

К ПРОБЛЕМЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

Ю.С. Богачев,
Л.В. Васильева

В статье освещены вопросы комплексного анализа кадрового обеспечения исследовательского сегмента (сектора) экономики, выполняющего функции одного из основных инструментов воспроизводства человеческого капитала. Представлены характеристики уровня признания мировым сообществом результатов исследований по различным тематическим категориям за последние пять лет.

Выявлен научный потенциал формирования конкурентных прорывных технологий в России. Анализ показал, что квалификационная и возрастная структуры коллектива специалистов усредненного подразделения этого сектора в нынешних условиях не соответствуют требованиям качественного и масштабного воспроизводства интеллектуального ресурса – важнейшей составляющей человеческого капитала.

Предложена математическая модель кадрового потенциала исследовательского сектора, обеспечивающая преемственность знаний и повышение научного уровня исследований. В основе модели лежат следующие качественные критерии: преемственность, компетентность, приоритетность области науки. Структурно-организационное формирование исследовательского сектора в соответствии с данной математико-статистической моделью позволяет создать оптимальные условия для функционирования эффективного механизма передачи знаний. Основным элементом этого механизма во всех областях науки является коллектив, состоящий из семи человек, в составе которого один доктор наук, три кандидата наук и три исследователя без степени. Сформулированы социально-экономические условия, обеспечивающие, по мнению авторов, более эффективное воспроизводство человеческого капитала.

Ключевые слова: человеческий капитал, математико-статистическое моделирование, технологический уклад, интеллектуальный ресурс, кадровый потенциал исследовательского сектора, квалификационная структура, возрастная структура, преемственность кадров.

JEL: C13, C32, J24, O15, O32.

К настоящему времени в ведущих в экономическом отношении странах – членах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и Китае сложился консенсус представителей делового мира, экспертного сообщества, политической элиты в отношении определения характера глобального финансового и экономического кризиса. Кризис носит системный характер, охватывающий все стороны деятельности человека. Для его преодоления необходимы глубокие структурные реформы. Определяющий фактор этих реформ – человеческий капитал [1–3]. Увеличение масштаба и повышение его качества позволят стабилизировать экономику и заложить фундамент ее устойчивого роста за счет заметного повышения эффективности инвестиций в экономику [4, 5]. Одним из приоритетных направлений проведения структурных реформ является

переход экономики на шестой технологический уклад. В связи с этим возрастает значение таких составляющих человеческого капитала, как кадровый потенциал высокотехнологических отраслей экономики и интеллектуальный ресурс, воплощенный в признанных мировым сообществом научных достижениях, востребованных при создании прорывных технологий, формирующих шестой технологический уклад [6, 7, 8]. Изменения технологического уклада реальной экономики приводят к изменению структуры глобального рынка. Поэтому уровень национального вклада в формирование нового уклада в значительной степени предопределяет конкурентоспособность экономики страны в среднесрочной, и особенно в долгосрочной перспективе. Исследования показали, что 90% роста экономики развитых стран обусловлено внедрением результатов

Богачев Юрий Сергеевич (bogachev43@mail.ru) – д-р физ.-мат. наук, главный научный сотрудник Института экономической политики и проблем экономической безопасности ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (г. Москва, Россия).

Васильева Людмила Васильевна (vasilieval@yandex.ru) – канд. экон. наук, ведущий научный сотрудник Института экономической политики и проблем экономической безопасности ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (г. Москва, Россия).

НИОКР в хозяйственный оборот [3, 9]. Этим обстоятельством обусловлен большой интерес деловых кругов ведущих стран к финансированию исследований.

Динамика кадрового потенциала исследовательского сектора в ведущих странах

Статистика свидетельствует о том, что в восьми западноевропейских странах в обрабатывающей промышленности, добывающих производствах и распределении электроэнергии, газа и воды удельный вес затрат на технологические инновации в объеме отгруженных товаров, выполненных работ и услуг составляет не менее 2,4% (см. таблицу 1).

Таблица 1

Характеристика вклада научно-технической сферы в инновационное развитие (в процентах)

Страна	Удельный вес затрат на технологические инновации в стоимости промышленных товаров, выполненных работ, услуг	Доля затрат на исследования и приобретение технологий	Доля затрат на приобретение машин, оборудования, программных средств
Австрия	2,8	75,9	24,1
Бельгия	2,8	70,7	29,3
Германия	3,4	67,1	32,9
Ирландия	3,0	43,2	56,8
Испания	1,1	72,1	27,9
Италия	1,5	56,8	43,2
Нидерланды	2,4	75,3	24,7
Португалия	1,7	35,3	64,9
Финляндия	3,9	81,2	18,8
Франция	2,7	83,7	16,3
Швеция	5,4	84,4	15,6

Источник: Россия и страны - члены Европейского союза. 2013: Стат. сб. / Росстат. М., 2013. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_65/Main.htm.

