

УДК 001:378

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УНИВЕРСИТЕТА

Миролюбова Т.В., Соломатова Л.О.

¹ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, e-mail: info@psu.ru

Произведен анализ особенностей развития инновационной системы университета с позиции воздействия сил и факторов внутренней инновационной и внешней инновационной микросреды, выполнено структурирование факторов внешней макросреды университета, оказывающих на инновационное развитие определяющее влияние. Проведен корреляционно-регрессионный анализ, в котором в качестве результативного признака был выбран показатель – объем внебюджетных доходов университета от научной деятельности; в качестве исследуемых переменных рассматривались факторы внутренней и внешней инновационной среды университета. Среди них: число кандидатов и докторов наук в университете, число активных студентов, участвующих в научных, инновационных проектах и конкурсах, число полученных университетом патентов, число подразделений инновационной инфраструктуры в университете, а также число инновационно-активных предприятий и число организаций инновационной инфраструктуры в регионе. На основании полученных частных коэффициентов корреляции сделан вывод, что наибольшее воздействие на результат оказывают факторы: число полученных университетом патентов и количество подразделений инновационной инфраструктуры в университете, наименее сильная связь с фактором – число инновационно-активных предприятий в регионе. Получена линейная четырехфакторная регрессионная модель, описывающая зависимость инновационного развития вуза от ряда воздействующих факторов. Так, наибольшее увеличение внебюджетных доходов университета обеспечивает увеличение в нем числа подразделений инновационной инфраструктуры.

Ключевые слова: инновационная система университета, инновационная среда, инновационное развитие вуза

METHODICAL APPROACHES FOR FACTOR ANALYSIS OF UNIVERSITY'S INNOVATION SYSTEM DEVELOPMENT

Mirolyubova T.V., Solomatova L.O.

Perm State University, Perm, e-mail: info@psu.ru

We have done the analysis of peculiarities of university's innovation system development from the position of the effect, that inner and outer innovation microenvironment makes on it; we have also made the structuring of innovation factors of university's outer macroenvironment. There is correlation and regression analysis of factors, conducted in the article, aiming at identifying the linkage between the size of university's non-budget revenues from scientific research and the values of different variables. Among these variables are: the number of candidates and doctors of science in the university; the number of active students, participating in scientific and innovation projects and contests; the number of patents, obtained by the university; the number of innovation infrastructure departments in the university; the number of innovative enterprises and organizations of innovative infrastructure in the region. Being guided by calculated partial coefficients of correlation, we have made the conclusion, that the number of patents, obtained by the university and the number of innovation departments in the university – are the factors, which have the most significant impact on the result. The list influence has the factor of innovative enterprises in the investigated region. We have also built the four-factor regression model, illustrating the correlation between the university's innovation development and the factors under research. So, most increase in non-budget revenues is provided by sufficient number of well-organized innovation infrastructure departments in the university.

Keywords: university's innovation system, innovation environment, innovation development of a university

Приоритетным направлением современного развития России является инновационное развитие, требующее качественных изменений в организации и функционировании всех субъектов экономики. Ключевая роль в этих процессах принадлежит институтам, ответственным за генерацию новых знаний – университетам, перед которыми стоят задачи комплексной трансформации с целью гармоничного встраивания в инновационную региональную и национальную системы.

В связи с этим особенно актуальными видятся вопросы формирования и развития инновационной системы университета и разработки механизмов управления ею, что, в свою очередь, требует детального изучения самого понятия инновационной системы вуза и факторов, влияющих на ее развитие.

Настоящая статья ставит целью формирование методического подхода к структурированию и анализу факторов и сил, влияющих на развитие инновационной системы университета.

Необходимо отметить, что наиболее сложным в данном процессе является определение границ самого понятия «инновационная система университета» и выбор факторов, оказывающих воздействие на ее развитие. Согласно общему определению, система – это множество функциональных элементов и отношений между ними, выделенное из среды в соответствии с определенной целью в рамках определенного временного интервала. Как известно, любая система включает в себя:

- 1) субъекты;
- 2) объекты;
- 3) условия и факторы [4].

