

Особенности функционирования некоторых академических институтов в России

Бусыгин В.В., Бусыгин В.П.

Статья посвящена моделированию внутренней структуры институтов Российской академии наук с использованием гипотез и методов экономики науки, теорий фирмы и теории игр. Выделяются 3 типа институтов, для которых строятся игровые модели. Исследуется эффективность различных организационных типов с привлечением различных критериев. Показывается, что оптимального типа не существует: каждый тип может оказаться наилучшим для данного института.

Введение

В данной работе исследуются различные схемы функционирования исследовательских институтов Российской академии наук. Институты РАН рассматриваются как особого вида организации (фирмы), производящие особый вид продукции, в том числе знания и технологии. Такая организация представляется в виде множества составляющих ее лабораторий или отдельных исследователей. Поведение этих единиц моделирования описывается следуя работам «экономики знания» (economics of science, или economics of knowledge), таким, как [8], [19]. Цель работы состоит в сравнении различных институциональных условий функционирования лабораторий.

Работа состоит из трех частей. В первой части описывается роль знания в экономической теории, а также различные режимы его производства. Мы показываем, что знание является особым типом экономического блага и рассматриваем различные режимы производства знания, описанные в экономической литературе. Рассматриваются также две системы финансирования производства знаний – «финансирование организаций» и «система грантов».

Во второй части рассматриваются особенности производства знаний в России. Подчеркивается роль РАН. Утверждается, что финансирование многих институтов РАН осуществляется как в рамках финансирования организаций, так и с использованием системы грантов. Механизмы перераспределения грантов в институтах могут различаться между собой.

Третья часть посвящена моделированию функционирования исследовательских институтов РАН, а также сравнению эффективности различных форм функционирования, на основе сравнения различных механизмов перераспределения

Бусыгин В.В. – PhD in Economics, Assistant Professor, Университет Paris 8 Vincennes-Saint-Denis. E-mail : busygin@online.fr.

Бусыгин В.П. – к. ф.-м. н., доцент кафедры микроэкономического анализа ГУ ВШЭ. E-mail : vbusygin@hse.ru.

Статья поступила в Редакцию в сентябре 2004 г.

грантов. В заключении подводится итог работы и обозначаются направления дальнейшего исследования.

За рамками исследования остались ситуации, в которых гранты, заработанные сотрудниками институтов, не перераспределяются. Такие ситуации характерны, в частности, для многих институтов социальных и гуманитарных наук. Таким образом, в работе исследуются, главным образом, институты физического и химического профиля, исследования которых сопряжены с использованием дорогостоящего оборудования и зачастую требуют специальных мер, связанных с защитой интеллектуальной собственности.

1. Знание в экономической теории

«Продукцией» российских академических институтов (и других научно-исследовательских институтов) являются знания в различной форме, например описания технологий, ноу-хау «под ключ», результаты анализа материалов и производственных процессов и т.д. Знания имеют особую природу, это приводит к необходимости разработки специальных теоретических конструкций для его экономического анализа.

Во-первых, знания могут рассматриваться как общественное благо (public good), так как знания могут обладать характеристиками неконкурентности (non-rivalness) и неисключаемости (non-excludability)¹⁾. Неконкурентность означает, что использование данного блага одним экономическим агентом не уменьшает количество этого блага и не мешает его использованию другими экономическими агентами. Неисключаемость, обеспеченная низкими издержками на копирование, состоит в доступности блага всем экономическим агентам²⁾. Неисключаемость не является обязательной чертой знания, так как экономические агенты могут быть «исключены» с помощью таких инструментов, как патентная защита, копирайт, секретность. Но даже в случаях, когда неисключаемость не имеет места, эмпирические исследования выявляют наличие положительных экстерналий при производстве знаний, экстерналий, возникающих также в смежных отраслях (см., например: [11, 14]). Кроме наличия некоторых характеристик общественного блага, производство знаний является рискованным видом деятельности, по сравнению с другими видами экономической деятельности, так как ее результаты достаточно сложно предвидеть. Вероятность успеха зависит, в частности, от численности занятых в производстве, от инвестиций в данную деятельность, а также от размера экстерналий [8]. Таким образом, возникает вопрос об определении оптимального уровня производства этого особого общественного блага, модальностей финансирования этого производства, а также механизмов стимулирования исследователей.

Во-вторых, передача знаний от их производителя к потребителю не всегда может быть реализована как обычная покупка стандартного товара. В частности,

¹⁾ О знании как общественном благо см., например: [2, гл. 5].

²⁾ Отметим, что передача знания зачастую не сводится к приобретению технической документации, но требует также (значительных) дополнительных издержек, таких, как инвестиции в образование персонала для работы с данной технологией. Существование таких издержек приводит к ограниченной применимости классической модели Самуэльсона чистых общественных благ (pure public goods).

при приобретении знаний может возникать значительная информационная асимметрия. Например, продавец знаний может отказаться предоставлять важные детали из-за боязни, что эти детали помогут потенциальному покупателю понять сущность предлагаемого интеллектуального товара и, таким образом, симитировать изобретение до (и вместо) покупки. С другой стороны, такие детали могут оказаться существенными для покупателя. Другими словами, без дополнительной информации о товаре покупатель может отказаться от покупки. Информационная асимметрия другого рода возникает в случае, когда продавец не может корректно оценить коммерческие перспективы использования данного изобретения.

Процесс передачи знаний затрудняется также тем обстоятельством, что знание в общем случае содержит часть неcodифицируемой информации (tacit knowledge). Иначе говоря, часть информации не может быть отделена с небольшими издержками от ее создателя. Существование неcodифицируемой информации приводит к необходимости дополнительных затрат, таких, как затраты на обучение, для покупателя. Некоторые трансакции могут оказаться экономически необоснованными из-за проблем, возникающих в процессе передачи знаний.

