

ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

Т. ХАЙНЦЕ

СВЯЗЫВАНИЕ НАУКИ И ЭКОНОМИКИ В ОБЛАСТЯХ ТЕХНОЛОГИИ, ОСНОВАННЫХ НА ЗНАНИЯХ¹

Введение

В данной статье рассмотрена связь науки и экономики при развитии технологий, основанных на знаниях. Данной теме в социологической дискуссии пока уделяется недостаточно внимания по двум причинам². Во-первых, вопросы техники и технологии в социологической теории всегда находятся на втором плане. Как у Парсонса, так и у Лумана технологии размещаются за пределами общества³. Во-вторых, дискуссия о структурном

Dr. Thomas Heinze — School of Management and Governance, University of Twente Capitoool 15, P.O. Box 217, 7500 AE Enschede, The Netherlands. **Email:** t.heinze@utwente.nl <mailto:t.heinze@utwente.nl>. **Phone Home office:** ++49 721 9158875. **Phone UT:** ++31 53 489 3353; **Fax UT:** ++31 53 489 2159.

¹ В основе публикации лежит статья: *Heinze T. Wissensbasierte Technologien, Organisationen und Netzwerke. Eine Analyse der Kopplung von Wissenschaft und Wirtschaft // Zeitschrift für Soziologie. 2005. Vol. 34. 1 issue. P. 60–82.*

Для русского издания оригинальная статья была существенно переработана автором. Библиографические описания и сноски сохранены в авторском варианте. Перевод с немецкого канд. филос. наук *Д. Мироновой*.

² Исключением в данном отношении являются: Schimank, U. The contribution of university research to the technological innovation of the German economy: Societal auto-dynamic and political guidance // *Research Policy* 1988. Vol. 17. P. 329-340; Stichweh, R. Globalisierung von Wirtschaft und Wissenschaft: Produktion und Transfer wissenschaftlichen Wissens in zwei Funktionssystemen der modernen Gesellschaft // *Soziale Systeme*. 1999. Vol. 5 (1). P. 27–39; Kaufmann, A.; Tödtling, F. Science-industry interaction in the process of innovation: The importance of boundary-crossing between systems // *Research Policy*. 2001. Vol. 30. P. 791–804.

³ Парсонс относит технологии к *nonsocial environment* (Parsons, T., 1977: *The Evolution of Societies*, edited and with an introduction by Jackson Toby,

связывании функционально дифференцированных социальных систем до сих пор является довольно абстрактной и поверхностной, так как отношения связывания обсуждаются исключительно на функциональном уровне. Функционирование систем в организациях, а также интеракции, выходящие за пределы организаций, систематически не рассматриваются. Тем самым эмпирический потенциал, скрытый за теоретической концепцией связывания, до сих пор не раскрыт. В произведениях Лумана есть некоторые упоминания данной темы, но нет ее систематической разработки.

Связывание науки и экономики рассматривается в инновационных исследованиях под названиями «инновационный процесс», «трансферт науки и технологии», «связь науки с техникой и промышленностью, основанной на науке». Познавательная ценность инновационных исследований заключается в том, чтобы идентифицировать факторы и механизмы, влияющие на конкурентоспособность предприятий на национальных и международных рынках технологий. Способность предприятий к производству технических инноваций имеет большое значение для создания развитых народных хозяйств; в то же время технологическая мощь экономики зависит от трансферта знаний и технологий между наукой и экономикой. Поэтому данным вопросам уделяется большое внимание при формулировке предложений для проведения информированной политики в области технологий и инноваций. Связывание науки и экономики не всегда функционирует одинаково хорошо, а его отсутствие в течение длительного времени может вызвать дестабилизацию функционально дифференцированных обществ. Исследователи технологий и инноваций накопили громадное количество данных, в которых концептуально и эмпирически отражена взаимосвязь научных исследований, развития технологий и производства благ и услуг.

До сих пор инновационные исследования еще не привели к созданию теории, удовлетворительным образом систематизирующей собранные данные. В последние годы, однако, получил распространение подход, называемый *Evolutionary Economics*, или *National Systems of Innovation*. Он был разработан в качестве альтернативы неоклассической экономике, чтобы более реалистично описать взаимосвязь между техническими изменениями и экономическим ростом. Этот подход открыл интересное поле для исследований. Вместе с тем он содержит теоретические пробелы, отмечаемые и

Rutgers University, New Jersey: Prentice Hall, P. 193), а Луман рассматривает их, как поддерживающие коммуникацию *внешние опоры общества* (Luhmann, N., 1997: *Die Gesellschaft der Gesellschaft*, 2 Bde., Frankfurt am Main: Suhrkamp, S. 532).

его приверженцами⁴. Мы хотим обратить внимание, прежде всего, на два аспекта, которые до сих пор недостаточно проанализированы, они являются фундаментальными для понимания связывания. Это, во-первых, отношение организаций к большим институциональным комплексам (функциональным системам), в которые они включены, и, во-вторых, интеракции и сети, выходящие за пределы организаций. Дальнейший анализ посвящен именно данным аспектам.

Пояснение понятий: структурное связывание и технология

Функциональную дифференциацию следует как теоретически, так и эмпирически мыслить совместно со структурным связыванием между социальными системами, ибо «если описать современное общество только как множество автономных функциональных систем, которые не должны ориентироваться друг на друга, а следуют лишь принуждению к воспроизводству своего аутопойзиса, возникла бы весьма односторонняя картина. Трудно было бы понять, почему общество не взрывается через короткое время или не распадается... Фактически все функциональные системы структурно связаны между собой и удерживаются в обществе»⁵.

