

### 3.3. МЕТОДИКА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ПРОГНОЗНЫХ ПРОЕКЦИЙ ДЛЯ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ АЛЬТЕРНАТИВ В ЭКОНОМИКЕ

Лапаева О.Н., к.э.н., доцент, кафедра  
«Экономическая теория и эконометрика»

Нижегородский государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева

В статье изложена методика многокритериальных проекций для осуществления сравнительной оценки альтернатив в экономике, включающая элементы прогнозирования. Методика предусматривает изначальное формирование решений отдельно в каждой из проекций. Затем производится выработка совместного решения на основе как фактических, так и прогнозных данных.

В экономической науке под альтернативой понимают одну из взаимоисключающих возможностей при выборе. В формализованных моделях альтернативы задаются как элементы некоторого множества, конечного или бесконечного. Наряду с термином «альтернатива» говорят также «варианты», «стратегии», «исходы» и пр. При этом выбор есть задача, сводящаяся к выделению из заданного тем или иным способом множества одного либо нескольких элементов, обладающих некоторым указанным свойством, удовлетворяющих какому-либо определенному критерию и в известном смысле оказывающихся предпочтительными [9].

В экономике термин «альтернатива» закрепился для обозначения объектов анализа на различных иерархических уровнях, начиная с государства, далее федеральных округов, регионов, видов экономической деятельности, отраслей, затем предприятий и организаций, завершая бизнес-единицами, функциями и бизнес-процессами [1, 2, 4, 6, 7, 10]. Данный термин распространяется и на конкретного индивида – носителя человеческого капитала.

На практике нередки ситуации, когда лицо, принимающее решение (ЛПР), оперирует не совокупностью показателей, а набором проекций, внутри которых решаются локальные задачи оптимизации [5]. Сравнение вариантов может предусматривать отбор лучших альтернатив, упорядочение, выделение эффективных множеств, формирование нижестоящих рангов. Далее при необходимости осуществляется выработка совместного решения. В развитие проекционного подхода далее изложим авторскую многокритериальную методику принятия решений на основании фактических и прогнозных данных.

Методика включает следующие этапы.

1. Посредством анализа фактических значений показателей  $K_{i\phi}$  в каждой  $i$ -й проекции формируется многокритериальное решение  $M_{i\phi}$ . В зависимости от специфики поставленной задачи ответ может содержать одну альтернативу, эффективное множество, варианты нижестоящих рангов и др. При этом задействуются принципы доминирования и Парето, метод выделения главного показателя, анализируются направления изменения показателей.

2. Выделяется фактическое многопроекционное решение  $M_{\phi}$  путем пересечения частных множеств.

3. Исчисляются прогнозные величины показателей  $K_{i\pi}$  во всех проекциях. Прогнозные значения могут быть определены исходя из следующих соображений [3]. В случае ярко выраженного тренда осуществляется экстраполяция ряда на несколько периодов вперед.

При незначительной дисперсии в качестве прогнозного значения можно принять математическое ожидание показателя за рассматриваемый период. Если показатель имеет значительную дисперсию, то для прогнозирования необходимо задействовать адаптивные методы [8].

4. Посредством анализа прогнозных значений показателей  $K_{i\pi}$  в каждой  $i$ -й проекции формируется многокритериальное решение  $M_{i\pi}$ .

5. Выделяется прогнозное многопроекционное решение  $M_{\pi}$  путем пересечения частных множеств.

6. Производится сравнение фактического и прогнозных решений. При необходимости осуществляется корректировка показателей, методов прогнозирования и др.

Приведем примеры реализации авторской методики.

Обратимся к первой проекции. Рассмотрим варианты (альтернативы)  $S_1 - S_{12}$ , представленные в табл. 1. Здесь и далее строки с первой по третью содержат фактические сведения, а с четвертой по шестую – прогнозные.