В экономических исследованиях часто делается акцент на изучении двух различных типов знания: так, в [15] рассматриваются отдельно «пропозиционное»³⁾ и «предписывающее» знание (propositional and prescriptive knowledge). Знания первого типа являются информацией о природных и социальных феноменах и их особенностях, воплощенной в наблюдения, классификации, обобщения и т.д. Такие знания могут использоваться для производства знаний второго типа или «практических руководств к решению конкретных проблем», другими словами, описанию технологий.

Такая классификация знания частично соответствует двум различным режимам производства и распространения знаний, широко распространенным в экономической литературе: науке и технологии (Science&Technology) [9].

В рамках режима «наука» («фундаментальные исследования» в версии [7]) знание является общественным благом, доступным для всех экономических агентов. Поведение исследователя может описываться моделью Мертонa [13], включающей в себя следующие предположения: оценка работы исследователей осуществляется на основе публикаций их открытий в рецензируемых журналах; производство знаний требует двух ресурсов: индивидуальные способности исследователя и его авторитет (credibility). Авторитет исследователя, образующийся на основе его предыдущих открытий, позволяет получить фонды на проведение дальнейших исследований.

В рамках режима «технология» («прикладные исследования» в версии [7]) на результаты исследований распространяются права (интеллектуальной) собственности. Таким образом, вознаграждение исследователей, производящих знания, определяется лицензионными отчислениями либо прямыми контрактами с предпринятиями [8].

В игровых моделях для режима «наука» функция полезности исследователя содержит фиксированный доход и премию, зависящую от открытий, сделанных

³⁾ Русский термин используется, например, в статье: Савельева И., Полетаев А. Знание о прошлом как проблема социологии знания // НЛЮ. 2001. № 52. См. также на сайте: <http://magazines.russ.ru/nlo/2001/52/sav.html>.

данным исследователем (см., например: [7, 8]). Доход исследователя в режиме «технология» не содержит фиксированной компоненты и зависит целиком от результатов его работы.

В рамках режима «технология» финансирование исследований осуществляется организациями, как правило, коммерческими, заинтересованными в результатах этих исследований. В рамках же режима «наука» производство неотчуждаемого общественного блага требует финансирования со стороны государства и/или филантропических организаций. Размер государственного финансирования может определяться как решение классической задачи финансирования общественного блага посредством налогообложения (см., например: [5]).

В рамках режима «наука» финансирование может выделяться разными способами. В статье [19] различаются два способа финансирования научных исследований: «финансирование организаций» и «система грантов» («institute approach» vs. «grant system»). В рамках первой модели государство финансирует научные исследования не напрямую, а через посредников, которыми могут быть исследовательские институты или лаборатории. Вторая модель предполагает прямое финансирование (выделяемое специализированными агентствами) исследователей – участников проекта. Финансирование выделяется только после одобрения проекта в результате некоторой оценочной процедуры.

Каждый из этих способов имеет преимущества и недостатки. Приведем некоторые из них в табл. 1⁴).

Таблица 1.

Преимущества и недостатки двух способов финансирования научных исследований

	Преимущества	Недостатки
Финансирование организаций	Нет потерь, связанных с поиском источников финансирования и заполнения заявок/отчетов. Более широкие возможности долгосрочного планирования/кооперации научных исследований.	Менее развитые стимулы для продуктивной работы. Возникновение самодостаточных школ/течений. Большие трудности для развития неординарных идей, в особенности молодыми специалистами.
Система грантов	Постоянная экспертная оценка исследований, что повышает качество исследований и распространение их результатов. Сильные стимулы для производительной работы, «отлынивание» (“shirking”) ограничено. Большие возможности для «второго шанса» (в случае, если проект не получил финансирование с первого раза).	Высокие издержки поисков источников финансирования и заполнения заявок/отчетов. Большой риск деформации исследовательских планов: предпочтение более коротких проектов, предпочтение менее рискованных проектов.

⁴) Более подробную дискуссию о преимуществах и недостатках вышеуказанных способов финансирования научных исследований см., например, в [12, 19].

Исследовательские организации многих стран имеют возможность совмещать данные способы финансирования. Например, затраты на поддержание в рабочем состоянии дорогого оборудования могут возмещаться государством с использованием первого способа, в то время как другие затраты на исследования, в том числе заработная плата ученых и инженеров, могут финансироваться вторым способом.

Оба данные способа финансирования научных исследований используются в настоящее время российскими академическими институтами.

2. Производство знаний в России

В настоящее время в России чуть менее 900 тыс. человек, из них половина – исследователи, занятые в сфере исследований и разработок (НИР) [3]. Эта численность, остающаяся достаточно стабильной с 1998 г., более чем в два раза меньше уровня, достигнутого в 1990 г.

Организации НИР можно разделить на четыре группы⁵⁾ (см., например: [1]).

- *академический сектор*, включающий в себя организации Российской академии наук и отраслевых академий (сельскохозяйственных наук, медицинских наук, образования, архитектуры и строительных наук, художеств);
- *отраслевой сектор*, в основном состоящий из исследовательских организаций, подчинявшихся в эпоху СССР отраслевым министерствам;
- *вузовский сектор*, представленный научно-техническими подразделениями высших учебных заведений;
- *заводской сектор*, включающий в себя отделы НИР промышленных предприятий.

Организации *отраслевого сектора* были ориентированы главным образом на решение прикладных задач для предприятий соответствующего министерства. Фундаментальные исследования, проводившиеся в этом секторе, также имели целью практические приложения, например в оборонной и аэрокосмической промышленности.

После распада СССР значительное число этих организаций потеряло гарантированное государственное финансирование и было вынуждено самостоятельно приспособляться к новым условиям. В настоящее время лишь небольшая часть отраслевых институтов в состоянии вести НИР конкурентноспособного уровня. Большая часть этих институтов сотрудничает с «успешными» отраслями промышленности, такими, как нефтяная и газовая. Многие институты данного сектора *de facto* сменили область деятельности, прекратив заниматься исследованиями.