Структурное связывание в теории систем представляет собой селективные возможности влияния социальных систем друг на друга. Оказание влияния означает, с одной стороны, что системы взаимно ограничивают свои операции, не будучи, однако, способными оперативно вмешиваться в функционирование друг друга; с другой стороны, имеется возможность взаимного трансферта действий. Оказание влияния селективно, так как взаимные ирритации узко ограничены и не аннулируют функцию и оперативную автономию систем. Исторически сложилось так, что по отношению к системам они выступают и

⁴ К важным публикациям подхода *National System of Innovation* относятся, в частности: Nelson, R.; Winter, S.G. (1982): *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge: Harvard University Press; Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.R.; Silverberg, G.; Soete, L. (Eds.) (1988): *Technical Change and Economic Theory*, London: Pinter; Lundvall, B.-Å. (1992): *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London: Pinter; Nelson, R. (Ed.) (1993): *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, New York: Oxford University Press; Nelson, R. (1995): *Recent evolutionary theorizing about economic change*, in: *Journal of Economic Literature* 33, 48–90; Freeman, C. (1995): *The national system of innovation in historical perspective*, in: *Cambridge Journal of Economics* 19, 5–24. Более подробное рассмотрение данного подхода см. Edquist, C. (1997): *Systems of innovation approaches — Their emergence and characteristics*, in: Edquist, C. (Ed.): *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*, London: Pinter, 1–40.

⁵ См. сноску 3 (Luhmann, 1997, S. 776 и след.).

как ограничивающие, и как создающие возможности, и тем самым вносят вклад в интеграцию общества⁶.

Луман пояснил данную мысль на примере государственной конституции — как связывание политики и права⁷. Другим наглядным примером является связывание права и экономики в виде договоров⁸. Договора делают возможными и трансакции как базовые элементы экономической системы, и правомочный трансферт титулов собственности на материальные и нематериальные блага и услуги. Трансферт платежа за услугу удается в современных экономических системах только в том случае, если выяснено, во-первых, кто является собственником и, во-вторых, по каким условиям должен осуществляться трансферт. Обе предпосылки обеспечиваются посредством договоров. В договорах оговариваются права собственности, а также условия трансферта услуг за платежи. Договора *ограничивают* осуществимость экономических трансакций, ибо не все платежи являются правомочными. Одновременно договора *позволяют осуществлять* экономические трансакции, которые без наличия правовых рамок были бы невозможными. При этом договора являются услугами правовой системы в отношении экономической системы, их заключение также может стоить денег. Они содержат и требования правовой системы в отношении системы экономической, но в узких рамках, а именно в виде путей оказания влияния, специфицированных в договоре.

Техника, согласно определению социологии техники, включает все способы и приспособления, используемые для того, чтобы повысить эффективность деятельности, расширить спектр восприятия и обеспечить надежность процессов. Сюда относится и репертуар знаний, умений и способностей, позволяющих в обращении с окружающей средой достигать намеченных состояний и избегать нежелательных⁹. Наряду с понятием техники в литературе встречается и понятие технологии. Фримэн трактует его через противопоставление современной и традиционной техники. Современные технологии являются более комплексными по существу, и в отличие от

⁶ См. сноску 3 (Luhmann, 1997, S. 783 и след.).

⁷ См. Luhmann, N. (1990): *Verfassung als evolutionäre Errungenschaft*, in: *Rechtshistorisches Archiv* 9, S. 176–220.

⁸ См. Lieckweg, T. (2003): *Das Recht der Weltgesellschaft. Systemtheoretische Perspektiven auf die Globalisierung des Rechts am Beispiel der lex mercatoria*, Stuttgart: Lucius & Lucius, S. 80 и след.

⁹ См. Rammert, W. (1998): *Die Form der Technik und die Differenz der Medien. Auf dem Weg zu einer pragmatistischen Techniktheorie*, in: Rammert (Ed.), *Technik und Sozialtheorie*, Frankfurt am Main: Campus Verlag, S. 293–326; Rammert, W. (2000): *Was heißt Technik heute? Bestimmung Wandel des Begriffs «Technik»*, in: Rammert (Ed.), *Technik aus soziologischer Perspektive 2. Kultur — Innovation — Virtualität*, Opladen: Westdeutscher Verlag, S. 41–58.

традиционной техники сильнее зависят от достижений науки. Понятие технологии поэтому указывает на исторический процесс, при котором выросло влияние производства научного познания на возникновение новых решений технических проблем и артефактов¹⁰. Однако технологии представляют собой не только множество процессов и действий, которые стали управляемыми и опредмеченными в артефактах. Прежде всего, они служат для производства и сбыта благ в экономической системе. Если умение решать проблемы и изготовление технических артефактов все в большей степени зависит от производства знаний наукой, то платежные операции экономики *косвенно* нацелены на научные знания. Тогда развитие технологий узко ограничено путем оказания влияния, посредством которого достижения системы науки становятся значимыми для экономических трансакций. Последующие размышления призваны показать роль технологий как связывания.

Связывание в полях технологий, основанных на знаниях

В инновационных исследованиях функциональные взаимосвязи возникновения нового знания, новых технологий и платежных потоков на рынках описываются при помощи индикаторов не в последнюю очередь для того, чтобы сделать возможными инновационно-политические высказывания в отношении тех отраслей промышленности, в которых развитие экономически прибыльных технологий более или менее прямо привязано к производству знаний в науке¹¹. К важнейшим инновационным индикаторам относятся данные о публикациях и патентах. *Производство нового научного знания* в инновационных исследованиях измеряется через изучение публикаций в научных специальных журналах. Публикации, во всяком случае, в области естественных и инженерных наук, являются наиважнейшим продуктом научного исследования, при помощи которого можно показать объем и динамику определенных полей науки. Изобретение и разработка *нового технологического знания* измеряется посредством заявок об изобретениях в патентных службах. Заявки на патенты являются во многих, хотя и не во всех, областях технологий типичным продуктом, хорошо пригодным для отображения производительности и динамики изобретательской деятельности.

Использование данных инновационных индикаторов показано на графике 1. На примере развития биотехнологий в период с 1980 по 1998 г. показан типичный результат для технологий, основанных на знаниях: активный рост научных публикаций происходит наряду с не менее активным ростом заявок на патенты. Параллельность роста публикаций и

¹⁰ См. Freeman, C.; Soete, L. (1997): *The Economics of Industrial Innovation*, 3rd edition, London: Pinter. P. 14 и след.

¹¹ См. Grupp, H. (1997): *Messung und Erklärungen des Technischen Wandels. Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik*, Berlin: Springer.

патентов следует интерпретировать так же, как показатель значительного трансферта знаний между наукой и экономикой. В 1998 г. в Европейское патентное ведомство было подано около 6 000 заявок на изобретения в области биотехнологий, тогда как в том же году в журналах Science Citation Index (SCI) было опубликовано почти 15 000 специальных работ¹². Наряду с биотехнологией существуют многочисленные другие области технологий, основанные на знаниях и коммерчески прибыльные, в отношении которых можно показать схожие структуры, например, химия, телекоммуникация, полупроводники, лазеры или нанотехнология.

