

# АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ РАЗВИТИЯ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Варшавский А. Е.

*Рассматриваются методы и модели, нацеленные на исследование проблем развития и результативности основных элементов национальной инновационной системы. С помощью моделирования получены оценки роста технологического отставания, потерь научного капитала в период перехода к рынку, а также ряда других показателей. Кроме того, приведены оценки показателей результативности науки и образования*

**Введение.** Системное исследование инновационных процессов в экономике предполагает многоуровневый подход, основанный на выделении иерархических уровней экономической системы (макро-уровень, уровень отрасли, отдельной фирмы и т.д.) и рассмотрении соответствующих факторов (как экзогенных, так и эндогенных), влияющих на инновационную деятельность на каждом из них.

Результаты анализа, полученные на основе этого подхода с использованием моделирования, позволили оценить величину прироста технологического отставания в период перехода к рынку, выявить негативные последствия процесса приватизации для НИС страны, отставание роста расходов на социально-культурные мероприятия относительно роста ВВП, получить оценки потерь научного капитала и результативность сферы научных исследований и разработок (НИОКР) и образования и тем самым углубить понимание проблем инновационного развития страны.

**Использование моделей для обоснования уровня заработной платы в сфере НИОКР.** Разработанные до настоящего времени модели пока далеки от совершенства, они характеризуются значительным упрощением описания происходящих в экономике процессов, что в результате, при отсутствии практического опыта и недостаточно глубоко понимании экономических процессов, очень часто приводит к ошибочным выводам и рекомендациям. В частности, макроэкономический учет инноваций представляет собой чрезвычайно сложную задачу из-за трудности и, во многих случаях, невозможности учесть все связи, имеющие место в экономической системе.

В настоящее время происходит постепенное усложнение моделей. В качестве примера может быть рассмотрена трехсекторная модель Ромера, которая включает сектор НИОКР и два сектора производства промежуточной и конечной продукции. [1, 2].

Несмотря на достаточно большую условность модели, она представляет интерес с точки зрения обоснования определенных соотношений между отдельными переменными. Так, с ее помощью нами было показано, что можно, по крайней мере, теоретически определить оптимальную долю занятых в секторе НИОКР  $sR$ , равную:  $sR = 1/(1+b(r-n)/gA)$ , где  $b$  – коэффициент превышения отдачи от человеческого капитала в секторе НИОКР относительно этого показателя для других секторов экономики,  $b > 1$ ,  $gA$  – темп технического прогресса,  $r$  – норма процента,  $n$  – темп прироста численности занятых,  $a$  – эластичность выхода относительно капитала.

Отсюда следует, что доля занятых НИОКР возрастает с ростом темпа технического прогресса, эластичности выхода относительно капитала, роста численности населения и снижается с ростом нормы процента. Ее снижение при увеличении коэффициента превышения отдачи от человеческого капитала в сфере НИОКР по сравнению с другими секторами экономики означает, что сокращение численности занятых НИОКР возможно лишь при обеспечении в сфере НИОКР более высокой заработной платы сравнительно с остальными секторами экономики. Другими словами, реформированию научной сферы путем сокращения научного персонала должно предшествовать повышение заработной платы занятых НИОКР до уровня, превышающего уровень других секторов экономики (для России - прежде всего в сфере услуг).

**Оценка роста технологического разрыва при переходе к рынку.** В условиях трансформации экономической системы моделирование макроэкономических показателей, характеризующих инновационные процессы в экономике России в период после 1991 г., затруднительно из-за невозможности применения традиционных факторов в производственных функциях и малого числа наблюдений. В то же время именно анализ влияния процесса приватизации и других факторов, а также оценка потерь в переходном периоде представляют основной интерес. В качестве одного из вариантов можно предложить модель, включающую блок, учитывающий процесс приватизации; производственную функцию и блок оценки научного капитала:

$$Y_t = Y_t(\bar{X}_t, z_t); z_t = N_t(u_t); v_t = f(Y_t); SC_t = SC_t(W_{t-1}, Y_{t-1}),$$

где  $Y_t$  – ВВП,  $\bar{X}_t$  – вектор экономических факторов,  $u_t$  – параметр, характеризующий процесс приватизации и влияющий на фактор  $z_t$ ,  $N_t$  – оператор,  $V_t$  – реальные расходы на социально-культурные мероприятия, в том числе на науку;  $SC_t$  – научный капитал на начало года,  $W_t$  – вектор параметров (доля общих расходов на НИОКР в ВВП; доля фундаментальных исследований, доля прикладных исследований и разработок в текущих затратах, доля капитальных затрат в общих расходах на НИОКР, показатели, характеризующие жизненный цикл результатов НИОКР и основных фондов науки и т.д.).