Вузовская наука, за исключением нескольких, в основном московских, вузов, является довольно слабой. В настоящее время в большинстве вузов отсутствуют сильные стимулы для проведения высокотехнологичных научных исследований, в

⁵⁾ Это разбиение отражает специфику сферы НИР России, унаследовавшей многие черты из советской системы (см., например, [17] об инновационной системе линейного типа). Оно несколько отличается от принятых в ОЭСР, а теперь и российскими статистическими ведомствами [3]. Эта методология подразумевает следующую классификацию: государственный сектор, предпринимательский сектор, сектор высшего образования, частный неприбыльный сектор.

частности из-за того, что финансирование высших учебных заведений практически не зависит от научно-исследовательской работы преподавателей.

Основной ориентацией заводской науки в советский период была адаптация технологических решений, полученных извне (например от их отраслевых институтов) для конкретного предприятия. Средний уровень занятых в этом секторе был достаточно низким. В 1990-е гг. отделы НИР стали одними из первых жертв адаптации большинства промышленных предприятий. Таким образом, в настоящее время роль заводской науки в отечественном секторе НИР невысока.

Ситуация в академическом секторе отличается в лучшую сторону. По выражению академика Ж. Алферова, «Российская академия наук – едва ли не единственный центр, в той или иной степени сохранивший свой научный потенциал»⁶⁾.

РАН в настоящее время насчитывает чуть более 100 тыс. человек, из них более 60 тыс. исследователей. Российская академия наук является самоуправляемой некоммерческой организацией (учреждением), имеющей государственный статус. Основной целью деятельности Российской академии наук является организация и проведение фундаментальных исследований, направленных на получение новых знаний о законах развития природы, общества, человека и способствующих технологическому, экономическому, социальному и духовному развитию России⁷⁾. РАН отличается от подобных организаций в Европе (таких, как *Royal Society* в Великобритании, *Institut* во Франции и т.д.) тем, что это не только престижный клуб научной элиты страны. Как отмечается в [6], РАН кроме этого выполняет две другие функции. Во-первых, РАН включает в себя сеть из более чем 450 исследовательских институтов. Во-вторых, РАН *de facto* выполняет функцию агентства, в значительной степени определяющего государственную научно-технологическую политику⁸⁾.

Организационная структура РАН унаследовала основные черты Академии наук СССР и является, по крайней мере, трехуровневой иерархией. Высший орган управления РАН – общее собрание Российской академии наук, образованное в основном действительными членами и членами-корреспондентами РАН. Общее собрание РАН «созывается по мере надобности, но не реже одного раза в год»⁹⁾. В ведении Общего собрания РАН находится назначение новых членов РАН. Постоянно действующим органом управления является Президиум РАН.

Второй уровень иерархии РАН образован отделениями РАН, включающими в себя ученых одной или нескольких смежных отраслей науки. Основной задачей отделения РАН является развитие фундаментальных исследований в научных учреждениях отделения, их координация, анализ и прогноз состояния и развития отечественной и мировой науки¹⁰⁾.

⁶⁾ См.: <http://cnews.ru/newcom/index.shtml?2003/03/13/141892>. См. также мнения других видных российских ученых: http://www.cnews.ru/2002/tendency/rus_science.shtml. См. также [1].

⁷⁾ См. Устав РАН, утвержденный 14 ноября 2001 г. с поправками от 16 мая 2002 г., опубликованный на сайте: <http://www.prn.ru/rus/charter/ustav.html>.

⁸⁾ Такое объединение нескольких функций в одной организации позволило участникам дискуссии сравнить РАН с мини-государством, совмещающим законодательную, исполнительную и судебную власть (Отечественные записки. 2002. №7, 8).

⁹⁾ См. Устав РАН.

¹⁰⁾ Здесь же следует указать региональные отделения РАН.

Третий уровень иерархии РАН образован собственно научными учреждениями, в основном институтами РАН. Институт РАН является юридическим лицом, некоммерческой организацией. Во главе подавляющего большинства институтов РАН стоит действительный член Академии или член-корреспондент. Директор института избирается на общем собрании отделения РАН и утверждается Президиумом РАН¹¹⁾.

Институты РАН являются достаточно большими по сравнению со своими зарубежными аналогами. Внутренняя структура институтов РАН, как и структура самой Академии, является иерархией, включающей в себя дирекцию, отделы, лаборатории, секторы и группы, а также вспомогательные подразделения. Несмотря на постоянный акцент многих руководителей РАН на фундаментальные исследования, институты осуществляют также прикладные исследования и разработки, в некоторых случаях ведется серийное производство продукции. Многие институты РАН обладают человеческим капиталом и технологиями, позволяющими получать финансирование из различных источников.

Институтам РАН доступны несколько источников финансирования. Во-первых, это бюджетные средства, перераспределяемые РАН. В первую очередь речь идет о так называемом «базовом финансировании». Базовое финансирование зависит, в частности, от численности персонала института. Кроме этого, это бюджетные средства, перераспределяемые РАН в рамках специальных программ, иногда на конкурсной основе. Во-вторых, это финансовые средства, заработанные сотрудниками института в конкурентной среде. Сюда включаются средства, полученные от выполнения контрактов на НИР с отечественными и зарубежными предприятиями; от отечественных и зарубежных грантов на исследования и разработки; от платных услуг, оказанных сотрудниками института, такими, как консалтинг, сертификация и т.д.¹²⁾

Типичной является ситуация, в которой дирекция института перераспределяет заработанные сотрудниками средства. Механизмы перераспределения средств в институте зависят от его организационной формы, различные модели которой мы рассматриваем в следующем разделе.

3. Моделирование производства интеллектуальной продукции в академическом институте

3.1. Исследователи

Мы рассматриваем академический институт как некоторое количество исследовательских единиц. Исследовательская единица (в дальнейшем – «исследователь») может представлять из себя одного ученого, или небольшую группу, ос-

¹¹⁾ См. статью 55 Устава РАН.

¹²⁾ Эксплуатация интеллектуальной собственности (ИС), полученной до распада СССР, а также ИС, полученной с использованием государственного финансирования (практически вся ИС РАН), производится на шатком законодательном фундаменте. См., например, публикации в газете «Ведомости»: «ИННОВАЦИИ: Что мешает прорыву?» от 10 октября 2002; «Игры разума. Россия не умеет защищать свою интеллектуальную собственность» от 18 сентября 2002.