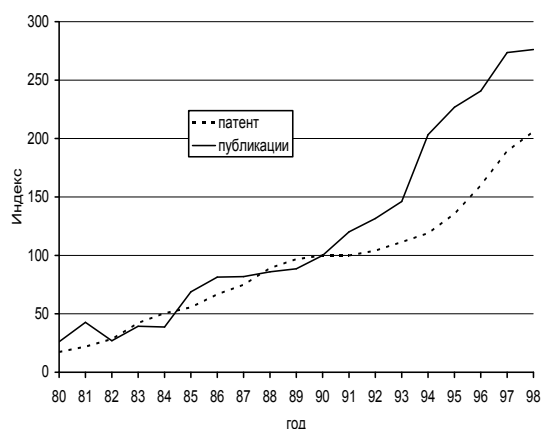


График 1. Заявки на патенты во всем мире (WPI) и публикации (SCI) в области биотехнологии

Примечания: Индекс 1990 = 100. Данные о патентах определены по году первой заявки (приоритет), данные о публикациях — по году подачи. WPI = World Patent Index. SCI = Science Citation Index. Источник: Schmoch, U. (2003): *Hochschulforschung und Industrieforschung. Perspektiven der Interaktion*, Frankfurt am Main: Campus, S. 319.

Описание связывания в форме технологий может быть существенным образом уточнено с помощью анализа патентных цитат из научной литературы. Обычно при процедуре проверки патента рассматриваются уже выданные патенты, так как в них в систематизированном виде документированы основные технические признаки, важные для сравнения. Если не обнаруживаются подходящие заявки на патенты, патентные проверяющие или заявители обращаются к публикациям в научных специализированных журналах (так называемая непатентная литература, сокращенно НПЛ). Подобное обращение к публикациям, таким образом, имеет

¹² См. Schmoch U. (2003): *Hochschulforschung und Industrieforschung. Perspektiven der Interaktion*, Frankfurt am Main: Campus, S. 318 и след.

место в тех случаях, когда без изучения уровня научных исследований нельзя определить, удовлетворяет ли изобретение, на которое подана заявка на патент, критериям проверки¹³. Научные цитаты в описании патента, следовательно, интерпретируются как индикатор того, что нельзя запатентовать технические разработки без обращения к научным знаниям.

Анализы НПЛ для США были введены Нариным и его коллегами¹⁴ и в Европе усовершенствованы Группом и Шмохом¹⁵. Последние авторы ввели и понятие «связь техники со знаниями» (или «основанная на знаниях»), которое укрепилось в литературе. В своем анализе Групп и Шмох (1992 г.) приходят к двум существенным результатам. Они показывают, во-первых, что связь со знаниями является неотъемлемым признаком технологических полей, независимо от национального происхождения патентов и рассматриваемого периода; во-вторых — что связь со знаниями в различных областях технологии сильно отличается. С этой целью они разрабатывают упорядочивающую схему, которая классифицирует отдельные области как *сильно, средне или ниже среднего связанные* со знаниями, либо *независимые от знаний*. Наибольшая доля всех цитат НПЛ среди областей технологий наблюдается у биотехнологии. Европейские патенты в данной области ссылаются в среднем на 2,65 НПЛ¹⁶, патенты в США — в среднем на 9,90 НПЛ¹⁷. Макмиллан и др., кроме того, показывают, что более 70 процентов биотехнологических цитат в патентах из НПЛ взяты из публикаций государственных исследовательских институтов¹⁸.

Описание инновационной деятельности с использованием патентов и публикаций в качестве индикаторов является важным шагом в исследовании

¹³ К критериям проверки относятся новизна во всем мире, существенный прогресс по сравнению с уровнем технического развития, а также промышленная применимость. Наглядное изложение германского патентного законодательства см. на сайте <http://www.patentgesetz.de> (последнее изменение 15 февраля 2006 г.).

¹⁴ См. Carpenter, M.P.; Cooper, M.; Narin, F. (1980): Linkage between basic research literature and patents, in: *Research Management* 23, 30–35; Carpenter, M.P.; Cooper, M.; Narin, F. (1983): Validation study: Patent citations as indicators of science and foreign dependence, in: *World Patent Information* 5 (3), 180–85; Narin, F.; Noma, E. (1985): Is technology becoming science?, in: *Scientometrics* 7, 369–81.

¹⁵ См. Grupp, H.; Schmoch, U. (1992): *Wissenschaftsbindung der Technik. Panorama der internationalen Entwicklung und sektorales Tableau für Deutschland*, Heidelberg: Springer; см. ссылка 10 (S. 311 и след).

¹⁶ См. сноску 12 (S. 152).

¹⁷ См. McMillan, G.S.; Narin, F.; Deeds, D.L. (2000): An analysis of the critical role of public science in innovation: The case of biotechnology, in: *Research Policy* 29, 1–8.

¹⁸ См. сноску 17.

связывания науки и экономики через технологии. Но как переводится производство новых научных знаний (публикаций) и новых технических решений (патентов) в платежные транзакции в экономической системе? Индикаторы инновации охватывают, как правило, *платежные потоки на рынках* через статистику создания стоимости в отдельных отраслях и подсчет создания новых предприятий. Оборот предприятий в обрабатывающей промышленности в сфере услуг агрегируется по группам продуктов. Чтобы создать более тесную связь с технологиями, можно агрегировать создание стоимости и в отдельных технологических полях. На графике 2 показаны, с одной стороны, мировой оборот биотехнологических предприятий, акции которых продаются на бирже, а с другой — выручка от размещений биотехнологических предприятий на бирже. Оба показателя свидетельствуют о том, что начиная с середины 1990-х годов активная деятельность в области публикации и патентов сопровождается внушительной экспансией биотехнологических рынков. Тесное переплетение производства знаний, развития технологий и платежных потоков на рынках можно наглядно продемонстрировать на примере биотехнологии. Особенно интересным в этой связи является результат Хархофа и др., демонстрирующий, что экономическая ценность патентов из областей технологий, интенсивно использующих знания, растет с количеством цитат из НПЛ. Чем больше новые изобретения обращаются к новым знаниям, тем выше платежные потоки в экономике¹⁹. Далее мы рассмотрим, какова роль организаций и интерорганизационных сетей в процессе данного структурного связывания.

