

Методологические проблемы системного анализа

Анализ подходов к гармонизации связей между наукой и экономикой*

Л. Е. ВАРШАВСКИЙ

Аннотация. В статье анализируются некоторые направления фундаментальной науки, которые могут стать драйверами модернизации экспортно-ориентированных производств России. Исследуется опыт государственной поддержки науки в федеральных агентствах и со стороны администрации США. Анализируются методические подходы к оценке эффективности деятельности научно-исследовательских организаций, а также результативности исследователей.

Ключевые слова: фундаментальная наука, государственная поддержка, эффективность, результативность.

Введение

Востребованность науки в обществе зависит от уровня и целей развития последнего. В новейшей истории, на каждом этапе развития общества явно или неявно формируются приоритетные направления научных исследований, соответствующие интересам различных групп, определяющих условия финансирования и проведения научных работ. Конкретные направления научных исследований могут быть связаны с объективными потребностями общества, диктуемыми целями социально-экономического и технологического развития, укрепления обороноспособности и безопасности страны, а также с субъективными факторами (наличием значительного задела в той или иной области науки, амби-

циями признанных научных коллективов, авторитетом интересами и позицией представителей властных структур, бизнеса и отдельных высокопоставленных членов ученого сообщества и др.).

В свою очередь соотношение между объективными и субъективными факторами, определяющими востребованность фундаментальной науки и её отдельных направлений, во многом зависит от экономической ситуации, в которой находится общество и от профессионализма в управлении экономикой на макро- и микроуровне.

Особая роль в координации и управлении исследованиями и разработками в развитой рыночной экономике должна принадлежать государству, важными функциями которого являются, в частности, «финансирование общественно необходимых программ НИОКР, не представляющих интереса... для частного сектора», «финансирование особо крупных научных проектов из-за ограниченности фи-

* Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-29-05077).

нансовых возможностей бизнеса», «стимулирование инвестиций частного сектора к инвестированию в НИОКР» [1].

Однако переход нашей страны к рыночным отношениям в экономике ознаменовался усилением субъективных факторов, проявляющихся в фактическом игнорировании накопленного отечественного научного потенциала со стороны бизнеса и органов управления экономикой. Подобная проблема во многом связана с возникшей в нашей стране моделью, которую некоторые авторы называют моделью «периферийного капитализма». Суть этой модели в наших условиях, по мнению этих авторов, состоит в том, что она основана на «неформальном контроле над активами»? при котором активы «...нельзя легализовать и передавать по наследству и всегда можно оспорить». В связи с этим «...временной горизонт управления отечественным крупным бизнесом становится краткосрочным, что отражается на целях, которые ставят перед собой предприниматели». Если в условиях «холодной войны» наука была нужна для обеспечения паритета в военной области и решения провозглашенных целей социально-экономического развития, то после завершения противостояния систем в условиях «периферийного капитализма», ориентированного на краткосрочные интересы бизнеса, необходимость в науке отпала [2].

На проходившем в октябре 2013 г. научно-практическом симпозиуме «Рефлексивные процессы и управление» также отмечалось, что «...в советский период научный продукт вызывал у властных структур... повышенный спрос с учётом перспектив развития. Сегодня... ни властные, ни бизнес-структуры не способны мыслить стратегически, ориентируясь в лучшем случае на среднесрочную выгоду» [3].

Вместе с тем, в последнее время, в связи с обострением международной напряженности, появляется понимание необходимости развития исследований и разработок, правда, главным образом, в оборонной области. В нынешних условиях роль науки для развития отечественного военно-промышленного комплекса объективно повышается ввиду того, что «...впервые почти за два столетия в случае возможного крупного конфликта наша страна не будет обладать численным превосходством в живой силе и обычных вооружениях... Необходимый для предотвращения возможных конфликтов баланс сил должен поддерживаться, в первую очередь, за счет качественной составляющей военно-технического потенциала России, т. е. за счет высокого уровня наукоемкости оборонной продукции...» [4]. И здесь также необходимо отметить значение академического сектора, в котором ведутся фундаментальные исследования в важнейших областях естественных и гуманитарных наук и в котором сконцентрирована половина исследователей в области естественных наук.

1. Необходимость проведения фундаментальных исследований для развития экономики России на современном этапе

Значение фундаментальных исследований возрастает не только ввиду необходимости обеспечения обороноспособности и безопасности страны, но и в связи с обостряющимися социальными и экономическими проблемами.