Таблица 1

#### ПЕРВАЯ ПРОЕКЦИЯ

№ показателей	Сравниваемые альтернативы в порядке возрастания эффективности											
	$S_1$	$S_{12}$	$S_7$	$S_6$	$S_4$	$S_3$	$S_2$	$S_{10}$	$S_9$	$S_8$	$S_5$	$S_{11}$
1 (Ф)	$S_1$	$S_{12}$	$S_7$	$S_6$	$S_4$	$S_3$	$S_2$	$S_{10}$	$S_9$	$S_8$	$S_5$	$S_{11}$
2 (Ф)	$S_{11}$	$S_8$	$S_6$	$S_{10}$	$S_9$	$S_1$	$S_7$	$S_{12}$	$S_2$	$S_3$	$S_5$	$S_4$
3 (Ф)	$S_5$	$S_9$	$S_{10}$	$S_{12}$	$S_{11}$	$S_2$	$S_3$	$S_6$	$S_7$	$S_8$	$S_4$	$S_1$
1 (П)	$S_{12}$	$S_1$	$S_6$	$S_7$	$S_4$	$S_3$	$S_2$	$S_{10}$	$S_9$	$S_8$	$S_{11}$	$S_5$
2 (П)	$S_{11}$	$S_8$	$S_6$	$S_9$	$S_{10}$	$S_7$	$S_1$	$S_{12}$	$S_4$	$S_2$	$S_5$	$S_3$
3 (П)	$S_9$	$S_6$	$S_{10}$	$S_{11}$	$S_{12}$	$S_3$	$S_2$	$S_5$	$S_7$	$S_8$	$S_4$	$S_1$

По фактическим данным выделяем опорные варианты  $S_{11}$ ,  $S_4$  и  $S_1$ , характеризующие оптимальными величинами показателей.

От альтернативы  $S_{11}$  с улучшением второго показателя можно перейти к прочим вариантам, а с улучшением третьего – к  $S_1 - S_4$  и  $S_6 - S_8$ . При этом множество приемлемых альтернатив примет вид  $M_{11} = \{S_1, S_2, S_3, S_4, S_6, S_7, S_8\}$ .

От альтернативы  $S_4$  с улучшением первого показателя можно перейти к вариантам  $S_2, S_3, S_5$  и  $S_8 - S_{11}$ , а с улучшением третьего – к  $S_1$ . Тогда множество приемлемых альтернатив запишем в виде  $M_4 = \{S_4\}$ .

От альтернативы  $S_1$  с улучшением первого показателя можно перейти к остальным вариантам, а с улучшением второго – к  $S_2 - S_5, S_7$  и  $S_{12}$ . Получим следующее множество приемлемых альтернатив  $M_1 = \{S_2, S_3, S_4, S_5, S_7, S_{12}\}$ .

В первой проекции формируем единственное решение посредством пересечения приемлемых множеств  $M_{1\text{опт/факт}} = \{S_4\}$ .

Во второй проекции подлежат анализу варианты (альтернативы)  $S_1 - S_{12}$ , сведенные в табл. 2. Здесь задействуется своя система показателей, отличная от табл. 1.

По фактическим данным определяем опорные варианты  $S_4, S_{10}$  и  $S_{12}$ , имеющие оптимальные значения показателей.

Таблица 2

ВТОРАЯ ПРОЕКЦИЯ

№ показателя	Сравниваемые альтернативы в порядке возрастания эффективности											
1 (а)	$S_6$	$S_7$	$S_2$	$S_3$	$S_{12}$	$S_{10}$	$S_9$	$S_{11}$	$S_8$	$S_7$	$S_5$	$S_4$
2 (а)	$S_7$	$S_{11}$	$S_{12}$	$S_1$	$S_2$	$S_5$	$S_8$	$S_9$	$S_6$	$S_4$	$S_3$	$S_{10}$
3 (а)	$S_1$	$S_3$	$S_{10}$	$S_7$	$S_8$	$S_9$	$S_{11}$	$S_5$	$S_6$	$S_2$	$S_4$	$S_{12}$
1 (п)	$S_6$	$S_7$	$S_2$	$S_3$	$S_{10}$	$S_{12}$	$S_9$	$S_8$	$S_7$	$S_{11}$	$S_5$	$S_4$
2 (п)	$S_7$	$S_1$	$S_2$	$S_{11}$	$S_{12}$	$S_6$	$S_5$	$S_8$	$S_9$	$S_4$	$S_3$	$S_{10}$
3 (п)	$S_3$	$S_1$	$S_7$	$S_8$	$S_9$	$S_{10}$	$S_{11}$	$S_2$	$S_5$	$S_6$	$S_4$	$S_{12}$