При этом в структуре затрат на технологические инновации доля финансирования исследований и приобретения новых технологий составляет не менее 67%. В работах [2 и 3] было показано, что темпы роста технического прогресса за счет разработки и внедрения результатов НИОКР пропорциональны величине, определяемой как $l_a(l_m - l_a)$, где l_a - доля численности исследователей в численности занятых в экономике; l_m - максимальное значение l_a , при котором достигается пиковый рост технического прогресса. Таким образом, кадровый потенциал исследовательского

сектора в определенной степени является одним из основных факторов развития экономики в современных условиях. По этой причине в 2005-2012 гг. практически все ведущие в экономическом отношении страны увеличивали персонал, занятый исследованиями и разработками (см. таблицу 2).

Таблица 2

Численность персонала, занятого исследованиями и разработками (человек на 1000 занятых в экономике)

Страна	2005	2009	2012
Австрия	12,5	14,2	15,1
Бельгия	12,7	13,1	14,7
Германия	13,1	13,9	14,7
Греция	7,6	-	9,8
Дания	15,5	20,1	20,6
Ирландия	8,3	11,0	12,7
Испания	9,2	11,5	12,1
Италия	7,8	9,6	10,2
Нидерланды	11,6	10,2	13,9
Норвегия	13,0	14,4	14,5
Португалия	5,0	10,4	12,2
Соединенное Королевство	11,3	10,6	12,2
Финляндия	23,9	22,8	21,6
Франция	14,0	14,9	15,6
Швейцария	-	12,0	12,4*
Швеция	18,1	16,9	17,3
Китай	1,8	3,2	4,2
Республика Корея	9,4	12,4*	16,0
Турция	2,2	1,7	4,3
Япония	14,1	13,0	13,6
Бразилия	2,2	3,1	2,8
Россия	13,5	12,6	11,6

*Данные за 2008 г.

Источник: Россия и страны - члены Европейского союза. 2013: Стат. сб. / Росстат. М., 2013. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_65/Main.htm.

Только у четырех стран (Финляндии, Швеции, Японии, России) наблюдается уменьшение значения этого показателя. Первые две страны в 2011 г. возглавляли соответствующий рейтинг, Япония занимала позицию в первой половине таблицы 2. При этом положительная динамика рассматриваемого показателя отмечается практически у всех стран, и только у России число исследователей на 1000 занятых в экономике заметно уменьшилось (на 14% по отношению к 2005 г.).

Данные таблицы 2 позволяют определить и максимальное значение этого показателя для экономики ведущих стран. Оно находится на уровне, достигнутом Финляндией (22-24 человека на 1000 занятых в экономике). Финляндия

практически сохраняет это значение в течение всего временного периода, являясь одним из лидеров мировой инновационной экономики. Так, в рейтинге глобальной конкурентоспособности в 2013 г. Финляндия занимала третье место, в рейтингах по индексу экономики знаний (KEI) и индексу знания - вторые места [9].

Однако обсуждаемый показатель имеет масштабный характер. Он показывает, что в развитых странах для эффективного функционирования цепочки преобразования знаний в технологии производства инновационной продукции указанное выше значение удельного соотношения численности персонала, занятого исследованиями и разработками, в численности занятых в экономике является оптимальным.

Но этого показателя недостаточно, необходима качественная характеристика уровня развития инновационной системы, в частности характеристика уровня профессиональной подготовки специалистов. В противном случае простое сравнение указанного выше показателя приведет к некорректным выводам. Так, в 2005 г. значения этого показателя в Германии и России были близки - 13,1 и 13,5 соответственно (см. таблицу 2). Но в Германии в пересчете на одного человека из персонала, занятого исследованиями и разработками, приходится 264 тыс. долларов США добавленной стоимости высокотехнологичной продукции, а в России - только 25 тыс. долларов США [9].

Для воспроизводства в необходимом для экономики масштабе специалистов высокой профессиональной подготовки необходимо, чтобы квалификационная и возрастная структуры исследовательского сектора России обеспечивали бы преемственность разных поколений ученых посредством эффективно функционирующей системы передачи знаний [10].

В связи с этим актуальна постановка задачи разработки количественных и качественных характеристик исследовательского сектора. С этой целью в работе проведен анализ динамики численности исследователей, возрастной и квалификационной структуры в целом по всему сектору и дифференцированно по областям науки (естественные, технические, медицинские, сельскохозяйственные, общественные и гуманитарные) за 1995-2013 гг.