тоящую из одного или нескольких научных работников «генераторов идей» и нескольких вспомогательных работников (лаборантов)¹³⁾.

У исследователя имеется постоянный заработок, а также премия, связанная с работой по «контрактам». Контрактом может быть грант на проведение фундаментальных или прикладных исследований, результат коммерциализации научной разработки и т.п.

Исследователи могут различаться между собой с точки зрения своей научной продуктивности (переменная M) и склонности к уходу из института (переменная χ). Склонность к уходу из института зависит от многих факторов, например престижа института, возможности устроиться на лучшее, с точки зрения ученого, место, возможности эмигрировать, знания и способности к изучению иностранных языков, семейных факторов и т.д.

Исследователь определяет уровень усилий на выполнение исследований (переменная τ) и получает контракт с ожидаемым доходом $\pi(M, \varphi, \tau)$, где φ – локальное общественное благо в институте. В эту категорию мы включаем затраты, увеличивающие вероятность получения контрактов и/или размер контракта для всех исследователей. Очевидным примером такого рода затрат является приобретение исследовательского оборудования и материалов общего пользования. Другими примерами являются проведение фундаментальных исследований, результаты которых могут использоваться для других исследований в институте; организация патентного бюро, юридического отдела (коммерческого), приобретение литературы по профилю института. Сюда же можно отнести вложения в репутацию института.

Предполагается, что функция π возрастает по всем трем аргументам.

Работа исследователя связана с издержками некоторого рода. Мы предполагаем существование некоторой функции издержек исследователя $c(\tau)$, зависящей от уровня усилий (см., например: [7, 8]). Мы предполагаем, что $c(\tau)$ монотонно возрастает.

Наконец, исследователь может покинуть институт¹⁴⁾. Для формализации этого феномена можно рассматривать некоторую функцию «выхода» Φ . Если для ученого значение этой функции больше некоторого порогового значения Φ^* , он увольняется из института¹⁵⁾. Эта функция зависит от располагаемого дохода исследователя, его склонностей к миграции. Эта функция может также зависеть от режима финансирования локального общественного блага в предположении, что исследователь может выбирать между институтами, предлагающими различный набор локальных общественных благ.

Мы предполагаем в нашем моделировании совместной работы исследователей следующие (стандартные в такого рода работах) ограничения на функции π

¹³⁾ Размер «исследовательской единицы» зависит, в частности, от области и методов исследований института.

¹⁴⁾ Мы используем в данном случае термин «утечка мозгов», хотя утечка мозгов часто ассоциируется с эмиграцией ученых за рубеж.

¹⁵⁾ В случае, когда исследовательская единица состоит из нескольких человек, понятие «увольнение» требует уточнения. Можно предположить, что продуктивность исследовательской единицы убывает при увольнении одного из ее сотрудников.

и c ¹⁶): π и c дважды непрерывно дифференцируемы и, кроме того, обладают следующими свойствами:

$$\pi_1 > 0, \pi_2 > 0, \pi_3 > 0, \pi_{23} > 0, \pi_{33} < 0, c' > 0, c'' \geq 0, \pi_3 > \pi_2$$
¹⁷.

3.2. Схемы организации института

Совместная работа исследователей может быть организована в различных формах. Модель содержит общественное благо, размер которого и модальности финансирования могут варьироваться.

Во-первых, совместная работа исследователей может быть реализована как равновесие Линдаля в соответствии со следующей схемой¹⁸. Исследователь со способностями M_i определяет уровень усилий τ_i . Он получает контракт (грант) с ожидаемым доходом $\pi(M_i, \varphi, \tau_i)$, где φ – затраты в инфраструктуру института (общественное благо). Его функция полезности:

$$u_i = \pi(M_i, \varphi, \tau_i) - c(\tau_i) - \{\text{участие в финансировании } \varphi\}.$$

Решение находится из следующей задачи оптимизации:

$$\text{Max}_{\tau_i, \varphi} (\pi(M_i, \varphi, \tau_i) - c(\tau_i) - \varphi) \text{ (решение задачи предполагается внутренним)}.$$

$$\text{Очевидно, } \sum \pi_2 = 1; \pi_3(M_i, \varphi, \tau_i) = c'(\tau_i).$$

В равновесии Линдаля каждый финансирует часть α общественного блага,

$$u_i = \pi(M_i, \varphi, \tau_i) - c(\tau_i) - \alpha_i \varphi \Rightarrow \alpha_i = \pi_{2i}.$$

Отметим, что реализация данной схемы затруднена из-за наличия проблемы безбилетника (free rider).

Во-вторых, рассмотрим равновесие с финансированием общественного блага по добровольной подписке (равновесие без координации). С. Радошевич¹⁹ называет данное решение «рыхлая ассоциация лабораторий» (loose association of laboratories).

Как и в предыдущем случае, функция полезности исследователя

$$u_i = \pi(M_i, \varphi, \tau_i) - c(\tau_i) - \{\text{участие в финансировании } \varphi\}.$$

¹⁶) Эти ограничения не являются необходимыми; численное моделирование п. 3.3 не требует даже непрерывности данных функций.

¹⁷) Нижний индекс i обозначает исследователя i , нижние индексы 1, 2, 3, σ и φ обозначают соответственно частные производные по 1, 2, 3 аргументу функции, по σ и φ .

¹⁸) Эта схема должна быть дополнена формализацией увольнения сотрудников из института. Ниже приводится один из вариантов такой формализации.

¹⁹) Выступление на семинаре SSEES, University College of London, организованного 21 ноября 2001 г. в рамках исследовательского проекта «Restructuring Ex-Soviet Atlantis: Russian and Novosibirsk Science and Technology in Post Soviet Period».