Так, средняя продолжительность жизни в нашей стране существенно ниже среднего европейского уровня (по некоторым данным на 14 лет), что свидетельствует о необходимости ускоренного развития отечественной фармацевтической промышленности и её научной базы. Однако, как отмечает академик Алдошин С. М., в связи с необходимостью осуществления значительных затрат в исследовании «ни одна из крупных российских фармацевтических компаний даже не ставит перед собой задачу проведения научно-исследовательских разработок...». В то же время «...практикуется перенос в Россию второсортных зарубежных разработок в обмен на обеспечение клинических испытаний на российской базе». В связи с отсутствием необходимой государственной поддержки науки в этой области, а также необходимого механизма государственно-частного партнерства не используется потенциал институтов химического профиля Российской академии наук, которые ведут исследования в области создания оригинальных лекарственных препаратов. В итоге, доля отечественных лекарственных средств на российском рынке фармацевтической продукции составляет менее 20 % [5].

Для попавшей в сырьевую кабалу экономики нашей страны, которой в ближайшее время угрожает спад, а возможно и длительная рецессия, особенно важно правильно определить приоритетные направления развития фундаментальных исследований. В связи с этим, в сложившихся условиях возрастает роль аналитических и системных исследований анализа влияния тех или иных направлений фундаментальных исследований на улучшение экономической ситуации в стране в целом и в ключевых отраслях экономики. Здесь следует отметить, что существуют различия в востребованности в конкретных направлениях фундаментальных исследований со стороны фирм различных отраслей. Так, в конце 1990-х гг. консалтинговой компанией Technopolis был проведен опрос большого числа крупных фирм разных отраслей относительно того, какое влияние на их деятельность оказывали фундаментальные (в области физики, химии, биологии, медицины, математики) и прикладные (в области материаловедения, электротехники

и др.) исследования, которые в течение 10 предшествующих лет финансировались государством. Ответы оценивались по семибальной системе (1 соответствовала незначительному влиянию, а 7 — очень сильному). Результаты опроса показали, что наибольшая доля фирм, указавших на очень сильное влияние фундаментальных исследований в своей деятельности, связана с фармацевтической отраслью. 78 % опрошенных фирм данной группы указали на очень сильное влияние на их деятельность фундаментальных исследований в области химии, 85 % — медицины и 71 % — биологии. На значительное влияние фундаментальных исследований в области химии указало также свыше 50 % фирм нефтяного профиля. В то же время, для фирм технического профиля (engineering based industries) фундаментальные исследования в области чистой науки оказались существенно менее значимыми, чем прикладные исследования [6].

Влияние фундаментальных исследований в области химии на собственное развитие начинает осознаваться и в отечественных компаниях нефтегазового и химического профиля. Косвенно об этом свидетельствует то, что наибольшая доля из небольшого объема привлекаемых внебюджетных средств на развитие материально-технической базы Российской академии наук (РАН) приходится на отделения химии, наук о земле и энергетике [7].

По нашему мнению, влияние фундаментальных исследований в области химии на развитие экономики страны, главными отраслями специализации которой, к сожалению, стали добыча и, в существенно меньшей степени, переработка сырья, будет возрастать. Это согласуется как с оценками экспертов о том, что в условиях истощения относительно благоприятных запасов нефти и газа нефтегазовые компании могут стать «...одними из наиболее подготовленных к восприятию и реализации инновационных технологий», так и с высоким уровнем исследований институтов химического профиля РАН.

Так, уже в ближайшей и среднесрочной перспективе необходимо будет начать реализацию разработанных учеными РАН технологий увеличения добычи нефти на обводненных месторождений, входящих в позднюю стадию разработки; вовлечь в разработку трудноизвлекаемые и нетрадиционные запасы нефти и газа; обеспечить существенно более полное использование попутных компонентов, и прежде всего нефтяного газа; повысить глубину переработки нефтяного сырья [8].

С другой стороны, в институтах РАН химического профиля разработаны эффективные технологии, как, например, технология глубокой переработки, обеспечивающие повышение глубины переработки

до 72–75 %, технология каталитического крекинга вакуумного газойля (обеспечивающая 50-процентный выход бензина масс. на сырьё) и др. В институте катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, в частности, разработаны катализаторы крекинга серии «Люкс», обеспечивающие более высокий (на 4 %) выход крекинг-бензина, чем при использовании зарубежных аналогов. В этом же институте разработаны катализаторы глубокой гидроочистки дизельных фракций, которые позволяют перейти к производству нефтепродуктов экологических стандартов Евро-3 и Евро-5, алюмохромовые катализаторы для дегидрирования изобутана в изобутилен при производстве синтетического каучука, которые успешно используются в нефтехимическом производстве, и др. [5, 9]. Следует отметить, что Россия относится к странам, «...обладающим полным комплексом технологий производства катализаторов для... нефтепереработки», число которых меньше, «чем стран, обладающих секретами производства атомного оружия» [9].

Однако внедрение в производство новых каталитических технологий, ориентированных на крупнотоннажные агрегаты (производительностью до 1 млн т в год) осложняется тем, что требуется их опытно-промышленная эксплуатация на достаточно мощных установках. Институты РАН не имеют средств для сооружения таких установок. Как отмечает академик В. Н. Пармон, «...необходимая для этого инфраструктура сейчас полностью отсутствует и не может быть создана без целенаправленной и заинтересованной помощи государства» [9].