Такой подход позволит выявить перспективные направления развития исследовательского сектора для его использования в целях повыше-

ния конкурентоспособности экономики России в среднесрочной, и прежде всего в долгосрочной перспективе. Основная задача исследования - оп-ределение оптимальной организационной струк-туры национального исследовательского сектора для воспроизводства интеллектуального ресурса, необходимого для формирования технологической базы инновационной экономики России в соот-ветствии с тенденциями развития мировой эконо-мики. Алгоритм и методы решения этой задачи должны учитывать состояние исследовательского сектора России и влияющие на него факторы.

Динамика кадрового потенциала в России

Данные Росстата показывают, что за последние 25 лет численность занятых в исследовательском секторе России монотонно уменьшается. За 1995-2011 гг. наибольшее сокращение исследователей наблюдается в области технических наук - на 34% (см. таблицу 3). Значительно уменьшилось число исследователей в естественных и сельскохозяйственных науках - соответственно на 22 и 29%. Таким образом, статистика свидетельствует о снижении потенциала воспроизводства интеллек-туального ресурса для технологического развития промышленности России.

Таблица 3

Динамика распределения численности исследователей по различным областям науки

Область науки	Доля исследователей, в %			Индекс численности исследователей		
	1995	2000	2011	1995	2000	2011
Естественные	22,04	23,44	23,95	1	0,87	0,78
Технические	66,09	64,55	60,43	1	0,80	0,66
Медицинские	3,23	3,65	4,48	1	0,93	1,00
Сельскохо- зяйственные	3,48	3,38	3,45	1	0,86	0,71
Общественные	3,50	3,11	4,53	1	0,73	0,93
Гуманитарные	1,66	1,87	3,16	1	0,93	1,38

Источник: Российский статистический ежегодник. 2014: Стат. сб. / Росстат. М., 2014. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b14_13/Main.htm; Российский статистический ежегодник. 1996: Стат. сб. / Госкомстат России. - М., 1996. - 799 с.

Кадровый потенциал исследовательского сектора в области медицинских наук практически не изменился. В единственной области - в гуманитарных науках - с 2000 г. наметилась тенденция увеличения числа исследователей. Разные темпы уменьшения численности исследователей в шести областях науки являются причиной изменения распределения исследователей по этим областям.

Если в 1995 г. доля исследователей в технических науках составляла почти две трети от общего числа исследователей, то в 2011 г. - только 60%. Напротив, если в 1995 г. в общественных и гуманитарных науках работало суммарно 5% исследователей, то в 2011 г. - уже 7,7%. Возросла доля исследователей и в медицинских науках - в 1,4 раза по отношению к 2011 г. (см. таблицу 3).

В настоящее время сложилась неблагоприятная возрастная структура исследователей. Доля кандидатов наук старше 50 лет (возрастные группы 4, 5, 6) в общей численности кандидатов наук в 2000 г. составляла 59,48%, а в 2013 г. - 54,5%. Доля докторов наук соответствующих возрастных групп в общей их численности составляла 84,07% в 2000 г. и 86,07% в 2013 г. (см. таблицу 4).

Таблица 4

Динамика возрастной структуры ученых России со степенью в 2000-2013 гг.
(в процентах)

Возрастная группа	Доля кандидатов наук				Доля докторов наук			
	2000	2008	2011	2013	2000	2008	2011	2013
1. До 29 лет	2,70	4,80	5,60	5,70	0,05	0,07	0,10	0,10
2. 30-39 лет	12,42	16,80	21,40	23,40	1,80	1,80	2,57	2,63
3. 40-49 лет	25,40	16,80	15,60	16,40	14,07	10,30	9,08	9,30
4. 50-59 лет	29,24	26,20	22,50	20,90	27,90	28,44	26,27	25,47
5. 60-69 лет	26,00	22,20	19,60	19,70	38,91	30,00	29,67	30,62
6. 70 лет и старше	4,24	13,20	15,30	13,90	17,26	29,41	33,28	31,88

Источник: Российский статистический ежегодник. 2014: Стат. сб. / Росстат. М., 2014. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b14_13/Main.htm.

