



## Оценка обеспеченности кадровым, научно-технологическим и инновационным потенциалом в разрезе приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации

*М. Ш. Минцаев<sup>1</sup>, И. Е. Ильина<sup>2\*</sup>, С. Л. Парфенова<sup>2</sup>,  
В. Н. Долгова<sup>2</sup>, Е. Н. Жарова<sup>2</sup>, Е. В. Агамирова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> Министерство образования и науки Российской Федерации,  
г. Москва, Россия*

*<sup>2</sup> ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт экономики,  
политики и права в научно-технической сфере» (РИЭПП),  
г. Москва, Россия,*

*\* [skvo\\_ie@mail.ru](mailto:skvo_ie@mail.ru)*

**Введение.** Реализация приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации предполагает оценку тенденций развития кадрового, научно-технологического и инновационного потенциала в рамках данных направлений. В современных условиях трансформации науки и технологий необходимо обеспечить экономику страны кадрами, способными противостоять «большим вызовам», однако на данном этапе ощущается дефицит специалистов высшей квалификации во многих ключевых отраслях, способных предложить новый научный результат с учетом перспектив его применения. Цель статьи – описание анализа разработки подхода к оценке кадрового, научно-технологического и инновационного потенциала в разрезе приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации и его апробация на примере трех приоритетов.

**Материалы и методы.** Материалами исследования являются первичные данные российских статистических баз данных и ведущих международных библиографических баз научного цитирования. В процессе исследования применяются метод цепных подстановок и специальные приемы статистического и сравнительного анализа.

**Результаты исследования.** Разработанная мультипликативная модель оценки обеспеченности кадровым, научно-технологическим и инновационным потенциалом была апробирована на примере приоритетов научно-технологического развития. В результате апробации выявлен рост трудоемкости по исследованным приоритетам научно-технологического развития при недостаточности кадрового потенциала. Авторами исследования определены отрицательные тенденции показателей цитируемости научных статей, патентной активности инженерно-технических работников, а также технологической востребованности при одновременной коллаборационной активности участников сектора исследований и разработок, что является причиной низкого уровня коммерциализации и использования результатов инновационной деятельности.

**Обсуждение и заключения.** Практическая значимость исследования представляется в разработке мультипликативной модели оценки обеспеченности кадровым, научно-технологическим и инновационным потенциалом, которая может являться основой выявления «узких мест», препятствующих эффективной реализации приоритетов научно-технологического развития страны. Результаты исследования могут быть полезны для использования федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими функции реализации государственной политики и нормативно-правового регулирования в сфере научной, научно-технической и инновационной деятельности.

© Минцаев М. Ш., Ильина И. Е., Парфенова С. Л., Долгова В. Н., Жарова Е. Н., Агамирова Е. В., 2018



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium provided the original work is properly cited.

*Ключевые слова:* приоритеты научно-технологического развития, кадровый потенциал, публикационная активность, патентная активность, технология, инновационный потенциал, трудоемкость

*Благодарности:* исследование выполнено в рамках государственного заказа Министерства образования и науки Российской Федерации «Аналитическое и методическое сопровождение мероприятий по мониторингу и анализу деятельности фондов поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности» (проект № 29.12272.2018/12.1).

*Для цитирования:* Оценка обеспеченности кадровым, научно-технологическим и инновационным потенциалом в разрезе приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации / М. Ш. Минцаев [и др.] // Интеграция образования. 2018. Т. 22, № 3. С. 460–479. DOI: 10.15507/1991-9468.092.022.201803.460-479

## **Evaluation of Availability of Human, Scientific, Technological and Innovative Potential in the Context of Priorities in Scientific and Technological Development of the Russian Federation**

*M. Sh. Mintsayev<sup>a</sup>, I. E. Ilina<sup>b\*</sup>, S. L. Parfenova<sup>b</sup>, V. N. Dolgova<sup>b</sup>,  
E. N. Zharova<sup>b</sup>, E. V. Agamirova<sup>b</sup>*

*<sup>a</sup> Ministry of Education and Science of the Russian Federation,  
Moscow, Russia*

*<sup>b</sup> Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and  
Technology (RIEPL), Moscow, Russia,  
\*skvo\_ie@mail.ru*

**Introduction.** The implementation of priorities of the scientific and technological development of the Russian Federation involves an assessment of the trends in the development of human, scientific, technological and innovation potential within the framework of these directions. In modern conditions of transformation of science and technology into key factors of Russian development, it is necessary to provide the country's economy with human resources capable of withstanding "big challenges", but at this stage there is a shortage of highly qualified specialists in many key industries that can offer a new scientific result, taking into account the prospects for its application. The purpose of the article is to develop an approach to assess the human, scientific, technological and innovative potentials in the context of priorities in the scientific and technological development of the Russian Federation and its validation using the example of three priorities.

**Materials and Methods.** The materials of this study draw on Rosstat and FSMNO; Rospatent; Web of Science and Scopus. The object of research is to assess human, scientific, technological and innovative potential in the context of priorities in scientific and technological development of the Russian Federation. In the course of the research, a multiplicative model of the impact of the availability of human, scientific, technological and innovative capacity on labour intensity was developed. In the process of research, the following research and analysis methods were used: comparison, induction and deduction method, generalisation method, chain substitution method, logical structure study, system analysis, and special methods of statistical, comparative analysis. In the methodological plan, we used the system and process approaches in the basis of the study.

**Results.** The study revealed that the labour intensity in 2016 for all three priorities of the scientific and technological revolution of the Russian Federation has increased. Therefore, according to the priorities of the scientific and technological revolution of the Russian Federation, the availability of scientific, technological and innovative potential is not sufficient, which leads to a decrease in the reverse indicator of labour intensity - labour productivity in the markets within the framework of these priorities. Concerning the impact on labour intensity in all three priorities, one observes: the growth of "collaborations" in fundamental research, the applied effectiveness of scientific activity, "collaborations" of applied research; reduction in citations from scientific articles, low patent activity of engineering and technical workers, technological demand for patents. Therefore, against the background of emerging collaborative activity of actors in the process of research and development and the growth of the applied effectiveness of scientific activity, there is a low level of orientation of scientific and scientific-technical results to commercialisation.

**Discussion and Conclusions.** On the basis of the multiplicative model developed by the authors for assessing the impact of the provision of human, scientific, technological and innovative capacities on labor intensity, it was tested on the example of the three priorities of the scientific and technological development of the Russian



Federation (a, b, c). It was revealed that the labour intensity in 2016, according to the priorities of the Scientific and Technical Council of the Russian Federation, increased, and the availability of scientific, technological and innovative potential is not sufficient, which leads to a decrease in the inverse measure of labour intensity - labour productivity in high-tech markets within the framework of these priorities. Concerning the impact on labour intensity for all three priorities, it was revealed: the growth of “collaborations” of fundamental research, the applied effectiveness of scientific activity, “collaborations” of applied research; reduction in citations from scientific articles, low patent activity of engineering and technical workers, technological demand for patents. It was also revealed that against the background of the emerging collaborative activity of actors in the process of research and development and the growth of the applied effectiveness of scientific activity, there is a low level of orientation of scientific and scientific-technical results to commercialisation.

*Keywords:* priorities of scientific and technological development, personnel potential, publication activity, patent activity, technology, innovation potential, labor intensity

*Acknowledgements:* The study was carried out within the framework of the state order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation “Monitoring and analysis of the publication and patent activity of Russian and world science to ensure the implementation of state scientific and technical policy” (project no. 28.12616.2018/12.1).

*For citation:* Mintshev M.Sh., Ilina I.E., Parfenova S.L., Dolgova V.N., Zharova E.N., Agamirova E.V. Evaluation of Availability of Human, Scientific, Technological and Innovative Potential in the Context of Priorities in Scientific and Technological Development of the Russian Federation. *Integratsiya obrazovaniya* = Integration of Education. 2018; 22(3):460-479. DOI: 10.15507/1991-9468.092.022.201803.460-479

### Введение

В современных условиях экономический рост развитых стран основывается на рещоринге роботизированного высокотехнологического производства и размещении его в непосредственной близости к потенциальному потребителю, а также возрастающем спросе в высококвалифицированных кадрах, способных управлять сложными технологическими системами. В настоящее время стремительно нарастает скорость технологических изменений. В этих условиях выигрывают те страны, которые, используя технологическую волну, смогут вырваться далеко вперед. В противном случае их ожидают технологическое отставание, угроза безопасности, экономическая зависимость и самое главное – это ослабление интеллектуального потенциала, так как молодые, образованные и талантливые люди будут мигрировать в страны, где им смогут создать привлекательные условия для построения карьерных траекторий, обеспечить высокий уровень качества жизни<sup>1</sup>.

В то же время преодоление «больших вызовов», стоящих перед Россией, предполагает концентрацию усилий на приоритетах научно-технологического

развития, зафиксированных в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (далее – Стратегия)<sup>2</sup>. Одним из ключевых факторов их достижения является подготовка и развитие молодых талантливых исследователей, способных упрочить и закрепить лидерство российской науки в мире.

