

НАЦИОНАЛЬНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА РОССИИ: ОСНОВАНИЯ ДЛЯ ОСТОРОЖНОГО ОПТИМИЗМА

Анотация. Анализируется ход развития национальной инновационной системы в течение десятилетия с 2000 по 2010 год по данным отечественной государственной статистики. Показаны перспективы лидерства российских исследователей в некоторых направлениях развития науки и техники.

Ключевые слова: исследования и разработки, инновации, результативность науки, «неявные знания».

Постановка проблемы. На протяжении двадцати лет с момента перехода к рыночной экономике только ленивый не пишет, как в России все плохо с наукой, инновациями, научно-технической деятельностью, новой техникой, научно-техническим прогрессом и т. п. Цифры беззастенчиво вырываются из контекста и используются по личному усмотрению авторов. Безусловно, минувшие двадцать лет не обеспечили процветания российской науке, но не следует забывать, что это был самый сложный период структурной перестройки национальной экономики и только в настоящее время появляются достаточно скромные возможности для некоторого движения вперед на основе интегрирования с мировой наукой и преодоления той идеологической спеси, которая тормозила развитие науки и инновационной деятельности в советский период истории страны.

Анализ статистических данных, которые предоставляет Центр исследований и статистики науки (ЦИСН), за последние 10 лет (2000—2010 гг.) дает основания для осторожного оптимизма. Во всяком случае с учетом того, что происходило в стране, ситуация в науке и инновационной деятельности могла бы быть значительно хуже.

Результаты. В настоящее время Россия располагает 368915 исследователями [6]. За десять лет произошло сокращение численности исследователей примерно на 57 тысяч человек [6]. К сожалению, никто не знает, сколько должно быть исследователей исходя из условий необходимости и достаточности. Можно только с уверенностью сказать, что в СССР исследователей было значительно больше, чем объективно необходимо экономике такого масштаба. Именно поэтому исследователи часто использовались не по назначению.

Позитивной тенденцией является то, что за 10 лет доля исследователей в возрасте до 29 лет увеличилась с 10,6 до 19,3 % [6]. Этот факт еще требует своего объяснения и оценки. Если верить цифрам, то идет довольно интенсивное омоложение кадров науки.

За десять лет сократилась доля персонала, занятого исследованиями и разработками (ИР) в общем количестве занятых в экономике. Если в 2000 году этот показатель на 10000 занятых в экономике составлял 138 занятых в ИР, то в 2010 — 109 [6]. Показатель сугубо количественный, не учитывает эффективность деятельнос-

ти. Может быть, в 2010 году эти 109 были значительно эффективнее и результативнее, чем 138 в году 2000. Тем более, что по этому показателю Россия в мировом сообществе выглядит не так уж плохо: в 2009 году у России этот показатель составляет 125. Это выше чем в Великобритании (112), Испании (115), Италии (96), Нидерландах (102), Португалии (104) и столько же, сколько в Австралии или Корее. Если рассчитать этот показатель не по занятым в ИР, а только по исследователям, то и тогда Россия вполне сопоставима со странами второго эшелона: Россия — 66, Венгрия — 50, Греция — 44, Италия — 41, Нидерланды — 54, Чехия — 55, Швейцария — 56 [6]. Таким образом, по количеству научных кадров Россия находится на вполне достойном уровне.

Среднемесячная зарплата персонала, занятого ИР (в номинальном выражении) повысилась с 2323 руб. (104,5 % от средней по стране) в 2000 до 25 044 руб. (119,5 % от средней по стране) в 2010 году [6]. Труд исследователя общество стало «уважать» больше, примерно на 15 %.

Докторов наук, занятых в ИР, стало больше почти на пять тысяч (21 949 и 26 789). Правда, количество кандидатов наук сократилось с 83 962 до 78 325. Полным ходом шла подготовка кадров высшей научной квалификации. В 2010 году численность аспирантов составила 157 437 человек, выпущено из аспирантуры 33 763 человек, в том числе с защитой диссертации — 28,5 %. Отрадно, что самый большой выпуск был по техническим наукам — 7761 человек. Интерес к техническим наукам обеспечивает кадрами процессы модернизации национальной экономики и ее переход на инновационный путь развития.