После исследования ряда вариантов была выбрана производственная функция с четырьмя факторами (численность занятых  $L$ , материальные оборотные средства  $M$ , внешнеторговые цены на нефть  $p$ , время  $t$ ):  $Y/L = A[(M/L)^a](p^b)e^{ct}$ .

Были получены следующие оценки параметров:  $a=0,182$  ( $t_a=4,049$ ),  $b=1,110$  ( $t_b=4,078$ ),  $c=-0,006$  ( $t_c=-1,332$ ),  $R^2=0,816$ .

На основе полученной производственной функции с этими факторами был рассчитан показатель общей производительности факторов (TFP). Расчет функции TFP был проведен для двух периодов: 1990-2001 гг. и 2001-2006 гг. Функция TFP для периода 1990-2001 гг. аппроксимируется уравнением  $\ln(TFP) = -0,0141t + 0,0418$ ,  $R^2=0,54$ , а для периода 2001-2006 гг.  $\ln(TFP) = 0,0091t - 0,1038$ ,  $R^2=0,30$ . Таким образом, для первого периода показатель научно-технологического развития (темп НТП) составил (-1,41%), а для второго (+0,91%); в целом он составил (-0,6%). Таким образом, начальный период характеризовался устойчивым снижением инновационной активности, сокращением научно-технического потенциала и ростом технологического отставания.

В то же время, в развитых странах, как показывают оценки зарубежных авторов, годовые темпы прироста TFP были достаточно высокими и в среднем составляли около

2% (например, в Южной Корее в 1991-2003 гг. они составляли 2,38%). Проведенные нами дополнительные оценки также показали, что темп технического прогресса составлял: для Швеции 2,27% (1990-1994 гг.); для Франции 1,03% (1990-2001 гг.); для Канады 1,65% (1992-1996 гг.); для Финляндии 2,55% (1991-2002 гг.).

Таким образом, за период 1990-2006 гг. разрыв по уровню научно-технологического развития относительно передовых стран возрос примерно на 50%, причем в 1990-2001 г. он составил около 45%, а в последующем (2001-2006 гг.) спад лишь несколько замедлился, причем наметившееся повышение инновационной активности пока еще не может его компенсировать.

**Высокий уровень общей производительности факторов в наукоемких отраслях.** Инновационная деятельность наиболее интенсивна в наукоемком секторе промышленности. Об этом свидетельствуют проведенные на отраслевом уровне оценки параметров функции общей производительности факторов для Канады и США.

Так, для Канады результаты моделирования показали, что темпы НТП для высокотехнологических отраслей значительно (примерно в 1,5-7 раз) больше, чем для экономики в целом, причем для электротехнической промышленности, производства офисного и компьютерного оборудования, а также производства радио и телекоммуникационного оборудования они значительно выше, чем в обрабатывающей промышленности в целом. Аналогичные тенденции характерны и для США. При этом общая производительность факторов (TFP) для высокотехнологических отраслей прямо пропорциональна доле затрат на НИОКР в ВВП. Кроме того, темпы НТП в наукоемких отраслях обрабатывающей промышленности значительно выше, чем в сфере услуг (например, в США, как показывают полученные оценки, в 3 раза и более).

Следует учитывать также, что в наиболее развитых странах рост производительности труда и капиталотдачи значительно выше именно в отраслях обрабатывающей промышленности, а не в сфере услуг. Более того, как показывает анализ, темпы прироста капиталотдачи в отраслях сферы услуг в период после 1990 г. становятся отрицательными (например, в США в 1991-2001 гг. они составили -3,1%, тогда как в машиностроении они равнялись 2,3%).

Эти результаты, очевидно, приводят к выводу, который особенно актуален для России: необходимо значительное повышение затрат на НИОКР и усиление внимания к обрабатывающей промышленности, в первую очередь к ее наукоемким отраслям.