В настоящее время с целью создания и укрепления исследовательского потенциала на уровне национальных систем предлагается три наиболее эффективные модели [1]: реализация программ привлечения молодых исследователей, окончивших престижные международные университеты; развитие «исследовательских звезд» или сосредоточение на обучении молодых исследователей путем включения их в научные проекты; подготовка научных кадров высшей квалификации (Ph.D.) как на основе формального обучения в аспирантуре (исследовательские учебные семинары), так и неформального обучения без отрыва от работы (участие в реальных исследовательских проектах).

Однако реформы, проведенные в российской аспирантуре в 2012 г., негативно отразились на основных показателях ее

<sup>1</sup> Послание Президента РФ Федеральному собранию 1 марта 2018 г. [Электронный ресурс] // СПС «Гарант». URL: <https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1182611> (дата обращения: 28.06.2018).

<sup>2</sup> О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года : Указ Президента РФ № 642 от 01.12.2016 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 28.06.2018).

деятельности. За последние 5 лет прием в аспирантуру сократился на 42 % (с 45,6 тыс. чел. в 2012 г. до 26,4 тыс. чел. в 2016 г.), выпуск аспирантов снизился на 26,4 % (с 35,2 тыс. чел. в 2012 г. до 25,9 тыс. чел. в 2016 г.), из них с защитой диссертации – на 59,8 % (с 9,2 тыс. чел. в 2012 г. до 3,7 тыс. чел. в 2016 г.). При этом удельный вес аспирантов с защитой диссертации от общего набора в аспирантуру в 2012 г. составлял 20 %, а в 2016 г. уже 14 %. Сохранение существующей политики воспроизводства научных кадров создаст большие риски обеспечения государственных программ в сфере науки и технологий самым главным ресурсом – интеллектуальным<sup>3</sup>.

Общее число исследователей за последние 5 лет сохранилось в среднем на уровне 373 тыс. чел. Анализ числа исследователей по секторам науки показал, что за тот же период значение данного показателя сократилось в предпринимательском секторе на 1 % (со 192,3 тыс. чел. в 2012 г. до 190,4 тыс. чел. в 2016 г.), а в государственном секторе – на 1,6 % (со 136,4 тыс. чел. в 2012 г. до 134,2 тыс. чел. в 2016 г.). Рост числа исследователей на 4 % отмечен только в секторе высшего образования (с 43,1 тыс. чел. в 2012 г. до 44,9 тыс. чел. в 2016 г.), однако положительная динамика его изменения за анализируемый период неритмична. При этом удельный вес исследователей в активном трудоспособном возрасте (от 40 до 59 лет) составил в 2016 г. всего 31,2 %, старше 59 лет – 25,5 %. Непропорциональная возрастная структура научных кадров, значительное сокращение числа остепененных аспирантов приводят к угрозе воспроизводства научных кадров в России.

Число инженерно-технических работников по секторам науки за тот же период выросло в предпринимательском секторе на 3 % (с 26,7 тыс. чел.

в 2012 г. до 27,5 тыс. чел. в 2016 г.) и секторе высшего образования – на 4 % (с 3,9 тыс. чел. в 2012 г. до 6,8 тыс. чел. в 2016 г.). Однако отмечено сокращение числа инженерно-технических работников в государственном секторе (с 28,1 тыс. чел. в 2012 г. до 26,1 тыс. чел. в 2016 г.)<sup>4</sup>. Данные тенденции в существующей политике по отношению к инженерно-техническим работникам находят отражение в результативности прикладной науки.

Можно отметить повышение результативности фундаментальной российской науки (исследователи) и расширения ее представленности в международных системах научного цитирования, таких как Web of Science и Scopus. Доля российских научных статей, индексируемых в Web of Science, выросла с 2,1 % (29,1 тыс. ед.) в 2012 г. до 2,67 % (46,2 тыс. ед.) в 2016 г.; индексируемых в Scopus, – с 1,95 % (33 тыс. ед.) в 2012 г. до 2,87 % (55 тыс. ед.) в 2016 г.<sup>5</sup>

Результативность прикладной науки имеет несколько иной характер. В мировом потоке выданных патентов в 2015 г. доля России по изобретениям составляет 2,8 % (5-е место в мире), по полезным моделям – 1 % (3-е место), промышленным образцам – 0,7 % (11-е место)<sup>6</sup>. При этом отставание от лидеров по общему количеству выданных патентов на изобретения составляет 10,3 раза, полезные модели – 97 раз, промышленные образцы – 88 раз.

В 2016 г. наблюдался рост по таким группам передовых производственных технологий, как проектирование и инжиниринг (12 %), автоматизированная транспортировка материалов и деталей, а также осуществление автоматизированных погрузочно-разгрузочных операций (183 %), аппаратура автоматизированного наблюдения (37 %), связь и управление (23 %), интегрированное управление и контроль (33 %).

<sup>3</sup> Федеральная служба государственной статистики (Росстат) : официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 28.06.2018).

<sup>4</sup> Там же.

<sup>5</sup> Дайджест показателей публикационной активности российских исследователей по данным Web of Science/Scopus (декабрь 2017) / авт.-сост. И. А. Мосичева, С. Л. Парфенова, В. Н. Долгова и др. М. : Буки Веди, 2017. 32 с.

<sup>6</sup> WIPO : официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wipo.int/portal/en/index.html> (дата обращения: 28.06.2018).



По скорости патентования российских исследователей в мире (индекс патентной специализации RSI) Россия занимает первое место по пищевой химии, анализу биологических материалов, микроструктурным и нанотехнологиям, машинам специального назначения. По показателю происхождения РСТ заявок (международные заявки) Россия находится на 22 месте в мире (отставание от лидера 64 раза). По показателю подачи РСТ заявок в патентное ведомство страны Россия находится на 13 месте в мире (отставание от лидера 55,4 раза).

Среднегодовой темп прироста экспорта высокотехнологичной продукции в России за последние 15 лет составляет 6 %, по данному показателю Россия в 2015 г. занимала 28-е место в мире (9,7 млрд долл.), первое место – Китай (554,3 млрд долл.) со среднегодовым темпом прироста экспорта высокотехнологичной продукции 19 %; второе место – Германия (185,6 млрд долл.) со среднегодовым темпом прироста экспорта высокотехнологичной продукции 5 %; третье – США (154,3 млрд долл.) со среднегодовым темпом прироста экспорта высокотехнологичной продукции – 2 %.

Неоднозначность общих статистических данных предполагает необходимость оценки кадрового, научно-технологического и инновационного потенциалов в разрезе приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации, что и явилось целью данного исследования. Следует отметить, что данная проблема особенно актуальна в современных условиях, когда возрастает межстрановая конкуренция за ресурсы, особенно за интеллектуальные.

### Обзор литературы

Анализ литературных источников по теме исследования позволил сделать следующие выводы. Большинство стратегий и программ научно-технологического развития в мире основываются на научных оценках и количественных данных. В этом контексте «регуляторная наука» имеет первостепенное значение [2; 3].

Развивающиеся системы оценки научно-технической политики ряда стран показывают, что многие из них приступили к рассмотрению всех факторов, участвующих в развитии науки и технологий в своих странах. Разнообразие подходов к оценке национальных научно-технических систем обусловлено различиями политической и управленческой культуры. В целом можно выделить 3 подхода:

– распределение – направлен на распределение ресурсов между потенциальными участниками и заинтересованными сторонами специальной политики или программы;

– совершенствование – ориентирован на использование прошлого опыта (тиражирование лучших практик);

– регуляторный – направлен на достижение политических целей органами государственного управления [4].

В качестве модели оценки национальных научно-технических систем на основе регуляторного подхода, на наш взгляд, является интересная модель роста производительности труда [5], учитывающая ряд факторов: технологический (патенты, новые технологии), кадровый (число специалистов с высшим образованием, число исследователей), финансовый (доля расходов на НИОКР в ВВП) потенциалы и др.

В ряде исследований (например, в работе Р. Тирнея, У. Хермина, С. Уолша [6]) предлагается использовать в количественных моделях метаданные о публикациях [7–10] и патентах [11–14].

Отмечена стратегическая взаимосвязь инновационного развития с кадровым потенциалом [15], которая обусловлена как прямым (число исследователей, число остепененных исследователей, число студентов), так и косвенным (показатели результативности) влиянием кадрового потенциала на показатели инновационного развития.

Количественные модели по оценке инновационного потенциала представлены в работах зарубежных авторов. Среди них можно отметить методики интегральной

оценки научно-технического потенциала страны<sup>7</sup>, комплексной оценки научно-технического потенциала страны<sup>8</sup>, расчета суммарного инновационного индекса<sup>9</sup>.

В отечественной науке появилось большое число исследований по оценке инновационного потенциала отдельных регионов и отраслей экономики. К ним относятся метод главных компонент [16], функция желательности А. Е. Харрингтона [17], интегральная оценка научно-технологического потенциала [18–23], корреляционно-регрессионный анализ, комплексная сравнительная рейтинговая оценка с применением ранжирования [24].

Большое внимание отечественные и зарубежные ученые уделяют оценке научно-образовательного потенциала как результата тесной взаимосвязи науки и образования. Результатом такой оценки многие авторы считают интегральный показатель, рассчитанный с помощью различных индексов: индекса теоретико-методической значимости публикации [25]; интегрального индекса научно-технологического потенциала университетского комплекса [26; 27]; индекса знаний, разработанного Всемирным банком<sup>10</sup>; индекс развития интеллектуального потенциала страны [28].

