

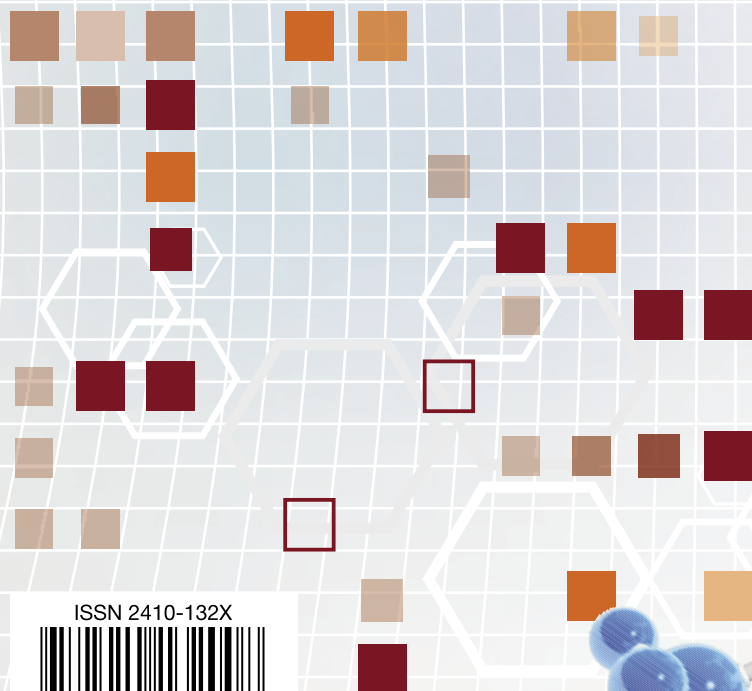
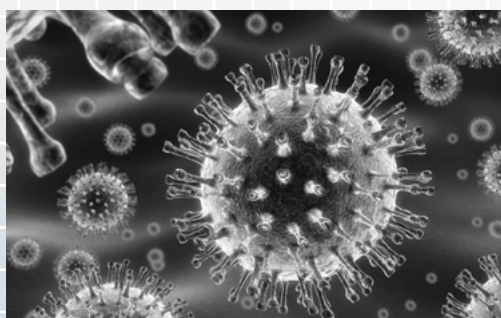
ЭКОНОМИКА НАУКИ



№2
2017
Т.3

Научно-практический журнал

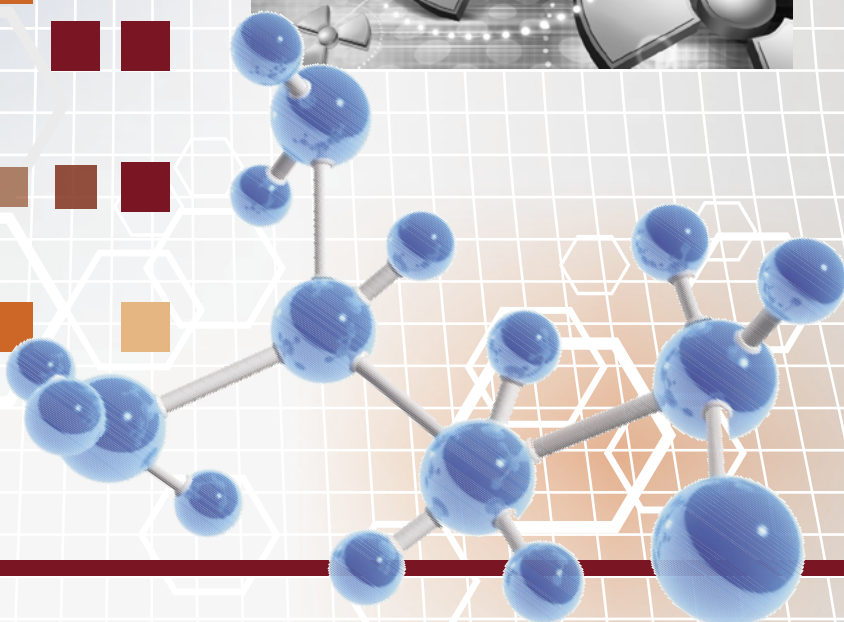
THE ECONOMICS OF SCIENCE



ISSN 2410-132X



9 772410 132008 >



Журнал «Экономика наука» включен в репозиторий открытого доступа «КиберЛенинка», который экспортирует свои данные в открытые международные репозитории научной информации такие, как Google Scholar, OCLC WorldCat, ROAR, BASE, OpenDOA, RePEc, Соционет и др.