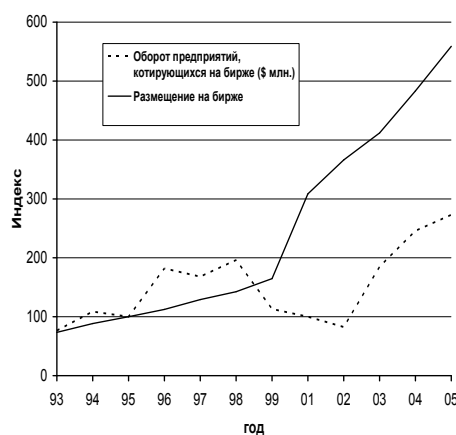


График 2: Биотехнологические предприятия, акции которых котируются на бирже, — мировой оборот и выпуск акций на биржу

Примечания: Индекс 1995=100. Отображены обороты всех размещенных на бирже биотехнологических предприятий всего мира (public

¹⁹ См. Harhoff, D.; Scherer, F.; Vopel, K. (2003): Citations, family size, opposition and the value of patent rights, in: Research Policy 32, 1343–1363.

companies) и выручки из всех размещений на бирже (=Initial Public Offerings). Были созданы два индекса, позволяющие отобразить различные шкалы двух переменных. В отношении оборота предприятий индексный показатель 100 в 1995 году равен 11,3 миллиарда долларов США. Относительно выручки от размещений на бирже показатель за 1995 год составляет 935 миллионов долларов США. Источник: Ernst & Young (1994–2006): The Global Biotechnology Report.

Организации и сети в процессе связывания

Инновационные исследования до сих пор еще не разработали систематику, которая теоретически удовлетворительным образом связывала бы уровни системы — организацию, интеракцию и общество. Так, например, принято причислять университеты и исследовательские институты за пределами университетов к системе науки, а предприятия — к системе экономики, как будто данные организации являются частями или подсистемами науки или экономики. Теоретический недостаток такого подхода заключается в том, что не различаются системные уровни организации и функционирования. В процессе инновации принимает участие множество различных организаций, отношение которых к науке и экономике необходимо прояснить.

Об отношении организаций и функциональных систем

В дискуссии о теории систем господствует взгляд, согласно которому функциональные и организационные системы «связаны достаточно свободно»²⁰. Тем самым учитывается, прежде всего, то обстоятельство, что организации оперативно могут относиться к некоторым функциональным системам. Предприятия, например, не только действуют на рынках, но и заключают трудовые договоры с сотрудниками или договора с поставщиками (правовая система), обучают учеников и повышают квалификацию сотрудников (система воспитания), принимают участие в исследованиях и разработках (система науки). Множественные оперативные связи дают повод задать вопрос об определяющих функционально-системных связях организаций.

Также в этой связи отмечается, что организации *самоселективно*, то есть через собственные решения, *преимущественно соотносят*

²⁰ См. Kneer, G. (2001): Organisation und Gesellschaft. Zum ungeklärten Verhältnis von Organisations- und Funktionssystemen in Luhmanns Theorie sozialer Systeme, in: Zeitschrift für Soziologie 30 (6), 407–28; Lieckweg, T.; Wehrsig, C. (2001): Zur komplementären Ausdifferenzierung von Organisationen und Funktionssystemen. Perspektiven einer Gesellschaftstheorie der Organisation, in: Tacke, V. (Ed.): Organisation und gesellschaftliche Differenzierung, Opladen: Westdeutscher Verlag, S. 39–60; Simsa, R. (2001): Gesellschaftliche Funktionen und Einflussformen von Nonprofit-Organisationen. Eine systemtheoretische Analyse, Frankfurt am Main et al.: Peter Lang, S. 212 и след.

себя с некоторым функциональным контекстом. Так они вырабатывают отчетливую функционально-системную идентичность, на основании которой затем вносят свой вклад в воспроизводство функциональных систем²¹. Организационные трудовые процессы и практики внутри организации сводятся, так сказать, к результатам одной функциональной системы, и она посредством решений все вновь и вновь воспроизводится. Распространенное представление о том, что организации причисляют себя преимущественно к одной функциональной системе, обозначает лишь *одно* из возможных отношений ко-эволюции двух уровней системы. Школы, парламенты, суды и больницы являются типичными примерами того, как внутри организаций операционализируется и уточняется только один двоичный код, и тем самым становится доступным одно специфическое функционально-системное действие. Данный случай мы называем *организационным типом 1*.

Наряду с функциональной первичной системной ориентацией организации могут сформировать и вторичную ориентацию. Это мы называем *организационным типом 2*. Организации второго типа также выполняют функционально-системную задачу, то есть производят преимущественно знание научными методами (наука) или товары и услуги для рынков (экономика). Вторичная ориентация, однако, направляет данное действие на еще один функциональный комплекс. Второй тип организаций играет, в частности, важную роль при трансферте знаний и технологий.

Оба типа организаций являются историческими продуктами, развивающимися как реакция на внутреннюю дифференциацию в функциональных системах науки и экономики. Со стороны системы науки речь идет о *фундаментальных и прикладных исследованиях*, со стороны экономики — о секторах с *интенсивными исследованиями либо редкими исследованиями*. О внутренней дифференциации науки на фундаментальные и прикладные исследования писали Луман и Штихвэ²². *Фундаментальные исследования* — это производство знаний независимо от их применения за пределами науки. При данном типе исследований производство знаний, нацеленное на познание действительности, по своему возникновению, обоснованию и использованию остается в руках лиц, осуществляющих исследования. В противоположность этому *прикладные исследования* представляют собой систематический поиск

²¹ См. Tacke, V. (1999): Wirtschaftsorganisationen als Reflexionsproblem. Zum Verhältnis von neuem Institutionalismus und Systemtheorie, in: Soziale Systeme 5 (1), 55–81.

²² См. Luhmann, N. (1990): Die Wissenschaft der Gesellschaft, Frankfurt am Main: Suhrkamp; Stichweh, R. (1994): Wissenschaft, Universität, Professionen. Soziologische Analysen, Frankfurt am Main: Suhrkamp.