Наиболее распространенным методом оценки интеллектуального потенциала является метод интегральной оценки, основанный на подборе ряда факторов, которые влияют на итоговый показатель. Все авторы подбирают для своей модели различные показатели, изучив многообразие показателей и в некоторых случаях их совпадение в разных моделях [15–23; 29; 30]. Перечислим основные: численность исследователей и техников, занятых в сфере научно-технического развития; количество научных статей российских авторов, индексируемых в базе данных

Web of Science; количество зарегистрированных в стране патентов; объем экспорта инновационной продукции; количество действующих технологий, экспорт и импорт наукоемкой продукции (или технологий); объем добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности, внутренние затраты на исследования и разработки; численность организаций, выполняющих исследования и разработки; количество аспирантов и докторантов, выпустившихся с защитой диссертации и др.

Важность обучения в аспирантуре с целью расширения профессиональных компетенций исследователей, необходимых для получения новых научных результатов и развития личностных карьерных траекторий, подчеркивают в своей статье Б. Дж. Рыбарчик, Л. Лереа, Д. Уиттингтон, Л. Дайкстра [31]. Сбалансированная учебная программа, которая включает проведение самостоятельных научных исследований, обучение и профессиональное развитие, способствует академической карьере постдоков и повышению их результативности в сфере науки и техники.

Б. Дюретт в своей работе отмечает важность обучения в докторантуре [32]. По итогам опроса, в котором участвовали 2 794 кандидата наук, создана справочная база, содержащая 111 компетенций, организованных по 6 основным категориям. По результатам статистического анализа определен набор основных компетенций, общих для докторов наук, конкурентоспособных на глобальном рынке труда в сфере науки и технологий.

В результате анализа зарубежного и отечественного опыта оценки кадрового, научно-технологического и инновационного потенциала авторами была разработана собственная многофакторная модель, в основе которой лежит расчет интегрального показателя.

<sup>7</sup> Anderson A. M. Science and technology in Japan. Harlow : Longman, 1984.

<sup>8</sup> Canberra Manual. The measurement of human resources devoted to science and technology. OECD, 1995.

<sup>9</sup> European Innovation Scoreboard. URL: <http://www.proinno-europe.eu> (дата обращения: 28.06.2018).

<sup>10</sup> Understanding Knowledge Societies. In twenty questions and answers with the Index of Knowledge Societies / Department of Economic and Social Affairs; Division for Public Administration and Development Management of United Nations. N. Y., 2005 (дата обращения: 28.06.2018).



### Материалы и методы

Материалами данного исследования являются первичные данные Росстата и Федеральной системы мониторинга результативности научной деятельности организаций (ФСМНО)<sup>11</sup> о численности аспирантов, исследователей, количестве созданных технологий, в том числе новых для мира, объеме инновационной (новой) продукции и экспорте высокотехнологичной (новой) продукции; Роспатента о количестве изобретений, промышленных образцов, в том числе в отношении которых заключены лицензионные договоры; Web of Science и Scopus о количестве российских публикаций, их цитируемости.

Объектом исследования выступает обеспеченность кадровым, научно-технологическим и инновационным потенциалом в разрезе приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации (далее – приоритеты НТР РФ).

В ходе исследования разработан подход к оценке обеспеченности кадровым, научно-технологическим и инновационным потенциалом в разрезе приоритетов НТР РФ в системе координат «ресурсы – результаты – эффекты» / жизненный цикл результатов интеллектуальной деятельности, базирующийся на следующих базовых принципах (рис. 1):

– обеспечение системного представления о функционировании экономики, науки и общества;

– использование наилучших доступных источников данных разной природы, включая их открытую инфраструктуру;

– переход от учетной логики к всестороннему анализу явлений (предикативному анализу);

– адекватность полученных результатов интеллектуальной деятельности потребностям экономики;

– контроль уровня качества и достоверности информации.

В рамках данного подхода используются следующие показатели обеспеченности:

– кадровый потенциал (количество исследователей, в том числе «гражданских»<sup>12</sup>, аспирантов, инженерно-технического персонала и технологических предпринимателей;

– научный потенциал (число статей в научных журналах, индексируемых в международных базах данных; цитируемость российских статей в научных журналах, индексируемых в международных базах данных; количество запатентованных изобретений и полезных моделей, в том числе и в отношении которых заключены лицензионные договоры);

– технологический потенциал (число разработанных передовых производственных технологий, в том числе новых для мира);

– инновационный потенциал (объем инновационной продукции и экспорт высокотехнологичной (новой) продукции).

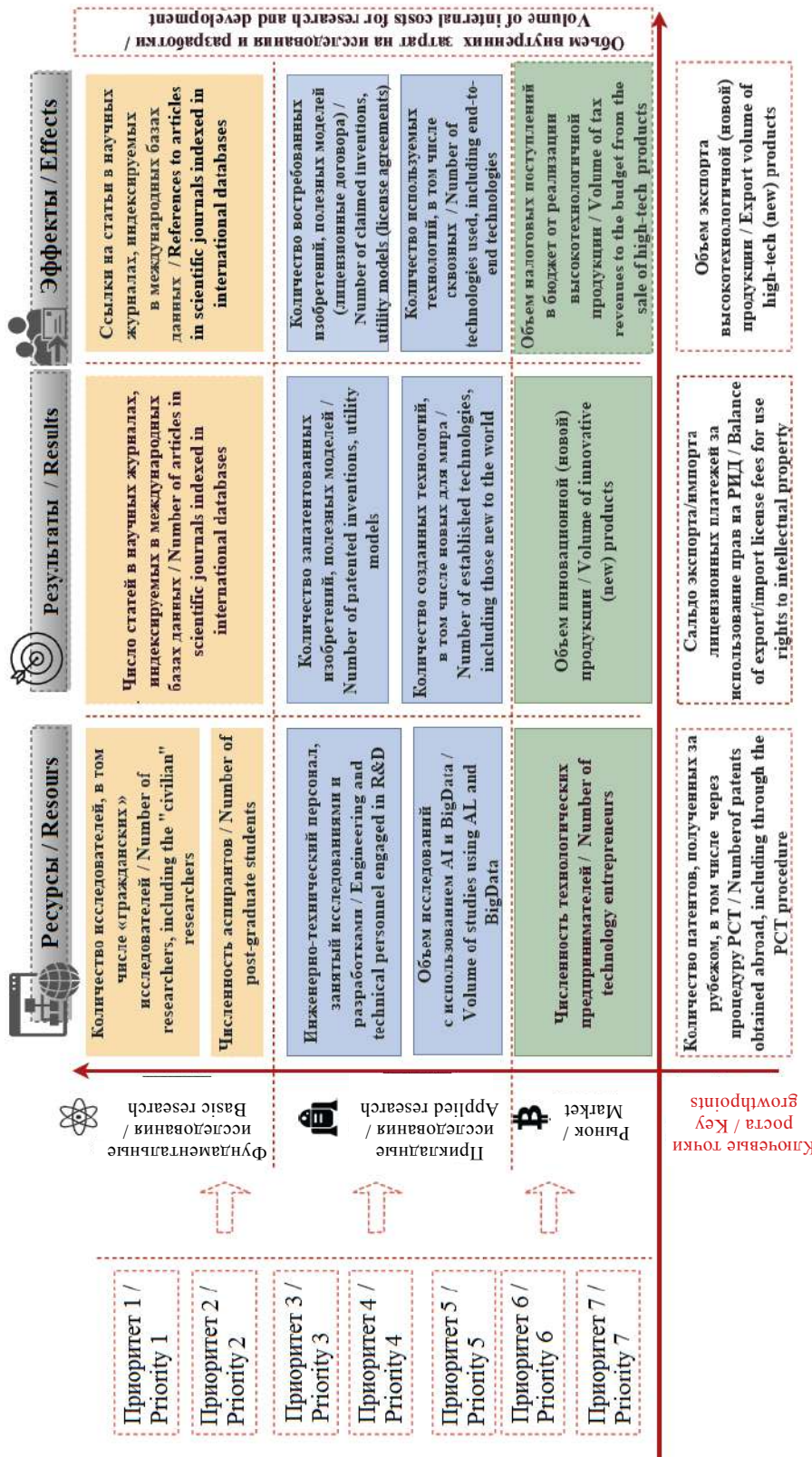
Показатель объема исследований с использованием AI и BigData в настоящее время не агрегируется официальными статистическими базами данных, а численность аспирантов и объем экспорта высокотехнологичной (новой) продукции учитываются в качестве дополнительных при глубокой оценке кадрового, научно-технологического и инновационного потенциала в разрезе приоритетов НТР РФ.

К основным ресурсам оценки объекта исследования относят кадровый потенциал, инфраструктуру, финансирование и госрегулирование. В качестве основополагающего ресурса авторы выделяют кадровый потенциал и финансирование науки, так как научная инфраструктура в настоящее время в виде Центра коллективного пользования и Уникальных научных установок доступна для общего пользования.

На экономический рост в современных условиях в значительной степени влияет повышение производительности труда на основе наращивания кадрового,

<sup>11</sup> Федеральная система мониторинга результативности научной деятельности организаций : официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sciencemon.ru> (дата обращения: 28.06.2018).

