

---

## ЭКОНОМИКА, ИННОВАЦИИ И МЕНЕДЖМЕНТ

---

УДК 336.714

Ф.Ф. Юрлов<sup>1</sup>, Т.В. Болоничева<sup>1</sup>, А.В. Разина<sup>2</sup>

### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПУТЕМ ФОРМИРОВАНИЯ ГРУППОВЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева<sup>1</sup>,  
Управление ФНС России по Нижегородской области<sup>2</sup>

Проблема выбора эффективных решений в экономике всегда имела исключительное значение. При анализе инновационной деятельности возникает необходимость разработки и применения новой методологии и инструментария оценки эффективности систем различного уровня. В работе рассматриваются вопросы определения уровня инновационного развития стратегических промышленных предприятий Нижегородской области путем формирования групповых предпочтений на основе индивидуальных ранжирований заинтересованных сторон.

*Ключевые слова:* индивидуальное ранжирование, групповое предпочтение, функция ценности, коэффициенты важности, выбор предпочтительных решений.

При выборе того или иного решения, в том числе и при оценке эффективности инновационной деятельности, принимают участие множество участников  $J = \{J_i\}, i = \overline{1, n}$ . В качестве  $J_i$  могут быть: отдельные предприниматели, фирмы, организации и т.д. В частности, совокупность  $J$  может представлять собой участника инновационного проекта. Каждый из участников располагает множеством альтернатив:  $X_i = \{X_{il}\}, l = \overline{1, L}$ , где  $X_{il}$  – способ решения поставленных задач  $i$ -м участником. В качестве альтернатив также могут выступать инновационные проекты, сравниваемые экономические системы, наборы показателей.

При сравнении альтернатив и выборе наиболее предпочтительных решений каждый участник определяет свое предпочтение  $R_i$  (индивидуальное предпочтение). Предпочтения определяются как «лучше – хуже», а не «больше – меньше». Каждому набору предпочтений ставится в соответствие набор показателей. Совокупность предпочтений участников обозначим через  $R = \{R_i\}, i = \overline{1, n}$ . Таким образом, согласно анализу, основанному на формировании теории предпочтений, располагая индивидуальными предпочтениями отдельных участников, необходимо определить модель группового предпочтения. Сущность проблемы заключается в следующем: при известных предпочтениях (ранжированиях) множества альтернатив каждым членом группы, необходимо определить, каким должно быть групповое ранжирование (предпочтение).

При решении реальных социально-экономических задач возникает необходимость применения общей теории, которая позволяла бы производить объективную оценку эффективности систем. В качестве такой теории может быть использована теория, основанная на научных выводах Эрроу. Базой этой теории являются принципы определения индивидуальных и групповых предпочтений, формирования функции ценности.

Для выбора наиболее эффективной альтернативы  $x \in X$  необходимо построить функцию ценности (полезности) ЛППР, которую обозначим через  $V_D$ ,  $V(x) = V_D [V_1(x), V_2(x) \dots V_n(x)]$ . Функции ценности участников считаются известными  $V_1, V_2, \dots, V_n$ . При решении данной задачи используются допущение 1 и допущение 2.

*Сущность допущения 1.* Критерии  $\{V_i, V_j\}$  независимы по предпочтению от своих дополнений  $V_{ij}$ , для всех  $i \neq j, N \geq 3$ .

*Сущность допущения 2.* Пусть альтернативы  $X_i$  и  $X_j$  для группы будут одинаковы по предпочтительности. Если  $X_i$  изменится и превратится в  $X_i'$  таким образом, что индивид предпочтет альтернативе  $X_i$  альтернативу  $X_i'$ , в то время как все остальные лица считают их равнозначными, то  $X_i'$  предпочтительнее  $X_i$  всей группой. То есть, если инновационные проекты будут одинаковы по предпочтению для всех членов группы, а в дальнейшем, при замене лишь одного проекта на другой, но предпочитаемый хотя бы одним участником, этот вариант и станет предпочтительным по групповому ранжированию.

Таким образом, практически реализуется принцип доминирования, когда осуществляется попарное сравнение указанных альтернатив. При сравнении альтернатив (вариантов) с номерами  $I$  и  $J$  вариант с номером  $I$  доминирует (превосходит) вариант с номером  $J$ , если все показатели  $I$ -го варианта не хуже показателей  $J$ -го варианта и хотя бы один показатель является лучшим.