Редакционная коллегия

Главный редактор

- **Куракова Наталия Глебовна** — доктор биологических наук, директор Центра научно-технической экспертизы Института прикладных экономических исследований Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (Москва, Россия)

Заместитель главного редактора

- **Зинов Владимир Глебович** — доктор экономических наук, кандидат технических наук, заместитель директора Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС (Москва, Россия)

Ответственный редактор

- **Цветкова Лилия Анатольевна** — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС (Москва, Россия)

Редакционный совет

- **Глухов Виктор Алексеевич**, руководитель Фундаментальной библиотеки, зам. директора по научной работе Института научной информации по общественным наукам, кандидат технических наук (Москва, Россия)
- **Клячко Татьяна Львовна**, директор Центра экономики непрерывного образования РАНХиГС, доктор экономических наук (Москва, Россия)
- **Кузнецов Александр Юрьевич**, исполнительный директор Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН) (Москва, Россия)
- **Рыбина Наталия Алексеевна**, патентный поверенный, член Совета Межрегиональной общественной организации содействия деятельности патентных поверенных «Палата патентных поверенных» (Москва, Россия)
- **Мау Владимир Александрович**, ректор РАНХиГС, доктор экономических наук, профессор, заслуженный экономист Российской Федерации (Москва, Россия)
- **Петров Андрей Николаевич**, генеральный директор ФГБНУ «Дирекция научно-технических программ» Минобрнауки РФ, (Москва, Россия)
- **Ракитов Анатолий Ильич** — доктор философских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник ИНИОН РАН (Москва, Россия)
- **Стародубов Владимир Иванович** — академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, (Москва, Россия)

Editorial Board

Editor-in-chief

- **Kurakova Natalia Glebovna** — Doctor of Biological Sciences, Director of The Scientific-Technical Center of The Russian Academy of National Economy and Public Administration (Moscow, Russia)

Editorial board

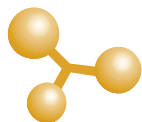
- **Zinov Vladimir Glebovich** — Doctor of Economics, PhD in Technical sciences, Deputy Director of The Scientific-Technical Center of The Russian Academy of National Economy and Public Administration (Moscow, Russia)

Executive editor

- **Tsvetkova Liliya Anatolievna** — PhD in Biological sciences, leading researcher of The Scientific-Technical Center of The Russian Academy of National Economy and Public Administration (Moscow, Russia)

Editorial Council

- **Gluhov Viktor Alekseevich**, Head of the Main Library, Deputy Director of Scientific Work in the Institute of scientific information on social sciences, PhD in Technical sciences (Moscow, Russia)
- **Kliachko Tat'jana L'vovna**, Director of The Center of Economy Continuing Education of The Russian Academy of National Economy and Public Administration, Doctor of Economics, Doctor of Economics (Moscow, Russia)
- **Kuznetsov Alexander Yurievich**, Executive director of Nonprofit Partnership «National electronic-informational consortium» (Moscow, Russia)
- **Rubina Nataliya Alekseevna**, patent counsel, member of the Council of the Interregional Public Organization for the Promotion of Patent Attorneys «Chamber of Patent Counsels» (Moscow, Russia)
- **Mau Vladimir Alexandrovich**, Doctor of Economics sciences, Doctor of Philosophy, Professor, Principal of The Russian Academy of National Economy and Public Administration (Moscow, Russia)
- **Petrov Andrey Nikolaevich**, General director of FSSI «Management of scientific-technical programs Of Ministry of Education and Science Of Russian Federation», Moscow (Moscow, Russia)
- **Rakitov Anatoliy Iliech**, Doctor of Philosophical Sciences, Professor, Honored scientist of Russian Federation, Senior researcher of Institute of scientific information on public affairs sciences of Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)
- **Starodubov Vladimir Ivanovich**, Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of Federal State Institution «Health Organization and Informatics» of Russia, (Moscow, Russia)

**колонка редактора**

Все статьи, вошедшие в этот номер, развивают ключевые положения Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (СНТР РФ), которые, благодаря кейсам, описанным в публикациях, иллюстрируются весьма любопытной фактографией.