**Оценка последствий приватизации.** Для оценки влияния процесса приватизации предприятий на макроэкономические показатели использовалась лаговая модель вида  $z_t = b_1 z_{t-1} + a_1 [u_{t-1} - a_2 u_{t-2}]$ ,  $z_t = M_t$ ; где  $z_t$  – стоимость материальных оборотных средств,  $u_t$  – доля основных фондов негосударственной формы собственности. Параметры модели определены с помощью метода максимального правдоподобия и равны:  $b_1 = 0,6997$ ,  $a_1 = -0,0321$ ,  $a_2 = 1,8727$ ;  $R^2 = 0,867$ . Модель дает достаточно точную оценку инерционности негативного влияния шокового процесса перехода к рыночной экономике на стоимость материальных оборотных средств; соответственно, происходило снижение инновационной активности в течение длительного переходного периода.

**Замедленный рост расходов на науку и социально-культурные мероприятия.** Реальные расходы на социально-культурные мероприятия  $V$  возрастают медленнее по сравнению с ВВП: в 1992-2005 гг. эластичность была меньше 1 и равна:  $0,877$ :  $Ln(V) = 0,877 Ln(Y) + 0,376$ ,  $R^2 = 0,353$ , а без учета 2002 г. – всего  $0,723$ ,

$Ln(V)=0,732Ln(Y)+0,953$ ,  $R^2=0,462$ . Соответственно, такое распределение бюджетных расходов не способствует серьезному повышению инновационной активности.

**Оценка научного капитала.** В экономической теории (работы американских ученых Д. Кендрика, Ц. Грилихеса и др.[3]) показано, что расходы на науку можно рассматривать как инвестиции, способствующие углублению и расширению знаний и ведущие к совершенствованию технологий и продуктов. При этом появляется возможность оценить накопленный объем инвестиций в науку – научный капитал. Нарастание научного потенциала и соответственно увеличение научного капитала свидетельствует о накоплении, а снижение – о потерях национального богатства страны.

Научный капитал (кумулятивные расходы на науку с учетом жизненного цикла результатов НИОКР и выбытия основных фондов) рассчитывается по формулам [4]:

$$SC_t = \sum_{i=1}^3 SC_{it}; \quad SC_{1t} = SC_{1t-1} + \mu_{1t-1}[1-\mu_{3t-1}]m_{t-1}Y_{t-1} - r_{1t}SC_{1t-1};$$

$$SC_{2t} = SC_{2t-1} + \mu_{2t-1} [1-\mu_{3t-1}]m_{t-1}Y_{t-1} - r_{2t}SC_{2t-1}; \quad SC_{3t} = SC_{3t-1} + \mu_{3t-1}m_{t-1}Y_{t-1} - r_{3t}SC_{3t-1},$$

где  $Y_t$  – ВВП,  $SC_t$  – научный капитал на начало года,  $SC_{1t}$  и  $SC_{2t}$  – составляющие научного капитала, относящиеся к фундаментальным и прикладным исследованиям и разработкам,  $SC_{3t}$  характеризует накопление основных фондов науки;  $m_t$  – доля общих расходов на НИОКР в ВВП,  $\mu_{1t}$  – доля фундаментальных исследований,  $\mu_{2t}$  – доля прикладных исследований и разработок в текущих затратах и  $\mu_{3t}$  – доля капитальных затрат в общих расходах на НИОКР,  $r_{1t}$ ,  $r_{2t}$  и  $r_{3t}$  – показатели выбытия, характеризующие жизненный цикл результатов НИОКР и основных фондов науки. Так как основные характеристики развития науки в ведущих странах близки, можно предположить, так же, как при расчете научного капитала в США [5], что фундаментальные знания накапливаются без выбытия, время жизни результатов прикладных исследований и разработок определяется показателем выбытия 10-12%, а для основных фондов науки (зданий, сооружений, оборудования и др.) показатель выбытия выбран порядка 5%.

Данные о научном капитале США за 1953-1992 гг., полученные на основе расчета кумулятивных затрат на НИОКР с 1929 г., приведены в работе [5]. Научный капитал США, рассчитанный как кумулятивные затраты на НИОКР за вычетом выбытия (Net stock of research and development fixed intangible capital) рос в 1970-1992 гг. с годовым темпом 4,3% (при этом в 1959-1970 гг. темп роста был максимальным – 7,3%, в 1971-1984 гг. он снизился до 2,0% и в 1985-1992 гг. вновь возрос до 4,0%).

