

Л.Е. Варшавский (д.э.н., гл. научный сотрудник ЦЭМИ РАН)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА НА ИННОВАЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ

Ключевые слова: человеческий капитал, инновационная активность, сравнительный анализ, кластеризация.

Аннотация

С использованием алгоритмов кластерного и регрессионного анализа проводится сравнительное исследование влияния качества человеческого капитала на инновационную активность в отраслях и подотраслях промышленности, в регионах страны, а также в развитых и в новых индустриальных странах.

Проводится анализ влияния социальных и демографических факторов на перспективные уровни численности специалистов высшей квалификации. Дается оценка спроса на выпускников вузов со стороны научно-технического сектора при разных вариантах развития научного потенциала. Рассматриваются проблемы развития человеческого капитала, стоящие в инновационной сфере.

1 Введение

В выступлении В.В. Путина на расширенном заседании Госсовета 8 февраля 2008 г. подчеркивалось, что реальной альтернативой закреплению за страной «...роли сырьевого придатка мировой экономики» является инновационный путь развития страны, переход на который «связан прежде всего с масштабными инвестициями в человеческий капитал» [1]. Очевидно, эффективное решение этой проблемы должно основываться на проведении комплекса исследований, направленных на изучение влияния качества человеческого капитала на инновационное развитие как на макро-, так и на микро-уровне.

К настоящему времени проблема анализа, а также моделирования влияния человеческого капитала на экономический рост привлекла внимание широкого круга исследователей. Можно условно выделить два направления исследований, посвященных этой теме. Первое состоит в исследовании влияния характеристик человеческого капитала на экономическое развитие на основе моделей оптимального экономического роста (см., в частности, работы [2], R.Lucas [3] и др.) В этих моделях принимается допущение о том, что человеческий капитал, как и основ-

ной капитал, является одним из факторов, определяющих ВВП. Цель этих работ состоит, как правило, в расширении горизонта теоретических исследований и стимулировании новых подходов к проблемам изучения и управления экономическим развитием на макроуровне.

Второе направление исследований связано с анализом проблем развития человеческого капитала в инновационных системах. Оно концентрируется, главным образом, на анализе и моделировании процессов развития человеческого капитала в научно-технической сфере и в высшей школе. Здесь среди большого количества исследований отечественных и зарубежных авторов следует выделить две подгруппы работ, посвященных как общим, так и частным проблемам развития кадров. К работам первой подгруппы, опубликованным в России, следует в первую очередь отнести работу [4], в которой поставлены важные для страны проблемы формирования рынков образовательных услуг и квалифицированных специалистов в период перехода к экономике знаний. Механизмы передачи знаний и отдельные индикаторы потенциала производства знаний, связанные с человеческим капиталом, рассматриваются в работах [5],[6].

Другая подгруппа исследований посвящена анализу частных проблем развития кадров в научно-технической и инновационной сфере, а также анализу сектора высшего образования (см., в частности, [7,8,9]). Особое внимание уделяется проблеме результативности научных работников (см., например, [10]).

Вместе с тем, недостаточно изучены вопросы взаимосвязи человеческого капитала и инновационной активности. В первую очередь это относится к исследованиям, связанным с анализом инновационной деятельности в странах с переходной экономикой, располагающих высоким научно-техническим потенциалом и осуществляющих рыночные реформы в условиях глобализации экономики.

В настоящей статье с использованием алгоритмов кластерного и регрессионного анализа проводится сравнительное исследование влияния качества человеческого капитала на инновационную активность в отраслях и подотраслях промышленности, в регионах страны, а также в развитых и в новых индустриальных стра-

нах. В связи с определяющим влиянием образования на человеческий капитал, на основе специально разработанных моделей рассматриваются перспективы изменения количественных показателей, характеризующих уровень образования населения, а также кадровый потенциал научно-технического сектора. Рассматриваются проблемы развития человеческого капитала, стоящие в инновационной сфере, которые требуют безотлагательного решения.

2 Сравнительный анализ влияния показателей качества человеческого капитала на инновационную активность в отраслях и подотраслях промышленности

Особенность отечественной статистики состоит в том, в статистических материалах по инновационной деятельности отсутствуют данные о кадровой составляющей научного потенциала практически всех отраслей экономики, кроме промышленности. Однако и данные по промышленности страдают недостоверностью, так как Росстатом дается заниженная оценка наиболее квалифицированной части человеческого капитала (научных кадров отраслевых НИИ и КБ), участвующего в инновационной деятельности.

По этой причине удастся провести исследование влияния на инновационную активность предприятий отраслей более узкого круга показателей, отражающих качество человеческого капитала, чем, например, имеется в региональной статистике.

На основе построенной базы данных в работе проводилась компьютерная кластеризация 39 подотраслей промышленности, по которым имеется наиболее полная информация, на основе 10 следующих факторов-признаков:

1. доля инновационно-активных организаций в общем числе организаций;
2. продолжительность жизненного цикла основного вида продукции, замененного инновационной продукцией;
3. доля инновационной продукции в отгруженной продукции;
4. доля значительно измененной или вновь внедренной инновационной продукции в отгруженной продукции;

5. соотношение между числом промышленных предприятий, имеющих процессные и соответственно, продуктовые инновации;
6. среднее число патентных заявок (на изобретения и промышленные образцы) на одну инновационно-активную организацию;
7. доля специалистов с высшим образованием в среднесписочной численности работников основной деятельности инновационно-активных организаций;
8. доля численности работников научно-исследовательских и проектно-конструкторских подразделений в среднесписочной численности работников основной деятельности инновационно-активных организаций;
9. доля инновационно-активных организаций, в которых выполнялись исследования и разработки в общем числе инновационно-активных организаций;
10. средняя доля затрат на исследования и разработки в общем объеме отгруженной продукции.

В расчетах использованы данные за 2004 г. Кластеризация проводилась в соответствии с несколькими известными методами (методом полных связей, методом "взвешенных групп", методом Уорда ("Ward") и др.). Расчеты и опыт работы автора показывают, что метод Ward, основанный на использовании в качестве целевой функции внутригрупповой суммы квадратов отклонений, приводит к наиболее объективным, поддающимся экономической интерпретации группировкам в пространстве факторов [11, 12]. Поэтому в дальнейшем в статье приводятся результаты кластеризации по этому методу.

В результате было выделено 2 кластера отраслей: в первую группу вошли предприятия ненаукоемких отраслей или отраслей со средним уровнем наукоемкости (отрасли топливной промышленности, металлургия, химическая, легкая, лесная промышленность и др.); во вторую – большая часть наукоемких отраслей (подотрасли машиностроения, авиационная промышленность, оборонная промышленность, радиопромышленность, промышленность средств связи, электронная промышленность и др.). Характерно, что предприятия второй группы

имеют большую продолжительность жизненного цикла основного вида продукции.

Результаты кластеризации свидетельствуют о значительном влиянии качества человеческого капитала на инновационную активность (табл. 1). Так, доля инновационно-активных организаций (фактор-признак 1) во второй группе существенно выше (почти в 2 раза), чем в первой. Доля инновационной продукции в отгруженной продукции и доля значительно измененной или вновь внедренной инновационной продукции в отгруженной продукции (фактор-признаки 3 и 4) составляют 37% и 36% от соответствующих уровней для второй группы. При этом во второй группе также выше значения показателей качества человеческого капитала: доли специалистов с высшим образованием и доли численности работников научно-исследовательских и проектно-конструкторских подразделений в средне-списочной численности работников основной деятельности инновационно-активных организаций (фактор-признаки 7 и 8). Соответственно выше и значения факторов 9 и 10, характеризующих наукоемкость производства.

Некоторое превышение среднего числа патентов на 1 организацию в первой группе, по-видимому, связано с меньшим соотношением между числом промышленных предприятий, имеющих процессные и соответственно, продуктовые инновации в этой группе.