Решение находится из следующей задачи оптимизации:

$$\text{Max}_{\tau_i, \varphi_i} \left(\pi(M_i, \sum \varphi_i, \tau_i) - c(\tau_i) - \varphi_i \right).$$

В данном решении общественное благо обычно недофинансируется по сравнению с оптимальным уровнем, уровень усилий более низкий, уровень утечки мозгов из института не ниже, чем в предыдущем случае.

Хотя полученное решение субоптимально, для некоторых отраслей знания (где не требуется больших вложений в инфраструктуру, иными словами, вклад общественного блага в продуктивность невелик) данное решение может быть лучше с точки зрения эффективности, чем следующее решение.

В-третьих, финансирование общественного блага может осуществляться некоторым внешним по отношению к исследователям органом – дирекцией (ученым советом) института. Это решение частично соответствует категории «структурированная ассоциация лабораторий» (structured association of laboratories) в отмеченной выше типологии С. Радошевича.

Мы предполагаем, что дирекция имеет некоторую функцию полезности²⁰. В рамках нашей модели мы считаем, что дирекция института максимизирует функцию полезности следующего вида: $U(\sigma \sum \pi(M_i, \varphi, \tau_i), \varphi, R)$ посредством выбора доли σ отчислений от контрактов исследователей²¹, уровня инвестиций φ , влияющего на вероятность получения контрактов (или их размер) исследователями, и уровня R , не влияющего на исследования.

Предполагается, что эта функция возрастает по всем трем аргументам. Первый аргумент $B = \sigma \sum \pi(M_i, \varphi, \tau_i)$ функции U представляет собой сумму денег, полученных дирекцией от контрактов исследователей. Таким образом, дирекция демонстрирует мотивацию бюрократа [10, 16]), максимизирующего объем активов в своем распоряжении. Второй и третий аргументы влияют на «репутацию» дирекции. Мы считаем, опираясь на опросы лиц, занимающих руководящие должности, что имеет место частичная идентификация [18], заключающаяся в искреннем желании чиновника следовать не своим собственным интересам, а «интересам» возглавляемой им организации. Одним из объяснений такого явления может быть репутация чиновника, в нашем случае в рамках Академии наук. По предположению, полезность директора увеличивается вместе с увеличением финансирования φ и R . В инвестиции φ , влияющие на вероятность получения контрактов исследователями, мы включаем такие статьи, как фундаментальные исследования, результаты которых могут использоваться *всеми* исследователями института, закупки оборудования и материалов общего пользования, содержание некоторых служб института, например вспомогательные лаборатории по измере-

²⁰) Директорами институтов декларировались, в частности, следующие цели: поддержка и улучшение инфраструктуры института, помощь в исследованиях через закупки оборудования и материалов, поддержка фундаментальных исследований в институте, поддержка молодых ученых, поддержка национальной промышленности через приоритеты и преференции российским заказам и т. д. (Поиск. 2001. 22 июня. № 24, 25).

²¹) Эти отчисления могут быть как в денежной форме, так и в «натуральной» форме, например в исследованиях, проводимых для института.

нию, используемые всеми исследовательскими лабораториями института. Также мы включаем в эту статью общие службы института по коммерциализации научных разработок института и патентное бюро. Мы считаем, что эти инвестиции увеличивают вероятность получения контрактов исследователями (или, что с точки зрения модели то же самое, увеличение суммы контракта).

Последний аргумент R , по предположению, не влияет на вероятность получения контракта исследователями. В эти затраты мы включаем как «растраты», с точки зрения исследователей, например мраморную лестницу в кабинет директора, так и затраты, оказывающие лишь опосредованное влияние на деятельность института в короткий промежуток времени, например поддержка молодых ученых²²⁾.

Решение в данном случае находится следующим образом. Дирекция устанавливает ставку налогообложения σ , формирует бюджет B и выделяет из него φ на финансирование общественного блага и R – на остальное. Функция полезности исследователя, принимающего σ и φ как данные,

$$u_i = (1 - \sigma)\pi(M_i, \varphi, \tau_i) - c(\tau_i),$$

т.е. ожидаемая прибыль после «налогообложения» минус издержки. В зависимости от значения функции Φ исследователь может покинуть институт. Таким образом, рассматриваемая модель есть вариант модели Штакельберга с дирекцией-лидером.

Такая конструкция соответствует модели Аткинсона и Стиглица [5] о финансировании общественного блага с двумя отличиями: возможностью «растрат» дирекции и переменным числом «налогоплательщиков».

Функция реакции исследователя $\tau(\sigma, \varphi)$ определяется из условия максимизации его функции полезности

$$(1 - \sigma)\pi_3(M_i, \varphi, \tau_i) = c'(\tau_i).$$

Используя теорему о неявной функции, получаем:

$$\frac{\partial \tau}{\partial \sigma} = \frac{-(-\pi_3)}{(1 - \sigma)\pi_{33} - c''} < 0, \quad \frac{\partial \tau}{\partial \varphi} = \frac{-\pi_{23}(1 - \sigma)}{(1 - \sigma)\pi_{33} - c''} > 0.$$

Теперь определим влияние σ и φ на функцию полезности исследователя:

$$u = (1 - \sigma)\pi(M, \varphi, \tau(\sigma, \varphi)) - c(\tau(\sigma, \varphi)).$$

$$\frac{\partial u}{\partial \sigma} = -\pi(M, \varphi, \tau(\sigma, \varphi)) - \tau_\sigma \{ (1 - \sigma)\pi_3(M, \varphi, \tau(\sigma, \varphi)) - c'(\tau(\sigma, \varphi)) \} < 0,$$

так как член в фигурных скобках равен нулю на решении (оптимальном τ).

$$\frac{\partial u}{\partial \varphi} = (1 - \sigma) \{ \pi_2(M, \varphi, \tau(\sigma, \varphi)) + \pi_3(M, \varphi, \tau(\sigma, \varphi))\tau_\varphi \} > 0.$$

²²⁾ «Старые» ученые, наблюдая значительную эмиграцию молодых ученых за рубеж, могут считать такие затраты необоснованными.

