

УДК 338.24

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Батьковский М.А.

*Кандидат экономических наук,
ведущий научный сотрудник,
НИЦ «ИНТЕЛЕКТРОН»
г. Москва, Российская Федерация*

Кравчук П.В.

*Доктор экономических наук, профессор,
коммерческий директор,
НИЦ «ИНТЕЛЕКТРОН»
г. Москва, Российская Федерация*

Аннотация. В настоящее время сложно определить основные направления научных исследований, по которым виден прорыв, т.е. имеются достижения на мировом уровне или превышающем его. Однако, именно на эти основные направления необходимо ориентироваться при экспертизе результатов фундаментальных и прикладных исследований. Самой слабой характеристикой проводимых научных исследований является недостаточное внедрение их результатов. Большинство научно-исследовательских работ заканчиваются использованием их результатов в последующих исследованиях, а не на практике. Можно предположить, что работы, по которым сведения о внедрении их результатов отсутствуют, перманентно переходят в последующие темы практически ничем не оканчивающихся научных исследований. Отмеченные обстоятельства определяют особую важность развития инструментария оценки

результатов научных исследований. В данной статье предложен один из возможных вариантов решения рассматриваемой задачи путем разработки модели интегральной оценки научных работ по основным направлениям исследований.

Ключевые слова: научные исследования, результаты, эксперты, инструментарий, оценка.

TOOLS FOR EVALUATION OF RESEARCH RESULTS

Batkovsky M.A.

Candidate of Economic Sciences,

Leading Researcher,

CRI "Electronics"

Moscow, Russian Federation

Kravchuk P.V.

Doctor of Economics, professor,

Commercial Director,

SIC "Intelectron"

Moscow, Russian Federation

Annotation. At present, it is impossible to determine the main directions of fundamental research, in which a breakthrough is visible, i.e. are there any achievements at the world level and beyond. It is only necessary to focus on these basic directions in the examination of the results of fundamental and applied research. The weakest characteristic of scientific research is the lack of implementation of their results. Most research papers end up using their results in subsequent research, rather than in practice. It can be assumed that the work on which information on the

implementation of their results is missing, permanently moving to subsequent topics with virtually no ending scientific research. These circumstances determine the particular importance of the development of tools for assessing the results of scientific research. This article offers one of the possible solutions to this problem by developing a model for the integrated assessment of scientific work.

Key words: research, results, experts, tools, evaluation.

Введение

Концепция инновационной политики в российской научной системе предполагает, с одной стороны, государственную поддержку науки, а с другой – активизацию деятельности самих научно-исследовательских организаций институтов в решении сложных социально-экономических задач государственного уровня, связанных с развитием российской промышленности. Для решения указанной задачи необходимо осуществить предварительное обоснование, проектирование и апробацию современных финансовых и институциональных механизмов, предназначенных для стимулирования развития науки и коммерциализации ее результатов [1; 13; 14]. При этом следует проанализировать научные исследования, проводимые во всех исследовательских организациях и финансируемых за счет федерального бюджета. Однако получить однозначную оценку проводимых фундаментальных исследований часто не представляется возможным ввиду того, что трудно оценить эффективность работ по основным направлениям фундаментальных и прикладных исследований [2].

Интегральная оценка результатов научных исследований, выполняемых научной организацией по различным направлениям работ (критическим технологиям)

В настоящее время научные исследования оцениваются по основным их направлениям (критическим технологиям). Перечень данных технологий

определяется в масштабе страны и периодически уточняется. Для определения интегральной оценки результатов научных исследований, выполняемых научной организацией по разным критическим технологиям, можно использовать широко известный экспертный метод [4; 7]. Учитывая данное положение, предлагается следующий инструментарий оценки.

Рассмотрим множество ξ всех тех НИР, которые выполнены научной организацией, по рассматриваемому экспертами приоритетному направлению исследований, имеющему m критических технологий, пронумерованных от 1 до m , так что ξ_1, \dots, ξ_m – это подмножества множества ξ , содержащие НИР по критическим направлениям с номерами $i = 1, \dots, m$. Таким образом, множество ξ всех НИР по рассматриваемому приоритетному направлению разбивается на подмножества ξ_1, \dots, ξ_m , предположительно не пустые.

Допустим, что каждой НИР экспертами поставлена в соответствие оценка ее значимости и эффективности q – некоторое число. Результаты НИР по каждой критической технологии оцениваются по гистограммам распределения НИР на множестве значений интегральной оценки значимости и эффективности q . С этой целью на любом заданном множестве НИР (например, на множестве всех НИР по данной критической технологии) определяется эвристически составленное решающее правило, которое сопоставляет одно из трех значений k, λ, μ , типовым вариантам распределения НИР по величине интегральной оценки $v(a, b, c)$. При рассмотрении и распределении отдельных показателей оценки значимости и эффективности НИР опытным путем были установлено, что информативным оказался частный показатель b .

