

ОЦЕНКА НАУЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

М.А. Бородина, Л.Г. Бурьлова

В статье представлена методика комплексной оценки научного потенциала региона, базирующаяся на модели ресурсно-институционально-территориального состава компонентов и теории нечетких множеств, позволяющей решить проблему измерения оценочных показателей. Разработанная методика применена для оценки состояния научного потенциала Пермского края.

При усилении стратегических подходов и формировании долгосрочных планов развития регионов должны учитываться состояние научного потенциала как основы материального производства, условия обеспечения инвестиционной привлекательности и устойчивого экономического роста.

Проведение оценки научного потенциала региона требует решения многих задач, связанных со сложным структурно-компонентным составом. Во-первых, оценка осложняется необходимостью решения проблемы измерения, связанной с тем, что каждая составляющая потенциала может быть охарактеризована через систему как абсолютных, так и относительных показателей. Во-вторых, влияние каждого фактора на состояние потенциала может сильно варьироваться. Третья проблема, снижающая степень точности оценки, — недостаточная детализация официальной статистической информации, лежащей в ее основе.

Результаты оценки научного потенциала региона могут использоваться в целях:

- формирования и информационно-аналитического обеспечения региональной научно-технической и инновационной политики;
- выработки приоритетных направлений научного развития региона;
- определения конкурентных преимуществ региона;
- выявления проблемных зон в развитии науки и инноваций;

- определения возможности перехода региона на инновационный путь и разработки сценариев его развития;

- рационального распределения бюджетных средств по приоритетным направлениям и формирования сбалансированного соотношения между направлениями исследований;

- формирования инновационной инфраструктуры и содействия интеграции науки, образования и промышленного производства.

Методика оценки научного потенциала основана на принципах, учет которых позволяет более полно и адекватно оценить состояние потенциала региона:

- оценка базируется на интегральном показателе, позволяющем комплексно охарактеризовать состояние потенциала с учетом его сложного структурно-компонентного состава;

- оценка учитывает те факторы, которые формируют потенциал региона и имеют важное стратегическое значение;

- информационное обеспечение опирается на действующую систему статистического учета. Это позволяет проводить сравнение регионов по состоянию их научного потенциала.

Модель структурно-компонентного состава научного потенциала региона включает ресурсный, институциональный и пространственный аспекты.

В ресурсной структуре потенциала выделены кадровая, интеллектуальная, финансовая, производственно-технологическая, пространственная, информационная, правовая и организационно-управленческая составляющие.

Институциональная структура основана на выделении, во-первых, потенциала отдельных хозяйствующих субъектов, осуществляющих научно-исследовательскую деятельность, а во-вторых, потенциала типов научных организаций: научно-иссле-

довательские институты, конструкторские, проектно-конструкторские, технологические организации; проектные и проектно-изыскательские организации; опытная база; университеты и другие высшие учебные заведения; промышленные предприятия; прочие организации.

Пространственный аспект потенциала характеризует особенности территориального размещения ресурсов региона, задействованных в области научных исследований и разработок.

Ресурсно-институционально-территориальная модель научного потенциала региона лежит в основе его комплексной оценки и включает следующие аспекты:

- оценку ресурсных составляющих потенциала организаций, выполняющих научные исследования и разработки (конфиденциальность официальной статистической информации по отдельным научным организациям не позволяет учесть данный аспект оценки);

- оценку потенциала типов организаций, выполняющих научные исследования и разработки в регионе с учетом их ресурсного обеспечения;

- оценку потенциала территорий региона с учетом ресурсного обеспечения типов научных организаций, осуществляющих деятельность в данном территориальном образовании;

- комплексную оценку потенциала региона как совокупности ресурсно-институционально-территориальных составляющих.

Первым этапом оценки является отбор необходимых и достаточных **единичных показателей**, характеризующих ресурсные составляющие потенциала **типов научных организаций территории (региона)**. Решение этой проблемы возможно с использованием методов структурного и корреляционного анализов. В результате выбираются показатели, имеющие высокий удельный вес в структуре и оказывающие наиболее сильное влияние на результаты научной деятельности [1].