ответов на вопросы, отчасти определенные вненаучным образом, с использованием научных методов. Данный тип охватывает все исследовательские устремления, которые не обладают автономным подходом к проблемам (взаимосвязь возникновения), и/или не могут обрабатывать результаты исследований для окружения системы науки (взаимосвязь использования). Прикладные исследования сохраняют проблемы, отчасти определенные вне науки, неизменными, чтобы «обеспечить возможность обратной коммуникации между предложенным решением проблемы и общественным окружением», тогда как для фундаментальных исследований «характерно, что они не могут гарантировать сохранность изначальных проблем в ходе исследовательских процессов»²³.

Решающим является то, что оба типа исследований выполняют различные функции. Функция фундаментально ориентированных исследований заключается в производстве знаний внутри научной дисциплины и часто управляется теорией, то есть состоит в таких селективных цепях коммуникаций, которые взаимно соотносятся друг с другом, ведут к получению знаний и тем самым к прогрессу научного познания. В отличие от этого функция прикладных и междисциплинарных исследований проявляется «в контексте социальной интеграции науки в общество»²⁴. Прикладные исследования являются внутренней дифференциацией системы знаний как реакция на ожидание результата со стороны общественного, в данном случае, экономического окружения²⁵.

Что касается внутренней дифференциации экономической системы на рынки технологий с интенсивными и малоинтенсивными исследованиями, об этом в литературе по теории систем ничего не говорится. Однако можно позаимствовать концепцию из области инновационных исследований. Интенсивность исследований показывает размер доли исследований и разработок в общей сумме производственных расходов группы товаров. Различение рынков по критерию интенсивности исследований показывает, что конкурентные отношения между

²³ См. сноску 22 (S. 38 и след).

²⁴ См. сноску 22 (S. 38).

²⁵ Stokes аргументирует, что существует еще третий тип исследований, который он рассматривает, как точку пересечения чисто фундаментальных и чисто прикладных исследований: фундаментальные исследования с прикладной ориентацией — “use-inspired basic research” (см. Stokes, D.E., 1997: Pasteur's Quadrant. Basic Science and Technological Innovation, Washington D.C.: Brookings Institution Press); Heinze показывает в недавнем исследовании, что данный тип исследований играет важную роль в нанотехнологии (см. Heinze, T., 2006: Die Kopplung von Wissenschaft und Wirtschaft. Das Beispiel der Nanotechnologie, Frankfurt/New York: Campus).

товаропроизводителями отчасти определяются из возможности располагаться некоторыми технологиями и разрабатывать их дальше, а их проведение исходит из постоянного производства знаний наукой. Технологическое развитие — это требование, которому должны удовлетворить предприятия, если они и впредь хотят производить конкурентоспособную продукцию. На рынках с интенсивными исследованиями требуются подходящие структуры, позволяющие успешно реагировать на данные требования. Сюда относится активная деятельность по исследованиям и разработкам, в частности, в специально созданных исследовательских отделах предприятий, которые следят за производством научных знаний. Коген и Левинтал обозначили это понятие *absorptive capacity*²⁶.

На основании эмпирического распределения интенсивности исследований и разработок, согласно Группу и др., рынки можно подразделить на две большие группы, находящиеся соответственно выше или ниже среднего уровня промышленности: с одной стороны, *рынки высоких технологий*, с другой — *сектора экономики с низкой интенсивностью исследований*²⁷. Внутри первой группы, которую также называют «рынки Шумпетера», можно выделить две подгруппы: *рынки передовой технологии*, у которых расходы на исследования и разработки составляют более 8,5 процента от общих производственных расходов группы товаров, и *рынки высококачественной технологии*, у которых расходы на исследования и разработки составляют от 3,5 до 8,5 процента общих производственных расходов на группу товаров. Таким образом, 3,5 процента являются средним показателем всех промышленных секторов. Сопоставимое разделение предпринимается и относительно услуг с интенсивным использованием знаний²⁸. Далее мы поясним взаимосвязь дифференциации прикладных исследований и рынков высоких технологий и двухступенчатой систематики организаций.

Связывание и организации

Внутренняя дифференциация в обеих функциональных системах означает, что организации в зависимости от их результатов относятся не просто к науке или экономике, но и к специфической функционально-

²⁶ См. Cohen, W.; Levinthal, D. A. (1990): Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation, in: Administrative Science Quarterly 35, 128–52.

²⁷ См. Grupp, H.; Jungmittag, A.; Schmoch, U.; Legler, H. (2000): Hochtechnologie 2000. Neudefinition der Hochtechnologie für die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Karlsruhe.

²⁸ ОЭСР использует сопоставимую схему, в которой, однако, присутствует еще один класс технологий: *high-tech industries* (исследования и разработки (ИиР) >5 %) , *medium high-tech industries* (3 % >ИиР > 5 %), *medium low-tech industries* (0,9 % > ИиР >3 %), *low-tech industries* (ИиР > 0,9 %) (см. OECD (Ed.), 2001: Science, Technology and Industry Scoreboard 2001: Towards a Knowledge-Based Economy, Paris).

системной внутренней структуре. При анализе британских предприятий Пэвитт идентифицировал в первую очередь химическую и электротехническую промышленность как секторы экономики с интенсивными исследованиями²⁹. Здесь находятся те основанные на науке фирмы, у которых исследования и разработки (ИиР) занимают центральное место, и которые, таким образом, вторично ориентируются на систему науки. Успех данных предприятий на рынке зависит более или менее непосредственно от прогресса науки. Исследования о связывании техники с наукой подтвердили и расширили анализ Пэвитта. Как было сказано выше, к рынкам технологий с интенсивными исследованиями относятся биотехнология, лазерная техника, геновая инженерия, органическая и неорганическая химия, хранение информации, телекоммуникация и электроника³⁰. Бросается в глаза доминантное положение крупных предприятий на рынках с интенсивными исследованиями; это вызвано тем, что в них имеются исследовательские отделы и, таким образом, они обладают необходимыми мощностями для абсорбции новых знаний. В анализах Пэвитта *science-based firms* в химической и электротехнической промышленности явно крупнее, чем в машиностроении или приборостроении (*supplier-dominated firms*). В первой из названных групп от 60 до 80 процентов крупных предприятий, во второй группе — только 25 процентов. Данный результат в основном подтверждается в других исследованиях³¹.