<sup>12</sup> Под «гражданскими» исследователями следует понимать число людей, осуществляющих научно-техническую деятельность, основное место работы которых не связано с проведением исследований и разработок.



Р и с. 1. Подход к оценке обеспеченности кадровым, научно-технологическим и инновационным потенциалом в разрезе приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации<sup>13</sup>

Fig. 1. The approach to assessing the availability of human, scientific, technological and innovative potential in the context of the priorities of the scientific and technological development of the Russian Federation

<sup>13</sup> Составлено авторами на основе Указа Президента РФ № 642 от 01.12.2016 г. «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года».





научно-технологического и инновационного потенциала. Обратным показателем производительности труда является трудоемкость. На основе данной гипотезы построена мультипликативная модель оценки влияния обеспеченности кадровым, научно-технологическим и инновационным потенциалом на трудоемкость:

$$\frac{L}{C} = \frac{L}{I} \cdot \frac{I}{Z} \cdot \frac{Z}{P} \cdot \frac{P}{G} \cdot \frac{G}{H} \cdot \frac{H}{U} \cdot \frac{U}{D} \cdot \frac{D}{Q} \cdot \frac{Q}{N} \cdot \frac{N}{V} \cdot \frac{V}{F} \cdot \frac{F}{C}, \quad (1)$$

где

$C$  – валовый внутренний продукт (ВВП), млрд руб.;

$L$  – численность экономически занятого населения, чел.;

$I$  – численность исследователей, чел.;

$Z$  – ссылки на российские статьи в научных журналах, индексируемых в международных базах данных, ед.;

$F$  – внутренние затраты на проведение исследований и разработок, млрд руб.;

$P$  – число статей в научных журналах, индексируемых в международных базах данных, ед.;

$G$  – количество патентов на изобретения и полезные модели, ед.;

$H$  – численность инженерно-технического персонала, чел.;

$U$  – количество востребованных изобретений и полезных моделей (в отношении которых заключены лицензионные договоры), ед.;

$D$  – количество действующих технологий, ед.;

$Q$  – численность технологических предпринимателей, чел.;

$N$  – количество используемых технологий, ед.;

$V$  – объем инновационной (новой) продукции, млрд руб.;

$Y$  – экспорт высокотехнологичной (инновационной) продукции.

В левой части уравнения (1) представлена трудоемкость, правая часть включает в себя следующие показатели:

$$A = \frac{L}{I} \text{ – коэффициент вовлечения общества в науку показывает численность экономически занятого населения приходящегося на одного исследователя, чел.};$$

$$a = \frac{I}{Z} \text{ – коэффициент коллабораций фундаментальных исследований говорит о том, сколько исследователей должны объединить свои усилия, опыт и знания, чтобы провести исследование, на которое будет получена одна ссылка на научную статью в научном сообществе};$$

$$b = \frac{Z}{P} \text{ – коэффициент цитируемости научных статей показывает, сколько ссылок научного сообщества приходится на одну опубликованную и индексируемую в Web of Science статью};$$

$$c = \frac{P}{G} \text{ – коэффициент прикладной эффективности научной деятельности характеризует конвертацию публикаций в патенты (количество статей, приходящихся на один патент)};$$

$$d = \frac{G}{H} \text{ – коэффициент патентной активности инженерно-технических работников отражает уровень их вовлеченности в процесс создания патентов (количество патентов на одного инженерно-технического работника)};$$

$$e = \frac{H}{U} \text{ – коэффициент коллабораций прикладных исследований демонстрирует, сколько в среднем инженеров должны объединить усилия для получения востребованного патента (численность инженерно-технического персонала на один востребованный патент)};$$

$$f = \frac{U}{D} \text{ – коэффициент технологической востребованности патентов отражает конвертацию патентов в технологии (количество востребованных изобретений и полезных моделей на одну действующую технологию)};$$

$$g = \frac{D}{Q} \text{ – коэффициент обеспеченности технологиями отражает наличие действующих технологий, которые потенциально могут быть использованы технологическим предпринимателем (количество действующих технологий на одного технологического предпринимателя)};$$

$$h = \frac{Q}{N} - \text{коэффициент коллабораций}$$

в области трансфера технологий отражает, сколько в среднем технологических предпринимателей должны объединить усилия для внедрения технологии в хозяйственный оборот (число технологических предпринимателей на одну используемую технологию);

$$j = \frac{N}{V} - \text{коэффициент рыночной вос-$$

требованности технологий отражает конвертацию используемых технологий в инновационную продукцию (количество используемых технологий, приходящихся на один миллиард объема инновационной (новой) продукции);

$$k = \frac{V}{F} - \text{коэффициент рыночной эф-$$

фективности внутренних затрат на исследования и разработки (объем инновационной продукции, приходящейся на один рубль внутренних затрат на исследования и разработки);

$$l = \frac{F}{C} - \text{доля внутренних затрат на}$$

исследования и разработки в ВВП.

Выявление, а также устранение дисбаланса и апгрейд провальных зон будут способствовать росту экспансии российских технологий на международный рынок (рост патентов, полученных за рубежом, в том числе через процедуру РСТ), дохода от высокотехнологичного экспорта услуг (рост положительного сальдо экспорта/импорта лицензионных платежей за использование прав на результаты интеллектуальной деятельности (далее – РИД)), а также роста социально-экономического эффекта от использования РИД в хозяйственном обороте (увеличение объема налоговых поступлений в бюджет от реализации высокотехнологичной (новой) продукции).

На основе инструментария системного анализа и результатов проведенной оценки формируются обобщенные выводы и предложения в части обеспеченности кадровым, научно-технологическим

и инновационным потенциалом в разрезе приоритетов научно-технологического развития.

Таким образом, в процессе исследования применялись следующие методы: сопоставление, методы индукции и дедукции, обобщения, цепных постановок, логико-структурного исследования, системного анализа, а также специальные приемы статистического, сравнительного анализа. В методологическом плане в основе исследования нами применялись системный и процессный подходы.

### Результаты исследования

При адаптации показателей объектов исследования (научный, технологический, инновационный потенциал) по приоритетам НТР РФ использовались следующие классификаторы: научные специальности по отраслям науки; научные направления, встроенные в базы данных Web of Science, Scopus, ФСМНО; Международный патентный классификатор изобретений и полезных моделей (МПК); Общероссийский классификатор ведения экономической деятельности (ОКВЭД).

Распределение кодов классификации по приоритетам НТР РФ и составление классификаторов-переходников осуществлялось на основе экспертного мнения и по возможности согласовывалось с представителями организаций, ответственных за учет используемых показателей (Clarivate Analytics и Elsevier).

*Оценка влияния обеспеченности кадровым, научно-технологическим и инновационным потенциалом на трудоемкость в разрезе приоритетов НТР РФ.* Гипотеза о влиянии кадрового, научно-технологического и инновационного потенциала на трудоемкость как обратного показателя производительности труда, исходя из оценки ряда таких факторов, как публикационная и патентная активность исследователей (в том числе доли аспирантов), инженерно-технологического персонала, количества разработанных и использованных технологий, объема произведенной



инновационной продукции, вложенных внутренних затрат на исследования и разработки и других факторов, была апробирована на примере первых трех приоритетов НТР РФ за период 2015–2016 гг.:

Приоритет 1. Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

Приоритет 2. Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии (пп. «а» п. 20 Стратегии).

Приоритет 3. Переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счет рационального применения лекарственных препаратов.

В ходе исследования было рассчитано количественное значение каждого из коэффициентов, представленных формуле 1 (табл. 1).

Анализ коэффициентов коллабораций фундаментальных, прикладных исследований и в области трансфера технологий по исследуемым приоритетам НТР РФ позволил выявить наиболее узкую зону: в области прикладных исследований – это создание востребованных технологий.

В рамках жизненного цикла научного результата при анализе перехода с одной стадии на другую (коэффициент прикладной эффективности научной деятельности, коэффициент технологической востребованности патентов, коэффициент рыночной востребованности технологий) позволил выявить существенные барьеры при переходе востребованных патентов в используемые технологии.

По доле внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП лидирует Приоритет 3, однако рыночная

эффективность внутренних затрат на исследования и разработки наибольшая у Приоритета 2.

Выявление влияния каждого отдельного фактора ( $A, a, b, c, d, e, f, g, h, j, k, l$ ) на итоговый показатель мультипликативной модели рассчитано методом цепной подстановки с помощью абсолютных разниц. Абсолютное изменение изучаемого явления в 2016 г. по сравнению с 2015 под влиянием каждого из вышеперечисленных факторов представлено в таблице 2.

На основе проведенного исследования получены следующие выводы.

Показатель трудоемкости за 2016 г. по всем трем приоритетам НТР РФ увеличился (Приоритет 1 – на 26 ед., Приоритет 2 – на 37 ед., Приоритет 3 – на 72 ед. соответственно). Таким образом, по данным приоритетам НТР РФ обеспеченность научным, научно-технологическим и инновационным потенциалом является недостаточной, что ведет к снижению обратного показателя трудоемкости - производительности труда на рынках в рамках данных приоритетов НТР РФ.