Таблица 1

Соотношения между средними значениями 9 факторов первой и второй групп

№ фактора	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
соотношение	0,569	1,227	0,370	0,357	0,539	1,020	0,829	0,325	0,862	0,645

Следует отметить достаточно высокую степень устойчивости полученных кластеров к изменениям числа факторов-признаков. Так, при удалении 6-го (среднее число патентных заявок на одну инновационно-активную организацию) и 10-го факторов (средняя доля затрат на исследования и разработки в общем объеме отгруженной продукции) состав объектов в кластерах не меняется. Практически не изменяется он и при кластеризации по 6 факторам-признакам (1-му, 3-му, 4-му, 7-му, 8-му и 9-му).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о наличии достаточно устойчивых закономерностей, связанных с влиянием качества человеческого капитала на инновационную активность.

3 Сравнительный анализ влияния качества человеческого капитала и инновационной деятельности в регионах страны¹.

На основании имеющейся информации об инновационной деятельности отдельных регионов Российской Федерации и о показателях качества человеческого капитала, была произведена компьютерная кластеризация регионов с использованием широкого круга показателей инновационной деятельности и человеческого капитала.

Список регионов был ограничен 74 субъектами (остальные были исключены из-за неполноты или полного отсутствия информации об инновационной деятельности в них).

В расчетах по основному варианту было использовано 13 следующих факторов-показателей:

1. доля организаций, осуществлявших инновационную деятельность, в общем числе организаций;
2. доля организаций, выпускавших значительно измененную или вновь внедренную продукцию;
3. число патентов на 1 инновационно-активную организацию;
4. продолжительность жизненного цикла продукции, замененной инновационной, для инновационных организаций;
5. доля инновационных организаций в общем числе организаций, приобретавших новые технологии в результате исследований и разработок;
6. доля затрат на исследования и разработки в общих затратах на технологические инновации предприятий государственного сектора экономики;

¹ В данном разделе использованы результаты расчетов М.Г.Дубининой.

7. средняя доля затрат на НИОКР в организациях, осуществлявших инновационную деятельность;
8. доля организаций, ведущих собственные НИОКР;
9. внутренние затраты на исследования и разработки в расчете на 1 исследователя;
10. численность исследователей на 1000 человек населения;
11. численность исследователей с учеными степенями на 1000 человек населения;
12. средний возраст исследователей в 2004 г.;
13. индекс развития человеческого потенциала [13]².

В расчетах использованы данные за 2004 г.

Характерно, что все факторы-признаки для совокупности из 74 регионов являются слабо коррелированными (как правило, со значениями коэффициентов корреляции в диапазоне $-0.2 \div 0.2$). В работе исследовалось большое число вариантов использования факторов-признаков при различных ограничениях на число кластеров. В большинстве случаев получено, что в кластеры с высокими значениями показателей патентной активности попадают регионы с высокой величиной удельных внутренних затрат на исследования и разработки в расчете на исследователя. Аналогично в кластеры с максимальными долями инновационно-активных организаций попадают регионы с максимальными значениями индекса развития человеческого потенциала.

Так, например, при числе кластеров, равном 3, и 13 факторах-показателях в состав первого кластера (с наибольшей средней долей инновационно-активных организаций, а также с наибольшей долей организаций, выпускавших значительно измененную или вновь внедренную продукцию (факторы-признаки 1, 2)) вошла большая часть субъектов Федерации (49, включая г.Москва, Московскую область; г.Санкт-Петербург, Новосибирскую область и др.). В состав второго

кластера (с максимальным числом патентов на 1 инновационно-активную организацию (фактор-признак 3)) вошли такие регионы, как Воронежская область, Кировская область, Ленинградская область, Тамбовская область, Республика Адыгея, Республика Башкортостан, Свердловская область (всего 7). 3-ий кластер составили 17 ненаукоемких регионов.

Особенность полученного с помощью компьютера разбиения состоит в том, что в кластере 1 является максимальным и среднее значение индекса развития человеческого потенциала (фактор-признак 13, кластер 1). В то же время в кластер 2 входят регионы с максимальными значениями внутренних затрат на исследования и разработки в расчете на 1 исследователя, а также с максимальными значениями численности исследователей всего и исследователей с учеными степенями на 1000 человек населения (факторы-признаки 9-11, см. табл.2).

Таблица 2

Соотношения между средними значениями некоторых факторов-признаков в кластерах (значения показателей 3-го кластера=100)

№ кластера	№ фактора-признака							
	1	2	3	9	10	11	12	13
1	174,0	230,1	191,3	114,5	136,1	140,2	99,2	103,4
2	86,6	130,6	206,5	176,8	714,5	950,0	96,4	101,3
3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что **на показатель патентной активности в регионах страны (фактор-признак 3) существенное влияние оказывают показатели научно-технического потенциала (факторы-признаки 9-11). В то же время показатели инновационной активности (фактор-признаки 1 и 2) весьма чувствительны к значению индекса развития человеческого потенциала (фактор-признак 13).**

² индекс развития человеческого потенциала в [13] был сформирован на основе уровня доходов на душу населения (по паритету покупательной способности), ожидаемой продолжительности жизни, а также доли учащих в возрасте 6-23 года.

4 Сравнительный анализ и моделирование влияния качества человеческого капитала на инновационную активность в развитых и новых индустриальных странах

С целью исследования влияния качества человеческого капитала на инновационную активность, в работе проводилось разбиение 30 стран-членов ОЭСР на кластеры на основе 9 следующих факторов-признаков:

1. величина ВВП на душу населения с учетом паритета покупательской способности;
2. доля затрат на исследования и разработки в ВВП;
3. затраты на исследования и разработки в расчете на душу населения;
4. доля предпринимательского сектора в затратах на исследования и разработки;
5. численность исследователей на 1000 занятых в экономике;
6. доля лиц с высшим образованием в общем числе занятых;
7. индекс развития человеческого потенциала (**HDI**);
8. число тройных патентов (triadic patent families) на миллион чел. населения;
9. число научных статей миллион чел. населения.

В расчетах использованы данные за 2003 г. [14].

В результате компьютерной кластеризации были выделены 2 группы стран. В первую группу вошло 12 стран, обладающих наименьшим среди членов ОЭСР промышленным потенциалом, с относительно невысокой величиной затрат на исследования и разработки, включая новые индустриальные и бывшие социалистические страны (Чехия, Греция, Венгрия, Ирландия, Италия, Южная Корея, Мексика, Польша, Португалия, Словакия, Испания и Турция).

Во вторую вошли 18 наиболее развитых стран ОЭСР (Австралия, Австрия, Бельгия, Великобритания, Германия, Дания, Исландия, Канада, Люксембург, Нидерланды, Новая Зеландия, Норвегия, США, Финляндия, Франция, Швеция, Швейцария, Япония).

Страны первой группы существенно уступают странам второй группы как по уровням ВВП и затрат на науку (в расчете на душу населения) так и по качеству

человеческого капитала, характеризуемому факторами 5-7 (численностью исследователей на 1000 занятых в экономике; долей лиц с высшим образованием в общем числе занятых; индексом развития человеческого потенциала). Различие в уровнях экономического, научно-технического и культурного развития существенно влияет на такие обобщающие показатели инновационной активности, как число патентов и число научных статей на миллион чел. населения (табл. 3).

Таблица 3

Соотношения между средними значениями 9 факторов первой и второй групп

№ фактора	1	2	3	4	5	6	7	8	9
соотношение	0,578	0,425	0,267	0,754	0,461	0,666	0,936	0,084	0,358

Полученные результаты во многом связаны с относительно высокой корреляцией по всей совокупности стран-членов ОЭСР: числа патентов на миллион чел. населения с величиной затрат на исследования и разработки в расчете на душу населения (коэффициент корреляции более 0,8); числа научных статей – с величинами как затрат на исследования и разработки в расчете на душу населения, так и индекса развития человеческого потенциала (коэффициент корреляции для двух последних связей превышает 0,7).