Вместе с тем, существенную помощь мог бы оказать и отечественный бизнес, который пока ещё «...не дорос до понимания необходимости развития фундаментальной науки». В этом отношении весьма актуальным является предложение о формировании централизованного фонда поддержки фундаментальных и прикладных исследований за счет отчислений от доходов частных и государственных компаний, освобождаемых от налогов [10]. Такая практика существовала в СССР (предприятия отчисляли в фонд развития науки и техники 1,5 % своих доходов). Она широко применяется и в США, где за счет подобных отчислений существует немало крупных исследовательских организаций, играющих ключевую роль в развитии ряда отраслей (например, в электроэнергетике это Electric Power Research Institute (EPRI), в ядерной энергетике — Nuclear Energy Institute (NEI), The Institute of Nuclear Power Operations (INPO)) [11]. При этом представители бизнеса могли бы напрямую взаимодействовать с научными организациями и учеными в постановке и решении важных народнохозяйственных проблем.

2. Опыт государственной поддержки фундаментальной науки в развитых странах (на примере США)

2.1. Некоторые аспекты государственной поддержки науки в федеральных агентствах США

В США государство традиционно играет ведущую роль в финансировании фундаментальных и прикладных исследований. В 2011 г. государством было профинансировано этих исследований на сумму 71,2 млрд долл., в то время как бизнесом — 59 млрд долл. Государственные средства являются главным источником финансирования фундаментальных исследований (в 2011 г. они составляли 41 млрд долл., или около 55 % от общего объема финансирования этих исследований) [12]. В связи с этим в стране уделяется большое внимание исследованию влияния научно-технического прогресса, и в частности фундаментальных исследований, на социально-экономическое развитие. Уже с 1950–1960-х гг. в федеральных агентствах отбор поддерживавшихся фундаментальных исследований осуществлялся путем анализа их соответствия целям развития экономики страны, бизнеса и обороны. Более того, в федеральных агентствах, имевших мощную научную базу (национальные лаборатории), был налажен трансфер результатов исследований, разрабатываемых за счет государственного финансирования или с привлечением средств бизнес-структур, в различные отрасли экономики.

Так, в законе о космической деятельности от 1958 г., положившем начало NASA, устанавливалось требование обеспечения широкой общественности информацией о результатах исследований и разработок, проводимых в этой организации. Регулярно издается журнал *Spinoff*, в котором содержатся материалы исследований, потенциально пригодные для коммерческого использования. Так, к 2012 г. в журнале была представлена информация о 1800 технологиях, разработанных для нужд NASA.

Для обеспечения трансфера технологий в федеральных ведомствах организована сеть центров передачи технологий. В NASA головным среди этих центров является Национальный центр передачи технологий (National Technology Transfer Center — NTTC), расположенный в городе Wheeling, штат Западная Виргиния. Этот центр осуществляет свободное информационное обслуживание частных фирм, а также обеспечивает контакты их представителей со специалистами национальных лабораторий. Через сеть региональных центров передачи технологий (RTTCs) осуществляется информационная и консультационная поддержка коммерческих компа-

ний, заинтересованных в исследованиях и разработках, проводимых в NASA.

Опрос коммерческих организаций показал, что в 2004–2013 гг. за счет использования технологий, разработанных в NASA, ими было создано 18 000 рабочих мест, обеспечены дополнительный доход и экономия затрат соответственно в объемах 5,1 и 4,9 млрд долл. [13]. Так, только использование в магистральных самолетах компании Boeing законцовок крыла (winglets), разработанных в исследовательском центре NASA в Лэнгли (Langley Research Center) и протестированных в летном исследовательском центре NASA в Драйдене (Dryden Flight Research Center), к 2010 г. обеспечило экономию реактивного топлива в объеме 2 млрд галлонов, что позволило уменьшить эксплуатационные затраты авиакомпаний на 4 млрд долл. и снизить объем выбросов окиси углерода в атмосферу на 21,5 млн т [14].

Работа по трансферу и коммерциализации технологий, разработанных в национальных лабораториях США, осуществляется в рамках законодательно оговоренных соглашений, таких как Соглашение о совместных исследованиях и разработках (Cooperative Research and Development Agreements — CRADA), Соглашения «Работа для других» (Work-For-Others Agreements), Соглашения о коммерциализации технологий (Agreements for Commercializing Technology), Соглашения об использовании оборудования (User Facility Agreements), а также путем лицензирования интеллектуальной собственности (licensing of intellectual property).

Особенно важное значение придается соглашениям типа CRADA, формат которых был установлен в Законе о федеральном трансфере технологий от 1986 г. (Federal Technology Transfer Act). В рамках этих соглашений обеспечивается, в частности, защита интеллектуальной собственности партнеров, сохранение исключительных прав партнеров на патенты, возможность сохранения конфиденциальности данных и нераскрытия информации на срок до 5 лет и др. [15].