Аналогичные расчеты показали, что научный капитал России также быстро возрастал – в 1985-1990 гг. с темпом прироста 4,8%. Однако затем его рост сменился спадом из-за почти шестикратного снижения финансирования российской науки: в 1991-1997 гг. в среднем темпы сокращения научного капитала составляли по нашим оценкам (-4,8%). Этот спад постепенно замедлялся и в 1998-2003 гг. уменьшился в среднем примерно до (-2,3%), а затем после 2006 г. рост возобновился.

Долгосрочный прогноз научного капитала России был получен с учетом различных гипотез об изменении ВВП и общих затрат на науку. Предполагалось, что доля капитальных затрат во внутренних затратах на науку, значительно уменьшившаяся после 1990 г., к середине прогнозируемого периода повысится до среднего значения для ретроспективного периода. Было принято также, что доля расходов на фундаментальные

исследования во внутренних текущих затратах на науку составляла до 1990 г. в СССР и России около 10%; на начальных этапах переходного периода она возросла до 16,8% в 1994 г., 15,7% в 1995 г., 13,4% 2000 г., 14,0% 2005 г. При прогнозе предполагалось, что этот показатель затем снизится до 12%.

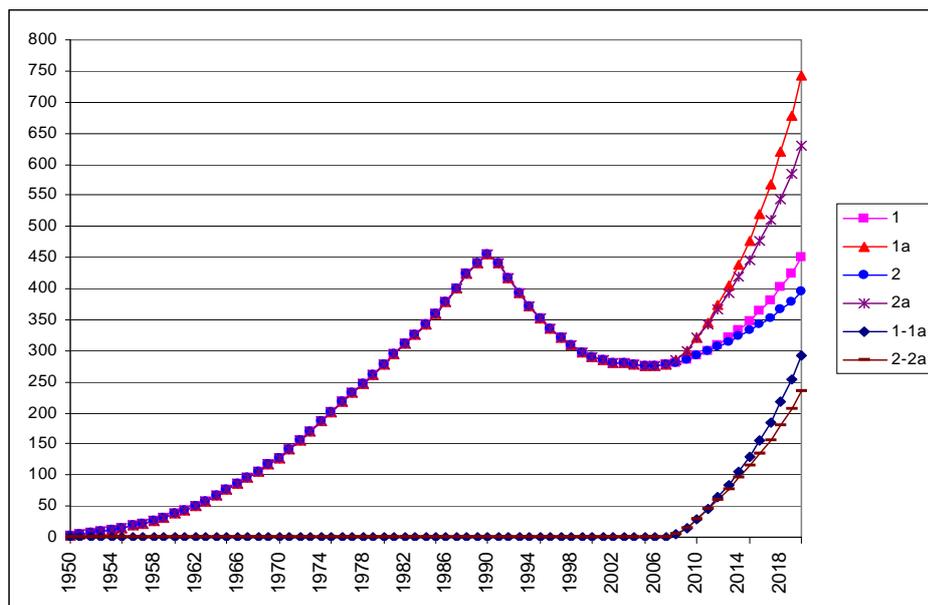
Моделирование проводилось для двух сценариев изменения расходов на НИОКР относительно ВВП – экстраполяционного и оптимистического. Первый вариант финансирования науки ориентирован на сохранение имевших место в 1992-2006 гг. тенденций выделения бюджетных ассигнований на науку с очень небольшим ростом расходов на НИОКР относительно ВВП до уровня 1,36% в 2020 г. Второй, оптимистический вариант: доля бюджетного финансирования науки повышается с 2008 г. до предусмотренного законом РФ о науке и государственной научно-технической политике уровня, с последующим увеличением расходов на НИОКР относительно ВВП до 2% в 2010 г. и 3% в 2020 г., что соответствует уровню наиболее развитых стран. Для каждого из этих вариантов рассматривались два различных варианта роста ВВП (первый – рост с темпом 7% в год в 2008-2020 гг., второй – спад до 3% в 2011-2015 гг. с последующим постепенным ростом до 7% в 2020 г.). Разница в объемах научного капитала между двумя вариантами роста затрат на НИОКР к 2020 г. составит 234-293 млрд. долл. по паритету покупательной способности (ППС) в ценах 2000 г.