Первая статья номера посвящена проблемам проектирования и экспертизы, так называемых, комплексных научно-технологических программ и проектов (КНТП), которые будут формироваться на основании приоритетов, выделенных СНТР РФ, и «учитывать тренды развития нового научно-технологического направления, а также ожидаемые структурные сдвиги, связанные с появлением принципиально новых технологических решений».

Согласно видению Минобрнауки России, отбор и мониторинг КНТП как проектов «полного цикла» будет осуществляться Советами по приоритетам научно-технологического развития. На таких проектах будет отлажена работа регуляторов рынка, которые выступают в роли «квалифицированного заказчика». На примере приоритета «развитие персонализированной медицины» в публикации, открывающей номер, показано, что именно квалифицированный заказчик должен определять архитектуру КНТП и принимать на себя ответственность управления всеми рисками проекта.

Вторая новелла СНТР РФ, получившая развитие в публикациях номера, связана с тезисом Стратегии, что «слабое взаимодействие сектора исследований и разработок с реальным сектором экономики, разомкнутость инновационного цикла приводят к тому, что государственные инвестиции в человеческий капитал фактически обеспечивают рост конкурентоспособности других экономик». Масштаб, последствия и причины «эмиграции» передового научного знания из России оценены в одной из статей номера.

О цифровой экономике в РФ сказано в течение последнего года немало, одним из секторов, в котором цифровые технологии многократно увеличивают производительность труда, является современное агропроизводство. Готов ли российский АПК к применению дронов в отсутствии селективного семеноводства и при низких нормах внесения минеральных удобрений – таков исследовательский фокус третьей статьи номера.

Четвертая статья номера обращает внимание на новый феномен – патентные войны на стадии фундаментального исследования. Рассмотренный в публикации кейс дает основание автору усомниться в неоспоримости тезиса о том, что наука и инновации становятся все более открытыми, а прорывные научные исследования все чаще становятся результатом глобального сетевого взаимодействия ученых.

Илон Маск предупредил недавно о потенциальной опасности искусственного интеллекта. Миллиардер выступил перед американскими губернаторами с призывом срочно ограничить исследования и ввести законодательный контроль за его внедрением. Какие технологии объединяет зонтичное понятие «искусственный интеллект», насколько они развиты в России и мире – читайте об этом в пятой статье журнала.

Наталья Куракова, главный редактор «ЭН»



**Т. 3
№2
2017**

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

71

ФОКУС ПРОБЛЕМЫ

А.Н. Петров, Н.Г. Куракова, И.М. Сон

Анализ проблем реализации приоритетного направления «персонализированная медицина» в формате проекта полного цикла

74-88

ПРИОРИТЕТЫ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

О.А. Ерёмченко



Технологические барьеры развития зерновой отрасли России

89-104

ЭКОНОМИКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

В.Г. Зинов, Н.Г. Куракова, О.В. Черченко



Патенты граждан РФ, не имеющие российского приоритета, как отражение проблем технологического развития страны

105-115



Ф.А. Кураков

Феномен закрепления прав на промышленно применимые результаты интеллектуальной деятельности на стадии фундаментальных исследований

116-125

ТРЕНДЫ

Л.А. Цветкова



Технологии глубокого машинного обучения – восходящий тренд научно-технологической сферы в мире и в России: обзор

126-144

АКТУАЛЬНЫЙ ДОКУМЕНТ



О предоставлении субсидий российским организациям на зарубежное патентование

144-146

РЕЙТИНГИ



Россия в Nature Index

147-150



Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия как средство массовой информации.