Сопоставление численности кандидатов наук в возрастных группах 30-39 лет и 40-49 лет свидетельствует об утечке квалифицированных кадров из научно-технической сферы. Это стало проявляться с 2010 г. [6]. При предположении отсутствия утечки кадров численность исследователей со степенью при переходе от одной возрастной группы к другой может либо увеличиваться (как результат защиты диссертации исследователями без степени), либо оставаться неизменным. Количественная оценка этого явления позволит оценить уровень преемственности знаний в отечественном исследовательском секторе. В этой связи введем показатель, определяемый как

$$i_{\text{пр}} = \frac{x(49) - x(29)}{x(49) + x(29)}, \quad (1)$$

где $x(29)$, $x(49)$ - средняя численность исследователей одного возраста в возрастных группах до 29 и 40-49 лет соответственно.

При $i_{\text{пр}} = 0$ описывается ситуация отсутствия утечки кадров. В остальных случаях (либо $i_{\text{пр}} > 0$, либо $i_{\text{пр}} < 0$) возрастная структура исследовательского сектора разбалансирована - либо за счет снижения притока выпускников вузов в научно-техническую сферу, либо за счет утечки кадров из сферы науки в возрасте 30-49 лет.

Данные таблицы 5 показывают, что в 2000 г. $i_{\text{пр}} > 0$, а начиная с 2008 г. $i_{\text{пр}} < 0$.

Таблица 5

Средняя численность исследователей одного возраста в разных возрастных группах
(человек)

Возрастная группа	2000		2008		2010		2013	
	x	$i_{\text{пр}}$	x	$i_{\text{пр}}$	x	$i_{\text{пр}}$	x	$i_{\text{пр}}$
1. До 29 лет	6442	0,267	9456	-0,202	10171	-0,306	10553	-0,310
2. 30-39 лет	6638		5336		5991		7486	
3. 40-49 лет	11137		6273		5411		5015	
4. 50-59 лет	11479		9876		8836		7599	
5. 60-69 лет	7527		6453		6100		6095	
6. 70 лет и старше	1304		3023		3309		3300	
Выпускники вузов	38400		14200		13000		16100	

Источник: Российский статистический ежегодник. 2003: Стат. сб. / Росстат. М., 2003. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b03_13/Main.htm; Российский статистический ежегодник. 2014: Стат. сб. / Росстат. М., 2014. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b14_13/Main.htm.

При этом модуль отрицательного значения с 2008 по 2013 г. увеличился в 1,5 раза. Это означает положительную динамику утечки кадров, особенно квалифицированных специалистов. Данные статистики свидетельствуют о том, что динамика утечки кадров заметно больше положительной динамики приема выпускников вузов. Следует отметить, что средняя численность исследователей одного возраста в возрастной группе до 29 лет гораздо меньше суммарной ежегодной численности выпускников по физико-математическим и естественным наукам, которая находится на уровне 31 тыс. человек, в то время как численность работающих исследователей

этой возрастной группы в области естественных наук - порядка 15 тыс. человек, то есть в два раза меньше. Так, по данным Росстата, суммарная ежегодная численность выпускников по специальностям физико-математических и естественных наук почти в шесть раз меньше таковой по специальностям гуманитарных наук. Необходимо подчеркнуть, что низкая конкурентоспособность научно-технической сферы России на внутреннем рынке труда является серьезным барьером обеспечения преемственности знаний. Это приводит к снижению потенциала воспроизводства интеллектуального ресурса для развития экономики.

Таблица 6

**Структурные соотношения численности исследователей со степенью и без степени
в различных областях науки в 1995-2013 гг.
(человек)**

Области науки	1995			2000			2013		
	Доктора наук	Кандидаты наук	Исследователи без степени	Доктора наук	Кандидаты наук	Исследователи без степени	Доктора наук	Кандидаты наук	Исследователи без степени
Естественные	1	4,30	7,06	1	3,53	5,17	1	2,79	3,51
Технические	1	9,15	7,91	1	6,37	55,13	1	4,57	42,05
Медицинские	1	2,66	2,66	1	2,19	1,78	1	1,81	1,22
Сельскохозяйственные	1	6,55	11,51	1	4,41	7,09	1	3,15	2,83
Общественные	1	4,69	10,60	1	3,47	6,76	1	3,14	2,90
Гуманитарные	1	2,44	2,30	1	2,09	1,81	1	2,30	1,70
В целом по сфере науки	1	5,02	20,81	1	3,83	14,58	1	2,92	9,45

Источник: Российский статистический ежегодник. 2014: Стат. сб. / Росстат. М., 2014. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b14_13/Main.htm.