Единичные показатели, лежащие в основе оценки научного потенциала типов

научных организаций региона (территории), носят разный характер: количественные и качественные, абсолютные и относительные, имеют различные измерители, поэтому над ними некорректно осуществлять математические операции. Проблема измерения разнохарактерных показателей решается с помощью теории нечетких множеств, которая позволяет перевести значения показателей в нечеткие числа [4]. Иными словами, необходимо определить принадлежность каждого единичного показателя к нечеткому множеству. Для этого используется кусочно-линейная функция принадлежности нечеткого множества, которая требует только два значения: a – минимальное значение показателя и \bar{a} – максимальное, целевое, эталонное или нормативное значение показателя, установленное на уровне среднеотраслевых показателей, показателей регионов-конкурентов, организаций конкурентов, ведущих высокотехнологичных стран мира.

Значение единичного показателя переводится в нечеткое число следующим образом:

- если его значение принадлежит множеству $(0; a]$, ему присваивается значение «0»;

- если относится к множеству $[\bar{a}; \infty)$ – значение «1»;

- если значение попадает в промежуток $(a; \bar{a})$, соответствующее ему нечеткое число (μ_{ij}) рассчитывается математическим путем, подстановкой параметра x в функциональное уравнение, характеризующее среднюю часть ломаной линии:

$$\mu^{\wedge}(x) = a_0 + b_0 \times x. \quad (1)$$

Второй шаг оценки включает расчет **частных показателей**, отражающих ресурсные составляющие **типов научных организаций территории (региона)**, на основе единичных показателей и их значимости. Необходимость взвешивания вытекает из того, что показатели характеризуют с разных сторон ресурсные составляющие и вносят разный вклад в формирование потенциала научных организаций и, следовательно, в формирование потенциала региона.

Для установления значимости составляющих и показателей используется экспертный подход, предполагающий опрос специалистов, работающих в сфере науки. С учетом весомости частные показатели рассчитываются следующим образом:

$$C_i = \sum_{j=1}^k w_{ij} \mu_{ij}, \quad (2)$$

где C_i – частный показатель (коэффициент состояния) i -ой ресурсной составляющей;

k – количество ресурсных составляющих научного потенциала;

w_{ij} – интегральный вес j -го единичного показателя, характеризующего i -ую составляющую;

μ_{ij} – нечеткое число j -го единичного показателя i -ой составляющей.

На третьем шаге исчисляется комплексный показатель научного потенциала типов научных организаций территории (региона) на основе частных показателей и их вклада в формирование потенциала:

$$\text{НП}gy = \sum_{i=1}^k C_i W_i, \quad (3)$$

где $\text{НП}gy$ – комплексный показатель (коэффициент состояния) научного потенциала y -го типа научных организаций территории (региона);

k – количество ресурсных составляющих научного потенциала y -го типа научных организаций территории/региона;

C_i – частный показатель (коэффициент состояния) i -ой ресурсной составляющей y -го типа научных организаций территории (региона);

W_i – весомость/значимость ресурсной составляющей научного потенциала; определяется аналогично весомости единичных показателей.

Четвертый шаг состоит в определении **интегрального показателя научного потенциала территории (региона)** на основе взвешенных комплексных показателей потенциала всех типов научных организаций:

$$\text{НП}td = \sum_{y=1}^m \text{НП}gy W_y, \quad (4)$$

где $\text{НП}td$ – интегральный показатель (коэффициент состояния) научного потенциала d -ой территории региона;

m – количество типов научных организаций d -ой территории региона;

$\text{НП}gy$ – комплексный показатель (коэффициент состояния) научного потенциала y -го типа научных организаций территории (региона);

W_y – удельный вес организаций y -го типа в общем количестве научных организаций d -ой территории региона.

На последнем **пятом этапе** рассчитывается **интегральный показатель научного потенциала региона** как сумма интегральных показателей потенциала территориальных образований:

$$\text{НП}_p = \sum_{d=1}^v \text{НП}td, \quad (5)$$

где НП_p – интегральный показатель (коэффициент состояния) научного потенциала региона;

v – количество территориальных образований региона;

$\text{НП}td$ – интегральный показатель (коэффициент состояния) научного потенциала d -ой территории региона.

