

ОПЫТ ОЦЕНИВАНИЯ БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА АЛЬТЕРНАТИВ ($N \gg 1$)

С.Н. Бухарин, вед. науч. сотр. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, канд. физ.-мат. наук

Н.А. Дивуева, вед. науч. сотр. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ

В.И. Медведев, зам. дир. ГЦ ЭСНИ ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, канд. тех. наук

Л.А. Мисецкая, ст. науч. сотр. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ

В статье рассмотрены методы экспертного оценивания путем ранжирования альтернатив, количество которых значительно больше единицы. Показан опыт их применения в ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ при решении некоторых задач экспертного оценивания.

Ключевые слова: экспертное оценивание, ранжирование альтернатив, ротация, коэффициент компетенции эксперта.

Метод ранжирования с ротацией. Иногда возникает необходимость оценивать альтернативы по нескольким критериям, а затем ранжировать. Когда количество альтернатив $N \gg 1$, эффективно применение метода ранжирования с ротацией [1].

Суть данного метода заключается в следующем. Если количество ранжируемых объектов существенно превышает 10, их совокупность разбивается на группы по 10 объектов. Каждая группа подвергается ранжированию по определенной методике. После ранжирования объектов первой группы, объект с экстремальными характеристиками (max) включается во вторую группу (подвергается ротации). В ней проводится экспертиза по той же методике. После ее завершения, подвергнутый ротации объект получает новый ранг. Если этот ранг не совпадает с предыдущим, необходимо нормировать ранги объектов в первой группе следующим образом. Пусть b_i^1 – первое значение ранга i -го объекта, b_i^2 – значение его ранга после ротации во вторую группу. Тогда $\frac{b_i^2 - b_i^1}{b_i^1}$ – относительное изменение ранга i -го объекта. Нормированные значения рангов других объектов первой группы равны: $b_j^2 = b_j^1 + \frac{b_i^2 - b_i^1}{b_i^1}$ при $1 \leq j \leq 10$. Данная формула верна, если шкала оценки изменяется от 0 до 1. В случае 100-балльной шкалы измерений формула будет выглядеть следующим образом: $b_j^2 = b_j^1 + 100 \frac{b_i^2 - b_i^1}{b_i^1}$.

Далее объекты второй группы включают в первую группу. Процедура повторяется с учетом, что первая группа состоит уже из 20 объектов. Ранжированию подвергается третья десятка объектов с делегированным в нее экстремальным объектом из двадцатки, и так далее, пока все объекты не будут ранжированы.

Блок-схема данного процесса показана в табл. 1, где введены следующие обозначения: Р – «руководит, принимает решение»; О – «отвечает за выполнение».

В качестве примера применения данного метода рассмотрим следующую задачу: требуется оценить и проранжировать N университетов. $N \gg 1$.

Оценка производится по критериям, указанным в табл. 2.

Результат экспертного оценивания 10-и альтернатив представлен в табл. 3.

Оценивание множества альтернатив ($N \gg 1$) в условиях дефицита времени. Пусть K (количество экспертов) с коэффициентами компетенции α_k ($k = 1, K$) оценивают множество альтернатив $A\{a_i (i = 1, N)\}$, где $N \gg 1$. Оценка происходит в условиях дефицита времени, в связи с этим множество альтернатив A разбивается на K пересекающихся подмножеств Ω_j ($j = 1, K$). Затем каждому эксперту j для оценки дается одно подмножество альтернатив Ω_j .

Таблица 1

Блок-схема процесса и матрица ответственности

№ п/п	Алгоритм	Описание деятельности	Руководитель	Эксперт
1		Начало процесса, постановка задачи	Р	–
2		Определение количества ранжируемых альтернатив N	–	О
3		Отбор $k = k_0$ количество объектов из множества альтернатив N для ранжирования, оптимальное число 9–10	–	О
4		$N - k$	–	О
5		Если $N - k > 0$, то процедура продолжается, если $N - k \leq 0$, то процедура заканчивается	–	О
6		Ранжирование (оценивание) отобранных альтернатив производится по методике, соответствующей задаче и объектам оценивания	–	О
7		Отбор объекта с экстремальным (max) значением b_i^1	–	О
8		Отбор k_0 объектов из $N - k$	–	О
9		$k = k + k_0$	–	О
10		Формирование группы объектов, состоящих из отобранных альтернатив плюс объект с экстремальными показателями, отобранный из предыдущей группы	–	О
11		Ранжирование отобранных альтернатив в результате: b_i^1 – первоначальное значение ранга i -го объекта, b_i^2 – значение его ранга после ротации в следующую группу	–	О
12		Если ранг $b_i^1 = b_i^2$, то процедура продолжается Если $b_i^1 \neq b_i^2$, то корректируем (нормируем) ранги по формуле: $b_j^2 = b_j^1 + \frac{b_i^2 - b_i^1}{b_i^1} \text{ при } 1 \leq j \leq k_0.$	–	О