Данные таблицы 6 показывают заметное изменение квалификационной структуры численности исследователей во всех областях науки. За 1995-2013 гг. доля исследователей без степени уменьшилась вдвое в естественных, технических и медицинских науках. В еще большей степени она снизилась в общественных и сельскохозяйственных науках (соответственно в 4 и 4,5 раза). В наименьшей степени снижение проявляется в гуманитарных науках. Эти данные свидетельствуют о том, что динамика утечки исследователей без степени заметно превышает утечку квалифицированных специалистов. Но этот процесс приводит к старению квалифицированных кадров в целом и, таким образом, к стагнации исследовательского сектора, что сказывается на качестве подготовки специалистов высокой квалификации

и на научном уровне результатов исследований. По данным Росстата, только 25% окончивших аспирантуру по физико-математическим, химическим, биологическим и техническим наукам защитили диссертацию [6]. Аналогичная ситуация в системе подготовки докторских диссертаций по указанным специальностям. Соответственно лишь 9%, 6, 4 и 8% численности докторантуры защищают диссертации.

Математическая модель кадрового потенциала исследовательского сектора

Основная задача исследовательского сектора - воспроизводство интеллектуального ресурса для создания фундаментальной базы разработки прорывных технологий для формирования на-

ционального конкурентного преимущества на глобальных рынках высокотехнологичной продукции в среднесрочной и долгосрочной перспективе. Для решения этой задачи исследовательский сектор должен преобразоваться в систему научных школ, в которых сочетается проведение исследований мирового уровня с воспроизводством кадров высокой квалификации на основе эффективной системы передачи знаний молодым специалистам. Для развития высокотехнологичного сектора экономики необходимо расширение исследовательского центра. Как было показано выше, оптимальная численность персонала, занятого исследованиями и разработками, должна составлять 2,0% от численности занятых в экономике. С учетом структуры исследовательского сектора России это означает, что численность исследователей должна составить приблизительно 800 тыс. человек, то есть должна быть равна численности исследователей России в 1992 г.

При эффективности инновационной системы, сопоставимой с таковой в ведущих странах, это позволит обеспечить добавленную стоимость высокотехнологичной продукции в объеме 379 млрд долларов США, что почти в 12 раз превышает соответствующее значение для России в 2012 г. [9]. Для повышения вклада ученых нашей страны в развитие медицины необходимо увеличить долю исследователей в медицинской науке.

С учетом вышеуказанных требований мы разработали математическую модель кадрового потенциала исследовательского сектора. Основной переменной модели является численность исследователей одного возраста в различных возрастных группах $x(i)$, где $i = 0, 1 \div 5$, соответственно идентифицирующие возрастные группы: до 29 лет; от 30 до 39 лет; от 40 до 49 лет; от 50 до 59 лет; от 60 до 69 лет; 70 лет и старше. Примем для определенности возрастной период последней группы в пять лет.

В основе модели лежат следующие принципы: преемственность, компетентность, приоритетность областей науки.

Принцип преемственности означает равенство численности исследователей одного возраста $x(i)$ во всех возрастных группах i ($i = 0, 1 \div 3$). С учетом наступления пенсионного возраста и данных статистики примем, что в возрастных группах старше 59 лет $x(4) = 0,9x(3)$ и $x(5) = 0,7x(3)$.

Принцип компетентности означает, что квалифицированный специалист может быть под-

готовлен в рамках его работы над крупным исследовательским проектом. Совокупность таких проектов и составляет предмет научной школы. Результат самостоятельной научно-исследовательской работы, выполненной под руководством исследователей со степенью, может быть представлен квалификационной комиссии для присуждения ему ученой степени. Вероятность того, что научный уровень полученных результатов будет соответствовать квалификационным требованиям определенным образом, помимо прочего, зависит от компетентности соискателя, которая повышается с опытом исследовательской работы.

С учетом этого обстоятельства методом итерации были определены следующие значения коэффициента воспроизводства кандидатов наук: $K^k(0) = 0,2$; $K^k(1) = 0,3$; $K^k(2) = 0,4$; $K^k(3) = 0,5$ и коэффициента воспроизводства докторов наук: $K^d(0) = 0$, $K^d(i) = 0,2$ ($i = 1-3$).

Мы считаем, что в возрастных группах старше 59 лет процесс воспроизводства кандидатов и докторов наук не происходит. С нашей точки зрения, ученая степень исследователя предполагает, что он активно руководит научно-исследовательским проектом. В этих возрастных группах существуют уже объективные ограничения для реализации научного потенциала, но в то же время целесообразно использовать имеющиеся знания в образовательном процессе.