От альтернативы  $S_4$  с улучшением второго показателя можно перейти к вариантам  $S_3$  и  $S_{10}$ , а с улучшением третьего – к  $S_{12}$ . Множество приемлемых альтернатив примет вид  $M_4 = \{S_4\}$ .

От альтернативы  $S_{10}$  с улучшением первого показателя можно перейти к вариантам  $S_4, S_5, S_7 - S_9$  и  $S_{11}$ , а с улучшением третьего – к  $S_2, S_4 - S_9, S_{11}$  и  $S_{12}$ . Тогда множество приемлемых альтернатив запишем как  $M_{10} = \{S_4, S_5, S_7, S_8, S_9, S_{11}\}$ .

От альтернативы  $S_{12}$  с улучшением первого показателя можно перейти к вариантам  $S_4, S_5$  и  $S_7 - S_{11}$ , а с улучшением второго – к  $S_1 - S_6$  и  $S_8 - S_{10}$ . При этом множество приемлемых альтернатив имеет вид  $M_{12} = \{S_4, S_5, S_8, S_9, S_{10}\}$ .

Во второй проекции получим единственное решение путем пересечения приемлемых множеств  $M_{2опт/факт} = \{S_4\}$ . Таким образом, результаты анализа проекций совпали –  $M_{опт/факт} = \{S_4\}$ .

Обратимся к прогнозным величинам показателей. В первой проекции выделяем опорные варианты  $S_5, S_3$  и  $S_1$ , характеризующиеся оптимальными величинами показателей.

От альтернативы  $S_5$  с улучшением второго показателя можно перейти к варианту  $S_3$ , а с улучшением третьего – к  $S_1, S_4, S_7$  и  $S_8$ . При этом множество приемлемых альтернатив примет вид  $M_5 = \{S_5\}$ .

От альтернативы  $S_3$  с улучшением первого показателя можно перейти к вариантам  $S_2, S_5$  и  $S_8 - S_{11}$ , а с улучшением третьего – к  $S_1, S_2, S_4, S_5, S_7$  и  $S_8$ . Тогда множество приемлемых альтернатив запишем в виде  $M_3 = \{S_2, S_5, S_8\}$ .

От альтернативы  $S_1$  с улучшением первого показателя можно перейти к вариантам  $S_2 - S_{11}$ , а с улучшением второго – к  $S_2 - S_5$  и  $S_{12}$ . Получим следующее множество приемлемых альтернатив  $M_1 = \{S_2, S_3, S_4, S_5\}$ .

В первой проекции формируем единственное решение посредством пересечения приемлемых множеств  $M_{1опт/прог} = \{S_5\}$ . Констатируем смену лидирующей альтернативы.

Во второй прогнозной проекции определяем опорные варианты  $S_4, S_{10}$  и  $S_{12}$ , имеющие оптимальные значения показателей.

От альтернативы  $S_4$  с улучшением второго показателя можно перейти к вариантам  $S_3$  и  $S_{10}$ , а с улучшением третьего – к  $S_{12}$ . Множество приемлемых альтернатив примет вид  $M_4 = \{S_4\}$ .

От альтернативы  $S_{10}$  с улучшением первого показателя можно перейти к вариантам  $S_4, S_5, S_7 - S_9, S_{11}$  и  $S_{12}$ , а с улучшением третьего – к  $S_2, S_4 - S_6, S_{11}$  и  $S_{12}$ . Тогда множество приемлемых альтернатив запишем как  $M_{10} = \{S_4, S_5, S_{11}, S_{12}\}$ .

