

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ НИР КАФЕДРЫ КБМОИС

Козлова Л.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Растущая социальная значимость науки обуславливает пристальное внимание ко всем факторам, от которых зависит ее развитие, и среди них состояние системы учета результатов научно-исследовательской деятельности. Это та область, вне которой эффективное управление современной наукой невозможно.

Постановлением Правительства РФ от 8 апреля 2009 г. № 312 «Об оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения» утверждены Правила оценки результативности деятельности научных организаций. На основе предложенных показателей научные организации будут отнесены к одной из следующих категорий: 1-я категория — научные организации — лидеры; 2-я категория — стабильные научные организации, демонстрирующие удовлетворительную результативность; 3-я категория — научные организации, утратившие научный профиль и перспективы развития. [1]

Научно-исследовательская работа является также неотъемлемой составляющей деятельности высших учебных заведений. Для оценки результативности НИР, объектом которой выступает научная область или научно-исследовательское направление, предпочтительно использовать результаты анализа информационного потока научной продукции (учебные пособия, журнальные публикации, патенты, монографии, диссертации, зарегистрированные технологии). Журнальные статьи, как наиболее массовый вид публикаций, представляет большой интерес для анализа масштабов, структуры и источников развития исследований. Патент — разновидность научно-технической литературы, которая, с одной стороны, имеет интеллектуальную ценность, а с другой — позволяет определять появление новых технологических возможностей в той или иной области. Диссертация отражает этап квалификационного роста и суммарный вклад конкретного ученого. По совокупности диссертаций, выполненных в научном коллективе, можно оценивать развитие научной школы, как неформального творческого коллектива. Это важно при оценке кадрового потенциала науки. [1]

Возникает вопрос как связаны между собой отдельные параметры? Можно ли выявить наиболее значимые? Можно ли большое количество параметров заменить на меньшее количество?

Одним из способов получить ответы на эти вопросы является использование метода факторного анализа.

Факторный анализ – это один из разделов многомерного статистического анализа, достаточно подробно описанный в работе К. Иберла. [2] Одна из задач факторного анализа – уменьшение размерности пространства исходных признаков, так как происходит преобразование исходных параметров в факторы, количество которых существенно меньше исходных параметров. Первоначально этот метод разрабатывался для объяснения корреляции между исходными параметрами. В результате корреляционного анализа получают матрицу коэффициентов корреляции. При малом числе признаков (переменных) можно провести визуальный анализ этой матрицы. С ростом числа признаков (10 и более) визуальный анализ не даст положительных результатов. Оказывается, что все многообразие корреляционных связей можно объяснить действием нескольких обобщенных факторов, которые являются функциями исследуемых параметров, при этом сами факторы могут быть неизвестны, но их можно выразить через исследуемые признаки. Основоположником факторного анализа является американский ученый Л. Терстоун.

Под факторным анализом понимают совокупность методов, которые на основе реально существующей связи между признаками позволяет выявить латентные (скрытые) обобщающие характеристики.

Для проведения факторного анализа информация должна быть представлена в виде матрицы размером $m \times n$:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Строки матрицы соответствуют объектам наблюдений ($i = \overline{1, n}$), а столбцы – признакам ($j = \overline{1, m}$).

Признаки, характеризующие объект имеют разную размерность. Для того, чтобы их привести к одной размерности и обеспечить сопоставимость признаков матрицу исходных данных обычно нормируют, вводя единый масштаб. Самым распространенным способом нормировки является стандартизация. От переменных x_{ij} переходят к переменным

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j}, \quad (2)$$

где \bar{x}_j - среднее значение j признака, σ_j - среднеквадратическое отклонение. Такое преобразование называется стандартизацией.

Основная модель факторного анализа имеет вид:

$$z_j = a_{j1} \cdot F_1 + a_{j2} \cdot F_2 + \dots + a_{jp} \cdot F_p + d_j \cdot u_j, \quad j = \overline{1, m} \quad (3),$$

где z_j - j -й признак (величина случайная);

F_1, F_2, \dots, F_p – общие факторы (величины случайные, нормально распределенные);

u_j – характерный фактор;

$a_{j1}, a_{j2}, \dots, a_{jp}$ – факторы нагрузки, характеризующие существенность влияния каждого фактора (параметры модели, подлежащие определению);

d_j – нагрузка характерного фактора.

Общие факторы имеют существенное значение для анализа всех признаков. Характерные факторы показывают, что он относится только к данному j -му признаку, это специфика признака, которая не может быть выражена через факторы F_i . Факторные нагрузки $a_{j1}, a_{j2}, \dots, a_{jp}$ характеризуют величину влияния того или иного общего фактора в вариации данного признака. Основная задача факторного анализа – определить факторные нагрузки. Дисперсию S_j^2 каждого признака, можно разделить на 2 составляющие:

первая часть обуславливает действие общих факторов – общность h_j^2 ;

вторая часть обуславливает действие характерного фактора – характерность - d_j^2 .

Все переменные представлены в стандартизованном виде, поэтому дисперсия j -го признака $S_j^2 = 1$.