В случае упрощенной дифференциации интегральных оценок эффективности НИР по критическим технологиям соответствующего приоритетного направления научно-технического развития по трем интегральным оценкам результатов НИР по соответствующей критической технологии:

n – соответствует мировым достижениям;

μ – приближается к мировым достижениям;

λ – не дает надежд на успех и практическую ценность.

Каждый тип оценки по критической технологии характеризуется своими граничными условиями соотношений количества НИР (k) с соответствующими оценками эффективности их результатов ($k_\alpha + k_\beta + k_\omega$):

$$n = \{k_\alpha \geq 65\% (k_\alpha + k_\beta)\} \& \{k_\omega < 5\% (k_\alpha + k_\beta + k_\omega)\} \quad (1)$$

$$\mu = \{k_\alpha < 65\% (k_\alpha + k_\beta)\} \& \{5\% (k_\alpha + k_\beta + k_\omega) \leq k_\omega < (20\% (k_\alpha + k_\beta + k_\omega))\} \quad (2)$$

$$\lambda = \{k_\alpha = 0\% (k_\alpha + k_\beta)\} \& \{k_\omega > 20\% (k_\alpha + k_\beta + k_\omega)\} \quad (3)$$

Другой метод, основанный на дифференциации оценок эффективности научно-исследовательских результатов по нескольким десяткам качественных оценок, позволяющий получить сравнительную интегральную оценку эффективности результатов НИР по критическим технологиям данного приоритетного направления научно-технических исследований, заключается в следующем [8].

Опишем каждое подмножество $\xi_i (i = 1, \dots, m)$ НИР по i -ой критической технологии множества $\xi = \xi_1 \cup \dots \cup \xi_m$ всех работ по данному направлению следующим образом. Пусть на множестве Q допустимых значений интегральной оценки задана конечная решетка $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}\}$, причем $x_1 < x_2 < \dots < x_n < x_{n+1} = \infty$. Пусть $R x_i$ есть количество НИР, которые имеют такую интегральную оценку эффективности q , что $x_j \leq q < x_{j+1}, j = 1, \dots, n$. Таким образом, каждое подмножество ξ_i работ описывается вектором $A_i = [A_{i1}, \dots, A_{in}]$. Чтобы интегральная оценка не зависела от количества НИР, выполненных в рамках критической технологии, вектор A_i отнесем к количеству НИР по данной критической технологии $|\xi_i|$, получая:

$$a_i = A_i |\xi_i|^{-1} = [a_{i1}, \dots, a_{in}] \quad (4)$$

Таким образом, множество НИР, обеспечивающих разработки рассматриваемых критических технологий с номерами $i = 1, \dots, m$, описывает матрица:

$$A = [a_{ij}]_{i,j=1}^{m,n} . \quad (5)$$

Найдем интегральные оценки эффективности НИР по критическим технологиям I_1, \dots, I_m с помощью известного метода главных компонент [5].

Пусть для матрицы A выполнены условия нормирования и центрирования:

$$a_{ij} = (-1)^{\delta} (a_{ij} - \min(a_{.j})) (\max(a_{.j}) - \min(a_{.j}))^{-1} + \delta - \check{a}_{.j} , \quad (6)$$

$$\text{где } \check{a}_{.j} = m^{-1} \sum_{i=1}^m a_{ij} \text{ и } \delta = \begin{cases} 1, & \text{если } j \leq j_0 \\ 0, & \text{если } j > j_0 \end{cases} .$$

Номер j_0 узла x_{j_0} решетки X выбирается таким образом, что если $m = 2p$ чётно, то p элементов множества $\{\xi_1, \dots, \xi_m\}$ имеет оценку $q \leq x_{j_0}$, а если $m = 2p+1$ нечётно, то p элементов множества $\{\xi_1, \dots, \xi_m\}$ имеет оценку $q > x_{j_0}$. Находим такие коэффициенты $C = \{c_{ij}\}^{n,n}_{i,j}$, что линейные комбинации векторов

$$z_{.j} = \tilde{A} c_{.j}, i = 1, \dots, n , \quad (7)$$

обладали бы наибольшей дисперсией, то есть:

$$\max \left(\frac{Dz_{.1} + Dz_{.2} + \dots + Dz_{.n}}{D\check{a}_{.1} + D\check{a}_{.2} + \dots + D\check{a}_{.n}} \right) \quad (8)$$