От альтернативы  $S_{12}$  с улучшением первого показателя можно перейти к вариантам  $S_4, S_5, S_7 - S_9$  и  $S_{11}$ , а с улучшением второго – к  $S_3 - S_6$  и  $S_8 - S_{10}$ . При этом множество приемлемых альтернатив имеет вид  $M_{12} = \{S_4, S_5, S_8, S_9\}$ .

Во второй проекции получим единственное прогнозное решение путем пересечения приемлемых множеств  $M_{2опт/прог} = \{S_4\}$ . Здесь предпочтительная альтернатива не изменилась. Поэтому многопроекционное решение сформировано быть не может. При необходимости поиска компромисса целесообразно задействовать соответствующие паретовские множества.

В первой прогнозной проекции выделяем эффективные варианты  $S_5, S_3$  и  $S_1$ . Формируем доминируемые области. Первая область включает альтернативы  $S_2, S_6$  и  $S_9 - S_{12}$ , вторая – варианты  $S_6$  и  $S_{12}$ , а третья – не содержит альтернатив.

Остается сопоставить варианты  $S_4, S_7$  и  $S_8$ . На втором этапе имеем эффективные альтернативы  $S_8$  и  $S_4$ . Формируем доминируемые области. Первая область не содержит альтернатив, а вторая – включает вариант  $S_7$ . Тогда эффективное множество в первой проекции запишем следующим образом  $M_{1эф/прог} = \{S_1, S_3, S_4, S_5, S_8\}$ .

Во второй прогнозной проекции определяем эффективные варианты  $S_4, S_{10}$  и  $S_{12}$ . Формируем доминируемые области. Первая область включает альтернативы  $S_1, S_2, S_5 - S_9$  и  $S_{11}$ , а вторая –  $S_1$  и  $S_3$ . Тогда эффективное множество во второй проекции примет вид  $M_{2эф/прог} = \{S_4, S_{10}, S_{12}\}$ .

Формируем единственное многопроекционное решение посредством пересечения частных множеств –  $M_{эф/прог} = \{S_4\}$ .

Следовательно, констатируем совпадение фактического и прогнозного решений, а также его единственность. Однако в первом случае это лучшая альтернатива, а во втором для поиска компромисса потребовалось задействовать паретовские множества.

Разберем второй пример. Добавим еще один шаг прогноза и рассмотрим уровень эффективных альтернатив.

Обратимся к первой проекции. Рассмотрим варианты (альтернативы)  $S_1 - S_{12}$ , представленные в табл. 3.

Таблица 3

ПЕРВАЯ ПРОЕКЦИЯ

№ показателя	Сравниваемые альтернативы в порядке возрастания эффективности											
1 (п)	$S_{12}$	$S_1$	$S_6$	$S_7$	$S_4$	$S_3$	$S_2$	$S_{10}$	$S_9$	$S_5$	$S_{11}$	$S_8$
2 (п)	$S_{11}$	$S_8$	$S_6$	$S_9$	$S_5$	$S_7$	$S_3$	$S_{12}$	$S_4$	$S_1$	$S_{10}$	$S_2$
3 (п)	$S_9$	$S_6$	$S_{10}$	$S_{11}$	$S_{12}$	$S_1$	$S_2$	$S_5$	$S_7$	$S_8$	$S_4$	$S_3$

В первой прогнозной проекции выделяем эффективные варианты  $S_8, S_2$  и  $S_3$ . Формируем доминируемые области. Первая область включает альтернативу  $S_{11}$ , вторая – варианты  $S_1, S_6$  и  $S_{12}$ , а третья –  $S_6$  и  $S_7$ .

Дальнейшему анализу подлежат варианты  $S_4, S_5, S_9$  и  $S_{10}$ . На втором этапе имеем эффективные альтерна-

тивы  $S_5$ ,  $S_{10}$  и  $S_4$ . Формируем доминируемые области. Первая область включает вариант  $S_9$ . Тогда эффективное множество в первой проекции запишем следующим образом  $M1_{эф/прог} = \{S_2, S_3, S_4, S_5, S_8, S_{10}\}$ . Перейдем ко второй проекции (табл. 4).

