



ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

УДК 65.016

ФОРМИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА МОНИТОРИНГА УНИВЕРСИТЕТСКО-ПРОМЫШЛЕННЫХ СВЯЗЕЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Ю.Л. РАСТОПЧИНА
Н.П. ЗАЙЦЕВА

*Белгородский государственный
университет*

e-mail:
rastopchina@bsu.edu.ru

В статье рассмотрен актуальный на сегодняшний день вопрос инновационного развития экономики страны, обоснована роль университетско-промышленных связей (УПС) в национальной инновационной системе (НИС). Основное внимание уделяется мониторингу состояния УПС территориальных образований, выделены основные показатели, раскрыты этапы мониторинга, предложен алгоритм верификации статистической модели.

Ключевые слова: национальная инновационная система (НИС), университетско-промышленные связи (УПС), модель, алгоритм, корреляционно-регрессионный анализ.

В условиях стремительного развития процесса глобализации страны мирового сообщества все больше включаются в острую конкурентную борьбу за мировое господство. В настоящее время успех определяется уровнем развития научно-технического прогресса, степенью модернизации производства, объемом инновационных продуктов, производимых в стране. Сложившуюся в рамках одного государства систему инновационных взаимоотношений между субъектами народного хозяйства принято называть национальной инновационной системой (НИС). Состояние НИС многие экономисты связывают со степенью модернизации экономики. В свою очередь, НИС состоит из определенных элементов, связанных между собой. Чем крепче взаимосвязи между отдельными элементами, тем эффективнее функционирует НИС. В виду такой взаимосвязи, особое внимание требуют университетско-промышленные связи (УПС) территориальных образований, как ключевой фактор конкурентных преимуществ НИС.

Процесс исследования состояния связей университетов с промышленностью является достаточно актуальным в ракурсе современной экономической политики российского государства. В сложившихся условиях, организации инновационной



инфраструктуры, как проявление государственного участия во взаимодействии вузов и предприятий, сокращают отдаленность субъектов УПС и являются не барьером, препятствующим сотрудничеству, а напротив, механизмом, стимулирующим развитие таких отношений. Оценка такого взаимодействия – задача довольно сложная в виду отсутствия направленной системы сбора данных, подлежащих обработке в данном контексте. В связи с этим моделирование УПС и разработка единой методики, отражающей состояние партнерства исследовательского и производственного секторов в регионах РФ весьма актуальны.

В результате использования классификационных критериев «интенсивность» и «формальность», характеризующих университетско-промышленные связи, выделяются четыре канала УПС: неформальный, консультационный, патентно-лицензионный, производственно-технологический. Приведенная классификация является основой имитационной модели мониторинга УПС. По аналогии с европейской методикой, авторами была составлена методика проведения бенчмаркинговой процедуры УПС.

Предлагаемая методика состоит из четырех основных этапов:

- подбор показателей, характеризующих УПС в территориальных образованиях;
- выявление лидера по уровню развития УПС;
- анализ опыта лидера в формировании УПС;
- выработка рекомендаций отстающим территориальным образованиям.

Первый этап методики проведения бенчмаркинга УПС является определяющим обоснованность проведения комплексного исследования, поскольку здесь определяется значимость статистической модели, лежащей в основе всего исследования. В связи с этим, настоящая статья посвящена подробному описанию первого этапа бенчмаркинговой процедуры. Алгоритм исследования представлен на рис. 1.

Начальным шагом реализации первого этапа сравнительного анализа является мониторинг УПС. Его необходимо проводить по следующим основным направлениям:

1. Неформальный канал:

- число защищенных диссертаций (кандидатских и докторских) – показатель I_1 ;
- проведение открытых семинаров различного типа – показатель I_2 ;
- проведение конференций различного типа – показатель I_3 ;
- проведение различных выставок, ярмарок (в т.ч. вакансий, трудоустройство, дни открытых дверей и пр.) – показатель I_4 ;
- количество открытых информационных баз данных (платных и бесплатных) – показатель I_5 ;
- количество журналов, сборников научных трудов и др. издаваемых вузом электронных и печатных изданий – показатель I_6 .

