

# Методология оценки эффективности вузовской науки

замечания и рекомендации

## Содержание

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Введение . . . . .              | 1 |
| Общие замечания . . . . .       | 1 |
| Поправки к тексту [1] . . . . . | 3 |
| Поправки к тексту [2] . . . . . | 4 |
| Рекомендации . . . . .          | 4 |
| Заключение . . . . .            | 6 |

## Введение

В данном документе рассматриваются две работы [1], [2], описывающие методику оценки эффективности вузовской науки<sup>1</sup>.

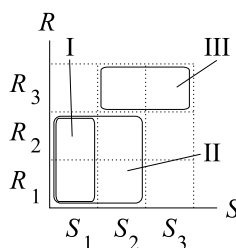
В рассматриваемой методике поставлены две задачи. Во-первых, произвести сравнительный анализ вузов, что было сделано посредством выставления экспертных оценок каждой из вузовских работ с последующей классификацией вузов. Во-вторых, поставлена задача оценить вклад вузовской науки в общероссийскую. Этот вклад оценивается следующим образом. Для заданной критической технологии строятся два сравнимых интегральных показателя — показатель эффективности вузовских и показатель эффективности общероссийских научных работ. Искомая оценка является отношением этих двух показателей. В данные интегральных показатели в качестве базовых должны войти как показатели качества, так и показатели объема, или количества научных работ. Качество научных работ в данной методике описывается набором  $(A, B, C)$ , а объем работ оценивается экспертами. По результатам экспертизы была найдена доля вузовских научных работ в общероссийских и, в соответствии с этой оценкой сделано утверждение о необходимости пересмотра бюджета финансирования вузовской науки.

При составлении обсуждаемой методики авторами была проделана большая работа. В данной заметке будет сделано несколько предложений по улучшению методики, по возможности, не требующих выполнения дополнительных трудоемких работ.

## Общие замечания

### К разделу 1<sup>2</sup>

При составлении решающего правила  $f : (S, R, H) \rightarrow W$ , где множество квалификационных категорий экспертов  $W = \{I, II, III\}$ , функция  $f$  определена не полностью. Рассмотрим множество пар  $(S_i, R_i)$ . На графике показаны области, в которых функция  $f$  определена.



<sup>1</sup>В качестве дополнительных материалов использовались [4], [5], [3].

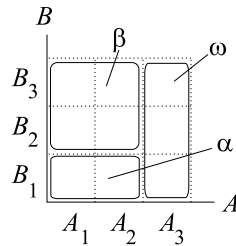
<sup>2</sup>Общие замечания по всей методике даны по тексту работы [1].

Для доопределения решающего правила рекомендуется, во-первых, исключить значения  $S_3$  и  $R_3$ , так как лица, не имеющие соответствующей специальности и опыта работы, экспертами не являются. Также маловероятно появление академика или профессора, который работает по специальности экспертизы менее пяти лет,  $H_1$ .

Во-вторых, предлагается не назначать решающее правило  $f$ , а собрав существующие сведения об экспертах, которые принимали участие в работе, найти разбиение описаний экспертов на кластеры. При этом решающее правило выводится из описания каждой группы экспертов в признаковом пространстве, например, в  $S \times R \times H$ .

### К разделу 2

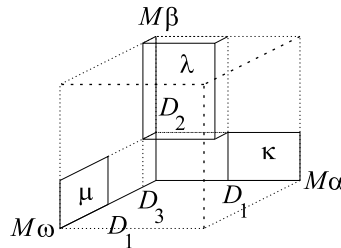
Решающее правило  $u$  отображающее тройку  $(A, B, C)$  показателей, описывающих эффективность научной работы отдельного вуза на множество  $\{\alpha, \beta, \omega\}$  интегральных оценок качественного уровня эффективности научных работ не зависит от показателя  $C$ . На графике показаны области определения функции  $u$ .



Очевидно, что веса показателей не равны,  $w(A) > w(B) > w(C)$ . Предлагается вместо множества  $\{\alpha, \beta, \omega\}$  использовать более мощный алфавит. Например, пусть веса показателей таковы что альтернативы, — объекты, получившие экспертные оценки, упорядочены  $u(A_1, B_1, C_1) \succ u(A_1, B_1, C_2) \succ \dots \succ u(A_3, B_3, C_3)$ . Тогда решающее правило  $u$  будет принимать значения  $\{1, \dots, 27\}$ . Рекомендуется переопределить решающее правило  $u : (A, B, C) \rightarrow \alpha, \beta, \gamma$  нахождения оценки эффективности так, чтобы переменная  $C$  перестала быть фиктивной.