Для всей совокупности из 30 стран имеют место достаточно устойчивые регрессионные связи числа патентов **P** и научных статей **A** на миллион чел. населения с величиной затрат на исследования и разработки в расчете на душу населения **R&D** и индекса развития человеческого потенциала **HDI**:

$$P = -12,717 + 0,094 * R\&D, \quad R^2 = 0,660; \quad (1)$$

(7,669) (0,013)

$$A = 181,001 * English + 195,375 * HDI + 0,649 * R\&D, \quad R^2 = 0,567, \quad (2)$$

(98,630) (87,077) (0,130)

где переменная **English** принимает значение 1 для англоязычных и 0 для прочих стран. Введение переменной **English** обусловлено тем, что в группу стран с более высоким инновационным потенциалом входят все англоязычные страны (кроме

Ирландии), а также тем, что в большей части авторитетных научных журналов публикуются статьи на английском языке.

Иными словами, чем на более высоком уровне экономического, научно-технического и культурного развития находится страна, тем более высокие показатели патентной деятельности и научной результативности она имеет. Верно и обратное, так как главным условием экономического и научно-технического лидерства может быть только интенсивная и успешная инновационная деятельность. Следует отметить, что внутри найденных кластеров между показателями инновационной активности с одной стороны и величиной затрат на исследования и разработки в расчете на душу населения **R&D**, а также индекса развития человеческого потенциала **HDI** с другой, имеют место разные значения коэффициентов корреляции (они существенно выше для первого кластера, объединяющего менее развитые в технологическом отношении страны).

Так, например, значение коэффициента корреляции между числом патентов и величиной затрат на исследования и разработки для стран первого кластера положительно и составляет 0,894, в то время, как для стран второго кластера – отрицательно и равно -0,506. Значение коэффициента корреляции между числом опубликованных статей и индексом развития человеческого потенциала в первом случае составляет 0,931, а во втором – всего 0,309.

В результате для отдельных групп стран получены следующие зависимости:

Для первого кластера:

$$P = -3,320 + 0,041R\&D, R^2 = 0,799; \quad (3)$$

(1,569) (0,007)

$$A = -926,943 + 1169,437 \cdot HDI + 2,179 \cdot R\&D, R^2 = 0,904; \quad (4)$$

(491,000) (632,271) (1,178)

Для второго кластера:

$$P = 24,529 \cdot S_{R\&D}, R^2 = 0,453; \quad (5)$$

(2,505)

$$A = -8010,773 + 9887,493 \cdot HDI - 5,674R\&D, R^2 = 0,369, \quad (6)$$

(5735,531) (6030,913) (1,178)

где $S_{R\&D}$ – доля затрат на исследования и разработки в ВВП.

Таким образом, в странах первого кластера имеет место достаточно четкая связь между патентной активностью и затратами на исследования и разработки, а также между публикационной активностью и индексом развития человеческого потенциала, а также и затратами на исследования и разработки. В более технологически передовых странах второго кластера такой четкой связи не прослеживается, хотя и имеет место положительное влияние индекса развития человеческого потенциала на публикационную активность, а доли затрат на исследования и разработки – на патентную активность. Отсутствие четкой связи между показателями для стран второго кластера может быть обусловлено их существенно более высокой однородностью, что отражается относительной близостью основных индикаторов их развития (табл.4).

Таблица 4

Соотношения между среднеквадратическими отклонениями и средними значениями 9 факторов в первом и втором кластерах

№ фактора	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кластер 1	0,4	0,6	0,8	0,3	0,4	0,4	0,06	1,4	0,5
Кластер 2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,01	0,6	0,3

Влияние качества человеческого капитала, а также затрат на исследования и разработки на более широкий круг показателей инновационной активности, удастся оценить, используя статистические данные и публикации Евростата (публикуемый этим органом состав показателей, относящихся к инвестиционной деятельности, является более полным, чем данные статистических справочников по инновациям, представляемые ОЭСР).

Так, в настоящей работе исследовалась выборка следующих показателей 19 стран-членов Европейского Союза:

1. доля затрат на исследования и разработки в ВВП;
2. затраты на исследования и разработки в расчете на одного исследователя;
3. доля специалистов в области науки и техники с высшим образованием (с уровнем А) в общем числе занятых в экономике;

4. доля молодой части специалистов (в возрасте 25-44 года) в общем числе специалистов с научными и инженерными степенями;
5. индекс развития человеческого потенциала;
6. доля инновационных предприятий, в которых наиболее важными источниками информации признаны исследования и разработки;
7. доля инновационно-активных предприятий в общем числе последних;
8. число патентных заявок (в европейские органы) в расчете на 1000 исследователей.

В расчетах использованы данные за 2004 г.

Путем компьютерной кластеризации в работе выделены 2 группы стран, существенно отличающиеся по значениям показателей-признаков: 1). менее технологически развитые (Венгрия, Греция, Испания, Кипр, Польша, Португалия, Словакия, Словения, Чехия) и 2). технологически передовые страны (Бельгия, Германия, Дания, Люксембург, Ирландия, Италия, Финляндия, Франция).

Имеют место следующие соотношения между значениями средних показателей-факторов первого и второго кластеров:

1. доля затрат на исследования и разработки в ВВП –41%;
2. затраты на исследования и разработки в расчете на одного исследователя – 23%;
3. Доля специалистов в области науки и техники с высшим образованием (с уровнем А) в общем числе занятых в экономике –75%;
4. доля молодой части специалистов (в возрасте 25-44 года) в общем числе специалистов с научными и инженерными степенями –96%;
5. индекс развития человеческого потенциала –94%;
6. доля инновационных предприятий, в которых наиболее важными источниками информации признаны исследования и разработки –112%;
7. доля инновационно-активных предприятий в общем числе последних – 69%;

8. число патентных заявок (в европейские органы) в расчете на 1000 исследователей – всего лишь 12%.

Следует отметить, что такие показатели-факторы, как 4 и 6 (доля молодой части специалистов (в возрасте 25-44 года) в общем числе специалистов с научными и инженерными степенями; доля инновационных предприятий, в которых наиболее важными источниками информации признаны исследования и разработки) практически не влияют на состав стран-объектов, входящих в две группы. Иными словами, вопреки сложившемуся мнению, возраст специалистов не всегда является фактором, определяющим инновационную активность.

Вместе с тем, следует отметить существенное влияние затрат на исследования и разработки в расчете на одного исследователя на число патентных заявок (в расчете на 1000 исследователей (коэффициенты корреляции между этими показателями для обеих групп максимальны, причем для первого кластера (0,845) они выше чем для второго (0,677)).

В целом по общей совокупности из 19 стран выявлены следующие зависимости между удельным числом патентных заявок P/R и затратами на исследования и разработки в расчете на одного исследователя $R\&D/R$, а также между долей инновационно-активных предприятий SE и индексом развития человеческого потенциала HDI :

$$\ln(P/R) = - 3,659 + 1,460 \cdot \ln(R\&D/R), R^2=0,924; \quad (7)$$

(0,422) (0,101)

$$\ln(SE) = 4,081 + 5,519 \cdot \ln(HDI), R^2=0,441. \quad (8)$$

(0,138) (1,507)

Таким образом, в среднем по совокупной выборке из 19 стран Европейского Союза увеличение удельных затрат на исследования и разработки на 1% приводит к увеличению патентной активности в расчете на исследователя почти на 1,5%. В то же время, при повышении на 1% индекса развития человеческого потенциала доля инновационно-активных предприятий растет на 5,5%.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что значения показателей инновационной активности (удельной патентной и публикационной активности на душу населения) определяются уровнем развития стран. В связи с вышеизложенным, совершенно несостоятельным является тезис о якобы низкой эффективности отечественных исследований и разработок, который основан лишь на значениях показателей удельной патентной и публикационной активности на душу населения (или на одного исследователя) без учета уровня ВВП, финансирования исследований и разработок, а также индекса человеческого развития.

5 Перспективы развития человеческого капитала в инновационной сфере России

Как уже отмечалось во введении, качественные и количественные показатели человеческого капитала определяют как инновационную активность, так и экономический рост [15]. Важной мерой качества человеческого капитала служит уровень образования в обществе. Обществу, желающему создать инновационную экономику, нужны высокообразованные люди, обладающие научными знаниями и усвоившими всё положительное из опыта предшествующих поколений.