Определим I – множество исследователей, остающихся в институте, $\#I$ – размер этого множества. Очевидно, размер множества I не увеличивается с ростом σ и не уменьшается с ростом φ :

$$\frac{\Delta(\#I)}{\Delta\sigma} \leq 0, \quad \frac{\Delta(\#I)}{\Delta\varphi} \geq 0.$$

Функция полезности директора: $U[B(\sigma, \varphi), \varphi, B(\sigma, \varphi) - \varphi]$, где бюджет $B = \sigma \sum_I \pi(M, \varphi, \tau(\sigma, \varphi))$. Мы считаем $U_1, U_2, U_3 > 0$. Условия первого порядка:

$$\frac{\partial U}{\partial \sigma} = \frac{\partial U}{\partial \varphi} = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial \sigma} = U_1 B_1 + U_3 B_1 = 0.$$

Так как $U_1, U_3 > 0$, получаем, что $B_1 = 0$. Так как $0 \leq \sigma \leq 1$ и $B(0, \varphi) = B(1, \varphi) = 0$, получаем, что бюджет положительный (в случае, когда в институте остаются исследователи). Принимая стандартные гипотезы $U_2|_{\varphi=0} = \infty$, $U_3|_{R=0} = \infty$, получаем, что в бюджете присутствуют ненулевые расходы и на φ , и на R . Второе условие первого порядка: $\frac{\partial U}{\partial \varphi} = U_1 B_2 + U_2 + U_3 (B_2 - 1) = 0$ ²³⁾.

В-четвертых, дирекция может не ограничиваться «налогообложением» исследователей по фиксированной ставке. Возможно дифференцирование этой ставки в различных целях, например максимизация бюджета или минимизация «утечки мозгов». В случае, когда дирекция обладает полной информацией о производственной функции и функции выхода, возможно достижение оптимальной ситуации с точки зрения «утечки мозгов» и финансирования института.

Крайним случаем данного варианта является централизованное управление институтом (centrally managed center в классификации С. Радошевича). В данном случае дирекция определяет не только денежные потоки внутри института, но и определяет конкретные исследовательские планы. Таким образом, это соответствует иерархии, где основные решения принимаются на уровне дирекции.

Достоинствами иерархии являются больший горизонт планирования и возможность управления с меньшими издержками большими проектами. С другой стороны, отмечаются следующие недостатки: менее сильные по сравнению с другими формами стимулы для исследователей, собственная мотивация более высоких уровней, информационные потери внутри иерархии (см., например: [4]).

Одним из вариантов формализации централизованно управляемого института может быть следующая конструкция: исследователи ограничены в выборе контрактов²⁴⁾. Таким образом, вероятна ситуация, в которой исследователь не мо-

²³⁾ В приложении рассматривается решение для частного случая этой модели.

²⁴⁾ По заявлению одного из директоров институтов Сибирского отделения РАН, «мелкие проекты меня не интересуют». В желании контролировать деятельность своих сотрудников дирекция может ограничивать их выбор крупными проектами.

жет выбрать лучший с его точки зрения набор контрактов. Можно предположить наличие некоторого множителя θ ($0 < \theta < 1$) перед математическим ожиданием суммы контракта в функции полезности исследователя:

$$u_i = \theta \pi(M_i, \varphi, \tau_i) - c(\tau_i) - T_i,$$

где T_i – индивидуальный платеж исследователя i в бюджет института.

3.3. Сравнение схем организации института

Используя данные формальные модели, исследуем вопрос о предпочтительности той или иной схемы организации академического института. Прежде всего, следует определить критерии, позволяющие сравнивать модели.

Логично использовать критерий продуктивности, другими словами, сумму контрактов, заработанных институтом. Отметим, что понятие «контракт» в нашей модели может быть расширено: функция π может включать в себя также другие формы результатов научной деятельности, например публикации в научных журналах²⁵⁾.

Другим критерием может служить показатель «утечки мозгов» из института, так как логично предположить, что более «успешные» институты характеризуются в среднем меньшими значениями этого показателя, чем менее «успешные».

Очевидно, первая ситуация является более предпочтительной, чем вторая и третья с точки зрения обоих приведенных критериев. Но, как мы отмечали ранее, существование проблемы «безбилетника» в этом случае затрудняет реализацию этой модели. Что касается ситуаций 2 и 3, можно заметить, что, в зависимости от некоторых параметров модели, та или иная ситуация может оказаться предпочтительной. Ситуация 2, в которой имеют место потери из-за отсутствия координации работы исследователей, может оказаться лучше ситуации 3 как с точки зрения суммы контрактов, так и с точки зрения «утечки мозгов». Очевидно, данный случай соответствует институтам, где выгоды от координации исследователей незначительны. Другими словами, где вклад общественного блага в продуктивность достаточно невелик.

Так как, в общем случае, аналитическое решение не существует из-за того, что некоторые функции являются разрывными (последствие увольнения сотрудников из института), было реализовано численное моделирование. Были предложены следующие гипотезы.

1. Функция издержек исследователя линейна.
2. Математическое ожидание суммы контракта есть функция Кобба – Дугласа следующей формы: $\pi(M_i, \varphi, \tau_i) = M_i^\alpha \varphi^\alpha \tau_i^\beta$.
3. Первоначально в институте 30 исследователей; параметр M равномерно распределен на интервале [1, 3].
4. Исследователь увольняется из института, если его функция полезности не достигает определенного уровня u_s .

²⁵⁾ Библиометрический анализ – статистика числа публикаций и их цитирования – широко используется в литературе в качестве показателя эффективности работы исследователей, см., например, публикации ОЭСР: National Innovation Systems. OECD, 1997; Oslo Manuel. OECD, 1997; Science, Technology and Industry Outlook. OECD, 2002.

5. Функция полезности дирекции в ситуации 3, зависящая от доли σ и от затрат на фундаментальные исследования φ , – это функция Кобба – Дугласа:

$$U(\sigma, \varphi) = B(\sigma, \varphi)^\lambda \varphi^\mu (B(\sigma, \varphi) - \varphi)^\nu.$$

Бюджет института B определяется как доля σ от суммы контрактов, заработанных оставшимися исследователями.