Так, каждый участник сначала формирует функцию ценности для каждой альтернативы (инновационного проекта, показателя инновационной деятельности), далее на этой основе формируется итоговая функция ценности, учитывающая индивидуальные предпочтения всех участников ранжирования.

В качестве функции ценности для оценки инновационной деятельности предприятия может выступать функция, учитывающая проранжированные показатели инновационного развития (объем отгруженной инновационной продукции, количество приобретенных технологий, удельный вес предприятий, занимающихся инновационной деятельностью). Функция имеет вид:

$$K_o = \sum_{i=1}^n \frac{V_i^*}{V_i} K_{i\text{прив}}$$
; где  $K_{i\text{прив}}$  – показатель инновационного развития, приведенный к безразмерному виду,  $V_i^*$  – групповое предпочтение, сформированное для  $i$ -го показателя.

В процессе формирования данной функции возникают трудности, связанные:

- 1) с переводом показателей инновационной деятельности к безразмерному сопоставимому виду;
- 2) определением значений групповых предпочтений.

При определении эффективности принимаемых решений по совокупности показателей используем метод формирования обобщенных (комплексных) показателей.

Предлагается методика выбора определения эффективности инновационной деятельности экономических систем путем формирования групповых предпочтений. Этапы методики:

1. Определение целей анализа  $Ца = \{Ца_i\}, i = \overline{1, n}$ .

В качестве  $Ца_i$  могут выступать: оценка инновационно-экономического состояния предприятий, определение эффективности инновационных проектов, формирование программ развития экономических систем.

2. Выбор средств достижения целей  $X = \{X_j\}, j = \overline{1, J}$ , где  $X_j$ ; могут представлять организационные, технические, нормативные, финансовые и иные факторы.

3. Определение объектов анализа  $Оа = \{Оа_l\}, l = \overline{1, L}$ . Объекты  $Оа_l$  представляют предприятия, отрасли экономики, регионы, проекты и т.д.

4. Формирование критериев эффективности анализируемых альтернатив  $K = \{K_m\}, m = \overline{1, M}$ . В качестве показателей  $K_m$  выступают: экономические, социальные, технические и иные показатели.

5. Формирование индивидуальных ранжирований показателей по каждой альтернативе. Коэффициенты весомости показателей, определяющие его значимость для тех или иных участников проектов и заинтересованных сторон, определяются экспертным методом ран-

жирования. Ранжирование – процедура установления относительной значимости (предпочтительности) исследуемых объектов на основе их упорядочения. Ранг – это показатель, характеризующий порядковое место оцениваемого объекта в группе других объектов, обладающих существенными для оценки свойствами. Ранжирование предполагает расстановку объектов измерений или показателей качества в порядке их предпочтения или важности.

6. Формирование группового предпочтения по каждому показателю, где  $R_l$  – индивидуальное предпочтение ЛПР, относящееся к показателю с номером  $l$ . Для этого воспользуемся правилом уравнивания, согласно которому совокупное предпочтение является суммой значений индивидуальных ранжирований лиц, принимающих решение. На основе их индивидуальных ранжирований формируем групповое ранжирование всех показателей по каждой организации.

7. Преобразование показателей, не представленных в количественном выражении. Каждому ранжируемому критерию ставится в соответствие значение показателя в стоимостной форме, приведенное к безразмерному виду для получения объективных оценок альтернативных вариантов.

8. Установление взаимосвязи между рангами групповых предпочтений и коэффициентами важности. Как правило, при выборе экономических решений, принимают участие несколько участников (сторон). В качестве участников могут выступать акционеры, менеджеры, поставщики, потребители, инвесторы и др. Заинтересованные стороны представляют государственные органы разных уровней, общественные, природоохранные организации и др.

Для выяснения значимости каждого фактора для каждого участника необходимо определить их весовые коэффициенты:

$$\gamma_i = \frac{2(N - R + 1)}{(N + 1)N},$$

где  $N$  - количество показателей;  $R$  - ранг показателя.

9. Определение эффективности каждой альтернативы с учетом коэффициентов важности и значений полученных показателей. Значения весомости по каждому типу производства перемножаются с безразмерными показателями каждой группы, а затем суммируются.

$$\Pi_u = \sum_{i=1}^n \gamma_i * K_{ui}^y,$$

где  $\gamma_i$  – весомость показателя;  $K_{ui}^y$  - приведенный к безразмерному виду показатель.