### К разделу 3

При нахождении эффективности научных работ в вузе и в системе образования рассматривается декартово произведение множеств возможных долей работ определенной эффективности  $\mathcal{D} = M\alpha \times M\beta \times M\omega$ . Решающее правило  $\mathcal{D} \rightarrow \{\kappa, \lambda, \mu\}$  не определено на всем множестве  $\mathcal{D}$ , как видно из графика.



Множество  $\mathcal{D}$  является единичным кубом, а значения  $\kappa, \mu$  соответствуют областям, лежащим в плоскости  $\mathbb{R}^2$ . Рекомендуется переопределить решающее правило.

### К разделу 5

Не совсем ясно, как находится доля объема исследований по заданной критической технологии. Предлагается, как и во введении, использовать отношение

$$Z = \frac{Z_{\text{вуз.}}}{Z_{\text{общеросс.}}},$$

где  $Z = u(A, B, C)V$  и  $V$  — объем научных работ, выполненный в рамках данной критической технологии.

## К разделу 6

При использовании формулы усреднения

$$E(X) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$$

для нахождения достоверности экспертных оценок предполагается, что экспертные оценки выставлены в линейных шкалах с высокой степенью точности. Неясно, позволяет ли постановка задачи в данной работе сделать это допущение. Рекомендуется либо обосновать это допущение, либо для нахождения согласованности экспертных оценок использовать коэффициент конкордации.

## К разделу 7

Не очень понятно, чем отличается достоверность экспертной оценки от корректности экспертной оценки. При проведении экспертизы используются понятия “качество эксперта” и “согласованность экспертной оценки”. Не понятно, о чем идет речь в разделе “Оценка корректности экспертной оценки”. Два последних раздела работы [1] рекомендуется существенно изменить.

## Поправки к тексту [1]

- С. 1, 1-я стр. св. Возможно, следует читать “Методика оценки”, так как термин “методология” означает учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности. Различают нормативную и дескриптивную методологию, см. БСЭ, т. 16, с. 164.
- С. 3, 1-я стр. св. То же
- С. 5, 2-я стр. сн. То же
- С. 1, 10-я стр. св. Предложение длинное и несогласованное. Предлагается вариант: “На первом этапе по критериям, изложенным ниже, были определены восемь рабочих групп экспертов. Каждая группа состояла из 5–6-ти человек. Группы анализировали результаты научных исследований по семи приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники и по фундаментальным исследованиям.”
- С. 1, 10-я стр. сн. Предлагается заменить слова “качественные оценки” на “базовые показатели”.
- С. 1, 1-я стр. сн. Формула не читается. Возможно, предполагалась формула

$$W = f(S, R, H),$$

- где  $f$  — некоторая заданная функция.
- С. 2, таблица Так как для заданного эксперта любая переменная, например  $S_i$ , может быть тождественна  $I$  только при единственном значении  $i$ , то выражение “ $S_1 \cup S_2 \cup R_1 \cup R_2$ ” следует исправить на “ $S_1 \wedge S_2 \vee R_1 \wedge R_2$ ”.
- С. 3, 2-я стр. св. Возможно, слово “идентифицированы” следует заменить на “классифицированы”.
- С. 3, 7-я стр. св. Возможно, слово “элементов” следует заменить на “показателей”.
- С. 4, 9-я стр. сн. Возможно, следует читать “соответствует любой из следующих наборов оценок”.

- С. 4, 1-я стр. сн. Возможно, следует читать “соответствует любой из наборов”.
- С. 5, 12-я стр. св. То же
- С. 6, 3-я стр. св. Предлагается убрать из текста: “по целому направлению исследований. В данном случае —”.
- С. 6, 9-я стр. св. Возможно, следует читать: “интегральная оценка эффективности научных исследований”, согласно названию работы.
- С. 8, 1-я стр. св. Предлагается название “Оценка доли исследований, проводимых в Минобразовании, в общем объеме российских исследований по отдельным критическим технологиям”.
- С. 8, 1-я стр. св. Также предлагается строка “вклада вузовской науки в общий объем исследований”.
- С. 8, 9-я стр. св. Кавычки следует опустить.
- С. 8, 12-я стр. св. Формула не читается. Возможно, предполагалась формула

$$Z = \varphi(\beta_i, \Psi_i, \Omega_i),$$

- где  $\varphi$  — некоторая заданная функция.
- С. 8, 2-я стр. сн. Строка “ $\Omega_i$  — параметр распределения” может вызвать неправильное понимание текста, так как общеизвестен термин “параметр функции плотности распределения”.
- С. 9, 6-я стр. св. Следует читать “результатов НИР”
- С. 10, 1-я стр. св. Предлагается вариант “Для этого фиксируется”.