6. Величины β, λ, μ, ν принимают следующие значения: $\beta = 0,5$
 $\lambda = \mu = \nu = 1/3$.

Мы рассматриваем два случая: достаточно малого ($\alpha = 0,1$) и достаточно большого ($\alpha = 0,3$) вклада общественного блага в производственную функцию. Результаты данного численного моделирования приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2.

Результаты численного моделирования при $\alpha = 0,1, u_s = 0,46^{26)}$

Модель	
1	$\varphi = 9,22, \sum \pi = 102,23, N = 28.$
2	$\varphi = 0,36, \sum \pi = 64,46, N = 23.$
3	$\varphi = 16,5, \sum \pi = 58,99, N = 20, \sigma = 0,42, B = 24,77, U = 15,01.$
4	$\varphi = 20, \sum \pi = 120, N = 30.$ $\varphi = 40, \sum \pi = 137, N = 30.$

Таблица 3.

Результаты численного моделирования при $\alpha = 0,3, u_s = 0,6$

Модель	
1	$\varphi = 1696, \sum \pi = 5658, N = 30.$
2	$\varphi = 0,82, \sum \pi = 75, N = 22.$
3	$\varphi = 618, \sum \pi = 1544, N = 30, \sigma = 0,5, B = 772, U = 419.$
4	$\varphi = 100, \sum \pi = 1040, N = 30.$ $\varphi = 1000, \sum \pi = 4121, N = 30.$ $\varphi = 1696, \sum \pi = 5657, N = 30.$ $\varphi = 2000, \sum \pi = 6245, N = 30.$

²⁶⁾ Здесь и далее мы принимаем упрощающее предположение о том, что значение u_s одинаково для всех исследователей. В общем случае это не так, вопрос о корреляции этого параметра с другими характеристиками исследователя (в частности с его продуктивностью) остается открытым, требующим эмпирических исследований.

Результаты расчетов в табл. 2 и 3 показывают, что, в зависимости от вклада общественного блага в производственную функцию, ситуация 2 может оказаться «лучшей» или «худшей», чем ситуация 3. Из табл. 2 и 3 следует, что в рамках ситуации 4 можно достигнуть наилучших результатов. Однако, если принять для ситуации 4 достаточно большие издержки иерархии (достаточно малое значение параметра θ), то ситуация 4 будет наихудшей из всех рассматриваемых. Кроме того, если использовать как критерий сравнения сумму денег, оставшуюся в распоряжении исследователей, то даже в случае низких издержек иерархии ситуация 4 не всегда является наилучшей. Данный критерий является важным в долгосрочном плане, так как определяет привлекательность института для молодых ученых.

Таким образом, мы получили, что среди ситуаций 2, 3, 4 не существует наилучшей для всех случаев. В зависимости от некоторых специфических параметров института, а именно вклада общего блага в производственную функцию исследователей и издержек иерархического способа организации научных исследований, тот или иной тип может оказаться наиболее привлекательным.

3.4. Выбор организационной формы

Мы считаем, что объективные факторы играют определяющую роль в выборе организационной формы института. Эти объективные факторы связаны с особенностями технологии исследований института, а также распространения результатов этих исследований.

Вместе с тем субъективные факторы также играют важную роль в данном выборе. Особенности процедуры²⁷⁾ и практики назначения директоров институтов РАН приводят к тому, что дирекция играет важную роль в деятельности института в различных областях его деятельности. Таким образом, предпочтения директора (дирекции) могут оказывать влияние на выбор организационной формы. Кроме того, на данный выбор влияют и ведущие исследователи института.

Если ограничить рассмотрение только объективными факторами, можно предположить существование процедуры автоселекции наилучших организационных форм, «отсеивающей» заведомо неоптимальные формы. Другим подходом является предположение существования траекторий во времени, по которым развивается организационная структура. В рамках данного подхода неоптимальные структуры могут сохраняться, в частности, из-за сложностей перехода с одной траектории на другую.

Ни один из этих подходов не является достаточным для объяснения выбора организационной формы для довольно большой выборки. В ряде случаев останется некоторый остаток, который не может быть объяснен объективными факторами. Мы считаем, что в эмпирических исследованиях следует попытаться понять природу данного остатка для выделения роли влияния субъективных факторов.

Исследования остатка, необъясненного объективными факторами, необходимы для изучения случаев, когда институт выбирает заведомо неоптимальную

²⁷⁾ Как было отмечено в разделе 2, директор института избирается на общем собрании отделения РАН. Таким образом, участие коллектива института в выборе директора не играет определяющей роли. Это приводит к потенциальному увеличению переговорной силы дирекции и уменьшению переговорной силы исследователей в институте.

организационную схему. Исследования данного рода могут иметь нормативные выводы, заключающиеся в предложениях о коррекции формальных документов, определяющих функционирование институтов РАН.

Заключение

Данная статья посвящена теоретическому исследованию производства знаний и технологий академическими институтами в России. Предложены три модели для типологии различных организационных форм институтов. На основе данных моделей был проведен (с использованием численного моделирования) сравнительный анализ эффективности альтернативных организационных форм. Показано, что не существует формы, оптимальной в любых обстоятельствах. Были предложены подходы, описывающие выбор организационной формы конкретным институтом, и высказаны предложения для эмпирических исследований.

Теоретические модели являются достаточно простыми и не отражают некоторые особенности производства интеллектуального продукта. В частности, данные модели могут быть модифицированы посредством детального рассмотрения качественного состава лабораторий (включение в модель возраста и опыта исследователей). Целесообразно включение в модели положительных экстерналий, связанных с работой в одном институте многих исследователей (это может быть реализовано через зависимость продуктивности исследователя M_i от числа исследователей в институте). Кроме того, возможно включение в модели динамики, что позволит получить временные траектории. Динамические модели оказываются полезными для исследования таких феноменов, как, например, «утечка мозгов».