После середины 1990-х гг. среди молодых людей усилилась мотивация к получению высшего образования. Количественные показатели свидетельствуют, на первый взгляд, о благополучном состоянии дел в этой области: численность студентов высших учебных заведений возросла в 2,62 раза относительно 1995 г., а выпуск – в 3,1 раза! (табл. 5). Ускоренными темпами развивается аспирантура вузов [16].

Казалось бы, такие темпы роста должны отражать усиление тяги молодежи к знаниям, её желание работать «на переднем крае науки и техники», а также о возросшем уровне преподавательского состава вузов. К сожалению, как показывает последующий анализ, это предположение не подтверждается фактами.

Таблица 5

Прием студентов в вузы выпуск специалистов вузами страны

Годы	Принято студентов – всего, тыс.чел.	Выпущено специалистов – всего, тыс.чел.
1990	584,0	401,1
1995	681,0	403,2
2000	1 292,0	635,1
2001	1 461,0	720,2
2002	1 504,0	840,4
2003	1 644,0	976,9
2004	1 659,0	1076,6
2005	1 641,0	1151,7
2006	1 658,0	1255,0

Источник: [16].

Ниже даются оценки потенциала роста уровня образования, факторов, влияющих на численность специалистов с высшим образованием в России, а также оценки спроса на молодых специалистов-выпускников вузов со стороны научного сектора, исходя из необходимости инновационного развития страны. На основе построенных моделей рассматриваются перспективы изменения количественных показателей, характеризующих образование (численность студентов, численность принятых в вузы студентов и выпущенных специалистов). Даются оценки спроса на выпускников вузов со стороны научно-технического сектора.

5.1 Модели динамики численности специалистов высшей квалификации [17]

Модель динамики численности специалистов с высшим образованием

Построенная на основе данных за 1980-2006 гг. агрегированная модель включает в себя следующие соотношения:

1. между численностью принятых в вузы страны v_t в году t и родившихся за 17, 18 и 19 лет до этого $birth_{t-17}$, $birth_{t-18}$, $birth_{t-19}$

$$v_t = \eta_t \text{ birth}_{av\ t-17}, \quad (7)$$

$$\text{birth}_{av\ t-17} = 1/3 * (\text{birth}_{t-17} + \text{birth}_{t-18} + \text{birth}_{t-19}); \quad (8)$$

где η_t – показатель, характеризующий доступность высшего образования. За 1990-2006 гг. этот показатель увеличился почти в 3 раза до значения, немного превышавшего 0,7. Его изменение хорошо описывается трендом:

$$\eta_t = 1 - e^{-\lambda(t-1990)}; \quad (9)$$

2. между численностью выпущенных вузами в году t специалистов $u_{he\ t}$ и численностью принятых в вузы страны

$$u_{he\ t} = \xi_t v_{av\ t-2}, \quad (10)$$

$$v_{av\ t} = 1/3 * (v_t + v_{t-1} + v_{t-2}), \quad (11)$$

где ξ_t – показатель, характеризующий отсеивание студентов.

3. между численностью специалистов с высшим образованием $y_{he\ t}$ и выпущенных вузами в году t специалистов $u_{he\ t}$

$$y_{he\ t} = (1 - k_{he})y_{he\ t} + u_{he\ t}, \quad (12)$$

где k_{he} – коэффициент выбытия;

4. определяющие динамику численности населения L_t и родившихся $birth_t$:

$$birth_t = L_{t-1} * \rho_b, \quad (13)$$

$$L_t = L_{t-1} * (1 + \rho_b - \rho_d), \quad (14)$$

где ρ_b , ρ_d – показатели рождаемости и смертности в расчете на 1000 чел. населения, $t=1,2,\dots,T$.

Несмотря на простоту, модель позволяет исследовать влияние социальных факторов (таких, как доступность высшего образования), а также демографических показателей (рождаемость и смертность) на перспективную динамику численности специалистов при сохранении наблюдающихся тенденций и существующих связей. Так, на рис. 1-2 представлена численность выпускаемых специалистов и специалистов с высшим образованием в стране при различных значениях коэффициента доступности высшего образования ($\eta_t = 0,7$, т.е. на уровне 2006 г.; $\eta_t = 1$, что практически соответ-

стствует введению с текущего года всеобщего высшего образования;
 t , изменяющемуся в соответствии с трендом (9)). Следует отметить, что динамика показателя выпуска специалистов $u_{he t}$ на рис. 1 для двух первых вариантов практически повторяет динамику рождаемости.

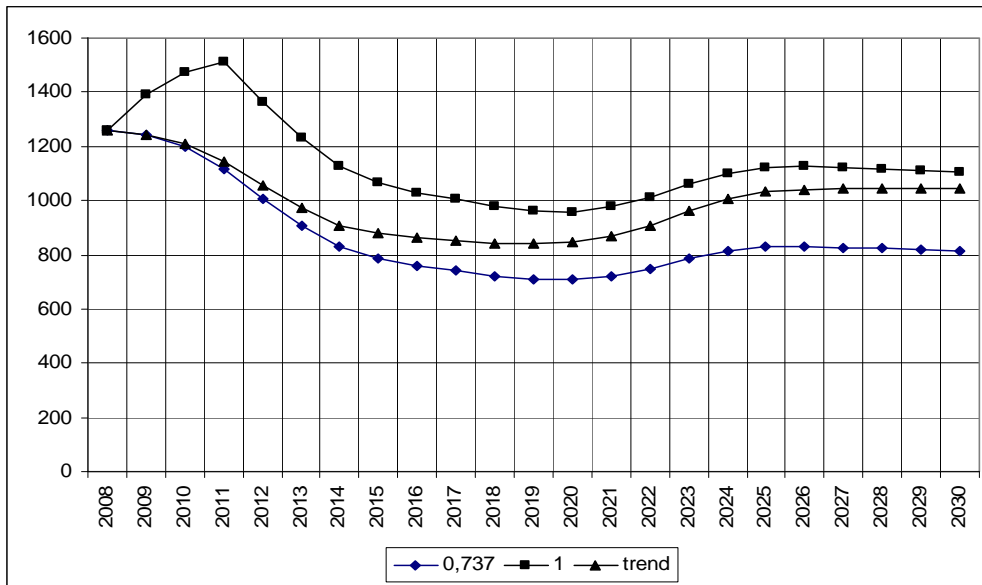


Рис. 1. Численность выпускаемых вузами специалистов (тыс. чел.) при различных значениях коэффициента доступности высшего образования t .

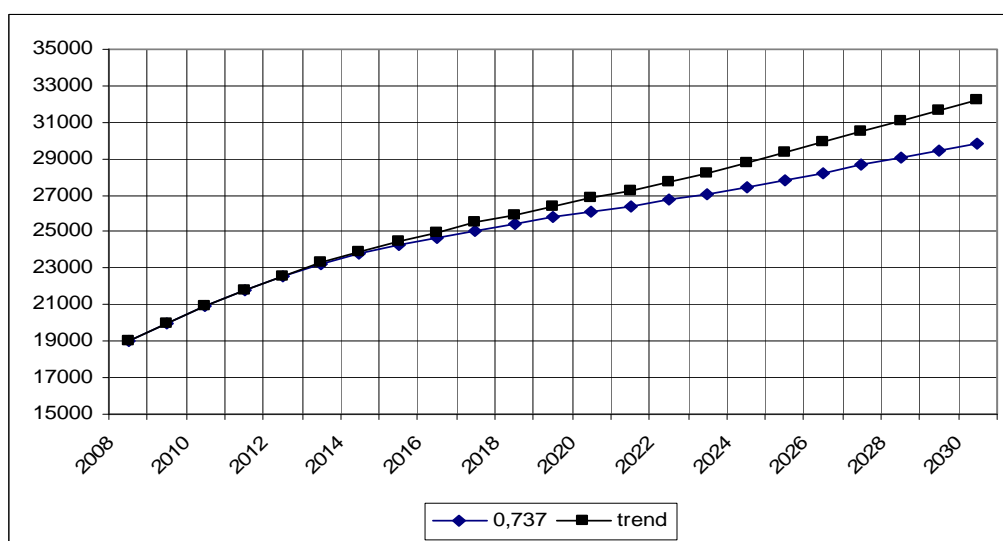


Рис. 2. Численность специалистов с высшим образованием в стране (тыс. чел.) при различных значениях коэффициента доступности высшего образования
t.