### Обсуждение и заключения

Оценка обеспеченности кадровым, научно-технологическим и инновационным потенциалом в разрезе приоритетов НТР РФ на основе разработанной мультипликативной модели позволяет выявить «провалы» и разработать превентивные меры, способствующие наращиванию необходимого потенциала и достижению ответа на большие вызовы.

С точки зрения влияния на трудоемкость по всем исследуемым приоритетам НТР РФ наблюдаются рост коллабораций фундаментальных исследований, прикладной эффективности научной деятельности, коллабораций прикладных исследований; снижение цитируемости научных статей, патентной активности инженерно-технических работников, технологической востребованности патентов.

Таким образом, на фоне формирующейся коллаборационной активности

**Т а б л и ц а 1. Расчет показателей мультипликативной модели оценки влияния обеспеченности кадровым, научно-технологическим и инновационным потенциалом на трудоемкость на примере трех приоритетов НТР РФ за период 2015–2016 гг.**

**Table 1. Calculation of the indicators of the multiplicative model for assessing the impact of the provision of human, scientific, technological and innovative capacity on labor intensity on the example of the three priorities of the scientific and technological revolution of the Russian Federation for the period 2015–2016**

Наименование показателя / Name of the indicator	2015			2016		
	Приоритет 1 / Priority 1	Приоритет 2 / Priority 2	Приоритет 3 / Priority 3	Приоритет 1 / Priority 1	Приоритет 2 / Priority 2	Приоритет 3 / Priority 3
Коэффициент вовлечения населения в науку / The coefficient of population involvement in science (A)	221	1 536	8	206	1 754	5
Коэффициент коллабораций фундаментальных исследований / Coefficient of collaborations of basic research (a)	1,46	0,43	1,16	2,62	0,63	3,02
Коэффициент цитируемости научных статей / Coefficient of citing scientific articles (b)	3,15	2,89	3,52	1,60	1,69	1,30
Коэффициент прикладной эффективности научной деятельности / Coefficient of applied effectiveness of scientific activity (c)	6,23	16,22	5,06	13,52	43,29	11,45
Коэффициент патентной активности инженерно-технических работников / Coefficient of patent activity of engineers and technicians (d)	0,18	0,20	0,32	0,10	0,09	0,13
Коэффициент коллабораций прикладных исследований / Coefficient of collaborations of applied research (e)	103	83	96	1136	459	1012
Коэффициент технологической востребованности патентов / Coefficient of technological demand for patents (f)	0,48	0,87	0,66	0,03	0,12	0,09
Коэффициент обеспеченности технологиями / Coefficient of technology provision (g)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Коэффициент коллабораций в области трансфера технологий / Coefficient of collaborations in the field of technology transfer (h)	0,43	0,31	0,90	0,39	0,32	0,82
Коэффициент рыночной востребованности технологий / Coefficient of market demand for technology (j)	6,06	1,96	4,29	7,16	1,94	17,28
Коэффициент рыночной эффективности внутренних затрат на исследования и разработки / The coefficient of market efficiency of gross domestic expenditure on research and development (k)	177	2342	148	158	3 770	39
Доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП / Share of gross domestic expenditure on research and development in GDP (l)	0,0031	0,0002	0,0037	0,0038	0,0002	0,0151
Показатель трудоемкости / The index of labor intensity	862	1 114	40	888	1 151	113

Источник: Web of Science, дата обращения: 26 февраля 2018 г., Росстат, Роспатент.



Т а б л и ц а 2. **Определение влияния показателей мультипликативной модели оценки обеспеченности кадровым, научно-технологическим и инновационным потенциалом на трудоемкость на примере трех приоритетов НТР РФ (2015–2016 гг.)**<sup>14</sup>

Table 2. **Determination of the impact of each of the indicators of the multiplicative model of the assessment of the human, scientific, technological and innovative potential for labor intensity on the example of the three priorities of the scientific and technological revolution of the Russian Federation (2015-2016.)**

Наименование показателя / Name of the indicator	Приори- тет 1 / Priority 1	Приори- тет 2 / Priority 2	Приори- тет 3 / Priority 3
Абсолютное изменение коэффициента вовлечения населения в науку / Absolute change in the coefficient of population involvement in science $\Delta(A)$	-62	143	-46
Абсолютное изменение коэффициента коллабораций фундаментальных исследований / Absolute change in the coefficient of collaborations of basic research $\Delta(a)$	419	318	98
Абсолютное изменение коэффициента цитируемости научных статей / Absolute change in the coefficient of citing scientific articles $\Delta(b)$	-512	-491	-104
Абсолютное изменение коэффициента прикладной эффективности научной деятельности / Absolute change in the coefficient of applied effectiveness of scientific activity $\Delta(c)$	563	738	92
Абсолютное изменение коэффициента патентной активности инженерно-технических работников / Absolute change in the coefficient of patent activity of engineers and technicians $\Delta(d)$	-428	-501	-112
Абсолютное изменение коэффициента коллабораций прикладных исследований / Absolute change in the coefficient of collaborations of applied research $\Delta(e)$	826	772	168
Абсолютное изменение коэффициента технологической востребованности патентов / Absolute change in the coefficient of technological demand for patents $\Delta(f)$	-1189	-1026	-115
Абсолютное изменение коэффициента обеспеченности технологиями / Absolute change in the technology provision ratio $\Delta(g)$	248	-77	-30
Абсолютное изменение коэффициента коллабораций в области трансфера технологий / Absolute change in the coefficient of collaborations in the field of technology transfer $\Delta(h)$	-92	69	-15
Абсолютное изменение коэффициента рыночной востребованности технологий / Absolute change in the coefficient of market demand for technology $\Delta(j)$	172	-14	133
Абсолютное изменение коэффициента рыночной эффективности внутренних затрат на исследования и разработки / Absolute change in the coefficient of market efficiency of gross domestic expenditure on research and development $\Delta(k)$	-111	462	-121
Абсолютное изменение доли внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП / The absolute change in the share of gross domestic expenditure on research and development in GDP $\Delta(l)$	192	-357	125
Абсолютное изменение трудоемкости / Absolute change in labor intensity $\Delta$	26	37	72

акторов процесса исследований и разработок, а также роста прикладной эффективности научной деятельности имеет место низкий уровень ориентации научных и научно-технических результатов на вовлечение в хозяйственный оборот.

Помимо общих тенденций рассмотрим более подробно положительное и негативное влияние показателей мультипликативной модели оценки обеспеченности кадровым, научно-технологическим и инновационным потенциалом

<sup>14</sup> Отрицательное значение рассчитанного показателя означает его уменьшение в 2016 по сравнению с 2015 г.

на трудоемкость в разрезе исследуемых приоритетов НТР РФ. В рамках Приоритета 1 на фоне роста обеспеченности технологиями, рыночной востребованности технологий и доли внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП имеет негативную тенденцию вовлечение населения в науку, рост коллабораций в области трансфера технологий и рыночная эффективность внутренних затрат на исследования и разработки.

В рамках Приоритета 2 на фоне роста вовлечения населения в науку, коллабораций в области трансфера технологий и рыночной эффективности внутренних затрат на исследования и разработки имеет негативную тенденцию обеспеченность технологиями, рыночная востребованность технологий и доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП.

В рамках Приоритета 3 на фоне роста рыночной востребованности технологий и доли внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП имеет негативную тенденцию – вовлечение населения в науку, обеспеченность технологиями, коллаборации в области трансфера технологий, рыночная эффективность внутренних затрат на исследования и разработки.

Наименьшую обеспеченность научным, научно-технологическим и инновационным потенциалом имеет Приоритет 3, поскольку у данного приоритета при наибольшем приросте трудоемкости наибольшее количество коэффициентов с отрицательным значением.

Эффективной реализации приоритетов НТР РФ способствует сбалансированное наращивание кадрового, научно-технологического и инновационного потенциала. Проведенные исследования позволили выявить узкие звенья в обеспеченности данным потенциалом, к которым относятся снижение качества научных результатов, патентная активность инженерно-тех-

нических работников, технологическая востребованность патентов и низкий уровень их конвертации в используемые технологии. Ключевым фактором нивелирования данных дисбалансов является развитие кадрового потенциала, обладающего компетенциями в части создания практико-ориентированных результатов и трансфера технологий.

В России ощущается дефицит специалистов высшей квалификации, способных разработать как новый продукт с учетом перспектив его применения, так и технологическую цепочку его производства; выстроить стратегию его развития в краткосрочном и долгосрочном периодах. В условиях технологического перехода существующая в России система подготовки кадров высшей квалификации должна отвечать потребностям общества в квалифицированных инновационно-ориентированных специалистах, способных творчески решать профессиональные задачи.

В качестве ключевых причин отрицательной динамики показателей эффективности аспирантуры является ужесточение требований к диссертационным советам и диссертациям, увеличению числа очных занятий, что плохо сочетается с научной работой аспирантов. Вышеуказанные тенденции свидетельствуют о потере аспирантуры своей социальной функции воспроизводства высококвалифицированных научных кадров.