Законом «О трансфере технологии для национальной конкурентоспособности» от 1989 г. (National Competitiveness Technology Transfer Act) установлено, что трансфер технологий является миссией государства. Национальным лабораториям вменяется в обязанность использовать соглашения CRADA для ускорения разработки и трансфера технологий в частный сектор. В министерстве энергетики США (Department of Energy) ответственность за оценку деятельности национальных лабораторий в рамках соглашений CRADA возложена на центры (offices), расположенные в этих лабораториях. Отчеты этих центров о результатах CRADA направляются в Офис научно-технической информации министерства (Office of Scientific and Technical Information —

OSTI), одной из важнейших функций которого является обеспечение научно-технического сообщества и бизнеса информацией о результатах работ в рамках этих соглашений [16].

Здесь следует отметить, что одно из положений теории промышленной организации (industrial organization) состоит в наличии у зрелых фирм более сильной, чем у фирм-новичков, мотивации «...осуществлять НИОКР, направленные на постепенные нововведения». В то же время новые фирмы «...имеют более сильную, чем зрелые фирмы, мотивацию для проведения НИОКР», связанных с радикальными инновациями [17]. В первую очередь это относится к фундаментальным исследованиям. В связи с этим федеральные ведомства, и в частности Отделение фундаментальной науки в энергетике Министерства энергетики США (Office of Basic Energy Sciences — DOE BES), осуществляют координацию работ и финансовую поддержку ученых национальных лабораторий и университетов, проводящих фундаментальные исследования, необходимые для решения проблем, имеющих важное значение для экономики страны.

Так, в последние 10–15 лет DOE BES организовала десятки заседаний (семинаров, рабочих совещаний — workshops) по важнейшим направлениям фундаментальной науки с привлечением ученых из национальных лабораторий, университетов и промышленности. По результатам этих заседаний было подготовлено большое количество отчетов, на основе которых принимались решения о создании Центров передовых энергетических исследований (Energy Frontier Research Centers — EFRCs). К концу 2010 г. всего было создано 46 таких центров с годовым бюджетом 125 млн долл.

Представляет интерес структура и содержание отчетов заседаний. Каждый отчет состоит из трех частей. Первая часть — это краткое изложение всего документа по данной проблеме (Executive Summary). Во второй части содержится информация о значении рассматриваемой технологии для экономики, состояние её развития, потенциальные возможности, а также общие соображения, лежащие в основе выбора приоритетных направлений фундаментальных исследований. Третья часть доклада посвящена описанию выбранных приоритетных направлений фундаментальных исследований (обычно это 2–3 направления).

При отборе этих направлений использовалось 3 критерия: учет потребностей промышленности и общенациональных приоритетов; необходимость обращения к серьезной (meaningful) науке; возможность реализации результатов в краткосрочной перспективе (не более 5 лет).

В третьем разделе каждое приоритетное направление состоит из 6–7 подразделов и включает: поста-

новку проблему; краткое содержание (Executive Summary); суть проблемы (Background); потребности промышленности (Industry Need); вызовы, стоящие перед наукой (Scientific Challenges); направления исследований; потенциальный вклад.

Так, в докладе по теме «Усовершенствованная ядерная энергетика» (Advanced Nuclear Energy) было выбрано 3 приоритетных направления исследований:

- «Механизмы деградации материалов» (Materials Degradation Mechanisms);
- «Масштабирование эффектов интенсивного облучения» (Scaling of Advanced Irradiation Effects);
- «Конечная стадия топливного цикла» (Back End of Fuel Cycle).

Цель исследований по выбранным приоритетным направлениям состоит, в частности, в следующем:

- в выявлении механизмов деградации материалов для обеспечения продления службы атомных станций до 80 лет;
- в создании методов ускоренного тестирования материалов, ориентированных на длительную эксплуатацию (80 и более лет) — для более быстрого вывода их на рынок;
- в обеспечении лучшего понимания поведения актинид-содержащих систем, а также в определении ядерных сечений при взаимодействии различных веществ в радиоактивных отходах — для разработки эффективной стратегии хранения отходов [18].

Следует отметить, что общий подход DOE BES к планированию исследований, исходя из потребностей экономики страны, близок к подходу, использовавшемуся в СССР при разработке Комплексной программы научно-технического прогресса [19].

2.2. Меры государственной поддержки науки со стороны администрации США

В октябре 2011 г. Президентом Обамой был издан Меморандум об ускорении технологического трансфера и коммерциализации государственных исследований в целях поддержки быстро растущего бизнеса (Presidential Memorandum — Accelerating Technology Transfer and Commercialization of Federal Research in Support of High-Growth Businesses). В соответствии с этим документом с целью ускорения трансфера технологий федеральные лаборатории должны были разработать 5-летние планы на 2013–2017 гг. и критерии оценки их выполнения (с учетом числа передаваемых изобретений, лицензий на выпускаемые патенты, организуемых частно-государственных партнерств и др. показателей).