2. Консультационный канал:

- количество хоздоговоров вуза по различным направлениям – показатель I_7 ;
- курсы повышения квалификации для организаций региона – показатель I_8 ;
- количество внешних совместителей – показатель I_9 .

3. Патентно-лицензионный канал:

- подготовка заявок на выдачу патентов, свидетельств на объекты ИС – показатель I_{10} ;
- оценка, продажа объектов ИС – показатель I_{11} ;
- выдача сертификатов – показатель I_{12} .

4. Производственно-технологический канал:

- количество СП, созданных при вузе – показатель I_{13} ;
- количество договоров о сотрудничестве в различных областях – показатель I_{14} .

Количество внедренных результатов диссертационных исследований – показатель I_{15} .

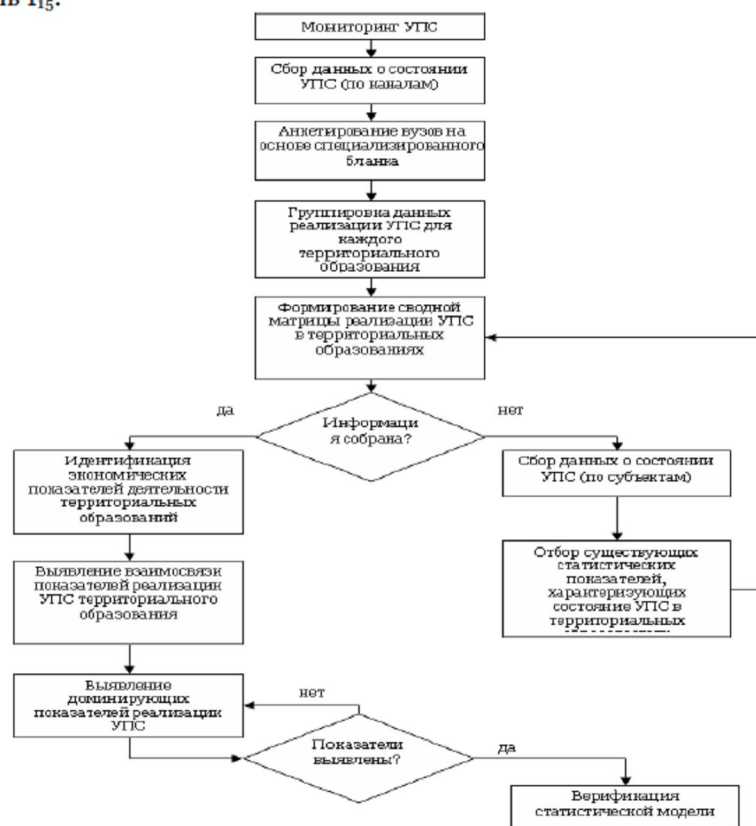


Рис. 1. Алгоритм подбора показателей, характеризующих состояние УПС в территориальных образованиях

В Европейском союзе бенчмаркинг процедура активно применяется для различных сфер хозяйства. Пробразом матрично-аналитического инструментария бенчмаркинга можно считать Европейское инновационное табло и базу данных по мерам европейской инновационной политики.

Аналогично вышеуказанным инструментам европейской инновационной политики в формализованном матричном виде можно предложить матричный алгоритм исследования университетско-промышленных связей на уровне регионов РФ, так как в большинстве случаев такие связи локализованы именно в субъектах страны [2, с. 29].

В связи с этим, следующим шагом реализации алгоритма подбора показателей, характеризующих состояние УПС в территориальных образованиях, является группировка данных реализации УПС в регионах на основе предыдущего шага. Необходимо сформировать матрицы насыщенности каналов университетско-промышленных связей.

Элементы, заносимые в столбцы матрицы обозначим символом U_i (от английского University). Элементы, размещаемые по строкам обозначим I_i (от английского Index). При заполнении матрицы необходимо опираться на уже существующие связи между секторами. Количество каналов взаимодействия в этой матрице будет представлено величиной r_{ij} (от английского relations).