Влияние коэффициента рождаемости на динамику исследуемых показателей начинает проявляться только с 2025 г. из-за инерционности связи между численностью принятых в вузы страны и родившихся (с лагом до 19 лет). Этот факт иллюстрирует рис. 3, на котором представлена динамика численности выпускников вузов при коэффициентах рождаемости в 2007-2030 гг., равных 15,3 и 10,3 (базовый вариант расчетов, соответствующий текущему значению этого показателя).

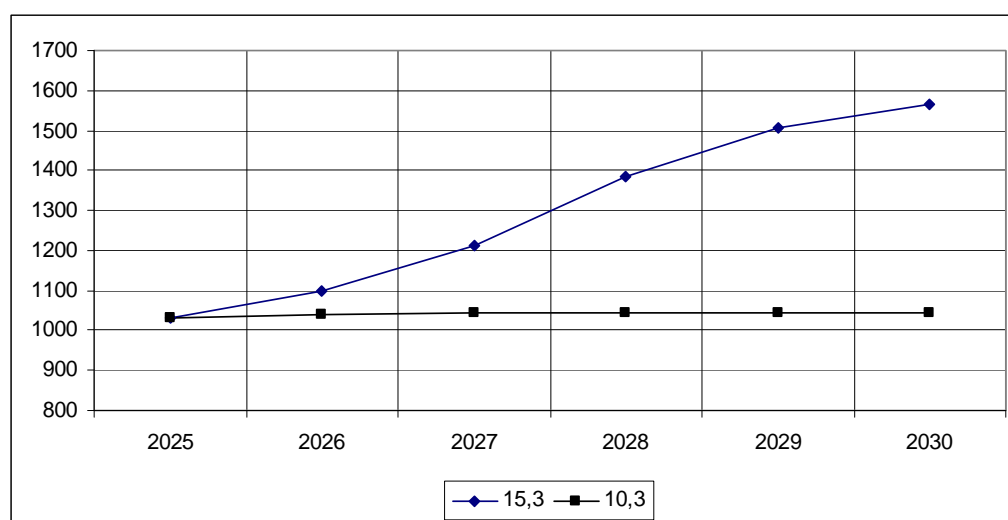


Рис. 3. Численность выпускаемых вузами специалистов (тыс. чел.) при различных вариантах коэффициентов рождаемости.

Представляет интерес и то, какой будет динамика доли выпускников вузов первых десятилетий 21-го века в общей численности занятых с высшим образованием. Так, в соответствии с расчетами по базовому варианту, доля специалистов, выпущенных вузами страны после 2000 г., будет неуклонно возрастать с почти 31% в 2005 г. до 66,7% в 2020 г. и до 76,8% в 2030 г. Соответственно **будет уменьшаться доля специалистов, успевших получить достаточно приличное среднее образование в советское время (табл. 6).**

Таблица 6

Возможная динамика доли специалистов, выпущенных вузами страны после 2000 г., в общей численности занятых с высшим образованием, %

Годы	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	30,8%	52,1%	60,8%	66,7%	72,4%	76,8%

Модель динамики численности специалистов в научно-технической сфере

В настоящей работе, по данным за 1994-2006 гг. построена следующая модель, учитывающая движение специалистов N различных возрастных когорт [7, 8, 18]:

$$\mathbf{X}_t = \mathbf{A} \mathbf{X}_{t-1} + \mathbf{b} \mathbf{u}_t, \quad (15)$$

$$\mathbf{y}_t = \mathbf{C} \mathbf{X}_t, \quad (16)$$

:

$\mathbf{X}_t = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{Nt})'$ - вектор численности исследователей N различных возрастных когорт в конце года t , $t=1 \dots T$ (T -период прогнозирования), ' - знак транспонирования; \mathbf{u}_t - численность молодых специалистов-выпускников вузов, начинающих научную деятельность в году t ; \mathbf{y}_t - общая численность специалистов всех возрастных когорт в году t ; \mathbf{A} - матрица перехода из младшей возрастной когорты в более старшую, имеющая вид, выбранный в соответствии с [18]:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} (1-p_1)s_1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ p_1s_1 & (1-p_2)s_2 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & p_2s_2 & (1-p_3)s_3 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_3s_3 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & (1-p_{N-1})s_{N-1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & p_{N-1}s_{N-1} & (1-p_N)s_N \end{pmatrix} \quad (17)$$

s_i - доля специалистов i -ой когорты, остающихся в науке; p_i - доля специалистов i -ой когорты, остающихся в науке и переходящих из i -ой когорты в $(i+1)$ -ую, $0 \leq p_i, s_i \leq 1$, $i = 1, 2, \dots, N$; (очевидно $(1-p_i)s_i$ и $p_i s_i$ - представляют собой соответст-

венно доли специалистов, остающиеся в i -ой когорте и переходящие из i -ой когорты в $(i+1)$ -ую, $i = 1, 2, \dots, N-1$); $\mathbf{b} = (1, 0, 0 \dots 0)'$ - N мерный вектор-столбец с единственным ненулевым элементом; $\mathbf{C} = (1, 1, 1 \dots 1)$ - единичный вектор-строка размерности N .

Модель может быть использована для прогноза динамики численности исследователей при заданной динамике притока выпускников вузов в науку или, наоборот, для решения обратной задачи определения уровней притока молодежи в науку, обеспечивающих требуемые уровни численности исследователей (принимается гипотеза, что приток исследователей в науку формируется в основном за счет выпускников вузов, что достаточно близко к истине). В последнем случае следует иметь в виду, что непосредственное использование соотношений (15)-(16) для определения \mathbf{u}_t приводит, как правило, к колебательной динамике этого показателя [8].

Избежать подобных колебаний искомым переменных можно путем использования теории линейно-квадратических регуляторов. В этом случае решается задача выбора переменной \mathbf{u}_t , обеспечивающей минимум суммы квадратов отклонений фактической траектории управляемой переменной y_{1t} от желаемой y_{1dt} , а также квадратов искомой переменной, взятой с весовым множителем \mathbf{r} (он играет роль цены изменения искомой переменной) [8, 19]:

$$\sum_{t=1}^{T+5} (y_{1t} - y_{1dt})^2 + \mathbf{r} \mathbf{u}_t^2 \Rightarrow \min \quad (18)$$

при ограничениях (15)-(16), причем $\mathbf{r} > 0$.

Путем выбора надлежащего значения весового множителя (обычно он проводится достаточно просто, методом проб и ошибок) удастся обеспечить приемлемую точность вычислений и плавность изменения искомым переменных.

5.2 Результаты расчетов на основе модели (15)-(16)

Несмотря на рост численности лиц с высшим образованием, в нашей стране, даже после кратковременного периода относительной стабилизации в конце 1990-х-начале 2000-х гг., происходит снижение численности исследователей. Соответ-

ственно ещё сильнее уменьшается соотношение между численностью исследователей и численностью населения, занятых с высшим образованием, а также выпущенных вузами специалистов (таблица 7). В результате, Россия с конца 1990-х гг. стала существенно уступать развитым странам по показателям численности исследователей на 1000 человек с высшим образованием $R_{\text{не}}$, занятых в экономике, и численности исследователей на 1000 человек населения R_{pop} (табл. 8, 9).