В качестве конкретного примера государственной поддержки исследований представляет интерес анализ действий, предпринимаемых администрацией США по ускорению инновационного развития обрабатывающей промышленности. Так, в связи с негативными явлениями в обрабатывающей промышленности администрация президента Обамы пытается реализовать ряд мероприятий, направленных на сохранение лидерства США и повышение занятости. В июне 2011 г. В Совете по науке и технологиям при президенте США был подготовлен Доклад Президенту, в котором предложен комплекс мер, заключающихся, в частности, в запуске правительственной Инициативы в области усовершенствованного промышленного производства (Advanced Manufacturing Initiative — AMI), в совершенствовании налоговой политики (включая введение налогового кредита для исследований и разработок в обрабатывающей промышленности, доля которых в общем объеме НИОКР страны составляет 70 %), в доведении затрат на исследования и разработки до 3 % от ВВП, в улучшении системы образования в области точных и инженерных наук и математики (science, technology, engineering and mathematics — STEM). Важно отметить, что для преодоления так называемых провалов рынка (market failures), препятствующих развитию критически важных перспективных технологий (в качестве примеров таковых, в частности, приводятся наноматериалы, оптоэлектроника нового поколения, гибкая электроника), рекомендовано использовать как частные и общественные (public) инвестиции, так и меры государственной поддержки. Вместе с тем, учитывая настойчивые призывы промышленников, предложено также расширить масштабы привлечения высококвалифицированных кадров из-за рубежа для работы в американских компаниях.

Рекомендации Доклада от 2011 г. легли в основу последующих инициатив администрации США по углублению инновационного развития обрабатывающей промышленности. Так, для стимулирования привлечения инвестиций в страну Президентом предложено понизить ставку налога на прибыль для предприятий обрабатывающей промышленности с 35 % до 25 %. В марте 2012 г. разработан предварительный дизайн Национальной сети инноваций в обрабатывающей промышленности (National Network for Manufacturing Innovation), цель которой состоит в преодолении отставания в инновационной инфраструктуре США от других стран. Сеть на первом этапе будет включать 15 институтов инноваций (Institutes for Manufacturing Innovation — IMI), специализирующихся в определенной узкой области. Каждый из институтов будет служить своего рода инкубатором изобретений и технологий, ориентированным на коммерциализацию инноваций и обеспечивающим

«ускорение появления и роста малых и средних предприятий». Предполагается, что затраты на создание сети составят 1 млрд долл., которые разделят между собой предприятия, академические организации (в США — это ряд исследовательских университетов) и правительство. Одновременно с целью подготовки квалифицированных кадров для работы с новыми перспективными технологиями предполагается повысить эффективность обучения в коммунальных колледжах (Community Colleges), как правило, с двухгодичным обучением (в последние годы эти образовательные заведения сыграли определенную роль в переориентации кадров, потерявших работу из-за кризиса, и в некотором рассасывании безработицы). В течение дальнейших 10 лет Президентом Обамой предложено довести число таких институтов до 45¹.

Интересно отметить, что при разработке дизайна создаваемой сети использован опыт Германии по стимулированию инновационного развития (в особенности успешный опыт научных институтов общества Фраунхофера, ведущих прикладные исследования и являющихся связующим звеном между академическими организациями, осуществляющими фундаментальные исследования, и организациями, ориентированными на разработку и коммерциализацию исследований²), а также по формированию системы «дуального» профессионально-технического образования³ [20].

3. Анализ методических подходов к оценке эффективности фундаментальных исследований

3.1. Подходы к оценке эффективности исследований и деятельности научно-исследовательских организаций

К настоящему времени опубликовано немало работ, посвященных анализу влияния исследований и разработок на экономический рост и производитель-

¹ Fact Sheet: The President's Plan to Make America a Magnet for Jobs by Investing in Manufacturing. The White House. February 13, 2013. URL: <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/02/13/fact-sheet-president-s-plan-make-america-magnet-jobs-investing-manufacture>; How to Revive U. S. Manufacturing. URL: <http://www.bloomberg.com/news/2013-02-13/obama-needs-zen-like-focus-for-u-s-manufacturing-revival.html>; URL: <http://www.manufacturing.gov/nmmi.html>.

² Следует отметить, что доля промышленных фирм в финансировании Общества Фраунхофера составляет 70 %.

³ URL: <http://www.fhcmi.org/About/model.html>; Foreign Government Programs Differ in Some Key Respects from Those in the United States. Report to the Chairman, Committee on Commerce, Science, and Transportation, U. S. Senate. United States Government Accountability Office (GAO), July 2013.