Пусть имеется произвольный региональный инновационный кластер или регионы с университетско-промышленными связями, тогда матрицу по определенным выше каналам университетско-промышленных связей этого территориального образования можно будет представить в виде таблицы, включающей показатели по неформальному, консультационному, патентно-лицензионному и производственно-технологическому каналам (табл. 1). Такие матрицы должны быть составлены для каждого региона отдельно.

Таблица 1

**Матрица реализации каналов взаимодействия университетов
и промышленности произвольного территориального образования**

Показатели	Академический сектор							
		U_1	U_2	...	U_i	...	U_n	Σ
Показатели неформального канала УПС	I_1	Γ_{11}	Γ_{12}	...	Γ_{1i}	...	Γ_{1n}	ΣI_1
	I_2	Γ_{21}	Γ_{22}	...	Γ_{2i}	...	Γ_{2n}	ΣI_2

Показатели консультационного канала УПС	I_j	Γ_{j1}	Γ_{j2}	...	Γ_{ji}	...	Γ_{jn}	ΣI_j

Показатели патентно-лицензионного канала УПС

Показатели производственно-технологического канала УПС

	I_m	Γ_{m1}	Γ_{m2}	...	Γ_{mi}	...	Γ_{mn}	ΣI_m

Последняя колонка каждой из представленных матриц отражают общее число конкретных взаимосвязей по всем вузам территориального образования.

Следующим шагом реализации алгоритма строим сводную матрицу реализации УПС в регионах (табл. 2). В этой матрице по строкам заносятся исследуемые регионы (R_n), по столбцам показатели УПС (I_m). Числовое значение показателя I_m , характерное для региона R_n соответствует X_{nm} , где $X_{nm} = \Sigma I_j$.



Таблица 2

Сводная матрица реализации УПС в территориальных образованиях

Регион	Ранг	Показатели реализации УПС					
		I_1	I_2	...	I_j	...	I_m
Территориальное образование	R_1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1j}	...	X_{1m}
	R_2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2j}	...	X_{2m}

	R_i	X_{i1}	X_{i2}	...	X_{ij}	...	X_{im}

	R_n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{nj}	...	X_{nm}

В случае затруднения сбора статистических данных в вышеописанной последовательности, необходимо найти иной способ мониторинга УПС. В качестве альтернативы можно использовать имеющиеся статистические данные Росстата. Отберем нужные показатели, характеризующие состояние УПС в территориальных образованиях, но уже с позиции субъектов исследуемых отношений.

Тройственность природы УПС обуславливает широкий набор показателей, в полной мере отражающих исследуемое явление. Предлагаем следующий набор показателей: внутренние затраты на исследования и разработки; затраты на технологические инновации; выпуск из аспирантуры и докторантуры с защитой диссертации; число организаций, выполнявших исследования и разработки; численность персонала, занятого исследованиями и разработками; выдача охранных документов; количество используемых передовых производственных технологий; организации, осуществляющие технологические инновации; технологический обмен в организациях, осуществлявших технологические инновации; участие организаций в совместных проектах по выполнению исследований и разработок.

Таким образом, отобранные показатели так же формируют сводную матрицу реализации УПС в территориальных образованиях (табл. 2). При этом вид инструмента не меняется, однако, значения переменных будут иметь несколько иной смысл: по строкам заносятся исследуемые регионы (R_n), по столбцам показатели УПС (I_m). Числовое значение показателя I_m , характерное для региона R_n соответствует X_{nm} , где X_{nm} – числовое статистическое значение, полученное из официального источника.

По аналогии с европейской методикой полученную тем или иным способом сводную матрицу реализации УПС в территориальных образованиях можно назвать «Российским региональным инновационным табло». Уже на ее основе станет возможно отслеживать процесс эволюции модели тройной спирали в экономике России. При грамотном менеджменте на государственном уровне уже в ближайшее время может наметиться тенденция уравновешенного становления национальной инновационной системы.

Для применения предложенной методики сбора данных необходимо проверить статистическую значимость построенной модели.

Следующим этапом, с помощью метода множественной корреляции, выявим индикаторы УПС, оказывающие преимущественное влияние на экономические показатели деятельности регионов, т.е. проведем идентификацию показателей.