Если посмотреть по количеству занятых в ИР с учеными степенями, то эта позитивная тенденция также имеет место (табл. 1).

Таблица 1

КОЛИЧЕСТВО ЛИЦ С УЧЕНЫМИ СТЕПЕНЯМИ, ЗАНЯТЫХ В ИССЛЕДОВАНИЯХ И РАЗРАБОТКАХ («ГОРЯЧАЯ ПЯТЕРКА») В 2010 ГОДУ, чел.

Направления науки	Доктора наук	Кандидаты наук
Естественные	12 251	33 664
Технические	4620	21 260
Медицинские	4045	7475
Общественные	2057	5861
Гуманитарные	2274	5061

Источник: Наука России в цифрах: 2011. Стат. сб. — М.: ЦИСН, 2011.

Внутренние затраты на ИР за 10 лет в ценах 2000 года повысились с 76 697,1 млн руб. до 135 386,5 млн руб., то есть на 76,5 %. Внутренние затраты на ИР в процентах от ВВП повысились с 1,05 % до 1,16 % [6].

Статистика инноваций достаточно позитивна. Правда, доля инновационно активных организаций в общем количестве организаций сократилась с 8,8 до 7,9. ЦИСН полагает, что инновационно активными считаются организации, реализующие в период обследования мероприятия, направленные на создание инноваций (новшеств — уточнение мое. А. Ц.) вне зависимости от того, привели ли эти мероприятия к реальному появлению инновации [6]. По российской статистике это организации, имеющие в отчетном году затраты на инновации, независимо от степени их завершения.

Затраты на технологические инновации организаций промышленного производства и сферы услуг в ценах 2000 года составили соответственно 62 115,2 млн руб. и 103 566,7 млн руб. Прирост показателя за 10 лет составил 66,7 %. По объему отгруженных инновационных товаров организаций, осуществляющих технологические инновации ситуация за 10 лет улучшилась: в 2000 году объем этих товаров исчислялся 154 626 млн руб., а в 2010 (в ценах 2000 г.) — 270 240,5 млн руб., то есть прирост составил 75,4 %. Приросты объемных показателей приведены в табл. 2.

Таблица 2

**ПРИРОСТ ОБЪЕМНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ,
ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

Показатель	2000 год, млрд руб.	2010 год (в ценах 2000 г.) млрд руб.	Прирост за 10 лет, %
Валовые затраты на ИР	76,7	135,4	76,5
Затраты на технологические инновации	62,1	103,6	66,7
Объем отгруженных инновационных товаров	154,6	270,2	75,4
Справочно: валовой внутренний продукт	7305,65	11612,2	59,0

Рассчитано по: Наука России в цифрах: 2011. Стат. сб. — М.: ЦИСН, 2011.

Из табл. 2 видно, что темпы прироста показателей, характеризующих научно-инновационную деятельность за десятилетие, оказываются выше, чем темпы прироста валового внутреннего продукта. Это значит, что в целом научно-инновационной деятельности уделялось определенное внимание, может быть недостаточное, но, тем не менее, важность этой сферы общество в лице государства и предпринимательского корпуса понимало. Для однозначного вывода необходимо выполнить международные сопоставления, и они, скорее всего, подтвердили бы, что по этим показателям Россия не входит в большую восьмерку, а прочно обосновалась во втором эшелоне.