Внутреннюю дифференциацию науки на фундаментальные и прикладные исследования можно на уровне организации описать эмпирически. Наряду с университетами, в Германии существуют многочисленные учреждения за пределами университетов, такие как Общество им. Макса Планка, Общество им. Фраунхофера, Сообщество германских исследовательских центров им. Гельмгольца, Научное сообщество им. Вильгельма Лейбница, ведомственные исследовательские центры Федерации и земель, а также множество независимых исследовательских институтов³². Профили данных исследовательских учреждений относительно ориентации на фундаментальные или прикладные исследования отчасти четко определены, отчасти разнородны.

²⁹ См. Pavitt, K. (1984): Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory, in: Research Policy 13, 343-373.

³⁰ См. сноску 15.

³¹ См. Reinhard, M. (2000): Absorptionsfähigkeit der Unternehmen. Theorie und Empirie in der Literatur, in: Schmoch, U.; Licht, G.; Reinhard, M. (Eds.): Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Stuttgart: Fraunhofer IRB, 243 и след.

³² См. Meyer-Krahmer, F. (2001): The German innovation system, in: Larédo, P.; Mustar, P. (Eds.): Research and Innovation Policies in the New Global Economy. An International Comparative Analysis, 205–52.

График 3 показывает объем исследований обоих типов в германских университетах и за их пределами. Наиболее сильная ориентация на фундаментальные исследования обнаруживается у институтов Общества им. Макса Планка. В соответствии с вышеуказанными типами организации Общество им. Макса Планка наиболее близко к первому типу организаций (тип 1: первичная функционально-системная ориентация). Все остальные исследовательские организации, включая университеты, в значительном объеме проводят прикладные исследования. Конкретные доли обоих типов исследований могут быть различными у отдельных университетов и институтов, так что они, в зависимости от конкретного случая, относятся либо к первому, либо ко второму типу организаций (тип 2: первичная и вторичная функционально-системная ориентация).

Бросается в глаза, что институты им. Фраунхофера занимаются почти исключительно прикладными исследованиями и разработкой технологий. Их функция в германском исследовательском ландшафте заключается в том, чтобы выработать знание для решения проблем, которое пользуется спросом со стороны экономики, а также самостоятельно разработать технологии и создать промышленный спрос на них. Институты им. Фраунхофера проводят в значительном объеме исследования в области технологии по заказу промышленности, причем доля финансирования за счет экономики в настоящее время составляет приблизительно сорок процентов. Кроме того, по сравнению со всеми остальными исследовательскими институтами они подают явно больше заявок на патенты³³. Эмпирические исследования показывают, что связь производства с трансфертом знаний и технологий характерна именно для институтов им. Фраунхофера, тогда как центры по трансферу технологий в университетах пока имеют лишь незначительные успехи³⁴. В отличие от этого в США, где отсутствует организации наподобие институтов им. Фраунхофера, центры технологического трансфера в университетах или за их пределами, полугосударственные исследовательские институты играют центральную роль при трансфере знаний и технологий³⁵.

³³ См. Schmoch, U.; Licht, G.; Reinhard, M. (Eds.) (2000): *Wissens- und Technologietransfer in Deutschland*, Stuttgart: Fraunhofer IRB.

³⁴ См. сноски 33; Krücken, G. (2003): *Mission impossible? Institutional barriers to the diffusion of the «third academic mission» at German universities*, in: *International Journal of Technology Management* 25 (1/2), 18-33.

³⁵ См. Abramson, N.H.; Encarnação, J.; Reid, P.; Schmoch, U. (Eds.) (1997): *Technology Transfer Systems in the United States and Germany. Lessons and Perspectives*, Washington D.C.: National Academy Press; Guston, D.H.

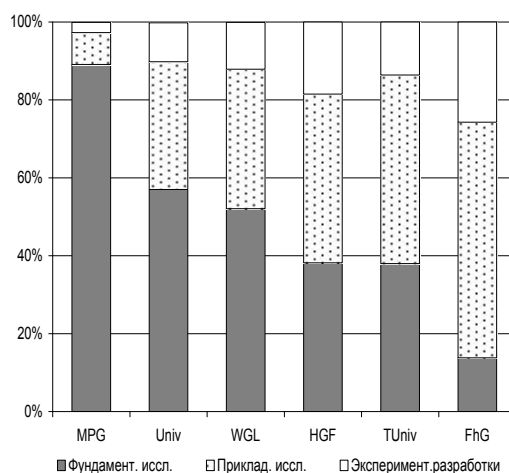


График 3. Фундаментальные и прикладные исследования в германских университетах и институтах за пределами университетов

Примечание: MPG = Общество им. Макса Планка, Univ = университеты, WGL = Научное сообщество им. Лейбница, TUniv = технические университеты, HGF = Сообщество германских исследовательских центров им. Гельмгольца, FhG = общество им. Фраунхофера. Отображены доли проведенных типов исследований. Данные получены в результате письменного опроса всех германских исследовательских заведений. Источник: Czarnitzki, D.; Rammer, C.; Spielkamp, A. (2000): *Interaktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in Deutschland: Ergebnisse einer Umfrage bei Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen*, ZEW Dokumentation 00-14, Mannheim.

Связывание и интерорганизационные сети

В настоящее время интерес инновационных исследований в меньшей степени направлен на такие организации, как сети. Раммерт наглядно назвал данное обстоятельство «инновацией в сетки»³⁶. В литературе встречается мнение, что именно кооперация с исследовательскими учреждениями дает предприятиям доступ к новым знаниям, которые могут быть использованы в экономической деятельности, и возможность учиться пользоваться ими. Предприятия обращаются к знаниям, произведенным исследовательскими институтами, внедряют и используют их, чтобы

(1999): *Stabilizing the Boundary between US Politics and Science*, in: *Social Studies of Science* 29 (1), 87-111.

³⁶ См. Rammert, W. (1997): *Innovation im Netz. Neue Zeiten für technische Innovationen: heterogen verteilt und interaktiv vernetzt*, in: *Soziale Welt* 48, 397-416.