Наиболее эффективным будет считаться тот вариант, для которого значение функции будет максимальным.

10. Сравнительная оценка эффективности альтернатив по рассчитанному критерию. Выбор предпочтительных альтернатив. Целью проведения данной оценки является выбор единственного эффективного решения по совокупности противоречивых критериев с учетом групповых предпочтений заинтересованных лиц.

11. Ранжирование предпочтительных альтернатив. В результате проведения оценки с помощью предложенной методики альтернативы распределяются по степени снижения их предпочтительности в заданных экономических условиях. Таким образом, данная методика позволяет выявить как лидирующие, так и отстающие альтернативы, в зависимости от целей проведения анализа.

Отметим особенности предложенной методики:

- применение данной методики позволяет осуществить оценку не по единственному критерию, а по совокупности показателей;
- методику возможно применять для оценки различных объектов;
- методика позволяет учесть не только показатели, представленные в стоимостном выражении, но и предпочтения лиц, принимающих решение;
- методика позволит ранжировать альтернативы по их предпочтительности;
- в результате применения данной методики достоверность оценки повысится за счет формирования групповых предпочтений на основе индивидуальных ранжирований.

Для выбора эффективных решений в сфере инновационной деятельности используем предложенную методику оценки с учетом групповых предпочтений:

1. Формирование набора альтернатив  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ . В качестве объектов анализа выступают стратегические предприятия.

2. Определение набора показателей для каждого предприятия  $K_n = \{K_1, K_2, K_3, \dots, K_n\}$ . Оценка инновационной деятельности осуществляется по следующим показателям:

- инвестиции в основной капитал за отчетный год;
- отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг;
- затраты на технологические, маркетинговые и организационные инновации;
- объем отгруженной инновационной продукции;
- затраты на технологические инновации из собственных средств в расчете на одного работника;
- затраты на технологические инновации из средств бюджетов всех уровней в расчете на одного работника;
- доля инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции;
- затраты на инновационную деятельность в расчете на одного работника;
- доля затрат на инновации в общем объеме инвестированного капитала;
- величина общих инвестиций в расчете на одного работника;
- доля работников с высшим образованием в общей численности;
- затраты на приобретение новых технологий в общем объеме инвестированного капитала;
- объем инновационной продукции в расчете на одного работника;
- количество совместных проектов;
- доля заемных средств в общем объеме затрат на инновационную деятельность;
- количество приобретенных и переданных технологий;
- затраты на приобретение и разработку объектов интеллектуальной собственности в общем объеме инвестированного капитала.

3. Приведение показателей к безразмерному виду. Для проведения достоверной оценки необходимо показатели, выраженные в стоимостной или количественной формах, привести к безразмерному виду. В данном случае это определяется по следующей формуле:  $K_{\text{без}} = \frac{K_i}{K_{\text{max}}}$ ,

где  $K_i$  – исходное значение показателя,  $K_{\text{max}}$  – максимальное значение показателя.

Исходные данные, выраженные в безразмерном виде, характеризующие инновационную деятельность организации, согласно форме статистической отчетности, представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Исходные данные для выбора предпочтительных решений

Данные за 2008 год	Инвестиции в основной капитал за отчетный год	Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг	Затраты на технологические, маркетинговые и организационные инновации	Объем отгруженной инновационной продукции	Количество приобретенных новых технологий	Удельный вес инновационной продукции в общем объеме	Доля затрат на инновации в общем объеме инвестиций
ОАО "ГИДРОАГРЕГАТ"	0,215	0,789	1,000		1,000		1,000
ОАО "КРАСНЫЙ ЯКОРЬ"	0,053	0,253					
ОАО ПКО "ТЕПЛОБМЕННИК"	0,576	1,000	0,948	0,345	0,333	0,345	0,948
ОАО "ГЗАС им. А.С. Попова"	0,365	0,218	0,080	1,000	0,111	1,000	0,080
ОАО ЗИП"	0,089	0,261	0,039		0,333		0,039
ОАО "НМЗ"	1,000	0,317	0,009				0,009