Товарный знак и название являются исключительной собственностью учредителя.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений, а также за то, что в материалах не содержится данных, не подлежащих открытой публикации. Материалы рецензируются редакционной коллегией.

Мнение редакции может не совпадать с мнением автора. Перепечатка текстов без разрешения журнала «Экономика науки» запрещена. При цитировании материалов ссылка на журнал обязательна.

Учредитель — Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

Адрес учредителя:
119571, г. Москва,
проспект Вернадского, 82,
9-й корпус, офис 1902

Адрес редакции:
127254, г. Москва,
ул. Добролюбова, д. 11

Обратная связь:
Телефон: +7 (495) 618-07-92
E-mail: idmz@mednet.ru
Web: <http://ecna.elpub.ru>

Главный редактор:
Н.Г.Куркова, idmz@mednet.ru

Автор дизайн-макета:
Я.Ареев, slavaageev@rambler.ru

Компьютерная верстка и дизайн:
ООО «Допечатные технологии»

Администратор сайта:
НП «НЭИКОН», isupport@neicon.ru

Отпечатано в типографии РАНХиГС
119571, Москва, пр-т Вернадского, 82

Дата выхода в свет 1 июля 2017 г.
Общий тираж 1000 экз.
Первый завод 50 экз. Цена свободная

© Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

71

AUTHOR'S COLUMN

74-88

FOCUS OF THE PROBLEM*A.N. Petrov, N.G. Kurakova, I.M. Son***Analysis of problems of implementation of the priority direction of «personalized medicine» in the format of full project cycle**

89-104

PRIORITIES FOR DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGIES*O.A. Yeremchenko***Technological barriers to the development of the grain industry in Russia**

105-115

ECONOMICS OF INTELLECTUAL PROPERTY*V.G. Zinov, N.G. Kurakova, O.V. Cherchenko***The problem of selection of indicators, reflecting the proportion of high-tech products in the global market**

116-125

*F.A. Kurakov***The phenomenon of fixation of rights to industrial application of the results of intellectual activity at the stage of fundamental research**

126-144

MAINSTREAM*L.A. Tsvetkova***Technologies of artificial intelligence as the factor of digitalization of economy in Russia and in the world**

144-146

ACTUAL NORMATIVE DOCUMENT**On granting subsidies to russian organizations for foreign patenting**

147-150

INTERNATIONAL RANKINGS**Russia in Nature Index**

А. Н. ПЕТРОВ,

к.х.н., генеральный директор ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, г. Москва, Россия, petrov@fcntp.ru

Н. Г. КУРАКОВА,

д.б.н., директор Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, idmz@mednet.ru

И. М. СОН,

д.м.н., заместитель директора по научной работе ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, г. Москва, Россия, son@mednet.ru

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИОРИТЕТНОГО НАПРАВЛЕНИЯ «ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ МЕДИЦИНА» В ФОРМАТЕ ПРОЕКТА ПОЛНОГО ЦИКЛА

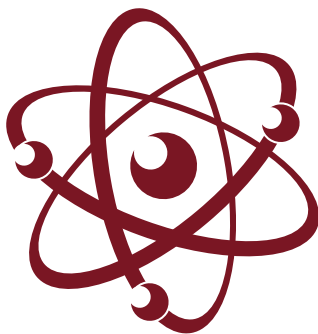
УДК 001.89

Петров А.Н., Куракова Н.Г., Сон И.М. Анализ проблем реализации приоритетного направления «персонализированная медицина» в формате проекта полного цикла (ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, г. Москва, Россия; Центр научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия; ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России)

Аннотация. На примере приоритетного направления «персонализированная медицина», выделенного Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, рассмотрены риски и барьеры реализации проектов полного цикла. Предложены подходы к проектированию и экспертизе комплексных научно-технологических проектов и к системе их аналитического обеспечения. Обоснована важность определения квалифицированного заказчика проектов полного цикла, в качестве которого может выступить либо ФОИВ, либо крупная компания, заинтересованная в развитии приоритетного направления. Рекомендовано делегировать квалифицированному заказчику полномочия по формированию архитектуры проектов полного цикла. Для минимизации и управления широким набором рисков и барьеров, создающих угрозу для реализации всех этапов таких проектов, необходимо проведение многопараметричной экспертизы, в рамках которой, наряду с анализом трендов развития нового технологического направления должна быть выполнена оценка экономической целесообразности, кадрового и инфраструктурного обеспечения, достаточности нормативно-правового регулирования.