Изучение процессов генерации и распространения новых знаний университетами позволяет нам определить инновационную систему университета как **организацию субъектов и объектов инновационной деятельности университета, взаимодействующих между собой и внешней средой в процессе создания инновационной продукции, и функционирующих в заданных условиях регионального социально-экономического развития.** Оговоримся, что региональное социально-экономическое развитие, безусловно, не может не происходить под влиянием и национальных, и международных процессов развития. Однако функционирование университетов именно в региональной среде является специфическим, поскольку на него оказывают влияние как общие факторы национального и международного уровней, так и специфические факторы определенного региона, отличающиеся от факторов, существующих в других регионах страны.

Инновационная система университета, на наш взгляд, имеет ряд особенностей, отраженных, в частности, в самом предложенном нами определении:

- Под инновационной продукцией университета предлагаем понимать: научные исследования, опытно-конструкторские разработки с высоким потенциалом коммерциализации, а также результаты интеллектуальной деятельности (патенты, свидетельства), в которые превращаются данные исследования и разработки; инновационные образовательные продукты – новые формы обучения (групповое проектное обучение и др.), новые дисциплины (предпринимательские курсы, курсы проектной деятельности), учебные и учебно-методические пособия по перспек-

тивным дисциплинам, которые имеют спрос на рынке среди различных категорий потребителей; инновационные услуги, связанные с осуществлением университетом новых для него видов деятельности (консалтинг, профориентация и др.).

- Инновационную деятельность университета следует рассматривать в системе как совокупность двух видов деятельности – деятельности по производству инновационной продукции и деятельности по созданию условий для производства инноваций.

- К субъектам инновационной деятельности университета относятся как структурные подразделения, сотрудники и студенты университета, участвующие в инновационной деятельности, так и организации внешней среды, с которыми университет взаимодействует в процессе функционирования.

- Объектами инновационной деятельности выступают те виды новшеств, которые имеют отношение к самому производству инновационной продукции или созданию условий для ее производства [7]: инновационная продукция университета и организационные инновации, имеющие выражение в новых принципах построения системы (а также ее подсистем), новых механизмах взаимодействия и функционирования ее элементов.

Ключевым моментом в развитии инновационной системы университета, как нам представляется, является ее взаимодействие с внешней средой. При этом, кроме сил и факторов внешней среды, рассматриваемой, как правило, на микро- и макроуровне, необходимо также исследовать и факторы внутренней среды университета. Целостное представление об инновационной системе университета можно отразить с помощью следующей схемы (рисунок):



Инновационная система университета

При этом в целях изучения факторов, воздействующих на инновационную систему университета, структурированию подвергаются факторы и силы именно инновационной сферы, отражающие характер и степень ее развития.

Среди сил и факторов внутренней инновационной микросреды университета выделим те, что созданы самим университетом и находятся под его контролем. Среди них:

- уровень развития инновационной и научной инфраструктуры;

- качество человеческого капитала (сотрудники и студенты);

- качество системы управления (менеджмента) инновационной деятельностью университета;

- доступные ресурсы для обеспечения деятельности по созданию условий для производства инноваций и непосредственного создания инновационных продуктов;

- уровень развития предпринимательской культуры.

Внешняя инновационная макросреда университета – это те силы и факторы, которые непосредственно участвуют в организации инновационной деятельности университета или обеспечивают ее гармоничность и эффективность. К ним, на наш взгляд, следует отнести:

- степень взаимодействия с предприятиями региона (участие университета в проектах реального бизнеса в качестве эксперта, поставщика консалтинговых, инфраструктурных, технологических сервисов и т.п.);

- степень взаимодействия с органами власти (муниципального, регионального и федерального уровней);

- степень кооперации с другими вузами и научными организациями региона и мира в целом;

- степень взаимодействия с организациями, осуществляющими венчурные инвестиции;

- степень взаимодействия с молодежью и вовлечения ее в инновационную деятельность.