получить конкурентное преимущество на рынках технологий³⁷. Однако несмотря на количество эмпирических исследований, интеракции, выходящие за пределы организации, почти не рассмотрены в качестве теоретической проблемы. Последующие соображения относятся к тем трем типам организаций, которые были выше описаны. Приводится аргументация в пользу того, что организационные практики и программы выступают селекторами значительных по объему и важных по своим последствиям структур коммуникации между предприятиями и исследовательскими институтами.

Исходной точкой является предложение Кемпера и Шмидта превратить внутриорганизационные практики и предпочтения при решениях в ключевое понятие выходящих за пределы организации отношений интеракций и сетей³⁸. Процесс связывания имеет три ступени, которые можно рассматривать по аналогии с неodarвинистской схемой *вариативности, селекции и удержания*. *Первая ступень* (вариативность) содержит интеракции членов различных организаций. Авторы обращаются к определению Лумана, согласно которому системы интеракции имеют место, если присутствующие воспринимают друг друга как присутствующих³⁹. Подобные системы интеракции между членами различных организаций имеют значение потому, что те зна-

³⁷ См. сноску 2 (Kaufmann/Tödting 2001); Liebeskind J.P.; Oliver A., Zucker L.; Brewer, M. (1996): Social networks, learning, and flexibility: Sourcing scientific knowledge in new biotechnology firms, in: *Organization Science* 7 (4), 428–43; Gittelmann, M. (2000): Mapping National Knowledge Networks: Scientists, Firms, and Institutions in Biotechnology in the United States and France, Doctoral Dissertation, University of Pennsylvania; Meyer-Krahmer, F.; Schmoch, U. (1998): Science-based technologies: University-industry interaction in four fields, in: *Research Policy* 27, 835–51; Owen-Smith, J.; Riccaboni, M.; Pammolli, F.; Powell, W. W. (2002): A comparison of U.S. and European university–industry relations in the life sciences, in: *Management Science* 48 (1), 24–43; Schmoch, U. (1999): Interaction of universities and industrial enterprises in Germany and the United States. A comparison, in: *Industry and Innovation* 6 (1), 51–68; Valentín, E. M. M. (2002): Co-operative relationships. A theoretical review of co-operative relationships between firms and universities, in: *Science and Public Policy* 29, 37–46.

³⁸ См. Kämper, E.; Schmidt, J. (2000): Netzwerke als strukturelle Kopplung. Systemtheoretische Überlegungen zum Netzwerkbegriff, in: Weyer, J. (Eds.): *Soziale Netzwerke. Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung*, München: Oldenbourg, 211–36.

³⁹ См. сноску 3 (Luhmann 1997, 814 и след.); Luhmann, N. (1975): Interaktion, Organisation, Gesellschaft, in: *Soziologische Aufklärung 2. Aufsätze zur Theorie der Gesellschaft*, Opladen: Westdeutscher Verlag, 9–20.

ния, которые должны стать доступными благодаря коммуникативному обращению организации к своему окружению, часто носят имплицитный характер и возникают лишь в интеракции. Организации используют системы интеракции, чтобы активировать из своего окружения значимые знания. *Вторая ступень* (селекция) касается последствий для организации, вытекающих из внешней для нее интеракции и знаний, полученных из них. Следует решить, используются ли и в каком объеме результаты интеракции для внутренних трудовых процессов и решений, то есть имеют ли они структурную ценность для организации. Здесь нет автоматизма, результаты, полученные в системах интеракций, после «возвращения» члена организации не всегда используются в оперативных действиях организации. На *третьей ступени* (удержание) наконец прочно предполагается наличие определенных знаний и информации, полученных в результате интеракции. В данном случае организационные системы полагают, что влияние интеракции на трудовые практики и решения позволяет лучше приспособиться к окружению.

Интересное продолжение данной аргументации Кемпера и Шмидта встречается в *Evolutionary Economics*. Нельсон и Винтер доказывают, что предприятия располагают поисковыми и оценочными практиками для идентификации и использования новых знаний, находящихся в окружении предприятия, причем подобные практики можно найти, прежде всего, в *science-based regimes*⁴⁰. В соответствии с высказываниями предыдущего раздела активная деятельность по исследованиям и разработкам институционализированы, прежде всего, в *science-based regimes* на рынках высоких технологий. Их нельзя допускать принципиально в отношении всех предприятий на всех рынках. Поисковые и оценочные практики для абсорбции внешних научных знаний обнаруживаются преимущественно на предприятиях, которые в своем производстве интенсивно используют результаты исследований (организационный тип 2)⁴¹.

Концепция организационных практик может применяться не только к предприятиям, но и к исследовательским учреждениям. Таким образом, расширяются концептуальные рамки Нельсона и Винтера. Если в практиках производства знаний представлены прикладные исследования, то появляются возможности для дальнейшего использования произведенных та-

⁴⁰ См. сноску 3 (Nelson/Winter 1982, Nelson 1995).

⁴¹ Нельсон и Винтер различают «science-based» и «cumulative technology» regimes. В первом режиме технологический прогресс существенным образом связан с производством знаний наукой, во втором режиме — активной деятельности по решению проблем внутри предприятия (см. сноску 3, Nelson/Winter 1982, с. 283).

ким образом знаний для предприятий. Вторичная ориентация на экономическую систему через внутреннюю структуру прикладных исследований (организационный тип 2) представляет собой поэтому организационную готовность и способность производить знание безотносительно проблем и постановки вопросов, относящихся к конкретным научным дисциплинам. Таким образом, университеты и отдельные исследовательские центры, занимающиеся прикладными проектами, по-прежнему включены в структуру научной коммуникации. Кроме того, они проявляют интерес к проблемам за пределами науки, что приводит их к кооперации с предприятиями.

Таким образом, утверждается, что возникновение интеракционных систем, выходящих за пределы функциональности, и их постоянное устройство в виде сетей *ceteris paribus* зависит от того, какие функционально-системные связи они используют в своей практике. Предприятия, действующие на технологических рынках с интенсивными исследованиями, успешно выполняют свои задачи, если они институционализируют практики, благодаря которым идеи и концепции исследовательских учреждений применяются для решения технических проблем. Точно так же соответствующие практики дают возможность исследовательским учреждениям решать проблемы, не относящиеся к каким-либо научным дисциплинам. Прикладные исследования и рынки высоких технологий в равной степени являются предпосылками интеракции между наукой и экономикой. Они выступают как селекторы интеграционных отношений организации и первичной функционально-системной ориентации (первый и второй тип организации). Таким образом, результаты науки становятся доступными для экономического производства технологий и товаров. Обобщение данного положения представлено в таблице 1, показывающей вероятность интеракции между двумя типами организаций.