В части государственного регулирования формирования кадрового, научно-технологического и инновационного потенциала можно выделить три основных инструмента: План мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации<sup>15</sup>; План мероприятий, направленных на стимулирование инновационного развития Российской Федерации, на 2017–2018 годы<sup>16</sup>; Проект Федерального закона «О научной, научно-технической

<sup>15</sup> О плане мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития РФ на 2017–2019 гг. : Распоряжение Правительства РФ от 24 июня 2017 г. № 1325-р // СПС Гарант.

<sup>16</sup> Об утверждении плана мероприятий, направленных на стимулирование инновационного развития РФ, на 2017–2018 гг. : Распоряжение Правительства РФ от 25 августа 2017 г. № 1817-р // СПС Гарант.



и инновационной деятельности в Российской Федерации»<sup>17</sup>.

В соответствии с подпунктом «в» пункта 31 Плана мероприятий по реализации СНТР «обеспечение доступа к наукоемким образовательным программам учащихся, студентов и аспирантов вне зависимости от их мест проживания с использованием российских и международных площадок онлайн-обучения» требуется сформировать нормативно-правовую базу и информационный ресурс, определить нормативный статус информационного ресурса, обеспечивающего по принципу «одного окна» доступ к качественным онлайн-курсам, в том числе к современным, наукоемким образовательным модулям, необходимым для реализации приоритетов научно-технологического развития, а также модулям, формирующим необходимые компетенции в сфере интеллектуальной собственности<sup>18</sup>.

Значимую роль в обеспеченности научно-технологическим и инновационным потенциалом экономики государства играют инструменты поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности, в том числе научные фонды. Основным видом поддержки исследований и разработок такими фон-

дами в данной сфере является грантовое финансирование, осуществляемое на конкурсной основе, а также субсидирование и софинансирование.

Фонды поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности способствуют созданию благоприятных условий для проведения исследований и разработок, соответствующих современным принципам организации научной, научно-технической и инновационной деятельности. Инструментами поддержки таких фондов, направленных на повышение уровня развития высококвалифицированного персонала сектора исследований и разработок, являются финансирование российских и зарубежных стажировок, проведение конференций, симпозиумов, семинаров и других мероприятий, необходимых для приобретения опыта и популяризации результатов отечественных научных исследований и разработок.

Анализ кадрового, научно-технологического и инновационного потенциала в разрезе приоритетов НТР показал, что линейка инструментов не обеспечивает в полной мере системную поддержку и требует модернизации и расширения спектра поддерживаемых мероприятий.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Huong Nguyen T. L.* Building human resources management capacity for university research: The case at four leading Vietnamese universities // Higher Education. 2016. Vol. 71, issue 2. Pp. 231–251. DOI: 10.1007/s10734-015-9898-2
2. *Ilyina I. E., Sergeeva O. L.* Methods of assessing the efficiency of public spending on research and development design work // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Vol. 6, no. 4. Pp. 250–255. DOI: 10.5901/mjss.2015.v6n4p250
3. *Demortain D.* Expertise, regulatory science and the evaluation of technology and risk: Introduction to the special issue // Minerva. 2017. Vol. 55, issue 2. Pp. 139–159. DOI: 10.1007/s11024-017-9325-1
4. Designing a national science and technology evaluation system based on a new typology of international practices / S. Ghazinoory [et al.] // Technological Forecasting and Social Change. 2017. Vol. 122. Pp. 119–127. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.04.012
5. *Marrocu E., Paci R., Usai S.* Productivity growth in the old and new Europe: The role of agglomeration externalities // Journal of Regional Science. 2013. Vol. 53, issue 3. Pp. 418–442. DOI: 10.1111/jors.12000

<sup>17</sup> О научной, научно-технической и инновационной деятельности в Российской Федерации : проект Федерального закона // СПС КонсультантПлюс.

<sup>18</sup> О плане мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития РФ на 2017–2019 гг.

6. Tierney R., Hermina W., Walsh S. The pharmaceutical technology landscape: A new form of technology roadmapping // *Technological Forecasting and Social Change*. 2013. Vol. 80, issue 2. Pp. 194–211. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.05.002
7. Wang D., Song C., Barabasi A-L. Quantifying long-term scientific impact // *Science*. 2013. Vol. 342, issue 6154. Pp. 127–132. DOI: 10.1126/science.1237825
8. Sebestyen T., Varga A. Research productivity and the quality of interregional knowledge networks // *The Annals of Regional Science*. 2013. Vol. 51, issue 1. Pp. 155–189. DOI: 10.1007/s00168-012-0545-x
9. Serrano-Pozo A., Aldridge G. M., Zhang Q. Four decades of research in Alzheimer's Disease (1975–2014): A bibliometric and scientometric analysis // *Journal of Alzheimers Disease*. 2017. Vol. 59, no. 2. Pp. 763–783. DOI: 10.3233/JAD-170184
10. Chen D. Z., Lee Y. Y. Longitudinal analysis of mechanism and machine theory: Geospatial productivity, journal citation networks, and researcher communities // *Journal of Mechanical Design*. 2016. Vol. 138, issue 3. Pp. 032301–032301. DOI: 10.1115/1.4032397
11. Prediction of emerging technologies based on analysis of the US patent citation network / P. Erdi [et al.] // *Scientometrics*. 2013. Vol. 95, issue 1. Pp. 225–242. DOI: 10.1007/s11192-012-0796-4
12. Грибовский А. В., Ильина И. Е., Парфенова С. Л. Методика оценки малых инновационных предприятий, претендующих на государственную поддержку опытно-конструкторских и технологических работ // *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2016. Т. 6, № 10А. С. 38–48. URL: <http://publishing-vak.ru/file/archive-economy-2016-10/3-gribovskii.pdf> (дата обращения: 28.06.2018).
13. Belenon S., Schankerman M. Spreading the word: geography, policy, and knowledge spillovers // *Review of economics and statistics*. 2013. Vol. 95, issue 3. Pp. 884–903. DOI: 10.1162/REST\_a\_00334
14. Technological life-cycles in the energy sector – Technological characteristics and the role of deployment for innovation / J. Huenteler [et al.] // *Technological Forecasting and Social Change*. 2016. Vol. 104. Pp. 102–121. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.09.022
15. Козицина А. Н., Филимонок И. В. Стратегическая взаимосвязь инновационного развития и управления кадровым потенциалом региона // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2015. № 1 (37). С. 171–181. DOI: 10.15838/esc/2015.1.37.11
16. Алферьев Д. А. Применение метода главных компонент при оценке параметров научно-технологического потенциала // *Вопросы территориального развития*. 2016. Вып. 4 (34). URL: [http://vtr.vssc.ac.ru/article/1977/full?\\_lang=ru](http://vtr.vssc.ac.ru/article/1977/full?_lang=ru) (дата обращения: 28.06.2018).
17. Николаев А. Е. Методика оценки состояния научно-технологического потенциала оборонно-промышленного комплекса России с использованием функции желательности Харрингтона // *Экономический анализ: теория и практика*. 2013. Т. 12, вып. 30. С. 22–33. URL: <http://www.fin-izdat.ru/journal/analiz/detail.php?ID=57991> (дата обращения: 28.06.2018).
18. Михайлова А. А. Сравнительный анализ научно-технического потенциала стран Балтии и России // *Балтийский регион*. 2013. № 1. С. 128–142. DOI: 10.5922/2074-9848-2013-1-9
19. Ушаков Р. Н. Методологический подход к оценке инновационного потенциала // *Сервис в России и за рубежом*. 2011. № 4. С. 142–147. [http://service-rusjournal.ru/index.php?do=cat&category=2011\\_4](http://service-rusjournal.ru/index.php?do=cat&category=2011_4) (дата обращения: 28.06.2018).
20. Разуваев В. В. Методика оценки научно-технического потенциала регионов РФ // *Вестник Пермского университета. Сер.: Экономика*. 2012. Вып. 3. С. 67–74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/metodika-otsenki-nauchno-tehnicheskogo-potentsiala-regionov-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 28.06.2018).
21. Цукерман В. А., Горячевская Е. С. О методиках интегральной оценки инновационного потенциала регионов Севера и Арктики // *Арктика и Север*. 2013. № 13. С. 71–80. URL: <https://narfu.ru/upload/iblock/380/09.pdf> (дата обращения: 28.06.2018).
22. Тобиен М. А., Тобиен А. О. Методика оценки инновационного потенциала региона // *Региональная экономика: теория и практика*. 2014. № 3 (330). С. 16–24. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21056317> (дата обращения: 13.01.2018).
23. Задумкин К. А., Кондаков И. А. Методика сравнительной оценки научно-технического потенциала региона // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2010. № 4 (12). С. 86–100. URL: <http://esc.vssc.ac.ru/article/166> (дата обращения: 28.06.2018).
24. Трухляева А. А., Фокина Е. А., Бондаренко П. В. Комплексная методика многофакторной оценки научного потенциала в регионах Южного федерального округа // *Вестник Волгоградского государственного университета. Сер. 3: Экономика. Экология*. 2015. № 4 (33). С. 88–97. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/kompleksnaya-metodika-mnogofaktornoy-otsenki-nauchnogo-potentsiala-v-regionah-yuzhnogo-federalnogo-okruga> (дата обращения: 28.06.2018).





25. Методическая значимость результатов исследовательской деятельности / О. Б. Попова [и др.] // Социологические исследования. 2017. № 3. С. 79–87. URL: <http://socis.isras.ru/article/6602> (дата обращения: 28.06.2018).