Данная теоретическая конструкция может использоваться для описания не только академических институтов, но также и других объектов, где фактически независимые единицы используют локальное общественное благо, например технополисы.

* *
*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гохберг Л.М. Статистика науки. М.: ТЕИС, 2003.
2. Макаров В.Л., Варшавский А.Е. Наука и высокие технологии на рубеже третьего тысячелетия. М.: Наука, 2001.
3. Наука в России. 2001: Стат. сб. М.: Госкомстат России, ЦИСН, 2002.
4. Уильямсон О.И. Экономические институты капитализма. СПб.: Лениздат, 1996.
5. Atkinson T., Stiglitz J. Lectures on Public Economics. N. Y.: McGraw-Hill, 1980.
6. Balázs K. Is There Any Future for the Academies of Sciences? // Dyker D. (ed.) Technology of Transition. Budapest: Central European University Press, 1997.
7. Beath J., et al. Optimal Incentives for Income Generation within Universities // Collection Les Cahiers de l'Innovation. Paris: CNRS, 2000. № 00012.

8. Carraro C., et al. Science vs. Profit in Research. Lessons from the Human Genome Project // CESifo Working Paper. 2001. № 541.
9. Dasgupta P., David P.A. Information Disclosure and the Economics of Science and Technology. Ch. 16 // Arrow and the Accent of Modern Economics Theory / G.R. Feiwel (ed.). N. Y.: New York University Press, 1987.
10. Hart O. Firms, Contracts and Financial Structure. Oxford: Clarendon Press, 1995.
11. Jaffe A. Real Effects of Academic Research // American Economic Review. 1989. № 795.
12. Maurer S.M. Promoting and Disseminating Knowledge, The Public/Private Interface: Paper Prepared for the U.S. National Research Council's Symposium on the Role of Scientific and Technical Data and Information in the Public Domain. Washington, D.C., 2002. September 5-6 (http://www7.nationalacademies.org/biso/PD_Maurer_pdf.pdf).
13. Merton R.K. The Sociology of Science, Theoretical and Empirical Investigations / N.W. Storer (ed.). Chicago: University of Chicago Press, 1973.
14. Mohnen P., Mairesse J. R&D et productivité, survol de la littérature // Collection Les cahiers de l'innovation, Cahier № 99019, 1999.
15. Mokyr J. The Gifts of Athena, Historical Origins of the Knowledge Economy. Princeton University Press, 2002.
16. Niskanen W.A. Bureaucracy and Public Economics. Edward Elgar, 1994.
17. Radosevic S. Patterns of Preservation, Restructuring, and Survival: Science and Technology Policy in Russia in the Post-Soviet Era // Research Policy. 2003. Vol. 32. Is. 6.
18. Simon H. A. Theories of Decision Making in Economics and Behavioral Science // The American Economic Review. 1959. Vol. 49.
19. Stephan P.E. The Economics of Science // Journal of Economic Literature. 1996. Vol. XXXIV. № 6.

Приложение

Равновесие в ситуации 3 в случае функции полезности и производственной функции Кобба – Дугласа

Предположим, что

1. Функция издержек исследователя линейна.
2. Математическое ожидание суммы контракта есть функция Кобба – Дугласа следующей формы: $\pi(M_i, \varphi, \tau_i) = M_i \varphi^\alpha \tau_i^\beta$, $\alpha = 0,1$; $\beta = 0,5$.

3. Распределение ученых (параметр M) следующее:

$$M_1 = 1 + 1/n, \quad M_2 = 1 + 2/n, \quad \dots, \quad M_n = 2.$$

4. Функция эмиграции ученых следующая: число оставшихся ученых n с $M_{\text{среднее}} = 1 + (1 + n) / 2Num$ следующее: $n(\sigma) = Num(1 - \sigma / 2)$, где $Num = 50$ – начальное число исследователей. Мы рассматриваем упрощенный случай непрерывного n . В общем случае эта функция является ступенчатой.

5. Функция полезности дирекции, зависящая от доли σ и от затрат на фундаментальные исследования φ , – это функция Кобба – Дугласа

$$U(\sigma, \varphi) = B(\sigma, \varphi)^\lambda \varphi^\mu (B(\sigma, \varphi) - \varphi)^\nu ; \lambda = \mu = \nu = 1/3.$$

Одним из условий оптимальности первого ранга в равновесии Штакельберга (дирекция – лидер) является следующее: частная производная бюджета по σ равняется нулю. В нашем частном случае мы получаем из этого условия оптимальное значение σ . Зависимость бюджета от σ имеет следующий вид для некоторого значения φ (рис. П2). Оптимальная доля σ является таковой для любых φ в случае функции полезности Кобба – Дугласа. На рис. П1 пунктирной линией показан случай, где эмиграция невозможна, в этом случае оптимальная доля σ больше.

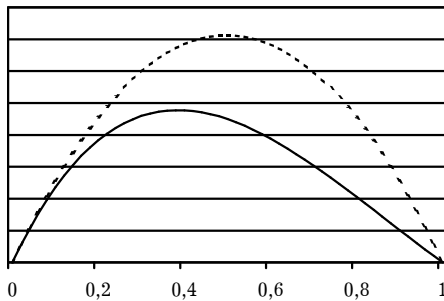


Рис. П1. Зависимость бюджета от σ

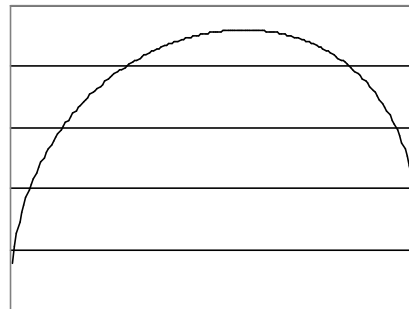


Рис. П2. Зависимость U от φ

Определив оптимальную долю σ , мы находим размер затрат на фундаментальные исследования. Функция полезности дирекции с оптимальной долей σ в зависимости от затрат на фундаментальные исследования показана на рис. П2. Существует единственное оптимальное значение величины затрат на фундаментальные исследования.