Роль предпринимательского сектора в исследованиях и разработках за 10 лет сократилась. Количество организаций, выполняющих ИР в предпринимательском секторе, снизилось с 1703 до 1405. В предпринимательском секторе в 2010 году было занято более чем в четыре раза меньше докторов наук, чем в государственном (соответственно 3987 и 17 646 чел.). По кандидатам наук отрыв не столь велик (более чем в два раза; 19 182 и 43 548 чел. соответственно). То есть лица высшей научной квалификации заняты в основном в государственном секторе ИР. Но по числу исследователей предпринимательский сектор лидирует: 211 214 исследователей в 2010 году против 145 056 в государственном секторе.

В 2010 году предпринимательский сектор лидирует по внутренним затратам на ИР: 316 701,7 или 60,5 % (включая капитальные затраты) [6].

В российских источниках принято считать отечественный предпринимательский сектор (отечественный бизнес) слабо инновативным, не склонным к инновациям. Но приведенные выше статистические данные не дают оснований для столь резких оценок.

Международная эмиграция сокращается. Если в 2000 году из России на ПМЖ уехало 40 докторов (в т. ч. 26 в СНГ) и 53 кандидата наук (в т. ч. 20 в СНГ), то в 2010 году выезд существенно сократился: 32 доктора (в т. ч. 19 в СНГ) и 31 кан-

дидат наук (в т. ч. 8 в СНГ) [6]. Наука весьма тонкая вещь, поэтому отъезд даже одного специалиста может разрушить в стране целое научное направление. Но можно достаточно уверенно сказать, что эпоха массового отъезда состоявшихся ученых за рубеж закончилась.

Результативность отечественной науки и инновационной деятельности, исчисленная в поданных заявках и полученных патентах на изобретения, растет. В 2000 году отечественными заявителями было подано 23 377 заявок, а в 2010 году — 28722, прирост 23 %. Интересно, что за этот же период количество заявок от иностранных заявителей выросло с 5311 до 13 778, или в 2,6 раза. Причем больше всего заявок идет от таких стран, как США, Япония и Германия. Это означает, что с Россией начинают считаться как со страной, которая в состоянии составить конкуренцию, поэтому у иностранцев возникает стремление запатентовать свои идеи. По патентам ситуация схожая: отечественным заявителям в 2010 году было выдано 21 627 патентов против 14 444 в 2000 году. Прирост составил 50 %. Иностранные заявители в 2000 году получили 3148, а в 2010 — 8695 патентов, что дает прирост в 2,76 раза. Изобретательская активность (количество отечественных патентных заявок на 10 000 населения) выросла с 1,61 до 2,01 или на 25 % [6].

В 2000 году страна имела небольшое положительное сальдо по торговле технологиями (экспорт — импорт = \$203 493,5 тыс. — \$182 908,0 тыс. = \$50 585,5 тыс.). В 2010 возникло весьма значительное отрицательное сальдо: \$627 887,5 тыс. — \$1 425 983,3 тыс. = — \$798 095,8 тыс. Не следует считать эти изменения сугубо отрицательными: интенсивная закупка за рубежом технологий означает развитие за счет зарубежного научно-технического опыта. Так развивались в свое время и Япония, и Южная Корея. Отрицательное сальдо в торговле технологиями в 2010 году имели такие страны как США, Германия, Великобритания, Швейцария, Нидерланды. При этом баланс по такому элементу торговли технологиями как научные исследования и разработки в России-2010 положительный [6]:

$$\$138\,356 \text{ тыс.} - \$49\,631 \text{ тыс.} = \$88\,725 \text{ тыс.}$$

С одной стороны это означает, что российские «мозги» покупаются сравнительно дешево: зарубежные фирмы привлекают наших ученых для выполнения исследований и разработок, а на основе полученных результатов осуществляют инновации и получают весь эффект от коммерциализации новшеств. С другой стороны это значит, что российские ученые владеют «неявными знаниями» (*tacit knowledge*). Концепция неявного знания была разработана известным венгерско-британским ученым М. Поланьи в 50-е годы. Неявное знание можно определить как набор личностных, некодифицированных знаний, вплетенных в искусство экспериментирования и теоретические навыки ученых (и технологов), которые передаются исключительно неформальными способами и в непосредственных человеческих контактах [3]. Неявное знание и его носители представляют интерес для мирового сообщества и позволяют на равных участвовать в мировом технологическом обмене.