Таблица 4

## ВТОРАЯ ПРОЕКЦИЯ

№ показателей	Сравниваемые альтернативы в порядке возрастания эффективности											
	$S_6$	$S_2$	$S_1$	$S_3$	$S_{10}$	$S_{12}$	$S_9$	$S_8$	$S_7$	$S_{11}$	$S_4$	$S_5$
1 (п)	$S_6$	$S_2$	$S_1$	$S_3$	$S_{10}$	$S_{12}$	$S_9$	$S_8$	$S_7$	$S_{11}$	$S_4$	$S_5$
2 (п)	$S_7$	$S_{11}$	$S_2$	$S_1$	$S_{12}$	$S_6$	$S_5$	$S_{10}$	$S_9$	$S_4$	$S_3$	$S_8$
3 (п)	$S_3$	$S_7$	$S_7$	$S_8$	$S_{10}$	$S_9$	$S_{11}$	$S_5$	$S_{12}$	$S_6$	$S_4$	$S_2$

Во второй прогнозной проекции определяем эффективные варианты  $S_5$ ,  $S_8$  и  $S_2$ . Формируем доминируемые области. Первая область включает альтернативы  $S_1$ ,  $S_7$  и  $S_{11}$ , вторая –  $S_1$  и  $S_3$ , а третья – не содержит альтернатив.

Остается сопоставить варианты  $S_4$ ,  $S_6$ ,  $S_9$ ,  $S_{10}$  и  $S_{12}$ . На втором этапе доминирует четвертая альтернатива. Поэтому эффективное множество во второй проекции примет вид  $M2_{эф/прог} = \{S_2, S_4, S_5, S_8\}$ .

Формируем многопроекционное решение посредством пересечения частных множеств –  $M_{эф/прог} = \{S_2, S_4, S_5, S_8\}$ .

Здесь совместное прогнозное решение на уровне эффективных альтернатив имеется, но оно представлено четырьмя вариантами, что может являться избыточным.

## ВЫВОДЫ

1. При анализе различных экономических задач возникает необходимость многопроекционного выбора, когда ЛПР задействует не просто совокупность показателей, а набор проекций, внутри которых решаются локальные задачи оптимизации.

2. В каждой проекции сравнение вариантов может предусматривать отбор лучших альтернатив, упорядочение, выделение эффективных множеств, формирование нижестоящих рангов.

3. Для осуществления эффективной управленческой деятельности необходимо надлежащее прогнозирование и планирование с применением передовых достижений науки и практики.

4. При наличии значительной дисперсии для прогнозирования показателей необходимо задействовать адаптивные методы. Если дисперсия незначительна, то за прогнозные значения допустимо принять математическое ожидание показателя за исследуемый период. В случае четко выраженного тренда осуществляется экстраполяция ряда.

5. Для осуществления сравнительной оценки альтернатив целесообразно применять изложенную выше методику, заключающуюся в предварительном выделении фактического и прогнозного многопроекционных решений, а также их сопоставлении с дальнейшей корректировкой.

## Литература

- Лапаев Д.Н. Многокритериальное принятие решений в экономике [Текст] : монография / Д.Н. Лапаев. – Н. Новгород : ВГИПУ, 2010. – 362 с.
- Лапаев Д.Н. Многокритериальное сравнение альтернатив в экономике [Текст] : монография / Д.Н. Лапаев, О.Н. Лапаева. – Н. Новгород : НГПУ, 2012. – 232 с.
- Лапаев Д.Н. и др. Мониторинг устойчивого развития отраслей промышленности на основе многокритериального подхода [Текст] / Д.Н. Лапаев, Е.С. Митяков, Е.С. Мокрецова // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – №5. – С. 164-167.