Если общие и характерные факторы не коррелируют между собой, то дисперсию j -го признака можно представить в виде:

$$S_j^2 = 1 = a_{j1}^2 + a_{j2}^2 + \dots + a_{jn}^2 + d_j^2, \quad (4)$$

где a_{ji}^2 - доля дисперсии признака z_j , приходящаяся на k -ый фактор.

Полный вклад какого-либо фактора в суммарную дисперсию равен:

$$V_k = \sum_{j=1}^m a_{ji}^2, \quad k = \overline{1, p}. \quad (5)$$

Вклад всех общих факторов в суммарную дисперсию:

$$V = \sum_{k=1}^p V_k. \quad (6)$$

Процедура факторного анализа является достаточно трудоемкой.

В рамках научно-исследовательской работы 1 курса магистратуры по направлению «Математика и компьютерные науки» нами были исследованы данные по отчетам научно-исследовательской работы кафедры КБМОИС за

период с 2005 по 2013 гг. Был использован пакет статистической обработки данных Statistica.

годы \ пара	учебники	тезисы, материалы докладов	статьи ВАК	статьи в зарубежных изданиях	статьи в сборниках	монографии	УФАП	оспатент	аспиранты	кандидаты наук, доктора	кол-во гос.бюдж.НИР
2005	1	0	4	0	8	0	0	1	3	2	4
2006	0	18	0	0	22	0	3	0	2	1	5
2007	0	2	4	0	31	1	3	2	4	2	5
2008	1	17	1	0	2	1	3	2	5	0	5
2009	1	15	0	0	7	0	11	1	4	0	7
2010	3	16	15	0	7	1	5	5	3	0	8
2011	3	8	7	3	9	2	2	5	3	1	9
2012	0	22	15	1	2	1	4	2	4	1	8
2013	1	26	8	2	3	1	3	4	4	0	8

Рисунок 1 – Матрица исходных параметров в пакете Statistica

В качестве параметров были рассмотрены учебники и учебные пособия, журнальные публикации, патенты, монографии, диссертации – информационный поток научной продукции кафедры компьютерной безопасности и математического обеспечения информационных систем.

Набор входных параметров определяется только спецификой решаемой задачи и возможностью исследователя получить или вычислить какие - либо признаки исследуемого объекта.

В нашем случае получилось 11 параметров. В основном, это те параметры, которые присутствуют в ежегодном отчете по научно-исследовательской работе кафедры.

На рисунке 2 представлены выделенные факторы суммарной дисперсии с установленным уровнем дисперсии 95%.

Для смысловой интерпретации выделенных факторов анализируется матрица факторных нагрузок. [4]

Перемен.	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
учебники	0,719856	0,199006	0,412558
тезисы, материалы докладов	0,133693	0,751931	-0,284971
статьи ВАК	0,674622	0,131370	-0,005178
статьи в зарубежных изданиях	0,807976	-0,047355	-0,088414
статьи в сборниках	-0,360028	-0,576518	0,348456
монографии	0,885201	-0,153843	-0,248939
УФАП	-0,260676	0,776451	0,104108
Роспатент	0,937512	0,127020	0,055764
аспиранты	-0,005274	0,211508	-0,883285
кандидаты наук, доктора	-0,186583	-0,911203	0,131615
кол-во гос. бюдж. НИР	0,795523	0,483467	0,070292
Общ. дис.	4,171785	2,708323	1,259052
Доля общ.	0,379253	0,246211	0,114459

Рисунок 2 - Результаты проведения факторного анализа

Таким образом, с первым фактором (коэффициент $> 0,7$) сильно коррелируют учебники и учебные пособия, статьи в зарубежных изданиях, монографии. Этот фактор можно интерпретировать как «публикационная активность».

Со вторым фактором коррелируют тезисы, материалы докладов, зарегистрированные программы в университетском фонде алгоритмов и программ (УФАП), то есть можно интерпретировать второй фактор как «апробацию результатов научной работы».

Третий фактор определен количеством аспирантов и его можно интерпретировать как «наличие научной школы». Это важно при оценке кадрового потенциала науки.

Таким образом, всю научную деятельность кафедры можно оценить с помощью трех факторов: публикационная активность, апробация результатов научной работы, наличие научной школы.

Список литературы

1. **Органов, Р.Г.** Методические подходы к анализу результатов научно-исследовательской деятельности / Р.Г. Органов, С.А. Трущелев // *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. - 2010. - № 6(5). - С. 623 - 630.
2. **Иберла, К.** Факторный анализ: учебник – пер. с нем. / К. Иберла.- М.: Статистика.-1980.- 398 с.

3. **Сошникова, Л.А.** Многомерный статистический анализ в экономике под ред. В.Н. Тамашевича; - М.: Юнити-Дана, 1999.- 598 с –ISBN 5-238-00099-5.
4. **Влацкая, И.В.** Многомерный анализ математической модели объекта производства / И.В. Влацкая, С.И. Сормов // Информационные технологии моделирования и управления: науч.- технич. журнал.- 2008. - №9(52) – С.1061 – 1070.