26. Губарьков С. В., Гарбузова Г. Ф. Методические положения по оценке инновационного и научно-технического потенциала университетского комплекса // Современные проблемы науки и образования. 2007. № 2. С. 55–58. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=2534> (дата обращения: 28.06.2018).

27. Safiullin M., Elshin L. Features of innovative and technological development of russia in the system of the formed tendencies of development of the higher school // Quid-Investigacion Ciencia y Tecnologia. 2017. No. 1. Pp. 1427–1432. URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6158828> (дата обращения: 28.06.2018).

28. Руткевич М. Н., Леваилов В. К. О понятии интеллектуального капитала и способах его измерения // Науковедение. 2000. № 1. С. 49–65. URL: [http://ecsocman.hse.ru/data/750/062/1217/SS\\_2000-1\\_049-065.pdf](http://ecsocman.hse.ru/data/750/062/1217/SS_2000-1_049-065.pdf) (дата обращения: 28.06.2018).

29. Ильина И. Е., Жарова Е. Н., Скворцов А. Е. Конкурентоустойчивость хозяйствующих субъектов сферы исследований и разработок: сущность и основные элементы // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Сер.: Экономика и управление. 2016. № 4 (27). С. 37–42. DOI: 10.18323/2221-5689-2016-4-37-42

30. Ильина И. Е., Скворцов А. Е. Конкурентоспособность услуги как элемент инновационного развития // Теория и практика общественного развития. 2011. № 4. С. 299–301. URL: [http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv\\_zhurnala/2011/4/ekonomika/ilina-skvortsov.pdf](http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2011/4/ekonomika/ilina-skvortsov.pdf) (дата обращения: 28.06.2018).

31. Analysis of postdoctoral training outcomes that broaden participation in science careers / V. J. Rybarczyk [et al.] // CBE Life Sci Educ. 2016. № 15 (3). DOI: 10.1187/cbe.16-01-0032

32. Durette B., Fournier M., Lafon M. The core competencies of PhDs // Studies in Higher Education. 2016. Vol. 41, issue 8. URL: [https://cdn4.euraxess.org/sites/default/files/domains/nl/140916-the\\_core\\_competencies\\_of\\_phds.pdf](https://cdn4.euraxess.org/sites/default/files/domains/nl/140916-the_core_competencies_of_phds.pdf) (дата обращения: 28.06.2018).

Поступила 06.03.2018; принята к печати 25.05.2018; опубликована онлайн 28.09.2018.

*Об авторах:*

**Минцаев Магомед Шавалович**, ВРИО директора департамента науки и технологий Министерства образования и науки Российской Федерации (125993, г. Москва, ул. Тверская, д. 11, ГСП-3), доктор технических наук, профессор, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8388-4862>**, **Scopus ID: 56958599000**, **Researcher ID: O-1875-2016**, [mintsaev-ms@mon.gov.ru](mailto:mintsaev-ms@mon.gov.ru)

**Ильина Ирина Евгеньевна**, и. о. директора ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права в научно-технической сфере» (РИЭПП) (105064, Россия, г. Москва, ул. Земляной вал, д. 50 а, стр. 6), доктор экономических наук, доцент, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6609-3340>**, **Scopus ID: 56613287600**, **Researcher ID: J-9790-2014**, [skvo\\_ie@mail.ru](mailto:skvo_ie@mail.ru)

**Парфенова Светлана Леонидовна**, первый заместитель директора ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права в научно-технической сфере» (РИЭПП) (105064, Россия, г. Москва, ул. Земляной вал, д. 50 а, стр. 6), кандидат экономических наук, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9721-8772>**, **Researcher ID: K-1116-2014**, [parfyonova.s.l@yandex.ru](mailto:parfyonova.s.l@yandex.ru)

**Долгова Владислава Николаевна**, заведующий сектором социально-экономических проблем развития научно-технологической сферы ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права в научно-технической сфере» (РИЭПП) (105064, Россия, г. Москва, ул. Земляной вал, д. 50 а, стр. 6), кандидат экономических наук, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3077-2517>**, **Researcher ID: N-1723-2018**, [vlada8@bk.ru](mailto:vlada8@bk.ru)

**Жарова Елена Николаевна**, заведующий сектором мониторинга востребованности инструментов поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права в научно-технической сфере» (РИЭПП) (105064, Россия, г. Москва, ул. Земляной вал, д. 50 а, стр. 6), кандидат экономических наук, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8281-8812>**, **Scopus ID: 57194616748**, **Researcher ID: N-1808-2018**, [zharovaen@rambler.ru](mailto:zharovaen@rambler.ru)

**Агамирова Елизавета Валерьевна**, заведующий сектором анализа и прогноза реализации приоритетных направлений развития научно-технологического комплекса ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права в научно-технической сфере» (РИЭПП) (105064,

Россия, г. Москва, ул. Земляной вал, д. 50 а, стр. 6), кандидат экономических наук, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3972-4749>, **Scopus ID:** 57073854200, **Researcher ID:** N-1823-2018, [agamirova@yandex.ru](mailto:agamirova@yandex.ru)

*Заявленный вклад авторов:*

Минцаев Магомед Шавалович – разработка концепции; определение замысла.

Ильина Ирина Евгеньевна – научное руководство; разработка концепции; обеспечение ресурсами; написание текста.

Парфенова Светлана Леонидовна – определение методологии статьи; проведение критического анализа материалов; обеспечение ресурсами.

Долгова Владислава Николаевна – сбор и обработка информации; формализованный анализ данных; курирование данных.

Жарова Елена Николаевна – сбор и обработка информации; формализованный анализ данных; написание и доработка текста.

Агамирова Елизавета Валерьевна – сбор и обработка информации; формализованный анализ данных; написание и доработка текста.

*Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

#### REFERENCES

1. Huong Nguyen T.L. Building human resources management capacity for university research: The case at four leading Vietnamese universities. *Higher Education*. 2016; 71(2):231-251. DOI: 10.1007/s10734-015-9898-2
2. Plyina I.E., Sergeeva O.L. Methods of assessing the efficiency of public spending on research and development design work. *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2015; 6(4):250-255. DOI: 10.5901/mjss.2015.v6n4p250
3. Demortain D. Expertise, regulatory science and the evaluation of technology and risk: Introduction to the special issue. *Minerva*. 2017; 55(2):139-159. DOI: 10.1007/s11024-017-9325-1
4. Ghazinoory S., Farazkish M., Montazer G.A., Soltani B. Designing a national science and technology evaluation system based on a new typology of international practices. *Technological Forecasting and Social Change*. 2017; 122:119-127. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.04.012
5. Marrocu E., Paci R., Usai S. Productivity growth in the old and new Europe: The role of agglomeration externalities. *Journal of Regional Science*. 2013; 53(3):418-442. DOI: 10.1111/jors.12000
6. Tierney R., Hermina W., Walsh S. The pharmaceutical technology landscape: A new form of technology roadmapping. *Technological Forecasting and Social Change*. 2013; 80(2):194-211. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.05.002
7. Wang D., Song C., Barabasi A-L. Quantifying long-term scientific impact. *Science*. 2013; 342(6154):127-132. DOI: 10.1126/science.1237825
8. Sebestyen T., Varga A. Research productivity and the quality of interregional knowledge networks. *Annals of Regional Science*. 2013; 51(1):155-189. DOI: 10.1007/s00168-012-0545-x
9. Serrano-Pozo A., Aldridge G.M., Zhang Q. Four decades of research in Alzheimer's Disease (1975–2014): A Bibliometric and scientometric analysis. *Journal of Alzheimers Disease*. 2017; 59(2):763-783. DOI: 10.3233/JAD-170184
10. Chen D.Z., Lee Y.Y. Longitudinal analysis of mechanism and machine theory: Geospatial productivity, journal citation networks, and researcher communities. *Journal of Mechanical Design*. 2016; 138(3):032301-032301. DOI: 10.1115/1.4032397
11. Erdi P., Makovi K., Somogyvari Z., Strandburg K., Tobochnik J., Volf P., Zalanyi L. Prediction of emerging technologies based on analysis of the US patent citation network. *Scientometrics*. 2013; 95(1):225-242. DOI: 10.1007/s11192-012-0796-4
12. Gribovskii A.V., Ilina I.E., Parfenova S.L. Methods of evaluation of small innovative enterprises, that applying for state support for research and development and technological works. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra = Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*. 2016; 6(10A):38-48. Available at: <http://publishing-vak.ru/file/archive-economy-2016-10/3-gribovskii.pdf> (accessed 28.06.2018). (In Russ.)
13. Belenzon S., Schankerman M. Spreading the word: geography, policy, and knowledge spillovers. *Review of Economics and Statistics*. 2013; 95(3):884-903. DOI: 10.1162/REST\_a\_00334