Вообще анализ научных направлений, где остались носители «*tacit knowledge*» представляет собой важную государственную задачу. Из такого анализа будет объективно ясно, каков реальный уровень технологического потенциала страны и на чем следует сосредоточить усилия по государственной поддержке. Такой анализ должно провести независимое экспертное сообщество с международным участием. Ниже приводятся несколько примеров владения неявным знанием. Достовер-

ность таких оценок на совести авторов цитируемых публикаций и лиц, которые давали им интервью.

1. Tacit knowledge в области фотолитографии.

У России появился шанс стать мировым лидером в производстве фотолитографических машин. Но даже если этот шанс будет упущен (как чаще всего и бывает! — А. Ц.), то в любом случае можно разработать технологии, которые станут основой следующего нанотехнологического уклада.

Фотолитография — основа для разработки микросхем и их миниатюризации. Перспективно создавать оптическую литографию на длине волны 13,5 нм. В настоящее время всего две фирмы в мире ведут разработки фотолитографических машин, действующих в диапазоне проектных норм до 20 нм: голландская ASMLithography и японская Nikon.

ASMLithography с участием российских ученых еще в 2006 году разработала прототипы фотолитографической установки на 13,5 нм и направила их для испытаний в международный микроэлектронный центр IMEC в Бельгии и аналогичный центр в Олбани, США.

Но в России остались ученые, занятые созданием важнейших узлов самых современных фотолитографических установок и самих установок. Они сотрудничают с ASMLithography и пытаются убедить правительство воссоздать современное оптико-электронное машиностроение в России.

Николай Салашенко. Чл.-корр. РАН (Институт физики микроструктур РАН, Нижний Новгород). Разработчик оптической системы, прототипа установки. **Монополист в мире по производству фильтров излучения в 13,5 и 6,7 нм.**

Константин Кошелев. Ведущий научный сотрудник Института спектроскопии РАН (Московская область, г. Троицк), разработал источник излучения для фотолитографических машин.

Лаборатория «Амфора» (Москва). Создает сверхточные системы позиционирования для фотолитографических машин.

В 2000 году, когда **К. Кошелев работал консультантом в голландском институте физики плазмы, ASMLithography предложила, чтобы его лаборатория ее консультировала.** Это предложение основывалось на соответствующих российских достижениях.

По мнению К. Кошелева, в одиночку России промышленный образец литографа не создать. Нет соответствующей индустрии и создать ее в обозримом будущем невозможно. Но, сотрудничая с ASMLithography, можно войти в «мировой клуб» полноправными участниками. На это должно потратиться государство. Пока ASMLithography платит нашим ученым деньги, все патенты принадлежат им. Госкорпорация «Роснано» уже начала проект поддержки фотолитографии в стране [5].

2. Tacit knowledge в области получения белковых лекарственных препаратов.

В 1976 году академики РАН **Анатолий Бучаченко, Ренад Сагдеев, Юрий Молин** открыли эффект влияния магнитных моментов ядер атомов, участвующих в реакции, на протекание химических реакций (**магнитный изотопный эффект**). По мнению доктора медицинских наук **Дмитрия Кузнецова**, ведущего научного сотрудника Института химической физики РАН, этот тонкий физико-химический эффект можно использовать в том числе для лечения различных заболеваний, влияя на те биологические процессы в организме, в которых ключевую роль играют магнитные изотопы магния (работа велась совместно с акад. А. Бучаченко).

Для коммерциализации этих разработок создано малое предприятие «ИзоБио-тех». Американцы тоже занимаются этим эффектом, но коммерциализировать его пока не догадались.

Технология, основанная на магнитном изотопном эффекте позволяет получать белковые лекарственные препараты существенно эффективнее. Производство магнитных изотопов уникально, их делают в мире в двух-трех странах, в том числе и в России [4].