Принцип приоритетности областей науки означает, что распределение исследователей по областям науки в значительной степени определяется их вкладом в формирование шестого технологического уклада и необходимостью усиления тех направлений исследований, по которым научный потенциал отечественной науки находится на мировом уровне. С учетом этого обстоятельства принимаем, что численность исследователей в l -й области наук (естественные, технические, медицинские, сельскохозяйственные, общественные и гуманитарные) равна $p(l)r$, где r - общая численность исследователей; $p(1) = 0,24$; $p(2) = 0,48$; $p(3) = 0,12$; $p(4) = 0,08$; $p(5) = 0,05$; $p(6) = 0,03$. Общая численность исследователей составляет 805 тыс. человек.

В соответствии с этими требованиями возрастная и квалификационная структура исследовательского сектора определяется по формулам (2) - (8).

Численность кандидатов наук одного возраста в возрастной группе i равна:

$$X^k(0) = K^k(0) X(0) \quad (2)$$

(в возрасте от 26 до 29 лет);

$$X^{bi}(0) = [1 - K^k(0)] X(0) \quad (3)$$

(в возрасте от 26 до 29 лет),

где X^{bi} - численность исследователей без степени одного возраста в i -й возрастной группе.

$$X^{bi}(0) = X(0) \text{ в возрасте от 23 до 25 лет);} \quad (4)$$

$$X^k(i) = (1 - K^k)[X^k(i-1) + K^k(i) X^{bi}(i-1)], \quad (5)$$

где $i = 1 \div 3$, X^{bi} - численность исследователей без степени одного возраста в i -й возрастной группе.

Численность докторов наук одного возраста в i -й возрастной группе равна:

$$X^k(i) = X^k(i-1) + K^k [X^k(i-1) + K^k(i) X^{bi}(i-1)], \quad (6)$$

где $i = 1 \div 3$.

Численность ученых без степени определится следующим образом:

$$X^{bi}(i) = (1 - K^k) X^{bi}(i-1), \quad (7)$$

где $i = 1 \div 3$.

Соответствующие уравнения для расчета численности исследователей без степени и со степенью кандидата и доктора наук в возрастных группах 4 и 5 представлены в системе (8):

$$\begin{aligned} X^{bi}(4) &= 0,9 X^{bi}(3); \\ X^{bi}(5) &= 0,7 X^{bi}(3); \\ X^k(4) &= 0,9 X^k(3); \\ X^k(5) &= 0,7 X^k(3); \\ X^a(4) &= 0,9 X^a(3); \\ X^k(5) &= 0,7 X^k(3). \end{aligned} \quad (8)$$

Результаты расчетов распределения исследователей по возрастным группам для каждой области науки приведены в таблицах 8 и 9.

Таблица 8

Распределение исследователей по возрастным группам (в процентах)

Возрастная группа	Исследователи			
	всего	доктора наук	кандидаты наук	без степени
1. До 29 лет	13,2	0,0	3,7	27,3
2. 30-39 лет	18,9	10,7	16,0	24,6
3. 40-49 лет	18,9	13,9	20,9	18,7
4. 50-59 лет	18,9	29,0	22,8	11,3
5. 60-69 лет	16,9	26,1	20,6	10,2

Окончание таблицы 8

Возрастная группа	Исследователи			
	всего	доктора наук	кандидаты наук	без степени
6. 70 лет и старше	13,2	20,3	16,0	7,9
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0
Доля исследователей в возрасте до 50 лет	51,0	24,6	40,6	74,6

Таблица 9

Квалификационная структура возрастных групп исследователей (в процентах)

Возрастная группа	Исследователи			
	всего	доктора наук	кандидаты наук	без степени
1. До 29 лет	100,0	0,0	11,4	88,6
2. 30-39 лет	100,0	8,8	35,3	55,1
3. 40-49 лет	100,0	46,1	11,5	42,4
4. 50-59 лет	100,0	50,2	24,1	25,7
5. 60-69 лет	100,0	50,2	24,1	25,7
6. 70 лет и старше	100,0	50,2	24,1	25,7
Итого	100,0	15,6	42,2	42,2

Формирование исследовательского сектора в соответствии с данной математической моделью позволяет создать оптимальные условия для решения проблем преемственности поколений посредством эффективного механизма передачи знаний. Основным элементом этого механизма во всех областях науки является коллектив численностью в семь человек, в составе которого один доктор наук, три кандидата наук и три исследователя без степени. Таким образом, коллектив обладает квалификационным потенциалом выполнения под руководством доктора наук исследований по трем тематическим направлениям, в рамках которых передаются знания и опыт от кандидатов наук исследователям без степени. В свою очередь кандидаты наук, взаимодействуя в рамках единого коллектива с доктором наук, имеют возможность, выполняя план научных исследований по основному месту работы, повышать свою квалификацию до соответствия ученой степени доктора наук.