- Лапаев Д.Н. Формирование методики определения предпочтительных вариантов при сравнении инновационной деятельности отраслей промышленности по совокупности показателей [Текст] / Д.Н. Лапаев, О.Н. Лапаева // Аудит и финансовый анализ. – 2014. – №3. – С. 373-375.
- Лапаева О.Н. Классификация задач сравнительной оценки альтернатив в экономике [Текст] / О.Н.Лапаева // Гуманизация образования. – 2014. – №5. – С. 96-102.
- Лапаева О.Н. Многокритериальный сравнительный анализ альтернатив и выбор предпочтительных решений [Текст] / О.Н. Лапаева // Вестн. Череповецкого госуд. ун-та. – 2011. – №2 ; Т. 2. – С. 23-25.
- Лапаева О.Н. Сравнительный анализ эффективных альтернатив по совокупности показателей [Текст] / О.Н. Лапаева // Вестн. Череповецкого госуд. ун-та. – 2011. – №3 ; Т. 2. – С. 33-36.
- Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов [Текст] / Ю.П. Лукашин. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 415 с.
- Экономико-математический энциклопедический словарь [Текст] / гл. ред. В.И. Данилов-Данильян. – М. : ИНФРА-М, 2003. – 688 с.
- Экономическая безопасность регионов России [Текст] : монография / В.К. Сенчагов [и др.] – Н. Новгород : Растр-НН, 2014. – 299 с.

## Ключевые слова

Принятие решений; многокритериальная оптимизация; экономическое прогнозирование; лучшая альтернатива; эффективное множество; ранжирование; упорядочение.

*Лапаева Ольга Николаевна*

## РЕЦЕНЗИЯ

Проблема принятия многокритериальных научно обоснованных решений на различных уровнях иерархии в экономике является актуальной для любых этапов развития общества. Сложность такого выбора заключается в противоречивости оценочных показателей, когда улучшение одних сопровождается ухудшением других, и оптимальные значения показателей достигаются в разных точках. Задача приобретает специфичный оттенок, когда лицо, принимающее решение, оперирует не совокупностью показателей, а набором проекций, в том числе прогнозных. Раскрытию указанной неопределенности и посвящена статья к.э.н. О.Н. Лапаевой.

В статье изложена методика многокритериальных проекций для осуществления сравнительной оценки альтернатив в экономике, содержащая элементы прогнозирования. Логика построения методики не вызывает замечаний. На базе фактических величин в каждой проекции выделяется многокритериальное и затем формируется многопроекционное решение посредством пересечения локальных множеств. Осуществляется прогноз показателей с дальнейшей выработкой частных и общих решений. Производятся сопоставление фактического и прогнозного результатов. Предусматриваются корректирующие воздействия.

В многокритериальной постановке требования к формату выходных данных существенно разнятся и зависят от особенностей исследуемых задач. Ответ может включать лучшую альтернативу, эффективное множество, варианты нижестоящих рангов и т.п. Поэтому изложенная методика первично базируется на классических принципах и методах векторной оптимизации: принципе доминирования, принципе Парето, методе выделения главного показателя и перевода остальных в разряд ограничений. В то же время системно задействуются и новые авторские разработки по поиску предпочтительных альтернатив посредством анализа направлений изменения показателей.

Блок прогнозирования также вполне корректен. Из простых мер предложена экстраполяция ряда либо оценка по математическому ожиданию. При значительной дисперсии рекомендовано применять адаптивные методы, хотя, и не конкретизировано, какие именно. Приведенные пусть и формальные примеры отчетливо иллюстрируют противоречивость и сложность многокритериального выбора, определяют потребность построения более действенных методик и алгоритмов.

Считаю, что статья к.э.н. Лапаевой О.Н. соответствует всем требованиям, предъявляемым к публикациям в изданиях из перечня Высшей аттестационной комиссии РФ. Работа рекомендуется к опубликованию в журнале «Аудит и финансовый анализ».

*Рязанов А.И., д.т.н., профессор, кафедра «Информационные технологии и инструментальные методы в экономике» Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.*