ность фирм (см., например, [21]). Как правило, авторы использовали эконометрический анализ, основанный на применении модифицированной функции Кобба—Дугласа, в которую, наряду с традиционными факторами (трудом и капиталом) в качестве дополнительного фактора включался так называемый «капитал НИОКР» („R&D Stocks“, т. е. объём исследований и разработок, кумулятивный, или с лагами).

Так, проведенный в статье [22] анализ деятельности 1000 крупнейших фирм США показал, что основной вклад в производительность фирм вносит «капитал НИОКР», причем производительность фирм положительно коррелировала с долей их расходов на фундаментальные исследования. Учет отраслевой специфики фирм был проведен в статье [21], посвященной изучению влияния фундаментальных исследований на производительность высоко- и низкотехнологичных фирм Бельгии. Авторами было показано, что фундаментальные исследования влияют на производительность именно высокотехнологичных фирм. Вместе с тем, ряд авторов приходит к выводу о том, что положительный эффект присущ только исследованиям, финансируемым частными фирмами [23].

Различие подходов и моделей, используемых разными авторами, затрудняет получение объективных данных об эффективности трансфера научных результатов и технологий, финансируемых за счет государства. Так, в зависимости от методики проведения расчетов, оценки дополнительных рабочих мест в экономике США, созданных за счет привлечения в NASA 1 млн долл., варьируют от 7,8 до 19,4 чел. В связи с этим исследователями NASA было принято решение использовать следующие 5 показателей оценки экономической эффективности, выявляемых в ходе опросов руководства компаний, использующих научные результаты и технологии NASA. К ним относятся: 1) количество созданных рабочих мест; 2) полученный дополнительный доход; 3) прирост производительности эффективности, измеренный в долл.; 4) число спасенных жизней; 5) число людей, улучшивших условия жизни [14].

В Министерстве энергетики США при оценке эффективности годовой деятельности национальных лабораторий в области трансфера и коммерциализации технологий предлагалось, в частности, использовать следующие показатели:

- эффективность патентной деятельности (Patenting Effectiveness), т. е. отношение числа патентных заявок в текущем году к скользящему среднему патентных заявок за 3 года;
- эффективность содействия изобретательству (Inventorship Promotion Effectiveness), т. е. число трансферов технологий и объём образовательной и информационной работы персонала;

- количество технологий, доступных для широкого круга потенциальных потребителей;
- эффективность лицензирования патентов (Licensing Effectiveness of Patents), т. е. отношение количества коммерциализированных активных лицензий к общему числу активных лицензий;
- успешная коммерциализация технологий (Commercialization Success), т. е. число новых коммерциализированных технологий и общее число активных коммерциализированных технологий в году;
- успехи в создании стартапов, т. е. число новых стартапов и доля стартапов, основанных за 3 предыдущие года и продолжающих свою деятельность, — в общем числе стартапов, основанных за соответствующий период [16].

Следует, однако, отметить, что у администрации ведомств и у большинства специалистов в области экономики науки и инноваций есть четкое понимание того, что деятельность лабораторий в области трансфера технологий не должна препятствовать выполнению их основных функций — проведению научных исследований.

В последние 2 десятилетия активно продвигается также идея оценки деятельности американских университетов с учетом их успехов в трансфере и коммерциализации технологий. Эта тенденция перехода к так называемому, «университетскому капитализму» („academic capitalism“⁴) подвергается рядом авторов суровой критике, так как она подрывает главную миссию университетов — образовательную [24].

3.2. Подходы к оценке результативности исследователей

В связи с ростом затрат на научные исследования в развитых странах, и прежде всего в США, начиная с 1990-х гг. усилился интерес к оценке результативности в науке и отдельных ученых. Убеждение в том, что можно получить объективную количественную оценку труда ученых основывалось, в частности, на иллюзии успешного использования IQ теста в американских учебных заведениях. У ряда представителей бизнеса и административных структур появилось уверенность в том, что главной базой для такой оценки может служить библиометрический анализ. Эта уверенность подкреплялась открытием в первой половине XX века достаточно устойчивых статистических связей между различными библиометрическими индикаторами (к ним, например, относятся, так называемые, законы Лотки, Ципфа, Бредфорда и др.) [25].

⁴ Отметим, что в США под академическими (academic) исследованиями понимаются исследования, ведущиеся в университетах.

Среди предлагавшихся библиометристами показателей результативности отдельного ученого наиболее удачным был признан индекс цитирования, предложенный в 2005 г. Д. Хиршем («индекс Хирша» или h -индекс). В соответствии с предложенным Д. Хиршем подходом, учёный получает индекс h , если h его публикаций процитировано не менее h раз. Отдельные авторы, на основе статистического анализа базы данных Web of Science о 60 ученых, работавших в области физики, химии и науки о материалах, даже установили надежную связь между индексом Хирша и числом цитирований автора N : $h = 0,56N^{0,48}$ [26].