Динамика внутреннего и внешнего окружения напрямую зависит от выбранной университетом стратегии, от его миссии, цели и задач, заявленных в его программе развития. В то же время в наибольшей степени внешняя макросреда формируется условиями и процессами, происходящими в основном на уровне региона. Подчеркнем, что в настоящее время наиболее перспективной моделью инновационного развития является региональная модель тройной спирали, описывающая характерные механизмы построения региональной иннова-

ционной системы и ее институциональных взаимодействий [1].

При определении факторов внешней среды условимся, что в целях анализа нами будут рассмотрены только те факторы, которые имеют непосредственное отношение к инновационной деятельности университета, создают определенную инновационную среду его функционирования. Классификация и отнесение показателей к группам факторов внешней среды целесообразно производить на основе классического PEST-анализа, то есть анализа политических, экономических, социальных и технологических факторов. Однако из общего набора этих факторов следует произвести выборку только тех, которые напрямую влияют на инновационную деятельность университета в региональной системе. Кроме того, авторам видится необходимым дополнить традиционные группы факторов группой «Факторы инновационной инфраструктуры», поскольку ввиду специфики инновационной деятельности степень развитости инфраструктуры оказывает существенное влияние на инновационную активность. Определенные нами таким образом факторы представлены в табл. 1.

Для оценки влияния факторов на инновационное развитие университета целесообразно проводить корреляционно-регрессионный анализ, где в качестве результативного признака, воздействие различных факторов на изменение которого необходимо исследовать, на наш взгляд, следует брать показатели, отражающие, предпринимательскую деятельность университета. Результирующий показатель выбирается исходя из целей и задач проводимого исследования влияния факторов на развитие инновационной системы университета.

Для проведения корреляционно-регрессионного анализа инновационной системы Пермского государственного национального исследовательского университета (ПГНИУ) в качестве результативного показателя нами был выбран объем внебюджетных доходов университета от научной деятельности. Уточним, что это объем привлеченных на научные исследования средств хозяйствующих субъектов и их объединений, а также средств заказчиков работ [6]. Динамика данного показателя рассматривается рядом исследователей в качестве одного из индикаторов успешности инновационного развития университета, превращения его в предпринимательский [5]. Данный показатель характеризует, насколько университет способен выступать как самостоятельная предпринимательская

организация, насколько он способен привлекать средства из внебюджетных источников. Если значения этого показателя относительно высокие, это означает, что вуз обладает необходимым научным, изобрета-

тельским заделом для привлечения средств от сторонних субъектов, а также имеет грамотно выстроенную, действенную систему управления инновационной деятельностью в университете.

Таблица 1

Факторы инновационной макросреды университета

Группа макрофакторов	Описание	Возможности оценки
Политические	<ul style="list-style-type: none"> – Позиция правительства по отношению к инновационной деятельности. – Нормативные акты и иные документы, регулирующие инновационную деятельность в регионе. – Уровень государственного регулирования инновационной деятельности (согласованность целей политики, степень скоординированности) 	Оценка путем анализа законодательства, регулирующего инновационную деятельность региона, изучения отчетов субъектов инновационной системы региона
Экономические	<ul style="list-style-type: none"> – Налогообложение. – Финансовая государственная поддержка инновационной деятельности. – Инвестиции в инновации. – Деятельность высокотехнологичных компаний региона и др. 	Оценка по показателям: <ul style="list-style-type: none"> – ставка налога на прибыль, на имущество (выше/ниже, чем по России); – объем средств, выделенных региональным бюджетом на финансирование инновационного бизнеса (млн руб.); – инвестиции в основной капитал инновационных компаний за счет всех источников финансирования (млн руб.); – отгруженная инновационная продукция, работы, услуги компаний региона (млн руб.); – оборот высокотехнологичных компаний региона (млн руб.); – объем средств, затраченных на НИОКР и технологические инновации (млн руб.) в регионе
Технологические	<ul style="list-style-type: none"> – Уровень изобретательской и исследовательской активности организаций в регионе. – Уровень инновационно-активности компаний региона. – Тенденции развития технологий и др. 	Оценка по показателям: <ul style="list-style-type: none"> – Число вновь созданных инновационных технологий. – Число инновационно-активных предприятий региона (или их удельный вес, %). – Количество организаций, занимающихся НИОКР. – Количество поданных заявок на патенты и количество выданных патентов
Социальные	Характеризуют показатели инновационной активности (или предпосылки), связанные с населением региона	<ul style="list-style-type: none"> – Численность населения региона, имеющих высшее образование (тыс. чел.) – Численность населения региона, имеющего ученые звания кандидата и доктора наук (тыс. чел.) – Численность выпускников аспирантуры за год, (тыс. чел.) – Численность, работников, выполняющих научные исследования и разработки (тыс. чел.)
Инфраструктурные	Характеризуют уровень развития инновационной инфраструктуры в регионе	<ul style="list-style-type: none"> – Количество организаций инновационной инфраструктуры в регионе. – Количество проведенных мероприятий по тематике инноваций