Об эффективности такой организации исследовательского сектора свидетельствуют следующие данные: 74% исследователей, поступивших на работу после окончания вуза, к возрасту 50 лет имеют ученые степени. По данным Росстата, в 2013 г. только 20% исследователей в возрасте до 50 лет имели ученые степени. При этом, как по-

казано ранее в нашем исследовании, в области технических наук он заметно ниже.

* * *

В рамках данной работы разработан механизм повышения квалификационного уровня отечественного сектора исследований. Это позволит создать условия воспроизводства интеллектуального ресурса, востребованного как научным сообществом, так и экономикой страны. Полученные результаты, представленные в таблицах 8 и 9, практически составляют основу для формирования дорожных карт повышения квалификации ученых.

С нашей точки зрения, квалифицированный специалист может быть подготовлен в рамках его работы над крупным исследовательским проектом. Совокупность таких проектов и составляет предмет научной школы. Участие молодых ученых в указанном проекте может быть определено на конкурсной основе. Примем, что $X^2(0) = 0$. Конечно, будет незначительное число докторов наук в возрасте до 29 лет, в основном в теоретических дисциплинах. Но общий вклад этой возрастной группы будем малым.

Таким образом, формируется система подготовки кадров высокой квалификации, позволяющая не менее 80% поступающим на работу в исследовательский сектор в возрасте 23 лет к возрасту 60 лет защитить диссертацию на соискание ученой степени кандидата или доктора наук. При этом необходимо выполнение следующих условий:

- 1) создание творческой атмосферы как стимула жизнедеятельности гражданина;
- 2) обеспечение исследователей современной инфраструктурой;
- 3) востребованность государством, бизнесом и гражданским обществом результатов исследований;
- 4) высокий социальный статус ученого;

5) пропаганда знаний и последних достижений науки.

Литература

1. Акаев А.А., Садовничий В.А. О новой методике долгосрочного циклического прогнозирования динамики развития мировой системы и России // Сб. статей «Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики» / Отв. ред. А.А. Акаев, В.А. Садовничий. - М.: Изд-во ЛКИ, 2010. - 352 с.
2. Акаев А.А., Садовничий В.А. Моделирование будущего // Сб. статей «Моделирование и прогнозирование глобального, регионального и национального развития» / Отв. ред. А.А. Акаев, А.В. Коротаев, Г.Г. Малинецкий, С.Ю. Малков. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. - 488 с.
3. Акаев А.А., Садовничий В.А., Коротаев А.В., Малков С.Ю. Комплексное моделирование и прогнозирование развития стран БРИКС в контексте мировой динамики. - М.: Издательский дом «Наука», 2014. - 382 с.
4. Дежина И., Пономарев А., Фролов А. Перспективные производственные технологии в России: контуры новой политики // Форсайт. 2015. Т. 9. № 1. С. 20-31.
5. Куценко Е. Пилотные инновационные кластеры России: модель устойчивого развития // Форсайт. 2015. Т. 9. № 1. С. 32-55.
6. Богачев Ю.С., Октябрьский А.М., Рубвальтер Д.А. Механизмы развития инновационной экономики в современных условиях // Экономическая наука современной России. 2009. № 2 (45). С. 63-75.
7. Богачев Ю., Винокуров В. Сравнительный анализ научно-технического и инновационного развития субъектов РФ // Бюджет. 2008. № 2. С. 16-21.
8. Глазьев С.Ю. Технологические сдвиги в экономике России // Экономика и математические методы. 1997. Т. 33. Вып. 2. С. 5-22.
9. Казанцев А.К., Киселев В.Н., Рубвальтер Д.А., Руденский О.В. NBIC -технологии: инновационная цивилизация XXI века. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 384 с.
10. Богачев Ю.С., Рубвальтер Д.А., Либкинд А.Н., Богачев Д.Ю., Либкинд И.А., Васильева Л.В. Проблемы выбора приоритетных направлений развития российской науки // Власть. 2014. № 9. С. 173-180.

ON THE PROBLEM OF INSTITUTIONAL SUPPORT FOR THE REPRODUCTION OF HUMAN CAPITAL

Yuriy Bogachev

Author affiliation: Financial University under the Government of the Russian Federation (Moscow, Russia).
E-mail: bogachev43@mail.ru.

Liudmila Vasilieva

Author affiliation: Financial University under the Government of the Russian Federation (Moscow, Russia).
E-mail: vasilieval@yandex.ru.

The article highlights the issues of complex analysis personnel maintenance of the research segment (sector) of the economy, performing the functions of one of the main tools of the reproduction of human capital. There are submitted the characteristics of recognition by international community of the results of researches on the various subject categories in the past five years.