при ограничениях нормировки:

$$\sum_{i=1}^n c_{ij}^2 = 1, \quad j = 1, \dots, n \text{ и } \sum_{i=1}^n c_{ij} c_{ik} = 0, \quad j, k = 1, \dots, n, \quad j \neq k . \quad (9)$$

Здесь D – знак операции вычисления дисперсии соответствующей случайной величины, где $\check{a}_{.j}$ – среднее арифметическое значение вектора-столбца. Процедура нахождения главных компонент заключается в следующем [9]:

1. Задается ковариационная матрица $\Sigma = \{\sigma_{jk}\}_{j,k=1}^{n,n}$, элементы которой

находятся по формуле:

$$\sigma_{jk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_{ij} - \bar{a}_{.j})(a_{ik} - \bar{a}_{.k}). \quad (10)$$

2. Определяется наибольшее собственное значение λ_1 матрицы Σ , как наибольший по величине корень характеристического уравнения $|\Sigma - \lambda J| = 0$, где J – единичная матрица.

3. Решая уравнение $(\Sigma - \lambda_1 J)c_{.1} = 0$, находим компоненты собственного вектора $c_{.1} = (c_{11}, c_{21}, \dots, c_{n1})^T$ матрицы Σ .

4. Для каждого объекта подсчитываем значение первой главной компоненты:

$$I_i = c_{11}(a_{i1} - \bar{a}_{.1}) + c_{21}(a_{i2} - \bar{a}_{.2}) + \dots + c_{n1}(a_{in} - \bar{a}_{.n}). \quad (11)$$

В результате вышеприведенной процедуры мы получаем интегральные оценки I_1, \dots, I_m для каждой критической технологии.

Для оценки значимости и эффективности научно-технических результатов по критической технологии используется значение величины $p = \lambda_1(\sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{mm})^{-1}$ отношения первого собственного значения λ_1 к сумме значений диагональных элементов ковариационной матрицы.

Эксперты при проведении оценки научно-исследовательских работ определяют эффективность как полученных результатов каждой НИР, так и эффективность исследований по критическим технологиям в целом [11]. Полученные экспертные оценки позволяет разработать ряд аналитических характеристик, которые условно можно разбить на две группы: актуальность конкретных технологий и практическая значимость конечных результатов по данной технологии. По полученным аналитическим характеристикам можно определить вклад отдельной научной организации в достижения российской науки за один год по каждой критической технологии [10]. Такая оценка должна выполняться группой экспертов по обычной процедуре проведения экспертизы Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

с получением количественных оценок по методу, который состоит в следующем (он широко используется при оценке финансового состояния научных организаций и предприятий) [12]:

1) вклад по каждой альтернативе – критической технологии a_i в рамках данного направления ставится в соответствие неотрицательное действительное 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 одновременной реализации альтернатив a_i, a_j .

4) альтернативы a_1, \dots, a_n ранжируются экспертом по предпочтительности. Пусть $a_1 > \dots > a_n$. Эксперт определяет предварительные численные значения $f(a_i)$ для каждой из альтернатив. Самая предпочтительная альтернатива приравнивается к 1, наименее предпочтительной приписывается оценка 0. Остальные оценки находятся на отрезке $[0,1]$ в соответствии предпочтительностью альтернатив.

5) затем эксперт выполняет сравнение оценки альтернативы a_1 и суммы оценок альтернатив a_2, \dots, a_n . Если a_1 оказывается предпочтительнее, то эксперт изменяет оценки таким образом, чтобы $f(a_1) > \sum_{i=2}^n f(a_i)$. Иначе должно выполняться равенство $f(a_1) \leq \sum_{i=2}^n f(a_i)$. Если альтернатива a_1 оказалась менее предпочтительной, тогда для уточнения полученных оценок ее необходимо сравнить по предпочтению с суммой оценок альтернатив a_2, \dots, a_{n-1} и так далее.

6) после того, как альтернатива a_1 становится предпочтительней суммы оценок альтернатив a_2, \dots, a_k ($k \geq 2$), она удаляется из рассмотрения, а вместо ее оценки анализируется и изменяется оценка альтернативы a_2 , и так для всех n оценок.

В качестве дополнительной информации экспертам могут быть предложены альтернативные оценки важности (рейтинг) каждой критической технологии по следующим критериям: актуальность, значение технологии для обеспечения национальной безопасности, для решения особо важных социально-экономических и производственных проблем, развития национальной экономики, составленной по результатам многопараметрической оценки состояния технологий каждого приоритетного направления научно-технического развития.