В качестве факторов модели могут быть рассмотрены любые из описанных нами факторов внутренней инновационной микросреды, а также внешней инновационной макросреды. К сожалению, на сегодняшний момент статистические базы университетов и регионов содержат информацию о незначительном количестве инновационных показателей, что несколько сужает возможности корреляционно-регрессионного анализа развития инновационной системы университета.

При исследовании инновационной системы ПГНИУ оказалась доступной информация о следующих показателях, рассмотренных нами в качестве факторов модели:

- показатели внутренней инновационной микросреды университета [2]:

- число кандидатов и докторов наук в университете;

- число активных студентов, участвующих в научных, инновационных проектах и конкурсах;

- число полученных университетом патентов;

- число подразделений инновационной инфраструктуры в университете;

- показатели внешней инновационной макросреды университета [3]:

- число инновационно-активных предприятий в регионе;

- число организаций инновационной инфраструктуры в регионе.

В табл. 2 приведены исходные данные о динамике некоторых показателей инновационной системы ПГНИУ за период 2003–2011 гг.

Таблица 2

Исходные данные для корреляционно-регрессионного анализа инновационной системы ПГНИУ

Год	Внебюджетные доходы ПГНИУ от научной деятельности, млн руб. (Y)	Число докторов и кандидатов наук в университете, чел. (X1)	Число активных студентов, участвующих в научных, инновационных проектах и конкурсах, чел. (X2)	Число полученных университетом патентов, шт. (X3)	Число инновационно-активных предприятий в регионе, шт. (X4)	Число организаций инновационной инфраструктуры в регионе (X5)	Число подразделений инновационной инфраструктуры в университете (X6)
2003	40,2	528	500	17	50	1	3
2004	41,3	517	552	16	50	3	4
2005	59	529	795	14	53	2	4
2006	36,1	525	854	9	53	3	4
2007	52,7	573	783	15	51	3	5
2008	41,6	580	1193	17	67	4	7
2009	49,8	559	1359	26	65	6	9
2010	72,7	569	1720	16	86	12	32
2011	130,4	598	1898	61	113	14	42

С помощью построения матрицы парных коэффициентов корреляции и проведения стандартных промежуточных этапов регрессионного анализа были выявлены частные коэффициенты корреляции, которые позволяют сделать вывод о силе воздействия каждого из рассматриваемых факторов на результат:

$$r_{y x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_6} = 0,79089; \quad r_{y x_4 \cdot x_1 \cdot x_2 \dots x_6} = 0,69932$$

$$r_{y x_2 \cdot x_1 \cdot x_3 \dots x_6} = 0,83579 \quad r_{y x_5 \cdot x_1 \cdot x_2 \dots x_6} = 0,87113$$

$$r_{y x_3 \cdot x_1 \cdot x_2 \dots x_6} = 0,92523 \quad r_{y x_6 \cdot x_1 \cdot x_2 \dots x_5} = 0,9116.$$

На основании данных коэффициентов можно утверждать, что в целом каждый из частных коэффициентов достаточно высок, но меньше, чем коэффициент множественной корреляции всего уравнения с шестью переменными ($R = 0,979865$), что говорит

о целесообразности построения уравнения множественной регрессии. Наибольшее воздействие на результат – внебюджетные доходы от научной деятельности – оказывает фактор X_3 – «число полученных университетом патентов» и X_6 – «количество подразделений инновационной инфраструктуры в университете». Значит, в действительности инновации (новые патенты и лицензии) являются важнейшими факторами предпринимательства университета.