Тем не менее, следует иметь в виду большое значение субъективных факторов, влияющих на индексы цитирования того или иного автора (подробнее см. в [27, 28]).

Так, цитируемость отечественных ученых в отечественных и особенно в иностранных журналах во многом связана с направлениями исследований. История науки учит, что исследования, не попадающие в мейнстрим („mainstream“), цитируются значительно меньшим числом авторов, а иногда и вообще переоткрываются через десятилетия. Наглядным примером является ситуация, сложившаяся в последние 20 лет в исследованиях в области химии, когда начался массовый переход зарубежных ученых-химиков «...к исследованиям, тесно связанным с медициной, фармацевтикой, биологией и биохимией...». В этот период «...многие российские специалисты просто исчезли из поля зрения своих зарубежных коллег» [26].

Следует отметить и влияние связей между отечественными учеными и учеными других стран, приближенными к редакциям журналов с высоким импакт-фактором. Так, проведенный А. И. Тереховым анализ показал, что цитируемость публикаций отечественных ученых в области углеродных наноструктур за 2005–2007 с международным соавторством почти в 4 раза выше, чем публикаций с российским соавторством [29]. Необходимо учитывать и существующие в различных странах традиции цитирования работ, непосредственно связанных с темой публикации, ориентирующие авторов ссылаться на работы ученых своих стран, а также на работы лишь своего научного направления или научной школы.

Нередки случаи, когда интенсивность исследований по конкретной тематике имеет циклический характер, что отражается на числе цитирований работ, проведенных в течение предыдущих циклов. Так, как отмечается в [30], среди специалистов по теории управления в течение 15 последних лет отмечается повышенный интерес к методам прогнозирующего управления (model predictive control (MPC), часто используется и другой термин — receding horizon control), которые были предложены в 1970–1980-е гг. Появилось много работ в этой об-

ласти (ставшей мейнстримом), в которых, однако, повторяются результаты старых исследований без ссылок на опубликованные 30–40 лет работы.

Можно отметить и другие недостатки использования индексов цитирования для оценки результативности авторов (в частности, в области гуманитарных наук в иностранных журналах). Как отмечается в статье [31], «...если статистики цитирований играют центральную роль в оценке научных исследований, ясно, что авторы, редакторы и даже издатели найдут способы управлять системой в своих интересах... Долгосрочные последствия этого неясны и не изучены».

Очень образно отметил недостатки количественного измерения результативности ученых академик Бучаченко А. Л. Вместе с тем он даёт мудрый совет: «...если вы не страдаете избыточным честолюбием и хирш вас не волнует, шагайте в новые области, превращая непредсказуемое в неизбежное. Ведь это и есть смысл восхитительной игры, именуемой наукой» [32].

Таким образом, индексы цитирования могут играть только вспомогательную роль при оценке результативности конкретного ученого и научной организации. При формировании такой оценки весьма важно учитывать затраты на проводимые учеными и научными организациями исследования, объёмы выполненных работ и другие факторы. Однако главная роль при анализе и построении оценок результативности ученых должна принадлежать экспертному сообществу ученых-профессионалов (подробнее см. [27]).

Выводы

Проведенный анализ свидетельствует о недостаточном понимании государственных и бизнес-структур, ориентированных на краткосрочные цели, значения фундаментальных исследований для модернизации экономики России.

В связи с предстоящим снижением доходов экспортно-ориентированных производств из-за ухудшения мировой обстановки и рыночной конъюнктуры среди руководства нынешних деловых кругов может появиться понимание значения науки для сохранения позиций отечественных компаний на рынке. Одним из главных драйверов модернизации экспортно-ориентированных производств могут стать достижения в области химической науки.

В складывающихся условиях представляется целесообразным создание централизованного фонда поддержки фундаментальных и прикладных исследований за счет отчислений от доходов частных и государственных компаний, освобождаемых от налогов.

Государство должно обеспечить эффективную координацию и достойное финансирование фунда-

ментальных исследований, имеющих первостепенное значение для экономики страны.

Проведенный анализ также показал, что внедряемые показатели эффективности и индексы цитирования могут играть только вспомогательную роль при оценке результативности научных организаций и конкретного ученого. Главная роль при формировании такой оценки должна принадлежать экспертному сообществу ученых-профессионалов.