Однако официальная статистика не позволяет в полной мере использовать предлагаемую методику. Связано это с тем, что статистика науки и статистика инноваций ведутся раздельно и невозможно выделить отдельные показатели для типов научных организаций, их высокая концентрация в областных центрах определяет нецелесообразность расчета интегральных показателей для отдельных территорий региона. В этой связи набор единичных показателей для оценки потенциала типов научных организаций и потенциала региона в целом может различаться, а четвертый этап оценки – отсутствовать. Это приводит к тому, что оценка потенциала типов научных организаций и науки в целом на практике проводится с учетом вышеназванных особенностей.

На основе предложенной методики проведена оценка состояния научного потенциала Пермского края [2]. В силу ограни-

ченности статистической информации, исследование потенциала региона и отдельных типов научных организаций охватило только кадровую, интеллектуальную, финансовую и организационно-управленческую составляющие (табл. 1).

края только на 20–36% в исследуемом периоде соответствовал эталону.

Обобщая результаты анализа потенциала отдельных типов организаций (табл. 2), можно сделать вывод о том, что состояние их потенциала, за исключением конструкторских организаций, улучшилось. При этом фактическое состояние научного потенциала значительно отклонялось от эталонной модели.

Таблица 1

Результаты оценки состояния научного потенциала Пермского края

Составляющая потенциала	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
Кадровая	0,10	0,18	0,11	0,09	0,11
Интеллектуальная	0,15	0,38	0,31	0,25	0,21
Финансовая	0,39	0,39	0,33	0,17	0,22
Организационно-управленческая	0,27	0,58	0,41	0,33	0,31
Интегральный коэффициент	0,23	0,36	0,28	0,20	0,21

Таблица 2

Результаты оценки состояния научного потенциала типов научных организаций Пермского края

Тип организации	Комплексные коэффициенты				
	2002	2003	2004	2005	2006
Научно-исследовательские институты	0,13	0,29	0,21	0,13	0,25
Конструкторские, проектно-конструкторские, технологические организации	0,17	0,23	0,16	0,13	0,12
Проектные и проектно-исследовательские организации	0,26	0,33	0,45	0,34	0,35
Опытная база	-	-	-	-	0,18
Университеты и другие ВУЗы	0,26	0,23	0,52	0,25	0,32
Промышленные предприятия	0,19	0,46	0,32	0,28	0,28
Прочие организации	0,34	0,73	0,44	0,62	0,37
Интегральный коэффициент	0,23	0,36	0,28	0,20	0,21

Коэффициенты, представленные в таблице 1, отражают положение научного потенциала региона по отношению к эталонной модели. Эталонная модель формировалась с учетом лучшей российской (г. Москва, Московская область, Новосибирская область) и зарубежной практики (США, Япония), а также Стратегии развития науки и инноваций в Российской Федерации до 2015 года [3, 6]. Интегральный коэффициент состояния научного потенциала показывает, что уровень потенциала Пермского

края только на 20–36% в исследуемом периоде соответствовал эталону.

Предлагаемая методика позволяет построить ресурсный, институциональный и территориальный профили состояния научного потенциала региона. Такой подход к оценке дает возможность увидеть сильные и слабые стороны в сфере научных исследований и разработок в указанных плоскостях и, использование официальной статистики,

позволяет провести сравнительный анализ состояния научного потенциала регионов страны.

Список литературы

1. Волкова Т.И. Воспроизводство творческого потенциала науки. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2004. 410 с.
2. Пермский край : статистический ежегодник. Пермь: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю, 2007. 342 с.
3. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2007: стат. сб. М.: Росстат, 2007. 991 с.
4. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации [Электронный ресурс]. URL: http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book5/1_2.php
5. Социально-экономический потенциал региона: проблемы оценки, использования и управления / под ред. А.И. Татаркина. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 380 с.
6. Стратегия развития науки и инноваций в Российской Федерации до 2015 года, утверждена Межведомственной комиссией по научно-инновационной политике Министерства образования и науки Российской Федерации, протокол № 1 от 15.02.2006 г.