Таблица 2

## Формирование групповых предпочтений на основе индивидуальных ранжирований

	ОАО "ГИДРОАГРЕ- ГАТ"	ОАО "КРАСНЫЙ ЯКОРЬ"	ОАО ПКО "ТЕПЛО- ОБМЕННИК"	ОАО "ТЗАС им. А.С. Попова"	ОАО ЗИП"	ОАО "НМЗ"	Сумма рангов	Значимость	Весомость
<b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ</b>									
Недостаток собственных денежных средств	2	3	3	3	3	2	16	1	0,14286
Недостаток финансовой поддержки со стороны государства	2	2	2	3	2	2	13	2	0,13187
Низкий спрос на новые товары, работы, услуги	2	1	1	1	1	1	7	7	0,07692
Высокая стоимость нововведений	3	2	2	1	2	1	11	3	0,12088
Высокий экономический риск	2	2	2	1	1	2	10	4	0,10989
<b>ВНУТРЕННИЕ ФАКТОРЫ</b>									
Низкий инновационный потенциал предприятия	3	1	1	1	2	2	10	4	0,10989
Недостаток квалифицированного персонала	1	1	1	1	2	2	8	6	0,08791
Недостаток информации о новых технологиях	2	2	1	1	1	1	8	6	0,08791
Недостаток информации о рынках сбыта	2	1	1	1	2	1	8	6	0,08791
Неразвитость кооперационных связей	2	1	1	1	2	1	8	6	0,08791
<b>ДРУГИЕ ФАКТОРЫ</b>									
Недостаточность законодательных и нормативно-правовых документов, регулирующих и стимулирующих инновационную деятельность	2	2	2	1	1	1	9	5	0,09890
Неразвитость инновационной структуры (посреднические, информационные, юридические, банковские, прочие услуги)	1	1	1	1	1	1	6	8	0,06593
Неопределенность экономической выгоды от использования интеллектуальной собственности	1	1	1	1	2	1	7	7	0,07692

Перейдем к реализации методики, основанной на формировании групповых предпочтений.

1. В качестве цели анализа принят выбор эффективных решений в сфере инновационной деятельности по совокупности показателей с учетом групповых предпочтений

2. Выбор средств достижения целей, формирование набора альтернатив и показателей, характеризующих каждую альтернативу.

3. Определение объектов анализа. В качестве объектов анализа выступают уже обозначенные предприятия, имеющие стратегическое значение.

4. Формирование критериев эффективности анализируемых альтернатив. Наряду с показателями, представленными в стоимостной или количественной формах, для оценки используются и факторы, препятствующие инновационной деятельности предприятия, представленные в виде оценочных кодов.

5. Оценщиками выступают представители каждой анализируемой организации.

6. Формирование индивидуальных ранжирований показателей по каждой альтернативе.

Для каждой альтернативы формируем индивидуальное ранжирование показателей по значимости для предприятия.

Оценочные коды расставляются таким образом: 1 – малозначительное влияние, 2 – значительное влияние, 3 – определяющее значение. Формируем набор индивидуальных предпочтений заинтересованных сторон по каждому показателю для всех анализируемых альтернатив (табл. 2).

7. Формирование группового предпочтения по каждому показателю. Далее необходимо сформировать групповое предпочтение по каждому показателю для совокупности предприятий, имеющих стратегическое значение.

Для этого воспользуемся правилом уравнивания, согласно которому совокупное предпочтение является суммой значений индивидуальных ранжирований лиц, принимающих решение.

На основе их индивидуальных ранжирований формируем групповое ранжирование всех показателей по каждой организации. Это правило используется для устранения недостатка правила большинства, а именно устранения нетранзитивности. Каждый "член жюри" (эксперт) упорядочивает варианты по предпочтениям. Пусть имеется совокупность альтернатив  $\{S_i\}, i = \overline{1, N}$ .

При составлении индивидуального предпочтения эксперт присваивает 1 балл наиболее предпочтительному варианту, 2 балла - следующему за ним в порядке предпочтения, и т.д.  $N$  баллов присваивается варианту, наименее предпочтительному в соответствии с данным индивидуальным предпочтением.

Затем для каждой альтернативы находят сумму баллов, назначенных ей экспертами, и варианты упорядочиваются в соответствии с суммарным баллом.