Оценка научного капитала – обобщенной характеристики научного потенциала России, – показывает, что в 1992-2006 гг. он существенно сократился: денежная оценка потерь научного потенциала страны в течение переходного периода составляет по ППС почти 180 млрд. долл. в ценах 2000 г., что примерно в 10 раз больше ежегодных внутренних затрат на науку в России, имевших место в последние годы. Долгосрочное влияние сокращения финансирования в 1990-х гг. столь серьезно, что уровень 1990-го года будет достигнут, как показывают оценки, не ранее 2015 г., а при сохранении существующих тенденций позже 2020 г. (в зависимости от сценария развития), см. рис.

Необходимо отметить, что помимо снижения объемов финансирования науки должны учитываться и значительные потери человеческого капитала, сопровождаемые невозвратными потерями неотделимого (*tacit*) знания.

Следует особо подчеркнуть, что основная часть работы по оценке научного капитала (так же, как и для большинства других показателей инновационной системы) связана не с разработкой моделей, а с анализом экономико-статистической информации и построением соответствующих временных рядов.

**Использование моделей на уровне регионов и отдельных технологий.** При анализе проблем развития науки в регионах полезные результаты дает исследование таких показателей инновационной системы, как отношение численности персонала НИОКР и кадров высшей квалификации к общей численности населения или занятых в регионе. Для этой цели целесообразно проводить оценку показателей сходимости (расходимости) с помощью модели вида  $Ln[y(i,t)/y(i,T)] = a + bLn[y(i,T)] + u$ , где  $i$  – номер региона,  $t$  – конечный и  $T$  – начальный год периода,  $a$  и  $b$  – постоянные параметры,  $u$  – случайная переменная с нулевым математическим ожиданием, некоррелированная с переменной  $y(i,T)$ . Полученные результаты свидетельствуют о том, что инновационный рост более вероятен не в Москве или Санкт-Петербурге и т.п., а там, где происходит повышение человеческого капитала – в регионах, становящихся полюсами инновационного роста, и это должно учитываться при разработке инновационной политики.



**Рис.** Оценка научного капитала России для двух сценариев затрат на науку при двух вариантах роста ВВП (1 и 2): сценарий сохранения существующих тенденций (кривые 1 и 2); оптимистический сценарий (кривые 1a и 2a); разница между вариантами (кривые 1-1a и 2-2a); расчет по ППС в ценах 2000 г., млрд долл.

Исследование инновационной активности на уровне отрасли и технологий должно включать также анализ показателей и разработку моделей динамики распространения инноваций. Анализ и моделирование показали, что перспективы развития ИКТ в России во многом определяются структурными сдвигами в экономике, переходом к интенсивному развитию отраслей повышенного спроса на ИКТ, сектора знаний (образование, наука) и отраслей, способствующих росту человеческого капитала (в первую очередь, здравоохранение, культура), а также уровнем неравенства доходов населения.

Кроме того, необходимо также исследование закономерностей изменения технологического уровня отраслей экономики. Для этого было проведено моделирование, которое позволило оценить величины отставания (опережения) показателей технологического уровня основных отраслей экономики России от тенденций, сложившихся в 1970-1990 гг. Были определены факторы, тормозящие и ускоряющие инновационное развитие отраслей экономики, причем было выявлено значительное усиление колебательности происходящих в экономике процессов, что свидетельствует не только о неустойчивости процессов переходного периода, но также о повышенной чувствительности отраслей и производств экономики России к внешним воздействиям и к институциональным изменениям и о необходимости учета особенностей развития экономики России в целом и национальной инновационной системы в частности [6].

Большую роль в исследовании проблем развития инновационной системы играют и межстрановые сопоставления. Они, в частности, подтверждают необходимость стимулирования значительного повышения наукоемкости российских компаний. Эконометрический анализ, проведенный для других стран, позволил сделать вывод о том, что нельзя рассчитывать на высокий уровень финансирования НИОКР филиалами зарубежных фирм, расположенными на территории России (наукоемкость национальных фирм обыч-

но заметно выше, чем находящихся в этой стране филиалов зарубежных фирм). В долгосрочной перспективе не следует также ориентироваться на получение максимальной прибыли. При этом необходимо учитывать значительные отраслевые различия показателей инновационной активности компаний наукоемкого сектора.