Ключевые слова: приоритеты научно-технологического развития, реализация, проекты полного цикла, проектирование, экспертиза, персонализированная медицина.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-2-74-88



ВВЕДЕНИЕ

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (СНТР РФ), утвержденная Указом Президента РФ № 642 от 1 декабря 2016 г., ориентирует распорядителей бюджетов на исследования и разработки, заказчиков программ, мероприятий и проектов в научно-технической сфере на концентрацию интеллектуальных, финансовых, организационных и инфраструктурных ресурсов по приоритетным направлениям, развитие которых необходимо для ответа на большие вызовы, стоящие перед Российской Федерацией, а также для достижения лидерства отечественных компаний в рамках как традиционных, так и новых рынков технологий, продуктов и услуг (п. 30 СНТР РФ) [1].

Среди основных направлений и мер реализации государственной политики в области научно-технологического развития (п. 33б

СНТР РФ) отмечена необходимость создания системы формирования и выполнения стратегически значимых программ и проектов, приемки полученных результатов и оценки их использования. В п. 45 СНТР РФ отмечается, что Правительством РФ по согласованию с Советом по науке и образованию при Президенте РФ будут формироваться и утверждаться комплексные научно-технологические программы и проекты (КНТП), включающие в себя все этапы инновационного цикла от получения новых фундаментальных знаний до создания новых продуктов и услуг, в т.ч. их вывода на рынок. КНТП будут формироваться на основании приоритетов, выделенных СНТР РФ, учитывать тренды развития нового научно-технологического направления, а также ожидаемые структурные сдвиги, связанные с появлением принципиально новых технологических решений.

Согласно видению Минобрнауки России, отбор и мониторинг КНТП как проектов «полного цикла» будет осуществляться Советами по приоритетам научно-технологического развития, обозначенных в СНТР РФ, в состав которых с равным представительством войдут государство, наука и бизнес. На таких проектах будет отлажена работа регуляторов рынка, которые выступают в роли «квалифицированного заказчика». Для реализации отдельных этапов КНТИ будут привлечены различные источники финансирования [2].

Не вызывает сомнений тезис, что КНТП должны создаваться с учетом ключевых проблем социально-экономического развития страны и быть направлены на решение амбициозных задач национального уровня с высоким социальным и/или экономическим эффектом, для чего следует обеспечить объединение научных, производственных, финансовых и административных ресурсов. Для этого при подготовке КНТП должна быть проанализирована имеющаяся инфраструктура, кадровый и производственный потенциал предполагаемых участников проекта, а также определены меры по снятию барьеров, связанных с недостаточным нормативно-правовым регулированием вопросов производства и использования разрабатываемых продуктов и услуг новой технологической повестки.

Для обоснования предлагаемого нами подхода к проектированию и экспертизе КНТП рассмотрим ожидаемые структурные сдвиги, тренды развития, социально-экономические эффекты и барьеры для использования модели персонализированной медицины в системе здравоохранения РФ.

Необходимость развития данного направления была отмечена во всех ключевых документах, определяющих научно-технологическую политику РФ, подготовленных в период с 2010 по 2016 гг.

В 2012 г. Правительство РФ утвердило Стратегию развития медицинской науки Российской Федерации на период до 2025 года, в которую вошло направление «персонализированная медицина» [3].