Таким образом, ведущим обобщающим показателем экономической деятельности является валовой региональный продукт (ВРП) [4, с. 359]. Данный показатель содержит в себе «валовую добавленную стоимость товаров и услуг, созданную рези-

дентами региона, и определяется как разница между выпуском и промежуточным потреблением, т.е. показатель ВРП является весьма близким по своему экономическому содержанию к показателю валового внутреннего продукта (ВВП)» [4, 382], применяемого в широкой российской и зарубежной науке для анализа экономического эффекта инновационной деятельности.

Наиболее удобным и широко применяемым в качестве основного метода изучения взаимосвязанных статистических данных является их моделирование посредством корреляционного и регрессионного анализа [3, с. 120].

При проведении такого анализа ставим своей целью выявить причинно-следственные отношения между количественными (экономическими показателями инновационной деятельности в регионах) и качественными (степень участия университетов и предприятий в инновационной жизни страны) показателями, характеризующими УПС.

Для анализа такого объема статистической информации выбираем метод множественной корреляции, так как среди перечисленных показателей доминирующие функциональные признаки выделить достаточно сложно. Избранный метод подходит для целей нашего исследования, так как в результате позволит выявить наиболее существенные признаки, влияющие на инновационный потенциал регионов России.

В первую очередь, определим межфакторные связи. Общее число связей (1) в предлагаемых выборках определяется по формуле 1.

$$l = \frac{k(k+1)}{2}, \quad (1)$$

где k – количество факторных признаков, включенных в модель.

Далее в общем виде строится уравнение функциональной зависимости (\hat{y}):

$$\hat{y} = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k, \quad (2)$$

где $a_0 \dots a_k$ – коэффициенты, $x_1 \dots x_k$ – факторный признак.

Подвергнем модель шаговому регрессионному анализу для отбора наиболее значимых переменных. С помощью корреляционной матрицы проводится окончательный отбор факторов – уточнение корреляционной модели.

Корреляционная матрица состоит из парных линейных коэффициентов корреляции r_{yx} , отражающих тесноту связи результативного и факторного признака и коэффициентов интеркорреляции r_{xixj} , отражающих тесноту связи между i -м и j -м факторными признаками, рассчитываемых по формуле 2 [3, с. 138]:

$$r_{ij} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{\left[x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \left[y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right]}}; \quad r_{ij} = r_{ji} \quad (3)$$

где y – результирующий признак, x – факторный признак, n – число факторных признаков.

Общий вид корреляционной матрицы представлен в табл. 3.



Таблица 3

Общий вид корреляционной матрицы

Результат	у (ВРП)	x ₁ = I ₁	x ₂ =I ₂	...	x _j =I _j	...	x _m =I _m
у (ВРП)	1	Г _{уI1}	Г _{уI2}	...	Г _{уIj}	...	Г _{уIm}
I ₁	Г _{уI1}	1	Г _{I1I2}	...	Г _{I1Ij}	...	Г _{I1Im}
I ₂	Г _{уI2}	Г _{I1I2}	1	...	Г _{I2Ij}	...	Г _{I2Im}
...
I _j	Г _{уIj}	Г _{I1Ij}	Г _{I2Ij}	...	1	...	Г _{IjIm}
...
I _m	Г _{уIm}	Г _{I1Im}	Г _{I2Im}	...	Г _{I2Im}	...	1

Таким образом, матрица взаимной корреляции (табл. 3) симметрична с единичными диагональными элементами. Недиагональные переменные – это выборочные коэффициенты парной корреляции [1, с. 63].

Для построения двухфакторной корреляционной модели необходимо отобрать неколлинеарные факторы. Факторы с высокой степенью тесноты между собой считаются коллинеарными. Применяя способ шаговой регрессии, возможно определить независимые факторы.

Для обоснования включения факторов в модель оценивается первая строка матрицы, отражающая связь факторов с результатом. В модель включаются факторы, оказывающие наибольшее влияние на результат (с максимальными линейными коэффициентами корреляции [3, с.126]).