**Результативность сферы НИОКР.** Для количественной оценки результативности науки в нашей стране, как правило, используют межстрановые сопоставления на основе объемных показателей (таких, как количество статей, число патентных заявок или полученных патентов, объем экспорта высокотехнологичной продукции либо поступлений от экспорта технологий), а также удельных показателей (доля страны в мировой торговле высокими технологиями, по отношению к численности населения и т.д.). По этим показателям Россия занимает далеко не первое место. Поэтому подобные оценки используют чаще всего для обоснования мероприятий определенной направленности, как правило, не способствующих сохранению и развитию сферы НИОКР (для обоснования необходимости приватизации, сокращения числа научных организаций и других мероприятий, ведущих к переделу собственности и т.п.).

Можно привести в связи с этим материалы Международной конференции «Статистика новой экономики: измерение секторов экономики знаний в контексте развития», прошедшей в ноябре 2007 г. в Москве, где отмечалась необходимость нахождения процедуры и методики корректного измерения влияния развития науки на государственное развитие. Зарубежные эксперты справедливо указывали на недоработанность методического аппарата, сложность анализа существующих индикаторов. В то же время некоторые российские участники бесосновательно, опираясь на устаревшие методики, говорили о неэффективности отечественной науки. Так, по мнению одного из проректоров ГУ–ВШЭ, «двукратное увеличение финансирования науки за последние восемь лет не привело к сколь-либо серьезному росту отдачи этой сферы и...эта сфера не в состоянии эффективно использовать те ресурсы, которые в нее инвестируются». На основании подобного заключения им был сделан вывод «о крайней неэффективности институционального устройства этой сферы»[7]. К сожалению, такие выводы часто используются в различных концепциях реформирования науки России, которые способствуют не ее развитию, а существенному торможению роста и разрушению.

Что касается показателей оценки результативности инновационной деятельности, то в период перехода к обществу, основанному на знаниях, в наиболее развитых странах и в отдельных крупных высокотехнологичных фирмах, для количественной оценки результативности науки и эффективности инновационной системы начинают использовать новую систему показателей. В ее основе – сопоставление показателей, характеризующих вход и выход инновационной системы и ее внутреннюю структуру. Как показывают результаты наших исследований, для количественной оценки результативности науки следует использовать показатели, характеризующие вход инновационной системы (соотношение затрат на НИОКР к величине ВВП, численность персонала, занятого исследованиями и разработками и др.) и ее выход (число зарегистрированных заявок на патенты и полезные изобретения, а также научных публикаций, объем инновационной продукции и т. д.) [8, 9].

В частности, количество выданных заявок на изобретения и полезные модели является важнейшей характеристикой результативности сферы НИОКР и инновационной

деятельности в целом (проведенное исследование велось в трех направлениях: для отдельных стран, зарубежных фирм и отраслей, регионов России).

Анализ показывает, что определяющим фактором для инновационного роста является уровень затрат на НИОКР. Так, анализ зависимости патентных заявок ( $y$ ) резидентов от величины затрат на НИОКР ( $x$ ) при расчете по ППС, проведенный с помощью эконометрического моделирования для 19 стран – стран ОЭСР, России и Китая, показал, что эта зависимость является прямо пропорциональной:  $Ln(y) = 1,281Ln(x) - 3,146$  ( $R^2 = 0,845$ ). Это означает, что количество патентных заявок и, соответственно, полученных патентов, подготовленных резидентами (т.е. инновационная активность) непосредственно зависят от объема затрат на НИОКР.

Анализ числа патентов, полученных резидентами в расчете на 1 млн. человек населения, на 1 млрд. долл. ВВП по ППС и на 1 млн. долл. затрат на НИОКР по ППС, проведенный для большого числа стран на основе данных 2006 г. (72 страны) и 2007 г. (71 страна) [10], показал, что Россия занимала по числу патентов в расчете на 1 млн. долл. затрат на НИОКР по ППС в 2004 г. 10 место (1,37 патента) и в 2005 г. 12 место (1,56 патента), опережая США по уровню этого показателя в 2 раза. По числу патентов в расчете на 1 млрд. долл. ВВП она занимает 9 место (17,6 и 17,1 патента, соответственно), лишь немногим уступая США.

При этом, очевидно, из-за низкого уровня финансирования науки по числу патентов в расчете на 1 млн. человек Россия должна занимать невысокие места (в 2004 г. она занимала 20 и 17 места, соответственно, уступая наиболее развитым странам).