14. Huenteler J., Schmidt T.S., Ossenbrink J., Hoffmann V.H. Technology life-cycles in the energy sector – Technological characteristics and the role of deployment for innovation. *Technological Forecasting and Social Change*. 2016; 104:102-121. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.09.022
15. Kozitsina A.N., Filimonenko I.V. Strategic relationship between innovation development and management of human resources potential in the region. *Ekonomicheskiye i sotsialnyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* = Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2015; 1(37):171-181. (In Russ.) DOI: 10.15838/esc/2015.1.37.11
16. Alferev D.A. The use of principal components method for the evaluation of scientific and technological in assessing the parameters. *Voprosy territorialnogo razvitiya* = Territorial Development Issues. 2016; 4(34). Available at: [http://vtr.vsc.ac.ru/article/1977/full?\\_lang=ru](http://vtr.vsc.ac.ru/article/1977/full?_lang=ru) (accessed 28.06.2018). (In Russ.)
17. Nikolaev A.Ye. [Methodology for assessing the state of the scientific and technological potential of the Russian defense industry using the Harrington desirability function]. *Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika* = Economic Analysis: Theory and Practice. 2013; 12(30):22-33. Available at: <http://www.fin-izdat.ru/journal/analiz/detail.php?ID=57991> (accessed 28.06.2018). (In Russ.)
18. Mikhaylova A.A. Innovation capacity of Russia and the Baltics: A comparative approach. *Baltiyskiy region* = Baltic Region. 2013; 1:128-142. (In Russ.) DOI: 10.5922/2074-9848-2013-1-9
19. Ushakov R.N. Methodological approach to evaluation of the innovative potential. *Servis v Rossii i za rubezhom* = Service in Russia and Abroad. 2011; 4:142-147. Available at: [http://service-rusjournal.ru/index.php?do=cat&category=2011\\_4](http://service-rusjournal.ru/index.php?do=cat&category=2011_4) (accessed 28.06.2018). (In Russ.)
20. Razuvaev V.V. [Methodology for assessing the scientific and technical potential of Regions of the Russian Federation]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ser.: Ekonomika* = Perm State University Bulletin. Ser.: Economics. 2012; 3:67-74. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/metodika-otsenki-nauchno-tehnicheskogo-potentsiala-regionov-rossiyskoy-federatsii> (accessed 28.06.2018). (In Russ.)
21. Tsukerman V.A., Goryachevskaya E.S. About the methodology of the integrated evaluation of innovative potential areas of the North regions and the Arctic. *Arktika i Sever* = Arctic and North. 2013; 13:71-80. Available at: <https://narfu.ru/upload/iblock/380/09.pdf> (accessed 28.06.2018). (In Russ.)
22. Tobien M.A., Tobien A.O. Methods of evaluation of innovative potential of the region. *Regional economy: theory and practice*. 2014; 3(330):16-24. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21056317> (accessed 13.01.2018). (In Russ.)
23. Zadumkin K.A., Kondakov I.A. Comparative assessment methodology of the region's scientific and technical potential. *Ekonomicheskiye i sotsialnyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* = Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2010; 4(12):86-100. Available at: <http://esc.vsc.ac.ru/article/166> (accessed 28.06.2018). (In Russ.)
24. Trukhlyaeva A.A., Fokina E.A., Bondarenko P.V. Complex technique of multifactorial assessment of scientific potential in the regions of the Southern Federal District. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 3: Ekonomika. Ekologiya* = Bulletin of Volgograd State University. Series 3: Economy. Ecology. 2015; 4(33):88-97. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/kompleksnaya-metodika-mnogofaktornoy-otsenki-nauchnogo-potentsiala-v-regionah-yuzhnogo-federalnogo-okruga> (accessed 28.06.2018). (In Russ.)
25. Popova O.B., Romanov D.A., Loyko V.I., Evseeva M.A. Methodical significance of activities research results. *Sotsiologicheskkiye issledovaniya* = Sociological Research. 2017; 3:79-87. Available at: <http://socis.isras.ru/article/6602> (accessed 28.06.2018). (In Russ.)
26. Gubarkov S.V., Garbuzova G.F. [Methodological provisions of evaluation of the innovative and scientific-technical potential of the university complex]. *Sovremennyye problem nauki i obrazovaniya* = Modern Problems of Science and Education. 2007; 2:55-58. Available at: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=2534> (accessed 28.06.2018). (In Russ.)
27. Safiullin M., Elshin L. Specifics of innovative and technological development of Russia in the system of the formed tendencies of development of the higher school. *Quid-Investigacion Ciencia y Tecnologia*. 2017; 1:1427-1432. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6158828> (accessed 28.06.2018).
28. Rutkevich M.N., Levashov V.K. [On the concept of intellectual capital and the methods of its measurement]. *Naukovedeniye* = Sociology of Science. 2000; 1:49-65. Available at: [http://ecsocman.hse.ru/data/750/062/1217/SS\\_2000-1\\_049-065.pdf](http://ecsocman.hse.ru/data/750/062/1217/SS_2000-1_049-065.pdf) (accessed 28.06.2018). (In Russ.)
29. Ilyina I.E., Zharova E.N., Skvortsov A.E. The competitive stability of economic entities in the sphere of research and development: The essence and basic elements. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Ekonomika i upravleniye* = Vector of Science of Togliatti State University. Ser.: Economics and Management. 2016; 4(27):37-42. (In Russ.) DOI: 10.18323/2221-5689-2016-4-37-42

30. Ilyina I.E., Skvortsov A.E. Competitiveness of service as element of innovativon development. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* = Theory and Practice of Social Development. 2011; 4:299-301. Available at: [http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv\\_zhurnala/2011/4/ekonomika/ilina-skvortsov.pdf](http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2011/4/ekonomika/ilina-skvortsov.pdf) (accessed 28.06.2018). (In Russ.)
31. Rybarczyk B.J., Lerea L., Whittington D., Dykstra L. Analysis of postdoctoral training outcomes that broaden participation in science careers. *CBE Life Sci Educ.* 2016; 15(3). DOI: 10.1187/cbe.16-01-0032
32. Durette B., Fournier M., Lafon M. The core competencies of PhDs. *Studies in Higher Education.* 2016; 41(8). Available at: [https://cdn4.euraxess.org/sites/default/files/domains/nl/140916-the\\_core\\_competencies\\_of\\_phds.pdf](https://cdn4.euraxess.org/sites/default/files/domains/nl/140916-the_core_competencies_of_phds.pdf) (accessed 28.06.2018).

Submitted 06.03.2018; revised 25.05.2018; published online 28.09.2018.

*About the authors:*

**Magomed Sh. Mintshev**, Interim Director of the Department of Science and Technologies of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (11 (ГЦИ-3) Tverskaya St., Moscow 125993, Russia), Dr.Sci. (Technical Sciences), Professor, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8388-4862>**, **Scopus ID: 56958599000**, **Researcher ID: O-1875-2016**, [mintshev-ms@mon.gov.ru](mailto:mintshev-ms@mon.gov.ru)

**Irina E. Ilina**, Acting Director of the Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and Technology (RIEPL) (50a-6 Zemlyanoi Val St., Moscow 105064, Russia), Dr.Sci. (Economics), Associate Professor, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6609-3340>**, **Scopus ID: 56613287600**, **Researcher ID: J-9790-2014**, [skvo\\_ie@mail.ru](mailto:skvo_ie@mail.ru)

**Svetlana L. Parfenova**, First Deputy Director of the Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and Technology (RIEPL) (50a-6 Zemlyanoi Val St., Moscow 105064, Russia), Ph.D. (Economics), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9721-8772>**, **Researcher ID: K-1116-2014**, [parfyonova.sl@yandex.ru](mailto:parfyonova.sl@yandex.ru)

**Vladislava N. Dolgova**, Head of the Division for Social and Economic Problems of the Development of the Scientific and Technological Sphere, Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and Technology (RIEPL) (50a-6 Zemlyanoi Val St., Moscow 105064, Russia), Ph.D. (Economics), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3077-2517>**, **Researcher ID: N-1723-2018**, [vlada8@bk.ru](mailto:vlada8@bk.ru)

**Elena N. Zharova**, Head of the Sector for Monitoring the Demand for Tools to Support Scientific, Technical and Innovation Activities of the Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and Technology (RIEPL) (50a-6 Zemlyanoi Val St., Moscow 105064, Russia), Ph.D. (Economics), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8281-8812>**, **Scopus ID: 57194616748**, **Researcher ID: N-1808-2018**, [zharovaen@rambler.ru](mailto:zharovaen@rambler.ru)

**Elizaveta V. Agamirova**, Head of the Sector of Analysis and Forecast of Scientific and Technological Complex Development and its Priority Directions Implementation of the Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and Technology (RIEPL) (50a-6 Zemlyanoi Val St., Moscow 105064, Russia), Ph.D. (Economics), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3972-4749>**, **Scopus ID: 57073854200**, **Researcher ID: N-1823-2018**, [agamirova@yandex.ru](mailto:agamirova@yandex.ru)

*Contribution of the authors:*

Magomed Sh. Mintshev – concept development; definition of an idea.

Irina E. Ilina – scientific management; concept development; provision of resources; writing text.

Svetlana L. Parfenova – definition of methodology of article; critical analysis of materials; provision of resources.

Vladislava N. Dolgova – collection and processing of information; formalized data analysis; data management.

Elena N. Zharova – collection and processing of information; formalized data analysis; writing and finalising the text.

Elizaveta V. Agamirova – collection and processing of information; formalized data analysis; writing and finalising the text.

*All authors have read and approved the final manuscript.*