Литература

1. Анисимов А. Н. Проблема недостаточности финансирования НИОКР и условия компенсации её последствий // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов. Математика, Компьютер, Образование: Сб. науч. трудов. 2014. Вып. 21. № 2. С. 30–45.
2. Дзарасов Р. С. Экономика «насаждения отсталости» // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84. № 45. С. 291–303.
3. Лепский В. Е., Задорожнюк И. Е. Есть ли в России запрос на современную науку? // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84. № 5. С. 457–461.
4. Варшавский А. Е. Проблемы развития государственного сектора науки в России // Концепции. 2014. № 1 (32). С. 3–29.
5. Алдошин С. М. Достижения и инновационные перспективы химической науки // Вестник Российской академии наук. 2012. Т. 82. № 6. С. 499–514.
6. Arnold E., Balázs K. The Evaluation of Publicly Funded Basic Research. Technopolis, Brighton, UK, March 1998. <http://www.technopolis.co.uk/reports>.
7. Алдошин С. М. Развитие материально-технической базы науки как фактор повышения результативности научных исследований // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84. № 10. С. 874–881.
8. Дмитриевский А. Н., Мастепанов А. М., Бушуев В. В. Ресурсно-инновационная стратегия развития экономики России // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84. № 10. С. 867–873.
9. Пармон В. Н. Современный химический катализ — слав науки и практики // Вестник Российской академии наук. 2012. Т. 82. № 6. С. 531–540.
10. Осипов Г. С., Попков Ю. С. Мифы и реалии РАН // Вестник Российской академии наук. 2011. № 3. С. 237–244.
11. Варшавский Л. Е. Исследование динамики показателей эксплуатации АЭС (на примере атомной энергетики США) // Прикладная эконометрика. 2013. № 30 (2). С. 115–137.
12. National Science Board. 2014. Science and Engineering Indicators 2014. Arlington VA: National Science Foundation (NSB 14–01).
13. Spinoff 2013. NASA.
14. Comstock D. A., Lockney D. P., Glass C. A. Structure for Capturing Quantitative Benefits from the Transfer of Space and Aeronautics Technology // International Astronautical Congress IAC-11.E5.2.2. Cape Town, South Africa. 3 October – 7 October 2010.
15. <http://www.usgs.gov/tech-transfer/what-crada.html>.
16. DOE Plan for Transfer and Commercialization of Technology. 2012.
17. Кабраль Л. М. Б. Организация отраслевых рынков. Мн.: Новое знание, 2003.
18. Science for Energy Technology: Strengthening the Link between Basic Research and Industry. A Report from the Basic Energy Sciences Advisory Committee. U. S. Department of Energy.
19. Варшавский А. Е. Комплексные программы научно-технического прогресса страны — успешный пример реализации индикативного планирования // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов. Математика, Компьютер, Образование: Сб. науч. трудов. 2014. Вып. 21. № 2. С. 185–195.
20. Варшавский Л. Е. Моделирование динамики макроэкономических показателей США и анализ сценариев их поведения в пострецессионный период // Концепции. 2013. № 1 (30). С. 32–42.
21. Czarnitzki D., Thorwarth S. Productivity Effects of Basic Research in Low-Tech and High-Tech Industries // Research Policy. 2012. V. 41. P. 1555–1564.
22. Griliches Z. Productivity, R&D and basic research at the firm level in the 1970s // American Economic Review. 1986. № 76 (1). P. 141–154.
23. Sveikauskas L. R&D and Productivity Growth: A Review of the Literature. U. S. Bureau of Labor Statistics. Working Paper 408. September 2007.
24. Henkel M. Academic identity and autonomy in a changing policy environment // Higher Education. 2005. № 49 (1). P. 155–176.
25. Зибарева И. В., Пармон В. Н. Ранжирование институтов Российской академии наук с помощью Российского индекса научного цитирования. На примере институтов химического профиля // Вестник Российской академии наук/ 2012. Т. 82. № 9. С. 779–790.
26. Фёдоров П. П., Попов А. И. Взаимосвязь показателей цитирования российских учёных // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84. № 3. С. 222–232.
27. Варшавский А. Е. Проблемы науки и ее результативность // Вопросы экономики. 2011. № 1. С. 151–157.
28. Михайлов О. З. Новый индекс цитируемости исследователя // Вестник Российской академии наук. 2012. Т. 82. № 9. С. 829–833.
29. Терехов А. И. Научное сотрудничество в области углеродных наноструктур в зеркале библиометрического анализа // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84. № 8. С. 708–714.
30. Braatz R. D. The Rise and Fall of Popular Control Problems // IEEE Control Systems Magazine. 2012. V. 32. № 2. P. 6–7.
31. Адлер Р., Эвинг Дж., Тэйлор П. Статистики цитирования // Игра в цифрь, или как теперь оценивают труд ученого. М.: МЦНМО, 2011. С. 6–39.
32. Бучаченко А. Л. Почему Хирш плох? // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84. № 5. С. 463.

Варшавский Леонид Евгеньевич. Зав. лабораторией ИСА РАН. Г. н. с. ЦЭМИ РАН. Д. э. н. Окончил в 1970 г. МИФИ. Количество печатных работ: более 100. Область научных интересов: математическое моделирование рыночных процессов и прогнозирование показателей рынков высокотехнологичной и капиталоемкой продукции, математическое моделирование инвестиционных и инновационных стратегий промышленных фирм, математическое моделирование макроэкономических процессов, методы управления динамическими системами, экономика науки. E-mail: hodvar@mail.ru