Рассматривается теснота межфакторной связи. Если она высока, то между данными факторами существует тесная зависимость, то есть факторы коллинеарны, а тесная зависимость между факторами существенно искажает результаты исследования. Связь относится к коллинеарной, если: $|r_{ij}| \geq 0,8$. В случае подтверждения тесной зависимости между факторами, один из них необходимо исключить из модели. Исключается фактор с меньшим значением линейного коэффициента корреляции.

Для включения недостающего индикатора в модель необходимо повторить процедуру проверки коллинеарности. Процедура повторяется до тех пор, пока значение коэффициента межфакторной корреляции будет ниже 0,8. Чем больше шагов регрессии, тем более значимо влияние данных факторов на результат (в нашем случае на ВРП). Важное значение имеют знак перед коэффициентами регрессии. Знак “+” свидетельствует о росте результата при увеличении факторного признака, знак “-” – об уменьшении результативного признака при росте факторного.

В случае обнаружения искомого не коллинеарного фактора можно переходить к верификации модели. На данном этапе нам предстоит проверить модель на статистическую значимость. Оценка тесноты множественной связи основывается на множественном коэффициенте детерминации (формула 3) и множественном коэффициенте корреляции (формула 4).

$$R^2_{y:1...k} = 1 - \frac{\sigma_{y-y^*}^2}{\sigma_y^2}, \tag{4}$$

$$R_{y:1...k} = \sqrt{R^2_{y:1...k}}, \tag{5}$$

где σ_y^2 – дисперсия результативного признака, остальные обозначения, как для формулы 3.

На практике множественный коэффициент корреляции R рассчитывается на основе определителей корреляционной матрицы. В нашем случае это сделать доста-



точно сложно. Однако, используя методику расчета множественного коэффициента корреляции для двухфакторной модели (формула 5), которую мы сформировали в результате корреляционно-регрессионного анализа так же можно оценить значимость нашей модели.

$$R_{y_{x1x2}} = \sqrt{\frac{r_{yx1}^2 + r_{yx2}^2 - 2r_{yx1}r_{yx2}r_{x1x2}}{1 - r_{x1x2}^2}}, \quad (6)$$

r_{yx} – парные линейные коэффициенты корреляции (формула 3).

Связь можно признать надежной и статистически значимой, если $R_{y_{x1...x2}} \geq r_{xj}$. Соответственно, можно утверждать о правильности отобранных показателей.

Предложенная имитационная модель мониторинга УПС территориальных образований раскрывает суть методики проведения первого этапа бенчмаркинговой процедуры.

Преимущества представленного алгоритма является то, что в процессе сбора данных формируется уникальное для российских условий «региональное табло УПС» – аналог Европейского инновационного табло; а так же проверяется правильность метода сбора информации путем верификации статистической модели.

Таким образом, можно заключить, что использование предлагаемой методики сбора данных обеспечит правильность последующих этапов бенчмаркинга УПС регионов России.

Литература

1. Валеев С. Г. Практикум по прикладной статистике : учебное пособие [Текст] / С. Г. Валеев, В. Н. Клячкин. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 129 с.
2. Бенчмаркинг и моделирование университетско-промышленных связей в территориальных образованиях / В.М. Московкин, Н.П. Зайцева // Университетское управление: практика и анализ. – Екатеринбург, 2007. – №5. – С. 29-31
3. Сизова Т.М. Статистика: Учебное пособие [Текст]/ Т.М. Сизова. – СПб.: СПб ГУИТМО, 2005. – 190 с.
4. Статистический сборник Регионы России. Социально-экономические показатели. 2009: Статистический сборник [Текст] – Москва: Росстат, 2009. – 990 с.

FORMATION OF MONITORING ALGORITHM OF INDUSTRY-SCIENCE RELATIONS OF TERRITORIAL UNITS

J. L. Rastopchina
N. P. Zaitseva

Belgorod State University

e-mail:
rastopchina@bsu.edu.ru

In article the actual question for today of innovative development of national economy is considered, role of Industry-science relations (ISR) in National innovation system (NIS) is proved. The basic attention is given to monitoring of ISR condition of territorial formations, the basic indicators are allocated, monitoring stages are revealed, algorithm of verification of statistical model is offered.

Key words: national innovation system, industry-science relations, model, algorithm, correlation and regress analysis.