В конце 2014 г., по Указу Президента РФ была создана программа «Национальная технологическая инициатива» (НТИ), цель которой – определить наиболее перспективные рынки будущего с капитализацией от 100 млрд. долл. в перспективе 15–20 лет. Одним из таких направлений стало HealthNet (Хелснет), которое включает развитие персонализированной медицины и расширение области использования постгеномных технологий в клинической практике. Сегмент «Медицинская генетика» НТИ предполагает широкое и незамедлительное внедрение в практику российского здравоохранения набора технологий персонализированной медицины, что отражено в Дорожной карте направления Хелснет [4].

Одна из Президентских инициатив предполагает расширение государственной программы неонатального скрининга (Поручение Президента РФ Пр-285, п. 2а, Правительству РФ [5]) с 5 до 30 врожденных заболеваний [6].

В Прогнозе научно-технологического развития [7] и Стратегической программе исследований Технологической платформы (ТП) «Медицина будущего» [8] подчеркнуто, что внедрение подобных технологий позволит добиться принципиально более высокого клинического, экономического и социального эффекта системы национального здравоохранения. Научно-техническим советом ТП «Медицина будущего» «Биомаркеры и биомиссии» проведен прогнозный анализ трен-

дов и перспектив развития этой области с использованием документов, представленных авторитетными зарубежными агентствами, и с учетом мнения ряда специалистов в области клинической и лабораторной диагностики.

В Национальном докладе «Биомедицина», подготовленном в 2015 г. Минздравом России для Межведомственной комиссии по научно-технологическому прогнозированию при Президенте РФ, персонализированная медицина рассматривается как современная модель организации медицинской помощи, основанная на выборе диагностических, лечебных и профилактических средств, которые были бы оптимальными для пациента, с учетом его генетических, физиологических, биохимических и других особенностей, и наиболее востребованная сегодня область здравоохранения, которая базируется на применении технологий молекулярной генетики [9].

Наконец, СНТР РФ (п. 20в), отнесла персонализированную медицину к числу важнейших приоритетов научно-технологического развития страны [1].

В целом ряде стран уже инициированы национальные проекты, целью которых является практическая реализация подходов и технологий персонализированной медицины. При этом важно отметить, что вместо термина «персонализированная медицина» все чаще используется термин «точная медицина» (precision medicine), поскольку профессиональное сообщество практикующих врачей справедливо отмечает, что врачи всегда стараются лечить больных персонально.

В США в 2015 г. развернута программа по развитию «точной медицины» (Precision Medicine Initiative), которая является промежуточным этапом между классическим и персонализированным подходами, и предполагает объединение людей в группы, основываясь на биологических маркерах [10].

Во Франции запущена государственная программа «Геномная медицина 2025» (Genomic medicine France 2025), цель которой – сделать секвенирование ДНК обычной клинической практикой для каждого лечебно-профилактического учреждения. Для этого на всей территории страны создается сеть из 12 платформ

для секвенирования, два центра национальной экспертизы и общая база данных. Планируется за 10 лет исследовать 230 тыс. геномов, в первую очередь для того, чтобы найти эффективные способы борьбы с онкологическими заболеваниями и сахарным диабетом. На поддержку проектов по сбору и анализу больших массивов генетических данных, реализуемых совместно с частными компаниями, направлены 230 млн. евро [11].

Министерство здравоохранения Великобритании запустило схожий проект – «Сто тысяч геномов» (The 100,000 Genomes Project), который фокусируется на узком перечне онкологических и редких заболеваний. Цель программы – вывести Великобританию на лидирующие позиции в области изучения геномных данных, а также усовершенствовать методы ранней диагностики и персонализированного лечения рака [12].

Учитывая значимость выделенного во всех вышеперечисленных стратегических документах приоритета «технологии персонализированной медицины», а также факт инициации в индустриально развитых странах проектов, направленных на использование постгеномных технологий в практике здравоохранения, есть все основания ожидать, что для развития именно этого направления в РФ будет использован формат КНТП, в рамках которого начнется реализация всех этапов инновационного цикла от получения новых фундаментальных знаний до создания новых продуктов и услуг.

Целью исследования являлась разработка подходов к проектированию и экспертизе стратегически значимых КНТП и к системе их аналитического обеспечения на примере приоритета научно-технологического развития РФ «переход к персонализированной медицине», выделенного СНТР РФ.