Таблица 7

Соотношения между численностью исследователей и численностью населения, занятых с высшим образованием, а также выпущенных вузами специалистов в Российской Федерации

Годы	Численность населения, тыс. чел.	Среднегодовая численность занятых в экономике с высшим образованием, тыс. чел.	Выпуск специалистов, тыс. чел.	Численность исследователей, тыс. чел.	Численность исследователей на 1000 человек населения x)	Численность исследователей на 1000 человек с высшим образованием x)	Численность исследователей/Выпуск специалистов x)
1992	148704	11469	425	804	5,4	70	1,892
1995	148306	11777	403	519	3,5	44	1,288
1998	147105	12077	501	417	2,8	35	0,832
2001	144819	15738	720	422	2,9	27	0,586
2004	144168	16739	1076	401	2,8	24	0,373
2005	143474	16957	1151	391	2,7	23	0,340
2006	142754	17742	1255	389	2,7	22	0,310

x) Рассчитано на основе данных [16].

В связи с тем, что эти показатели характеризуют научный и инновационный потенциал страны, представляет интерес исследование их динамики на перспективу. Такое исследование проводилось на основе модели (15)-(16), в ходе расчета численности выпускников вузов, необходимой для стабилизации численности исследователей на уровнях 300 тыс. чел. (после 2018 г.), 350 тыс. чел. и 400 тыс. чел. (в последних случаях – с 2014 г., см. рис. 8-9). Как видно из рис. 8-9, даже для стабилизации численности исследователей на уровне 300 тыс. чел. (в текущем году по нашим оценкам численность исследователей составит 360-380 тыс. чел.) потребуется увеличить ежегодный приток выпускников вузов в науку в среднем на 20-40% по сравнению с текущим уровнем.

Таблица 8

Динамика отношения численности исследователей на 1000 человек населения по странам ³

Страны	1995	2000	2005
США	3,9	4,5	4,7
Франция	3,3	3,6	<u>4,2</u>
Российская федерация	3,5	2,9	2,7
Испания	2,5	3,5	<u>4,2</u>
Германия	Н.д.	Н.д.	5,0

Источники: Main Science and Technology Indicators: V. 2006/1, 2007/1, p.28, OECD; OECD Factbook 2008: Economic, Environmental and Social Statistics.

Таблица 9

Численность исследователей на 1000 человек с высшим образованием, занятых в экономике, в 2005 г.

Страна	2005 г.
США	29
Германия	45
Франция	<u>36</u>
Российская федерация	23
Испания	<u>34</u>

Рассчитано на основе данных:

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/extraction/retrieve/en/theme9/rd/rd_p_persqual?OutputDir=EJOutputDir_1943&user=unknown&clientsessionid=B67FC0F01AD2FFF05F2ED41118768872.extraction-worker-2&OutputFile=rd_p_persqual.htm&OutputMode=U&NumberOfCells=1092&Language=en&OutputMime=text%2Fhtml&

В двух других вариантах стабилизации среднегодовую величину притока молодых специалистов нужно будет увеличить на 70-100% относительно нынешнего уровня (рис. 5).

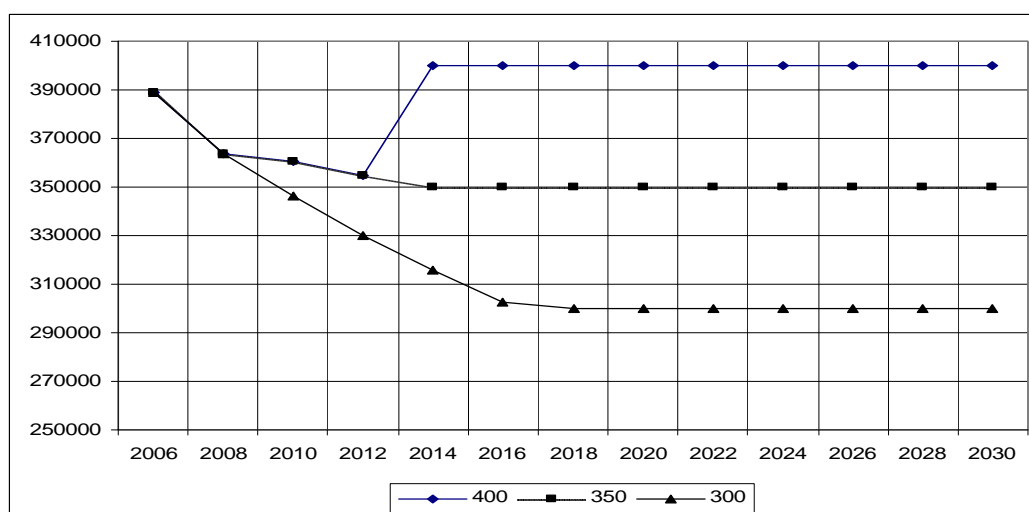


Рис. 4. Задаваемые варианты изменения численности исследователей в стране (тыс. чел.).

Следует отметить, что и в последних двух случаях такие показатели, как численность исследователей на 1000 человек населения R_{pop} и численность исследователей на 1000 человек с высшим образованием R_{he} , будет существенно ниже, чем в развитых странах (табл. 10). В связи с этим, в работе проводились расчеты величин притока молодых кадров, обеспечивающие значения показателей R_{pop} и R_{he} на уровнях соответствующих показателей во Франции и Испании в 2005 г. (т.е. $R_{pop} = 4,2$ и $R_{he} = 35$, см. табл. 8, 9). В одном из вариантов расчета предполагалось, что уровень $R_{pop} = 4,2$ будет достигнут в 2020 г., а после этого численность исследователей стабилизируется на уровне 560,2 тыс. чел. В другом варианте предполагалось, что R_{he} достигнет уровня $R_{he} = 35$ в 2030 г. и, начиная с этого года, численность исследователей будет постоянной и составит 1127 тыс. чел. (рис. 6, этот уровень не намного превышает численность исследователей России в 1990 г.). Достижение указанных уровней потребует резкого увеличения годового притока молодых специалистов в науку (в первом случае – вначале в 4, а потом в 2,5 раза, во втором – вначале в 5,5, а потом в 7 раз, рис. 6).

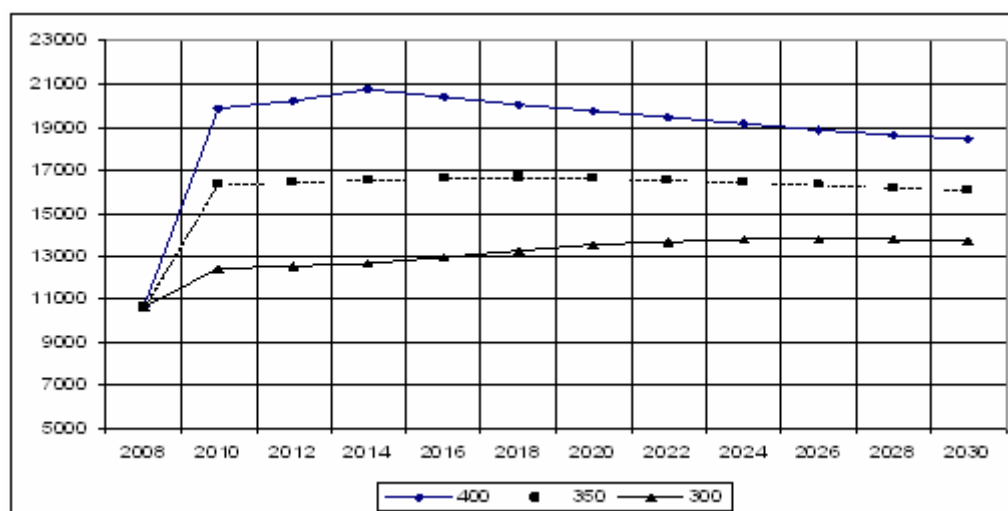


Рис. 5. Необходимый приток в научный сектор выпускников вузов, соответствующий задаваемым вариантам изменения численности исследователей в стране (тыс. чел.).

Таблица 10

³ Таблицы 8 и 9 составлены М.Г.Дубининой.

Численность исследователей на 1000 человек с высшим образованием и на 1000 человек населения в 2030 г. при разных уровнях стабилизации численности исследователей

Уровень стабилизации численности исследователей, тыс. чел.	300	350	400
Численность исследователей на 1000 человек населения ^{х)}	2,4	2,8	3,1
Численность исследователей на 1000 человек с высшим образованием (для базового варианта)	9,3	10,9	12,4

х) для варианта численности населения России 127,2 млн. чел.