Окончание табл. 1

№ п/п	Алгоритм	Описание деятельности	Руководитель	Эксперт
13		<p>Данная формула верна, если шкала оценки изменяется от 0 до 1. В случае 100-балльной шкалы измерений, формула будет выглядеть следующим образом:</p> $b_j^2 = b_j^1 + 100 \frac{b_i^2 - b_i^1}{b_i^1}$	—	О
14		Проранжированные объекты включаются в предыдущую группу	—	О
15		Возврат к п. 3 процедуры	—	О
16		Формирование итогового экспертного заключения	—	О
17		Утверждение руководителем итогового экспертного заключения. Окончание процедуры	Р	—

Таблица 2

Критерии оценки высшего учебного заведения

Номер критерия	Критерии оценки высшего учебного заведения	Максимальное значение критериев в баллах
1	Научный потенциал образовательного учреждения	15
2	Образовательный потенциал образовательного учреждения	15
3	Инновационный потенциал образовательного учреждения	30
4	Содержание программы развития инновационной инфраструктуры образовательного учреждения и ожидаемые результаты ее реализации	40
Сумма значимостей критериев		100

Таблица 3

Результат экспертного оценивания

Альтернатива	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Ранг	77	65	62,4	59,8	58,5	45,8	57	65,3	42,7	59,9

Результат ранжирования представлен в табл. 4.

Таблица 4

Результат ранжирования первой десятки вузов

Альтернатива	A1	A8	A2	A3	A10	A4	A5	A7	A6	A9
Ранг	77	65,3	65	62,4	59,9	59,8	58,5	57	45,8	42,7

На следующем шаге осуществляется ротация альтернативы A1 в очередную десятку альтернатив, которая после экспертного оценивания выглядит таким образом (табл. 5).

Таблица 5

Результат экспертного оценивания альтернатив группы 2

Альтернатива	A1	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
Ранг	77	83,9	71,6	43,7	55,7	63,2	58,8	67,2	60,9	60,4	68,7

Результат ранжирования группы 2 альтернатив представлен в табл. 6.

Таблица 6

Результат ранжирования второй десятки вузов

Альтернатива	A11	A1	A12	A20	A17	A15	A18	A19	A16	A14	A13
Ранг	83,9	77	71,6	68,7	67,2	63,2	60,9	60,4	58,8	55,7	43,7

Значения рангов объектов группы 1 после внесения поправки +1,7 представлены в табл. 7.

Таблица 7

Результат ранжирования первой десятки вузов после внесения поправки

Альтернатива	A1	A8	A2	A3	A10	A4	A5	A7	A6	A9
Ранг	78,3	67,1	66,7	64,1	61,6	61,5	60,2	58,7	47,5	44,4

Результаты ранжирования групп 1 и 2 представлены в табл. 8.

Таблица 8

Результаты ранжирования 20 альтернатив после внесения поправки

Альтернатива	A11	A1	A12	A20	A17	A8	A2	A3	A15	A10
Ранг	83,9	78,3	71,6	68,7	67,2	67,1	66,7	64,1	63,2	61,6
Альтернатива	A4	A18	A19	A5	A16	A7	A14	A6	A9	A13
Ранг	61,5	60,9	60,4	60,2	58,8	58,7	55,7	47,5	44,4	43,7

Альтернатива A11 делегируется в третью десятку вузов и оценивается экспертами. Результат оценки представлен в табл. 9.

Таблица 9

Результаты экспертного оценивания третьей десятки вузов

Альтернатива	A11	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30
Ранг	83,9	63,8	38,5	63,1	63	62,6	64,6	71,3	66,5	63,1	63

Далее вычисляется и вносится поправка и производится ранжирование третьей десятки альтернатив. Результат процедуры представлен в табл. 10.

Таблица 10

Итог ранжирования третьей десятки вузов

Альтернатива	A11	A27	A28	A26	A21	A23	A29	A24	A30	A25	A22
Ранг	83,9	69,5	64,7	62,8	62,0	61,3	61,3	61,2	61,2	60,8	36,7

Итоговое ранжирование альтернатив представлено в табл. 11.