Таблица 1

Вероятность интеракций между наукой и экономикой, выходящих за пределы организаций

Организационные типы в науке	Организационные типы в экономике	
	тип 1*	тип 2
тип 1: исследовательское учреждение с центром тяжести на фундаментальных исследованиях	слабая	средняя
тип 2: исследовательские учреждения с центром тяжести на прикладных исследованиях	средняя	высокая

* *Примечание:* тип 1 — предприятия в секторах с низкой интенсивностью исследований; тип 2 — предприятия в секторах с интенсивными исследованиями.

Итоги

Связывание структур науки и экономики в отношении разработки новых технологий и соответствующую роль организаций и сетей можно охарактеризовать следующим образом. Во-первых, связывание содер-

жит *отношения оказания услуг* между наукой и экономикой. До сих пор структурное связывание в литературе по теории систем рассматривались, прежде всего, под углом зрения воздействия на автономные и оперативно замкнутые функциональные системы или их пертурбации. Таким образом, описание связывания остается не только абстрактным, схематичным и несистематизированным. Отношение оказания услуг между наукой и экономикой обычно не рассматривается: система науки производит новые знания, которые используются для решения технических проблем экономического товарного производства. Этому измерению структурного связывания в данной статье уделено особое внимание.

Во-вторых, *разработка технологий, основанных на науке, находится в центре отношения оказания услуг*, между наукой и экономикой. Подобные технологии, в противоположность традиционной науке, зависят от достижений науки, что особенно наглядно показано на примере цитат в патентах. Трансакции экономики относятся не напрямую к публикациям науки, но к *патентам как к кодифицированной технологии*, которые, в свою очередь, указывают на публикации. Эмпирически очевидно, что платежные потоки экономики тем сильнее, чем больше патенты соотносятся с научными знаниями. Патенты олицетворяют эмпирическую пограничную структуру, посредством которой наука и экономика структурно связываются с помощью правовой системы.

В-третьих, *организации* играют важную роль в *отношении оказания услуг* между наукой и экономикой, в частности это касается трансферта имплицитного и некодифицированного знания. В данной статье приводится аргументация в пользу того, что организации являются не только носителями функционально-системной услуги (организационный тип 1), но что они и в ходе исторического развития, в ходе материального производства товаров и услуг все более зависят от производства знаний наукой и могут формировать вторичную функционально-системную ориентацию (организационный тип 2). Организации второго типа предоставляют не только функционально-системные специфические услуги. Производство нового знания и новых товаров и услуг наряду с этим ориентировано на структуры прикладных исследований и рынки высоких технологий. Вайнгарт ассоциирует второй тип организаций, то есть университеты, проводящие прикладные исследования, и предприятия, проводящие исследования, с более «тесными» отношениями связывания между наукой и экономикой⁴².

В-четвертых, наряду с организациями, важную роль в *отношении оказания услуг* между наукой и экономикой играют *интер-организационные сети*. Последние дискуссии в области теории систем показали, что отношения между организациями образуют сети, если информация, активированная в системах интеракций, внешних по отношению к этим организациям, внедряется в внутриорганизационные практики. Различение систем интеракции и сетей может быть отнесено к *аналитическим исследованиям сетей в*

⁴² См. Weingart, P. (2001): Die Stunde der Wahrheit? Zum Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft, Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.

инновационных исследованиях. Обширные отношения интеракции, такие как связывание науки и экономики, возникают, если участвующие организации являются первичными носителями услуг функциональных систем. Подобные *выходящие за пределы функциональной системы интерорганизационные сети* актуализируют связывание науки и экономики, так как внешние отношения интеракции сказываются на производстве услуг организацией.

Возникновение сетей, выходящих за пределы функциональных систем, зависит от связей функциональных систем, которыми располагают организации в своей практике. Практики являются институционализированными селекторами интерорганизационных отношений. Интеракция между предприятием и исследовательским учреждением не является само собой разумеющейся. Подобные отношения должны преодолеть определенные пороги невероятности, основанные на принципиальной некомпатибельности функционально-системной первичной ориентации. Прикладные исследования и рынки высоких технологий — такова отстаиваемая здесь аргументация — являются структурами, опускающими подобные пороги. Существенную часть отношений связывания осуществляют исследовательские учреждения, занимающиеся прикладными исследованиями, и предприятия высоких технологий.

На уровне сетей связывание науки и экономики носит интерактивный и рекурсивный характер. Но это не означает, что на уровне функциональных систем его следовало бы переформулировать: наука производит знания, которые в форме функционирующих технологий делают возможными новые платежи в экономической системе. Важно не смешивать уровни функциональных систем и организаций, а рассматривать их, как самостоятельные уровни формирования систем. Вполне оправдано в отношении литературы, которая подпадает под заголовки «triple helix», «academic capitalism», «entrepreneurial science» или «new mode of knowledge production», высказывалась в этой связи мысль об аналитическом и, прежде всего, эмпирическом упрощении⁴³.

В изложенном наброске диалога между социологически прочитанной теорией систем и технологическими и инновационными исследованиями связывание науки и экономики рассматривается на уровне функциональных систем (технологий, основанных на знаниях), взаимоотношений между организациями и этими системами (два типа организаций) и структуры интеракций, выходящих за пределы организаций (трехступенчатая концепция связывания). Хотелось показать, что при помощи дифференцирующих теоретических категорий теории систем можно систематизировать и более четко очертить результаты инновационных исследований. Данная статья рассматривается как вклад в возможную широкую дискуссию.

⁴³ См. Weingart, P. (1997): From «Finalization» to «Mode 2»: Old wine in new bottles?, in: Social Science Information 36 (4), 591–613; Shinn, T. (2002): The Triple Helix and New Production of Knowledge: Prepackaged Thinking on Science and Technology, in: Social Studies of Science 32 (4), 599–614.