Сильна корреляция результата с факторами «число кандидатов и докторов наук», «число инновационно-активных студентов». Слабее связь с фактором X_4 – «число инновационно-активных предприятий в регионе». Вероятно, это может быть объяснено слабым взаимодействием ПГНИУ с предприятиями.

Поскольку множественный коэффициент корреляции близок к единице

($R = 0,979865$), следовательно, существует тесная связь результативного признака со всем набором исследуемых факторов. Кроме того, так как индекс линейной детерминации близок к единице (R -квадрат = $0,960136$), то модель хорошо аппроксимирует исходные данные.

Однако, согласно проведенному анализу, зависимыми друг от друга оказались факторы: организации инфраструктуры в регионе (X_5), организации инфраструктуры в университете (X_6), число инновационно-активных предприятий в регионе (X_4), а это делает модель неинтерпретируемой и обуславливает необходимость удаления некоторых факторов из модели.

После проведения соответствующего анализа было обосновано удаление из модели последовательно фактора X_4 – число инновационно-активных предприятий в регионе, а затем X_5 – число организаций инновационной инфраструктуры в регионе.

Результаты регрессионного анализа после удаления факторов X_4 и X_5 из модели и вычисленные коэффициенты позволяют построить уравнение множественной регрессии в линейном виде:

$$y = 0,00118 + 0,069x_1 + 0,016x_2 + 0,879x_3 + 1,528x_6.$$

Полученная регрессионная модель в линейном виде предоставляет возможность ее экономической интерпретации для ПГНИУ:

с увеличением общего числа докторов и кандидатов наук в университете (при неизменных значениях других факторов, закрепленных на среднем уровне) на 1 человека объем внебюджетных доходов университета от научной деятельности увеличивается на 69 тыс. руб.;

с увеличением числа студентов, участвующих в научных, инновационных проектах и конкурсах на 1 человека (при неизменных значениях других факторов, закрепленных на среднем уровне), объем внебюджетных доходов университета от научной деятельности увеличивается на 16 тыс. руб.;

с увеличением числа полученных университетом патентов на 1 единицу (при неизменных значениях других факторов, закрепленных на среднем уровне) объем внебюджетных доходов университета от научной деятельности увеличивается на 879 тыс. руб.;

с увеличением числа подразделений инновационной инфраструктуры университета на 1 ед. (при неизменных значениях

других факторов, закрепленных на среднем уровне) объем внебюджетных доходов университета от научной деятельности увеличивается на 1,528 млн руб.

Проверка значимости выведенного уравнения множественной регрессии в целом с использованием F -критерия Фишера показала, что уравнение регрессии в целом является статистически значимым (модель адекватна изучаемому процессу). В нашей задаче вычисленное в ходе дисперсионного анализа значение критерия Фишера оказалось больше установленного значения для модели множественной регрессии с четырьмя переменными и числом наблюдений 9, следовательно, приведенная нами модель значима.

Построение подобного рода зависимостей позволяет выявить те из факторов, которые оказывают на результативный признак наибольшее воздействие. Это представляется крайне важным для дальнейшего прогнозирования и планирования развития инновационной системы университета.

Так, в рассматриваемой нами модели при совокупном влиянии факторов для развития инновационной системы университета и увеличения внебюджетных доходов особую значимость имеет создание инновационной инфраструктуры университета и стимулирование изобретательской и научной активности.

Располагая информацией о динамике более широкого набора показателей инновационной среды университета за длительный период времени возможно выведение целого ряда зависимостей для более детального эконометрического моделирования.