Таблица 11

Итоговое ранжирование альтернатив

Альтернатива	A11	A1	A12	A27	A20	A17	A8	A2	A28	A3
Ранг	83,9	78,3	71,6	69,5	68,7	67,2	67,1	66,7	64,7	64,1
Альтернатива	A15	A26	A21	A10	A4	A23	A29	A24	A30	A18
Ранг	63,2	62,8	62	61,6	61,5	61,3	61,3	61,2	61,2	60,9
Альтернатива	A25	A19	A5	A16	A7	A14	A6	A9	A13	A22
Ранг	60,8	60,4	60,2	58,8	58,7	55,7	47,5	44,4	43,7	36,7

Таблица 12

Блок-схема процесса и матрица ответственности

№ п/п	Алгоритм	Описание деятельности	Руководитель	Эксперт
1		Начало процесса, постановка задачи	Р	—
2		Разбиение множества альтернатив N на K (значение K соответствует количеству экспертов) пересекающихся подмножеств Ω_j ($j = \overline{1, K}$)	—	О
3		Распределение K подмножеств объектов между K экспертами	—	О
4		Ранжирование N подмножеств альтернатив K экспертами	—	О
5		Сравнение рангов объектов, входящих в пересечение подмножеств альтернатив $\Omega_j \cap \Omega_{j+1}$ $j = \overline{1, K}$, полученных экспертами с разными коэффициентами компетенции α_j и α_{j+1} соответственно	—	О
6		Для данных альтернатив оставляем ранги, присвоенные экспертом с большим коэффициентом компетентности	—	О
7		Остальные ранги пересчитываем по формуле $r_l = r_l + \frac{r_{i\max}^0 - r_l}{r_{i\max}^0}$, где $r_{i\max}^0$ — максимальное значение ранга альтернативы в пересечении множеств альтернатив, данное экспертом с большим коэффициентом компетентности, или по формуле: $r_l = r_l + \frac{\sum_{i=1}^P (r_i^j - r_i^{j+1})}{P}$, где $\frac{\sum_{i=1}^P (r_i^j - r_i^{j+1})}{P}$ — среднее арифметическое разностей рангов Δr_l , данных экспертами альтернативам, которые находятся в пересекающихся подмножествах	—	О
8		Формирование итогового экспертного заключения	—	О
9		Утверждение руководителем итогового экспертного заключения, окончание процедуры	Р	—

В результате экспертного оценивания входящие в пересечения подмножеств альтернативы $\Omega_j \cap \Omega_{j+1}$, $j = \overline{1, K}$, имеют двойные ранги, присвоенные им экспертами с коэффициентами компетентности α_j и α_{j+1} соответственно. Для данных альтернатив оставляем ранги, присвоенные экспертом с большим коэффициентом компетентности, остальные ранги пересчитываем по формуле:

$$r_l = r_l + \frac{r_{i\max}^0 - r_i}{r_{i\max}^0},$$

где $r_{i\max}^0$ – максимальное значение ранга альтернативы в пересечении множеств альтернатив, данное экспертом с большим коэффициентом компетентности,

или по формуле

$$r_l = r_l + \frac{\sum_{i=1}^P (r_i^j - r_i^{j+1})}{P},$$

где $\frac{\sum_{i=1}^P (r_i^j - r_i^{j+1})}{P}$ – среднее арифметическое разностей рангов Δr_l , данных экспертами альтернативам, которые находятся в пересекающихся подмножествах.

Алгоритм процедуры показан в табл. 12. Далее приводится пример ранжирования 30 вузов с применением первой формулы.

Три эксперта оценили 12 альтернатив каждый. Количество элементов в пересечении множеств альтернатив – 3.

В табл. 13–15 представлены данные оценивания тремя экспертами. Второй эксперт имеет самый высокий коэффициент компетентности.

Итоговое ранжирование альтернатив с учетом ввода поправки представлено в табл. 16.

Таблица 13

Данные оценивания альтернатив первым экспертом

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
77	65	62,4	59,8	58,5	45,8	57	65,3	42,7	58,8	82,8	70,5

Таблица 14

Данные оценивания альтернатив вторым экспертом

A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21
59,9	83,9	71,6	43,7	55,7	63,2	58,8	67,2	60,9	60,4	68,7	63,8

Таблица 15

Данные оценивания альтернатив третьим экспертом

A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31
67,4	62,5	37,2	63,1	63	62,6	64,6	71,3	66,5	63,1	63	59,3

Таблица 16

Итог ранжирования 30 альтернатив

A11	A1	A12	A27	A20	A17	A28	A8	A2	A26	A21	A15
83,9	77	71,6	71,3	68,7	67,2	66,5	65,3	65	64,6	63,8	63,2
A23	A29	A24	A30	A25	A3	A18	A19	A10	A4	A31	A16
63,1	63,1	63	63	62,6	62,4	60,9	60,4	59,9	59,8	59,3	58,8
A5	A7	A14	A6	A9	A22						
58,5	57	55,7	45,8	42,7	38,8						

Выводы: рассмотрена процедура экспертного оценивания в случае наличия большого количества альтернатив. Показан опыт оценки множества альтернатив в условиях дефицита времени.

Алгоритмы решения данных задач представлены в виде блок-схем. В них, в том числе, отражены матрицы ответственности участников процесса экспертного оценивания.

Рассмотренные методы доказали свою эффективность и обоснованность их использования в практике экспертного оценивания в ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ.

Список литературы

Бухарин С.Н., Цыганов В.В. Методы и технологии информационных войн. М.: Академический проект, 2007.