Таблица 3

**Применение методики выбора эффективных инновационных решений  
на основе формирования групповых предпочтений**

	ОАО "ГИДРОАГРЕ- ГАТ"	ОАО "КРАСНЫЙ ЯКОРЬ"	ОАО ПКО "ТЕПЛО- ОБМЕННИК"	ОАО "ГЗАС им. А.С. Попова"	ОАО ЗИП"	ОАО "НМЗ"
1	2	3	4	5	6	7
Затраты на технологические инновации из собственных средств в расчете на одного работника	7,46758	0,00000	2,11747	0,65618	0,58474	0,02233
Затраты на технологические инновации из средств бюджетов всех уровней в расчете на одного работника	0,00000	0,00000	1,49211	0,00000	0,00000	0,00000
Доля инновационной продукции в общем объеме отгруженной	0,00000	0,00000	0,00109	0,01454	0,00000	0,00000

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Затраты на инновационную деятельность в расчета на одного работника	6,31872	0,00000	3,98905	0,55523	0,49485	0,01889
Доля затрат на инновации в общем объеме инвестированного капитала	0,20322	0,00000	0,07187	0,00956	0,01882	0,00040
Величина общих инвестиций в расчете на одного работника	3,10613	3,01060	5,54515	5,80044	2,62675	4,75661
Доля работников с высшим образованием в общей численности	0,02307	0,02130	0,02650	0,01969	0,04046	0,01934
Затраты на приобретение новых технологий в общем объеме инвестированного капитала	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000
Объем инновационной продукции в расчете на одного работника	0,00000	0,00000	0,79013	3,78736	0,00000	0,00000
Количество совместных проектов	0,00000	0,00000	0,96703	0,26374	0,61538	0,00000
Доля заемных средств в общем объеме затрат на инновационную деятельность	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Количество приобретенных и переданных технологий	0,59341	0,00000	0,19780	0,06593	0,19780	0,00000
Затраты на приобретение и разработку объектов интеллектуальной собственности в общем объеме инвестированного капитала	0,00000	0,00000	0,00007	0,00000	0,00000	0,00000
Суммарная оценка	17,71214	3,03190	15,19828	11,17266	4,57881	4,81757

8. Установление взаимосвязи между рангами групповых предпочтений и коэффициентами важности (табл. 3). Ранжируем показатели по величине рассчитанного группового предпочтения, в порядке убывания их значимости. Далее рассчитываем значение весомости каждого показателя и определяем обобщенный показатель, учитывающий весомости и приведенные в сопоставимый вид количественные показатели инновационной деятельности.

9. Сравнительная оценка эффективности альтернатив по критерию. Выбор предпочтительных альтернатив. Отбираем эффективное решение по максимуму полученного значения суммарной оценки альтернативы с учетом групповых предпочтений заинтересованных лиц. Лидирующим предприятием признано ОАО «Гидроагрегат».

Таким образом, для выбора эффективных решений при оценке инноваций следует учитывать не только показатели, выраженные в стоимостной форме, но и индивидуальные предпочтения лиц, принимающих решение. На основе индивидуальных ранжирований показателей по каждой альтернативе формируется групповое предпочтение, позволяющее оценить весомость каждого критерия.

На основании групповых ранжирований показателей по каждой оцениваемой альтернативе, полученных из индивидуальных предпочтений заинтересованных лиц, разработана методика оценки эффективности инновационной деятельности экономических систем, отличающаяся большей достоверностью, так как основана не только на количественных стоимостных показателях, но включает и критерий важности каждого показателя для группы лиц, принимающих решение.

Разработанный инструментарий позволил провести оценку эффективности инновационной деятельности предприятий Нижегородской области, имеющих стратегическое значение. Следует отметить, что предложенные методики применимы не только для выбора предпочтительных решений при анализе предприятий такого типа, но могут быть использованы различными заинтересованными сторонами для оценки эффективности инновационной деятельности экономических систем различного уровня.

*Дата поступления  
в редакцию 25.01.2010*

**F.F. Urlov, T.V. Bolonicheva, A.V. Razina**

**METHODS OF DETERMINING THE EFFECTIVENESS OF INNOVATIONAL  
ACTIVITIES OF ECONOMIC SYSTEMS THROUGH THE FORMATION  
OF GROUP PREFERENCES**

The problem of choice of optimum solutions has always been of exceptional importance. In this context, it is necessary to develop and use a new methodology and new tools for evaluating the efficiency of systems at different levels. In this paper, some issues related to the determination of the economic situation of strategic industrial enterprises of the Nizhni Novgorod region with the aid of the proposed methods and principles. The consistent use of the above principles in their interrelation allows to find the most effective solutions.

*Key word:* individual ranking, group preference, function of value, factors to importance, choice of effective solutions.