Revealed a scientific potential in forming a breakthrough in competitive technologies in Russia. The analysis showed that qualification and age structure of a team of experts of the sector's average unit in current conditions do not meet requirements of high-quality and large-scale reproduction of intellectual life – the most important component of human capital.

Proposed a mathematical model of staff potential of research sector, ensuring the continuity of knowledge and raising the scientific level of research. The model is based on the following qualitative criteria: continuity, expertise, priority areas of science. Structural and organizational formation of the research sector in accordance with this mathematical-statistical model allows creating optimal conditions for the functioning of an effective mechanism for the knowledge transfer. The main element of this mechanism in all areas of science is a team of seven specialists, including one PhD, three PhD and three researchers without a degree. Formulated socio-economic conditions, providing, according to the authors, more effective reproduction of human capital.

Keywords: human capital, mathematical and statistical modeling, technological way, intellectual resources, staff potential in research sector, qualification structure, age structure, continuity of personnel.

JEL: C13, C32, J24, O15, O32.

References

1. **Akayev A.A., Sadovnichiy V.A.** [About a new method of predicting the long-term cyclical dynamics of the world system and Russia]. In: Akayev A.A., Sadovnichiy V.A. (eds.). *Prognoz i modelirovaniye krizisov i mirovoy dinamiki* [Forecast and modeling of crises and global dynamics]. Moscow, LKI Publ., 2010. 352 p. (In Russ.).
2. **Akayev A.A., Sadovnichiy V.A.** [Modeling the future]. In: A.A. Akayev, A.V. Korotayev, G.G. Malinetskiy, S.Yu. Malkov (eds.). *Modelirovaniye i prognozirovaniye global'nogo, regional'nogo i natsional'nogo razvitiya* [Modelling and forecasting of global, regional and national development]. Moscow, LIBROKOM Publishers, 2012. 488 p. (In Russ.).
3. **Akayev A.A., Sadovnichiy V.A., Korotayev A.V., Malkov S.Yu.** *Kompleksnoye modelirovaniye i prognozirovaniye razvitiya stran BRIKS v kontekste mirovoy dinamiki* [Integrated modeling and forecasting the development of the BRICS countries in the context of global dynamics]. Moscow, «Nauka» Publishing House, 2014. 382 p. (In Russ.).
4. **Dezhina I., Ponomarev A., Frolov A.** Perspektivnyye proizvodstvennyye tekhnologii v Rossii: kontury novoy politiki [Advanced manufacturing technologies in Russia: Outlines a new policy]. *Foresight-Russia*, 2015, vol. 9, no. 1, pp. 20–31. (In Russ.).
5. **Kutsenko E.** Pilotnyye innovatsionnyye klasteri Rossii: model' ustoychivogo razvitiya [Pilot innovative territorial clusters in Russia: A sustainable development mode]. *Foresight-Russia*, 2015, vol. 9, no. 1, pp. 32–55. (In Russ.).
6. **Bogachev Yu.S., Oktyabr'skiy A.M., Rubvalter D.A.** Mekhanizmy razvitiya innovatsionnoy ekonomiki v sovremennykh usloviyakh [Development mechanisms of innovative economy in modern conditions]. *Ekonomicheskaya nauka sovremennoy Rossii*, 2009, no. 2 (45), pp. 63–75. (In Russ.).
7. **Bogachev Yu., Vinokurov V.** Sravnitel'nyy analiz nauchno-tekhnicheskogo i innovatsionnogo razvitiya sub'yektov RF [Comparative analysis of scientific, technological and innovative development of the federal subjects of Russia]. *Byudzhët*, 2008, no. 2, pp. 16–21. (In Russ.).
8. **Glaziev S.Yu.** Tekhnologicheskiye sdvigi v ekonomike Rossii [Technological changes in Russian economy]. *Economics and mathematical methods*, 1997, vol. 33, iss. 2, pp. 5–22. (In Russ.).
9. **Kazantsev A.K., Kiselev V.N., Rubval'ter D.A., Rudenskiy O.V.** *NBIC-tekhnologii: innovatsionnaya tsivilizatsiya XXI veka* [NBIC-Technologies: Innovations civilization of the XXI century]. Moscow, INFRA-M Publishing House, 2012, 384 p. (In Russ.).
10. **Bogachev Yu.S., Rubvalter D.A., Libkind A.N., Bogachev D.Yu., Libkind I.A., Vasilyeva L.V.** Problemy vybora prioritnykh napravleniy razvitiya rossiyskoy nauki [How to select the priority directions of the development for the Russian science]. *Vlast'*, 2014, no. 9, pp. 173–180. (In Russ.).