## Поправки к тексту [2]

- С. 6, 8-я стр. св. Непонятно, какие “основополагающие ориентиры” имеются в виду.
- С. 6, 11-я стр. сн. Противоречит разделу 1.1, в котором указывается иной список базовых показателей. Этот последний список базовых показателей, описывающих деятельность вуза, называется списком ограничений, из него исключаются пункты 1—2, 4—7. В дальнейшем данные базовые показатели эффективности научной работы не используются, вместо него в разделе 1.2 вводится набор из трех показателей.
- С. 12, 1-я стр. св. Не соблюдается единая терминология. Встречаются варианты “эффективность результатов НИР”, “эффективность вузовской науки”, “эффективность научных работ”.
- С. 13, 3-я стр. св. К сожалению, не указано какие работы О. И. Ларичева были использованы. Читатель может спутать его работы по данной методике с его известной книгой «Выделение экспертных знаний. М.: Наука, 1989. 128 с.», которая посвящена решению проблем классификации в пространствах экспертных оценок.
- С. 13, 9-я стр. св. Содержательный пример не имеет отношения к описываемой теории. В разделе 1.3 описана методика оценки эффективности научных работ в вузах, а в разделе 1.4 методика оценки эффективности научных работ по критическим технологиям.

## Рекомендации

### К разделу 1<sup>3</sup>

Качество эксперта может быть получено как интегральный показатель его объективного или субъективного статуса, и это было предложено в рассматриваемой работе [1] или как коэффициент совместности

$$\eta = 1 - \frac{\gamma}{\gamma_{\max}},$$

<sup>3</sup>Рекомендации даны по тексту работы [1].

где  $\gamma$  — число противоречивых суждений, высказанных данным экспертом, и  $\gamma_{\max}$  — максимально возможное число противоречивых суждений.

## К разделу 5

Построение интегрального показателя по объективным или измеряемым данным. В работе [2], во введении и в разделе 1.1 был приведен список базовых показателей. Для построения интегрального показателя одним из методов “без учителя”, например, методом главных компонент, или методом согласования экспертных оценок, необходимы две матрицы данных  $(V, R)$ , которые построены следующим образом. Строки матрицы  $V$  содержат объекты — вузы Минобразования, деятельность каждого из которых ставится в соответствие одной или нескольким критическим технологиям. Строки матрицы  $R$  содержат объекты — критические технологии или же российские научные организации, деятельность которых можно отнести к одной или нескольким критическим технологиям. Столбцы матриц  $V$  и  $R$  содержат измерения по выбранному набору базовых показателей для всех объектов. С помощью предложенных методов находятся интегральные показатели эффективности научной деятельности вузов и общероссийских научных организаций по каждой из критических технологий. Найденные интегральные индикаторы показывают вклад вузовской научной деятельности в общероссийскую.

Одним из способов получения измеряемых данных может быть подсчет количества вузовских и общероссийских научных публикаций в отраслевых журналах, освещающих данные критические технологии.

## К разделу 6

Согласованность экспертных оценок. Согласованность экспертов оценивается с помощью коэффициента ранговой корреляции, при количестве экспертов  $m = 2$  и коэффициента конкордации, при  $m > 2$ .

Пусть задано множество альтернатив  $\{a_i\}_{i=1}^n$ . Каждому ранжированию, то есть результату работы  $\nu$ -го эксперта соответствует матрица отношений с элементами  $p_{ij}^{(\nu)}$  такая что

$$p_{ij}^{(\nu)} = \begin{cases} 1, & \text{если } a_i \succ a_j, \\ -1, & \text{если } a_i \prec a_j. \end{cases}$$

Коэффициент  $\tau$  ранговой корреляции по Кендаллу имеет вид

$$\tau = \frac{2S}{n(n-1)}, \text{ где } S = \sum_{i < j} p_{ij}^{(1)} p_{ij}^{(2)}.$$

При использовании ранга альтернатив  $r(a_i)$  оценка согласованности (коэффициент ранговой корреляции по Кендаллу) имеет вид

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (r_j^{(1)} - r_i^{(1)})(r_j^{(2)} - r_i^{(2)})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (r_j^{(1)} - r_i^{(1)})^2},$$

где  $r_i^{(\nu)}$  — ранг  $i$ -й альтернативы, выставленной  $\nu$ -м экспертом.

Коэффициент конкордации оценок, выставленных более чем двумя экспертами имеет вид

$$W = \frac{12}{m^2(n^3 - n)} \sum_{i=1}^n \left( \sum_{\nu=1}^m r_i^{(\nu)} - \frac{m(n+1)}{2} \right)^2$$

Коэффициент конкордации  $W = 1$ , если оценки всех  $m$  экспертов совпадают и  $0 \leq W \leq 1$ .