Эти результаты были подтверждены исследованиями результативности в региональном разрезе (исследовалась результативность затрат на НИОКР по 4 группам регионов РФ на основе анализа количества зарегистрированных заявок на выдачу патентов на изобретения и полезные модели и ряда других показателей). Регрессионный анализ показал, что количество выданных заявок на изобретения и полезные модели с высоким уровнем значимости зависит от внутренних затрат на исследования и разработки для всех групп регионов, а также от факторов, характеризующих инновационный потенциал: численности персонала, занятого исследованиями и разработками, численности исследователей с учеными степенями, численности занятых в образовании и др.

К аналогичным выводам приводит и библиометрический анализ [11].

Из полученных оценок следует, что при низком уровне затрат на НИОКР и недостаточном числе занятых НИОКР нельзя выйти на уровень наиболее развитых стран по суммарному объему патентов или в расчете на 1000 человек населения.

**Результативность системы образования.** Одним из показателей результативности системы образования с точки зрения роста человеческого капитала для НИС является приток молодых исследователей в науку и образование. К сожалению, данные о том, какова доля защитивших диссертации и продолжающих работать в сфере НИОКР, для России отсутствуют. Поэтому для оценки деятельности аспирантуры, готовящей кадры для науки, следует рассмотреть два показателя: отношение численности кандидатов наук, работающих в сфере НИОКР (в возрасте до 29 лет), к выпуску аспирантов с защитой диссертации, а также к суммарному выпуску аспирантов с защитой диссертации за 5 лет (включая базовый год). При этом следует учитывать, что эластичность  $a$  выпуска аспирантов с защитой ( $y$ ) к общему выпуску аспирантов ( $x$ ),  $a = dLn(y)/dLn(x)$ , для всех аспирантов, подготавливающих диссертацию в НИИ и вузах больше единицы:

$Ln(y) = 1.2353Ln(x)$ ,  $R^2 = 0.59$ . Однако для НИИ она меньше единицы:  $Ln(y) = 0.8125Ln(x)$ ,  $R^2 = 0.50$ , тогда как для вузов, где подготавливается 86,3% всех аспирантов (2006 г.), существенно выше:  $Ln(y) = 1.2997Ln(x)$ ,  $R^2 = 0.59$ .

Анализ данных по возрастной структуре исследователей, имеющих ученую степень, показал, что соотношение численности занимающихся исследованиями и разработками молодых кандидатов наук (в возрасте до 29 лет) к выпуску аспирантов с защитой диссертации в 2000г. составило 49,6%, в 2006 г. – 41,3%. А соотношение численности молодых кандидатов наук (в возрасте до 29 лет) к суммарному выпуску аспирантов с защитой диссертации за 5 лет очень мало и постепенно снижается: в 2000 г. оно было равно всего 9,1%, в 2004 г. – 7,9% и в 2006 г. – 7,0%. С учетом того, что в системе образования остается примерно столько же молодых кандидатов наук, эти показатели свидетельствуют о том, что общая численность молодых кандидатов наук в возрасте до 29 лет, работающих в науке и образовании после защиты диссертации, примерно в 4 – 5 раз ниже суммарного выпуска аспирантов с защитой диссертации. Эти данные свидетельствуют о чрезвычайно низкой эффективности аспирантуры как основного звена подготовки высококвалифицированных кадров для науки, образования и национальной инновационной системы в целом.

Сопоставление этих показателей с показателями для других стран чрезвычайно неблагоприятно для России. Так, в США, и Канаде основная часть занятых докторов наук работает в сфере НИОКР: в США – 72,5%, Канаде – 76%. При этом необходимо учитывать, что там оплата труда ученых существенно зависит от их опыта и квалификации и заработная плата молодых ученых в несколько раз ниже, чем у наиболее квалифицированных. Так, в США в 2003 г. заработная плата (медиана) выдающегося исследователя в области наук о жизни составляла 126 тыс. долл., старшего исследователя – 75,3, среднего исследователя – 36,4 и постдока – 35 тыс. долл.[12].

Очевидно, единственно возможным направлением повышения эффективности подготовки кадров для науки является значительное повышение требований к качеству диссертаций. Необходимо значительное сокращение аспирантуры в вузах, особенно негосударственных. При этом следует учитывать результаты прогнозов динамики выпуска в трех секторах образования, которые можно получить с помощью лаговых моделей (расчеты показали, что в ближайшие десять лет сокращение численности учащихся будет значительным для всех ступеней системы образования. То, что около половины выпускников вузов работают не по специальности и большое число специалистов уезжает за рубеж в поисках соответствующей их квалификации работы, подчеркивает существующие проблемы.