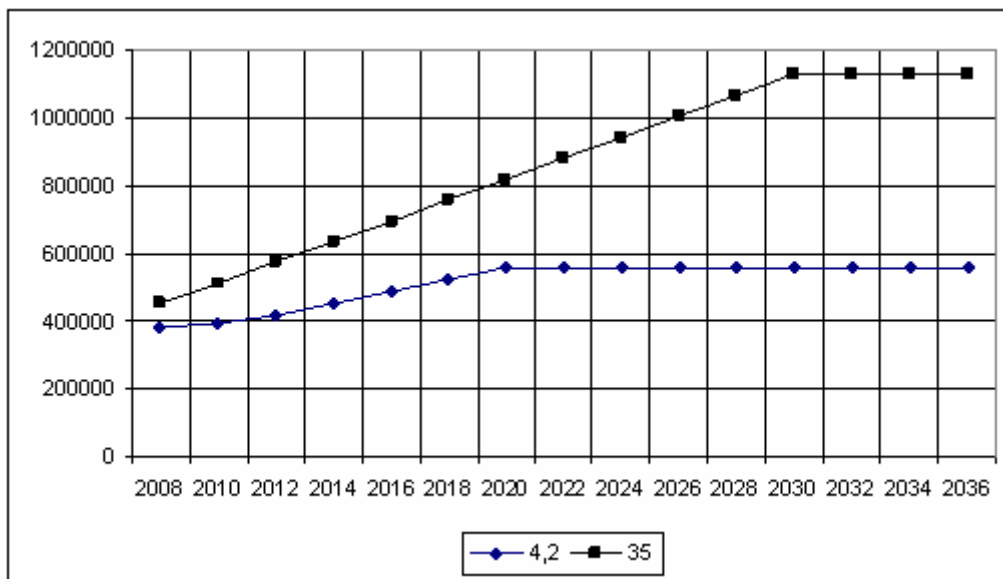


Рис. 6. Варианты изменения численности исследователей в стране (тыс. чел.), соответствующие задаваемым уровням численности исследователей на 1000 чел. населения ($R_{pop}=4,2$) и на 1000 чел. занятых с высшим образованием ($R_{he}=35$).

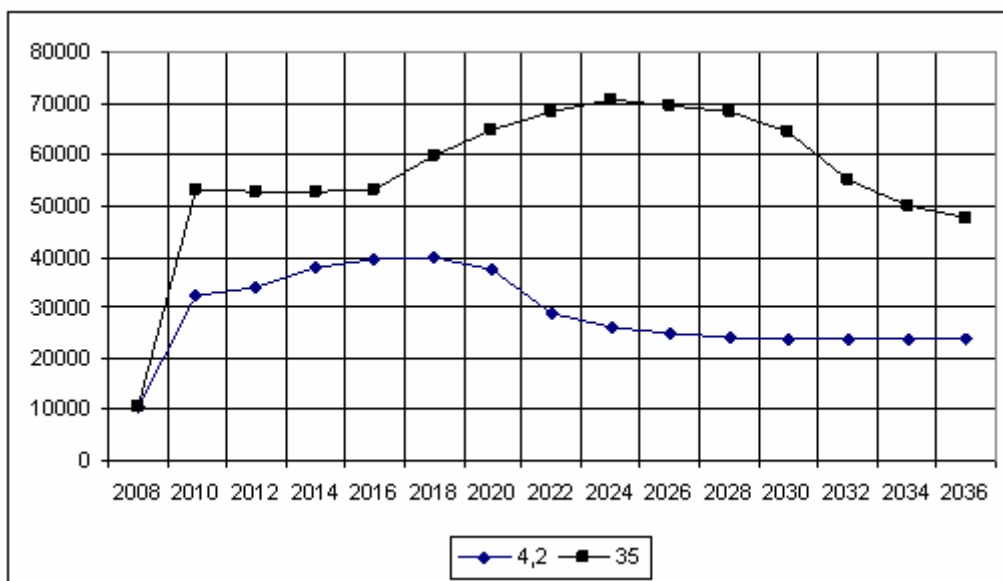


Рис. 7. Необходимый приток в научный сектор выпускников вузов (тыс. чел.), соответствующий вариантам изменения численности исследователей в стране, представленным на рис. 6.

6 Проблемы развития человеческого капитала для обеспечения инновационного роста России

Проведенные расчеты приводят к выводу, что уже в самое ближайшее время необходимо принять и реализовать комплекс мер по привлечению в науку значительного числа молодежи. Иначе при сохранении наблюдающихся тенденций и существующих связей усилится технологическое отставание страны от уровня даже не самых развитых стран, и она надолго приобретет статус если не сырьевого придатка, то вечно догоняющего государства по всем направлениям научного и технологического прогресса. Кроме того, необходимо не упустить ещё имеющуюся возможность использовать опыт работающих ученых старших поколений и, тем самым, *сохранить преемственность в отечественной науке.*

Однако весьма важная проблема состоит в том, что выпускники вузов не только не хотят (из-за относительно низкой заработной платы), но и не подготовлены к работе в научной сфере. Результаты опросов студентов, проведенных автором данной статьи, свидетельствуют о том, что во многих случаях и сами студенты не считают себя способными заниматься исследованиями. В результате слабых знаний, получаемых учащимися в школе из-за разрушения в начале 1990-х гг. системы среднего, в частности, школьного образования, студенты вузов не могут осилить даже относительно простые дисциплины. За последние почти 20 лет из-за скудного финансирования снизился и уровень преподавательского состава вузов. Не переводится в нужном объеме учебная и научная литература (за исключением общедоступных книг по бизнесу и экономике для первых курсов университетов).

Все это влияет на уровень подготовки студентов. По-видимому, из-за низкого уровня образования, получаемого в средней школе, значительная часть абитуриентов поступает в вузы на гуманитарно-социальные специальности (включая эконо-

номику и управление). В 2000-х гг. доля выпущенных вузами специалистов этого профиля устойчиво держится на уровне 50%. Вообще же по полученным специальностям работает крайне незначительная часть выпускников наших вузов (по некоторым оценкам лишь 25%).

На уровне подготовки студентов сказывается и сложившаяся в стране порочная практика приема выпускников вузов в наиболее привлекательные сектора деятельности лишь со стажем работы. В результате студенты вынуждены отвлекаться от учебы даже в учебное время; ими систематически не выполняются домашние задания. Интересно, что при этом немалое число студентов умудряется обучаться в двух, а то и в трех вузах или других учебных заведениях! Следует отметить и то, что такой уровень знаний, который нужен на многих хорошо оплачиваемых местах в частном секторе, в большинстве случаев не требует ни 5, ни даже 4 лет учебы в вузе.

Об ухудшении уровня высшего образования в стране свидетельствует тот факт, что даже лучший университет страны, МГУ им. М.В. Ломоносова, в объективном рейтинге 500 университетов мира, составляемых китайскими специалистами из Шанхайского университета, занимал в 2007 г. всего 76-е место (в 2005 г. 67-е)⁴. Другой отечественный университет, входящий в число 500 университетов мира, Санкт-Петербургский государственный университет, традиционно находится лишь в 4-й сотне [20].

Таким образом, на первый взгляд, чисто иллюстративные показатели численности исследователей на 1000 человек с высшим образованием и на 1000 человек населения, выступают по сути показателями эффективности высшего образования. И значительные масштабы его распространения при низком уровне образования (начального, среднего и высшего) не дают оснований связывать перспекти-

⁴ Об объективности рейтинга свидетельствует состав показателей, используемый при его подсчете: число лауреатов Нобелевской премии среди выпускников и преподавателей университета; индекс цитируемости статей преподавателей и сотрудников; число наиболее часто цитируемых ученых университета по 21 областям науки; число статей преподавателей и сотрудников, опубликованных в журналах *Nature* и *Science* и др.

вы инновационного развития страны преимущественно с вузовским сектором науки (за редким исключением).