Структурирование факторов и сил внутренней и внешней среды университета, ровно как и построение зависимостей результативных признаков – показателей инновационного развития – от различного рода независимых переменных отвечает одной главной цели: выявить ключевые направления совершенствования инновационной системы вуза и выстроить план соответствующих для этого действий.

К примеру, результатом корреляционно-регрессионного анализа инновационной системы ПГНИУ может стать обоснование приоритетности преобразования существующей инновационной инфраструктуры, и, возможно, создание новой. А это, в свою очередь, требует дополнительного структурирования факторов, выявления новых зависимостей и построения новых моделей.

Список литературы

1. Ицковиц Г. Тройная спираль: предприятия – университеты – государство. Инновации в действии: пер. с англ.; под ред. А.Ф. Уварова. – Томск: Изд-во Томск.ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2010. – 238 с.
2. Об итогах научно-исследовательской работы университета в 2007/2010/2011 году и задачи на 2008/2011/2012 год: отчеты, 2007, 2010, 2011 // Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Пермь: ПГНИУ, 2011.
3. О текущих результатах сотрудничества Пермского края с ОАО «РОСНАНО» и задачах совместной работы на период до 2015 года: отчет Администрации Пермского края, 2011 // Администрация Пермского края – Пермь, 2011.
4. Тойвонен Н.Р. Формирование комплексной системы поддержки инновационной деятельности в вузе. Кейс СПб НИУ ИТМО // От науки к бизнесу: материалы VIмеждународ. форума (Санкт-Петербург, 16–18 мая 2012 г.) – СПб., 2012.
5. Уваров А.Ф. Становление предпринимательского университета. // От науки к бизнесу: материалы VIмеждународ. форума (Санкт-Петербург, 16–18 мая 2012 г.) – СПб., 2012.
6. О науке и научно-технической политике: Федеральный Закон, статья 15 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.zonazakona.ru/law/zakon_rf/art/89267/ (дата обращения: 05.06.2012).
7. Центр креативных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.inventech.ru/lib/pravo/pravo-0173/> (дата обращения 08.06.2012).

References

1. Etkowitz H. *Troynayasprial: predpriyatiya-universitety-gosudarstvo. Innovatsiivdeystvii*(The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action). Tomsk, TUSUR Publ., 2010. 238 p.

2. *Ob itogakh nauchno issledovatel'skoy raboty universiteta v 2007/2010/2011 godu I zadachina 2008/2011/2012 god: otchety 2007, 2010, 2011* (About the results of scientific and research work of the university in 2007/2010/2011 and plans for 2008/2011/2012: reports 2007, 2010, 2011). Perm, Perm State University, 2011.

3. *O tekuschikh rezultatakh sotrudnichestva Permskogo krayas OAO «Rosnano» i zadachakh sovmestnoy raboty na period do 2015 goda: Otchet Administratsii Permskogo kraya* (About the current results of collaboration between Perm region and «Rosnano», OJSC and plans for 2015: report of Administration of Perm region). Perm, Administration of Perm region, 2011.

4. Toyvonen N.R. *Materialy 6 Mezhdunarodnogo Forumy «Ot nauki k biznesu»* (Materials of 6th Int. Forum «From science to business»). Saint-Petersburg, 2012.

5. Uvarov A.F. *Materialy 6 Mezhdunarodnogo Forumy «Ot nauki k biznesu»* (Materials of 6th Int. Forum «From science to business»). Saint-Petersburg, 2012.

6. Federalny Zakon «O nauke i nauchnotechnicheskoy politike» (Federal Law «Science and scientific and technical policy») Available at: http://www.zonazakona.ru/law/zakon_rf/art/89267/ (accessed 5 June 2012).

7. *Tsentr kreativnykh tekhnologiy* (The center of creative technologies) Available at: <http://www.inventech.ru/lib/pravo/pravo-0173/> (accessed 8 June 2012).

Рецензенты:

Пыткин А.Н., д.э.н., профессор, директор Пермского филиала Института экономики УрО РАН;

Молодчик А.В., д.э.н., профессор, директор ГОУ ДПО «Институт повышения квалификации – РМЦПК».

Работа поступила в редакцию 07.11.2012.