**Заключение.** Полученные с помощью моделирования результаты позволяют более обоснованно подойти к совершенствованию инновационной политики в стране. Для активизации инновационной деятельности требуется пересмотр стратегии исполнительной и законодательной власти.

К сожалению, выводы и рекомендации, разработанные экономистами РАН и отраслевых институтов еще в начале 1990-х гг., не учитывались, что привело к потере важнейшего ресурса инновационного развития – времени.

Следует отметить, что ряд представителей высшего уровня управления в настоящее время начинает понимать ошибочность принимавшихся решений и всю остроту проблем. Так, по мнению С. Чемезова, были допущены ошибки: нацеленность на при-

ватизацию наиболее перспективных предприятий привела к уходу огромных средств за рубеж, эксплуатации предприятий на износ, утрате кооперационных связей, нежеланию владельцев вкладываться в долгосрочные разработки, к продаже и перепродаже производств и в конечном итоге – их ликвидации (около трех лет назад в реестр ОПК вошло 2480 предприятий, после их акционирования осталось 1355); попытки в рамках административной реформы взять эти процессы под государственный контроль через агентства и другие структуры оказались неэффективными [13, 14]. Следует отметить и заявления С. Иванова о необходимости одновременного развития гражданского и военного авиастроения и т.д.[15]. Это позволяет надеяться на более быстрое изменение сложившихся тенденций.

Работа подготовлена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект № 07-02-04055а) и, частично, РФФИ (проект №08-06-00266а).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Romer P.* “Endogenous Technological Change”, *Journal of Political Economy*, October 1990, v.98.
2. *Jones C.* *Introduction to Economic Growth*. W.W.Norton & Company. N.Y., 1998.
3. *Кендрик Дж.* *Совокупный капитал США и его формирование*. М.: Прогресс, 1978.
4. *Наука и высокие технологии России на рубеже третьего тысячелетия (социально-экономические аспекты развития) / Руководители авт. колл. В.Л. Макаров и А.Е. Варшавский*. - М.: Наука, 2001.
5. *Carson C., Grimm B., Moylan C.* *A Satellite Account for Research and Development*. *Survey of Current Business*, 1994, November.
6. *Варшавский А.Е., Дымова И.А.* Факторы, определяющие динамику показателей технологического уровня отраслей экономики России. *Концепции*, 2008, №1(20), с.11-20.
7. *Ваганов А.* Наука-это статистический фантом *Независимая газета* № 243 , 14 ноября 2007.
8. *Инновационный менеджмент в России (проблемы стратегического управления и научно-технологической безопасности) / Руководители автор. колл. Макаров В.Л., Варшавский А.Е., М.:Наука, 2004.*
9. *Варшавский А.Е.* Проблемы и показатели развития инновационных систем /Глава 9 / «Инновационный путь развития для новой России» /Отв. Ред. В.П.Горегляд. М.: Наука, 2005.
10. *WIPO Patent Report*. World Intellectual Property Organization, 2007.
11. *Варшавский А.Е., Маркусова В.А.* О результативности научной деятельности Российской академии наук (оценки на основе анализа количества научных публикаций и индекса цитирования). *Концепции*, 2006, №2.
12. *Auriol L.* Labour market characteristics and international mobility of doctorate holders: results for seven countries, OEDS, T I Working Papers, 2007/2.
13. [http://www.gosrf.ru/print\\_1416.htm](http://www.gosrf.ru/print_1416.htm).
14. <http://www.aviaport.ru/digest/2007/09/28/129208.html>.
15. *Интерфакс-АВН*, (20.12.2006), <http://www.militarynews.ru/>

#### **ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT PROBLEMS AND EFFICIENCY OF MAIN ELEMENTS OF THE RUSSIAN INNOVATION SYSTEM WITH USING MODELS**

**Varshavsky A. E.**

*Methods and models aimed on the study of development problems and efficiency of main elements of national innovation system are considered. Using modeling the estimates of growth of technology gap and the scientific capital losses during the transition to market, as well as some other indicators are obtained. Some estimates of the R&D and education efficiency are given as well.*