### Предложения по получению количественных экспертных оценок

Для получения количественных оценок предлагается метод Чёрчмена-Акофа, который состоит в следующем:

1. Каждой альтернативе  $a_i$  ставится в соответствие действительное неотрицательное число  $f(a_i)$ .
2. Если альтернатива  $a_i$  предпочтительней альтернативы  $a_j$ , то  $f(a_i) > f(a_j)$ . Если альтернативы равноценны, то  $f(a_i) = f(a_j)$ .
3. Сумма  $f(a_i) + f(a_j)$  оценок альтернатив соответствует совместному осуществлению альтернатив  $a_i, a_j$ .
4. Альтернативы  $a_1, \dots, a_n$  ранжируются экспертом по предпочтительности. Пусть  $a_1 \succ \dots \succ a_n$ . Эксперт указывает предварительные численные оценки  $f(a_i)$  для каждой из альтернатив. Наиболее предпочтительной альтернативе приписывается оценка 1, наименее предпочтительной — оценка 0. Остальные оценки располагаются в отрезке  $[0, 1]$  в соответствии с их предпочтительностью.
5. Затем эксперт производит сравнение оценки альтернативы  $a_1$  и суммы оценок альтернатив  $a_2, \dots, a_n$ . Если  $a_1$  предпочтительнее, то эксперт корректирует оценки так, чтобы

$$f(a_1) > \sum_{i=2}^n f(a_i).$$

В противном случае должно выполняться равенство

$$f(a_1) \leq \sum_{i=2}^n f(a_i).$$

Если альтернатива оказалась  $a_1$  оказалась менее предпочтительной, то для уточнения оценок она сравнивается по предпочтению с суммой альтернатив  $a_2, \dots, a_{n-1}$  и так далее.

6. После того, как альтернатива  $a_1$  оказывается предпочтительней суммы альтернатив  $a_2, \dots, a_k$ ,  $k \geq 2$  она исключается из рассмотрения, а вместо оценки альтернативы  $a_1$  рассматривается и корректируется оценка альтернативы  $a_2$ , и так для всех  $n$  оценок.

### Предложение по тексту [3]

Возможно, хорошим решением было бы привести в тексте отчета список экспертов, — тогда сразу станет очевидно, что эффективность научной работы оценивали уважаемые и компетентные люди.

### Заключение

В данном тексте были рассмотрены работы [1] и [2] и сделаны замечания по отдельным вопросам. Также сделаны отдельные рекомендации по предлагаемым методикам без претензии на создание единой концепции оценки эффективности научной деятельности вузов.

В следующей работе, посвященной [1] и [2] предлагается внести следующие поправки.

1. Определить решающее правило  $f : (S, R, H) \rightarrow W$  нахождения квалификационных категорий экспертов на всем множестве  $S \times R \times H$ .
2. Переопределить решающее правило  $u : (A, B, C) \rightarrow \alpha, \beta, \gamma$  нахождения оценки эффективности результатов НИР так, чтобы переменная  $C$  перестала быть фиктивной.

3. Доопределить решающее правило  $M\alpha \times M\beta \times M\omega \longrightarrow \{\kappa, \lambda, \mu\}$  нахождения оценки эффективности НИР в система образования.
4. Описать методику Дельфи получения экспертной оценки вклада вузовских научных работ в общероссийские.
5. Описать методику согласования качественных экспертных оценок, полученных при анализе отчетов по вузовским научным работам.

## Список литературы

- [1] Основы методологии эффективности научных исследований, выполненных вузами и научными организациями Минобразования. Рукопись.
- [2] Методология оценки эффективности вузовской науки. Практическое пособие. Выпуск 3. Часть первая. /Под редакцией профессора, доктора экономических наук Э. Н. Яковлева. — М.: Государственное научное учреждение “Экспертно-аналитический центр Министерства образования Российской Федерации”, 2002. — 20 с.
- [3] Оценка возможности расчета бюджетной заявки на научные исследования по отчетным данным результатов исследований высших учебных заведений и научных организаций министерства образования Российской Федерации. Практическое пособие. Выпуск 3. Часть первая. /Под редакцией профессора, доктора экономических наук Э. Н. Яковлева. — М.: Государственное научное учреждение “Экспертно-аналитический центр Министерства образования Российской Федерации”, 2002. — 74 с.
- [4] Экспертная оценка научно-технических достижений высших учебных заведений Министерства образования России за 2000 год, Раздел: Экология и рациональное природопользование. Отчет. — М.: 2002. Рукопись. — 9 с.
- [5] Результаты опроса экспертов по технологиям. Раздел: Новые материалы и химические продукты. Приложение. Рукопись. — 37 с.