3. Tacit knowledge в области ракетного двигателестроения.

Борис Иванович Каторгин, Академик РАН, Генеральный директор и генеральный конструктор НПО «Энергомаш» (жидкостные реактивные двигатели). Контракт с Lockheed Martin на поставку двигателей (РД-180) для модернизируемой ракеты-носителя «Атлас» (1995 по настоящее время поставлено 60 двигателей из 101 заказанного). **Американцы такой двигатель сделать не могут.** В основе — технические решения по двигателю РД-170. Научная школа НПО «Энергомаш» (В. П. Глушко) предполагает проектирование глубоко в будущее, с обязательным перекрытием существующего на тот момент мирового научно-технического уровня. Поэтому двигатели по несколько десятков лет остаются инновационными.

В 90-х годах американские специалисты поняли, что русские обошли их в энергетической области и надо перенимать технологии. По оценкам наших специалистов, на «догнать и перегнать» понадобится больше миллиарда долларов и 10 лет. **Прошло 17 лет, но в США ни один российский двигатель воспроизвести не удалось.** В конце концов, американцы отказались от попыток воспроизвести и берут готовый продукт.

Академиком Б. И. Каторгиным создана научная школа, где выращено поколение молодых исследователей, владеющих этим tacit knowledge [2].

4. Tacit knowledge в области нефтепереработки

Санкт-Петербургская компания RRT Global. Прорывная технология по получению компонентов бензина «Евро-5» путем изомеризации в единой установке. Технология такова, что капитальные затраты снижаются в 3,2 раза, а затраты на энергоресурсы — в 5 раз. **Авторы: О. Парпуц и О. Гиязов.** Продукт: BDER (Basic Design Engineering Package) — сборник инструкций и описаний, «как правильно собрать завод» по технологии, запатентованной разработчиком. Цена — \$ 4—7 млн.

Из трех экспертов двое сказали, что установка работать не будет, а третий сказал, что если будет, «то это будет бомба».

Сделали лабораторную установку, доказали работоспособность теоретической идеи. RRT Global находится в стадии подписания контракта с Индией на строительство установки изомеризации. Проект состоится в случае успешного тестирования опытной — почти как настоящей — установки, которая монтируется под Петербургом. У компании открыт головной офис в США, в прошлом году CEO компании стал Дуглас Харрис, бывший вице-президент BP и ТНК-BP по нефтепереработке [1].

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Приведенные примеры показывают, что носители неявного знания в России есть, и задача государства — создать для них благоприятную инновационную среду. Из примеров 1 и 4 видно, что носители неявного знания готовы сотрудничать с мировым сообществом на взаимовыгодных условиях, поскольку национальная инновационная среда для них не очень благоприятна. Тем не менее наличие в России tacit knowledge позволяет

надеяться на достойную позицию в рейтинге носителей высоких технологий в мировом сообществе.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на формирование национального банка tacit knowledge и разработку соответствующих мер по их реализации в рамках национальной научной, инновационной и промышленной политики.

Литература

1. *Бочарский К.* Чистая энергичность. Петербургский стартап предложил новую технологию производства бензина // Секрет фирмы. — № 7. — 2012. — С. 46—51.
2. *Имамутдинов И.* Две с половиной тонны топлива в минуту // Эксперт. — №26. — 2012. — С. 48—52.
3. *Медовников Д., Оганесян Т.* Неявное знание строителей пирамиды // Эксперт. — № 12. — 2012. — С. 19—25.
4. *Механик А.* Заработать на спиновой химии // Эксперт. — № 17. — 2012. — С. 42—46.
5. *Механик А.* Сложить нанопасьянс // Эксперт. — № 4. — 2012. — С. 51—57.
6. Наука России в цифрах: 2011. Стат. сб. — М.: ЦИСН, 2011.

Стаття надійшла до редакції 18.09.2012 р.