В связи с колоссальной сложностью и важностью задач, стоящих перед отечественным образованием (во всей цепи: от начального до высшего), а также в науке, целесообразно было бы, по нашему мнению, разделить Минобрнауки на два самостоятельных министерства (образования и науки). Усилия работников нового министерства образования следовало бы направить на решение масштабных задач по подъему уровня как среднего, так и высшего образования. Необходимо осуществить глубокую реформу аспирантуры высших учебных заведений, которая в нашей стране не является резервом пополнения научных кадров и профессионалов высокой квалификации, несмотря на неуклонный рост численности аспирантов и выпускаемых вузами кандидатов наук⁵.

Для оценки эффективности деятельности нового министерства образования следовало бы использовать, наряду с другими показателями, и показатель численности исследователей на 1000 человек с высшим образованием R_{hc} , а также соотношение между численностью выпускников, приходящих в отраслевую и академическую науку, с одной стороны, и численностью выпускаемых вузами специалистов, с другой.

С целью повышения инновационной активности в стране органам государственной власти необходимо значительно повысить уровень управления научно-техническим сектором страны, улучшить финансирование исследований и разработок и в сжатые сроки, пока ещё работают специалисты старших возрастных групп, способные передать богатый опыт, обеспечить приток молодежи в науку. Перечень необходимых для этого мер неоднократно указывался учеными в ведущих отечественных изданиях (см., например, [15, 21, 22, 23]).

Так, одной из неизбежных мер, которые должны быть безусловно приняты, является опережающий рост заработной платы научных работников относительно

⁵ официально бóльшая часть российских аспирантов проходит подготовку в области гуманитарно-социальных наук, экономики и управления.

среднего по экономике уровня (конечно после завершения нынешнего финансово-экономического кризиса). Другой мерой могло бы стать утверждение перечня научных организаций, работа в которых дает молодым ученым отсрочку от армии. Целесообразно было бы рассмотреть вопрос о включении в категорию альтернативной гражданской службы (АГС) для выпускников вузов работу в НИИ и КБ из перечня организаций, предоставляющих отсрочки от призыва, а срок АГС в этих организациях довести до 5-7 лет. Кроме того, целесообразно было бы усилить аспирантуру этих предприятий, в частности, увеличить число мест в заочной аспирантуре этих организаций.

Органам государственного управления наукой необходимо, наконец, уделить должное внимание и адекватному материальному и информационному обеспечению труда ученых, преподавателей вузов и других специалистов, которое является одной из главнейших предпосылок повышения научного уровня, конкурентоспособности и результативности исследований, а также активизации инновационной деятельности (в частности, пополнению фондов библиотек до соответствующего уровня технологически развитых стран, приобретению не урезанных, как это практикуется сейчас, а полномасштабных баз данных научно-технических публикаций).

7 Выводы

На основе многочисленных вариантных расчетов с использованием различных алгоритмов кластеризации и разных факторов-признаков проведена кластеризация отраслей, регионов страны, зарубежных стран, а также построены зависимости, позволившие получить объективные оценки влияния показателей качества человеческого капитала на инновационную активность.

Получен общий вывод о том, что патентная активность преимущественно связана с удельным уровнем затрат на исследования и разработки, а другие показатели инновационной активности (в частности, доля инновационно-

активных предприятий, число публикуемых статей) – преимущественно с величиной индекса человеческого развития.

Разработанные в статье модели позволяют оценить влияние ключевых факторов на динамику численности специалистов с высшим образованием, а также наиболее квалифицированной их части - исследователей.

На основе построенных моделей получены оценки уровней притока молодежи в науку, обеспечивающих возможные варианты стабилизации численности исследователей, а также уровни численности исследователей, необходимые для инновационного развития страны.

Для активизации инновационной деятельности в стране органам государственной власти необходимо значительно повысить уровень управления научно-техническим сектором страны, улучшить финансирование исследований и разработок и в сжатые сроки обеспечить приток молодежи в науку. Предстоит решить масштабные задачи по подъему уровня образования, как среднего (общего и профессионального), так и высшего. Для оценки эффективности деятельности федеральных органов, ответственных за высшее образование, следовало бы использовать, наряду с другими показателями, такие показатели, как численность исследователей на 1000 человек с высшим образованием, а также соотношение между численностью выпускников, приходящих в отраслевую и академическую науку, с одной стороны, и численностью выпускаемых вузами специалистов, с другой.

8 Список литературы

1. <http://www.rg.ru/2008/02/09/putin.html>.
2. Uzawa H. Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth. *International Economic Review*, 1965, v.6, N01, pp.18-31.
3. Lucas R.E. On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 1988, v.22, pp.3-42.
4. Макаров В.Л. Рынок рабочей силы в экономике инноваций/Инновационный путь развития для новой России, гл. 5. /Под ред. В.П.Горегляда. – М.: Наука, 2005.
5. Варшавский А.Е. Проблемы и показатели развития инновационных систем/Инновационный путь развития для новой России, гл. 9 /Под ред. В.П.Горегляда. – М.: Наука, 2005.
6. Голиченко О.Г. Национальная инновационная система России. Состояние и пути развития.- М.: Наука, 2006.
7. Бартоломью Д. Статистические модели социальных процессов. -М.: Финансы и статистика, 1985.

-
8. Варшавский Л.Е. Прогнозирование динамики кадровой составляющей научного потенциала России // Экономика и математические методы, 1999, т. 35, № 1.
 9. Dabrowa-Szefler M. Basic Demand and Supply Problems Concerning Research Personnel in Poland//Higher Education Policy, 2004, 17, pp.39–48.
 10. Терехов А.И., Мирабян Л.М. О роли человеческого фактора в процессе трансформации российской науки// Проблемы прогнозирования, 1998, №2.
 11. Б.Дюран, П.Оделл. Кластерный анализ.- М.:, Статистика, 1977.
 12. Инновационный менеджмент в России/рук. авторского коллектива Макаров В.Л. и Варшавский А.Е. М.: - Наука, 2004 (глава 18).
 13. Доклад о развитии человеческого капитала в Российской Федерации за 2002/2003 годы/Под общей ред. Бобылева С.Н. М.: - Весь Мир, 2003.
 14. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard, 2007
 15. Варшавский Л.Е. Качество человеческого капитала и инновационная активность в отраслях экономики и регионах России//Государственный университет управления. Вестник университета, №2, 2008.
 16. Российский статистический ежегодник 2007. Статистический сборник. Росстат. М.: 2008.
 17. Варшавский Л.Е., М.Г.Дубинина. Динамика численности специалистов высшей квалификации в условиях перехода к инновационной экономике//Теория и практика институциональных преобразований в России/Под ред. Ерзнкяна Б.Г. М.: -ЦЭМИ РАН, 2008, вып. 12, с. 23-34.
 18. Getz M. and Haight R.G. Population Harvesting. Princeton University Press, Princeton, 1989.
 - 19 Варшавский Л.Е. Модели и методы расчета динамики ввода производственных мощностей. Экономика и математические методы, 1987, т. XXIII, вып.3, стр. 456-467.
 20. <http://ed.sjtu.edu.cn/rank/2007/>.
 21. Варшавский Л.Е. Проблемы долгосрочного развития кадровой составляющей научного потенциала страны// Концепции № 2 (12), 2003, с. 32-43.
 22. Варшавский Л.Е., Дубинина М.Г., Петрова И.Л. Динамика численности и структуры кадров науки в России и её регионах// Концепции № 2 (16), 2005, с. 28-45.
 23. Варшавский Л.Е., Дубинина М.Г., Петрова И.Л. Сопоставительный анализ динамики и структуры научных кадров в России и за рубежом// Концепции № 1 (18), 2007.

THE STUDY OF INFLUENCE OF THE HUMAN CAPITAL' QUALITY ON INNOVATION ACTIVITY

The study of influence of quality of the human capital on innovation activity in Russia and other countries is carried out. The aggregate models of dynamics of population of higher education graduates and of researchers in Russia are build. Key factors influencing dynamics of population are studied. Demand on higher education graduates on the part of R&D sector is assessed. Indicators of quality of higher education are proposed.