Заключение

Разработанный инструментарий оценки эффективности выполнения научно-исследовательских работ позволяет провести анализ эффективности научной деятельности российских научных организаций. С его помощью можно получить сравнительные оценки значимости и эффективности научно-технических исследований различных научных организаций, а также оценку вклада научной деятельности отдельной организации в общероссийскую. При этом предполагается, что используются, во-первых, объективные данные о деятельности научных организаций и, во-вторых, справедливые экспертные оценки.

Результаты научных исследований в рыночных условиях влияют на финансово-экономическое положение научных организаций и предприятий, которые их проводят. Поэтому инструментарий оценки данных исследований может включать некоторые подходы, методы и модели, используемые в финансовом анализе и инновационном менеджменте [3; 6].

Благодарности:

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, в рамках научного проекта № 18-00-00012 (18-00-00008) КОМФИ.

Библиографический список:

1. Батьковский А.М. Общая характеристика инновационной деятельности экономических систем / А.М. Батьковский. // Экономические отношения. - 2012. - № 1. - С. 3-8
2. Батьковский А.М. Модели формирования и оценки программы инновационного развития экономической системы / А.М. Батьковский. // Финансовая аналитика: проблемы и решения. - 2011. - № 9 (51). - С. 14-23
3. Батьковский А.М. Анализ динамики и эффективности интеграции производства вооружений и военной техники / А.М. Батьковский, М.А. Батьковский, И.В. Булава. // Экономический анализ: теория и практика. - 2012. - № 1. - С. 2-11
4. Батьковский А.М. Оптимизация процессов концентрации и специализации производства продукции в оборонно-промышленном комплексе / А.М. Батьковский, М.А. Батьковский, В.Д. Калачанов. // Радиопромышленность. - 2014. - № 3. - С. 171–181
5. Батьковский А.М. Прогнозирование инновационного развития предприятий радиопромышленности / А.М. Батьковский, М.А. Батьковский, А.П. Мерзлякова. // Радиопромышленность. - 2011. - № 3. - С. 32-42
6. Батьковский А.М. Макроэкономический анализ уровня и возможностей финансового обеспечения военной безопасности России / А.М. Батьковский, И.В. Булава, К.Н. Мингалиев // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. - 2009. - № 21. - С. 58-65
7. Батьковский А.М. Анализ инновационных проектов при формировании программы инновационного развития экономической системы / А.М. Батьковский, И.В., Булава, М.П. Ярошук. // Креативная экономика. - 2009. - № 11. - С. 71-74
8. Батьковский А.М. Оптимизация организации научно-исследовательской деятельности в оборонно-промышленном комплексе / А.М. Батьковский, Ю.Ф.

Тельнов, А.В. Сотникова // Вопросы радиоэлектроники. - 2015. - № 11 (11). - С. 118-141

9. Ильменская Е.М. Инструментарий мониторинга и экспертизы результатов научной деятельности научных работников / Е.М. Ильменская. // Концепции. - 2009. - № 1. - С. 111 – 115

10. Клейнер Г.Б. Основные принципы разработки системы мониторинга функционирования исследовательских организаций / Г.Б. Клейнер, О.Г. Голиченко, И.М. Зацман. – М. - ЦЭМИ РАН. - 2007. – 87 с.

11. Ларин С.Н. Модель и инструментарий оценки эффективности и уровня инновационности исследовательской деятельности научных организаций / С.Н. Ларин, Л.И. Герасимова, Е.М. Ильменская. // Экономический анализ: теория и практика. - 2014. - № 8, том 1. - С. 11–26

12. Мингалиев К.Н. Финансовое оздоровление предприятий в условиях рецессии и посткризисного развития российской экономики (теория и инструментарий) / К.Н. Мингалиев, А.М. Батьковский, М.А. Батьковский, И.В. Булава, В.П. Божко, Т.И. Пустовитова, Е.М. Трейгер, М.П. Ярошук. / Под ред. К.Н. Мингалиева. - М.: МАОК. - 2010. - 339 с.

13. Рудцкая Е.Р., Хрусталёв Е.Ю., Цыганов С.А. Фундаментальные научные исследования и возможности инновационного развития // Аудит и финансовый анализ. 2014. № 6. С. 406-412.

14. Хрусталёв Е.Ю. Методы оценки и стимулирования научно-исследовательских проектов и программ. / Е.Ю. Хрусталёв, Е.М. Ильменская. // Экономический анализ: теория и практика. - 2014. - № 17(368). – С. 2-12.

Оригинальность 83%