Гипотезой исследования было предположение, что, проектирование КНТП должно начинаться с определения квалифицированного заказчика, в качестве которого может выступить либо ФОИВ, либо крупная компания, заинтересованная в развитии приоритетного направления. Именно квалифицированному заказчику должны быть делегированы

полномочия по формированию архитектуры КНТП как проекта полного цикла, предусматривающей высокую его вариативность для различных горизонтов планирования. Для минимизации и управления широким набором рисков и барьеров, создающих угрозу для реализации всех этапов КНТП необходимо проведение многопараметричной экспертизы, в рамках которой, наряду с анализом трендов развития нового технологического направления должна быть выполнена оценка экономической целесообразности, кадрового и инфраструктурного обеспечения, достаточности нормативно-правового регулирования.

ОЦЕНКА ОЖИДАЕМОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕ- СКОГО ЭФФЕКТА ПЕРЕХОДА К МОДЕЛИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВА- ННОЙ МЕДИЦИНЫ

Модель персонализированной медицины меняет фундаментальные основы национальных систем практического здравоохранения и создает новую экономику этих систем. Персонализированная медицина, основанная на раннем (доклиническом) выявлении заболевания и последующих превентивных мероприятиях, способна реально стабилизировать показатели заболеваемости, минимизировать индексы хронизации и инвалидизации трудоспособного населения, существенно сократить традиционно высокие расходы на лечение уже заболевших людей.

Создание принципиально новой стратегии, основанной на выявлении биоиндикаторов скрытой патологии, предоставляет врачу новой генерации реальную возможность вовремя применить превентивные меры, поэтапно обеспечивая переход от системы, ориентированной на лечение заболевания, к системе охраны индивидуального здоровья. Фактически ответственность за результаты лечения смещаются с государства и медицинского учреждения непосредственно на пациента.

Эта концепция находит отражение в развитии персонализированной медицины индустриально развитых стран и в настоящее время рассматривается как наиболее перспективный подход, отражающий промежу-

точный этап между классическим и персонализированным подходами к лечению. Он не предполагает таргетированного лечения для каждого конкретного человека, а объединяет людей в группы, основываясь на биологических маркерах, например, при одинаковом генотипе. Хотя у участников группы может быть разная реакция на препараты, и заболевание будет протекать по непохожим сценариям, эксперты уже оценивают экономическую эффективность такого подхода.

В РФ, согласно дорожной карте Хелснет, к 2035 г. планируется создание не менее 3500 центров превентивной медицины, использующих технологии персонализированной медицины. Практически появится новая отрасль общественного здравоохранения, которая позволит значительно снизить нагрузку на систему оказания первичной (не менее 20%) и высокотехнологичной медицинской помощи (не менее 60%). Только за счет превентивных (профилактических) мероприятий ожидается увеличение средней продолжительности жизни (не менее 10 лет), продолжительности активной жизни (не менее 5 лет). За счет активных профилактических мероприятий будет снижена заболеваемость ОРВИ (не менее чем на 40%), что приведет к значительной экономии средств ФОМС, ФСС и сокращению потерь ВВП. В новую систему персонализированной медицинской помощи будет вовлечено не менее 50% населения РФ, активно и осознанно управляющих собственным здоровьем. На основе принципов социального предпринимательства, только в сфере оказания услуг превентивной медицины будет создано не менее 300 тысяч новых рабочих мест (инструкторы-парамедики, врачи-консультанты по здоровьесберегающим технологиям, врачи общей практики) [4].

Профессиональное сообщество с внедрением технологий персонифицированной медицины связывает надежды на решение проблем обеспечения медицинской помощью все возрастающего числа больных редкими генетическими (орфанными) заболеваниями. По оценкам Медико-генетического научного центра ФАНО России (МГНЦ) уже сегодня не менее 1,5 млн. человек в РФ страдают от таких за-

болеваний [13]. Подавляющее большинство этих людей не получает адекватной медпомощи, или даже не знает своего диагноза. Причина состоит в низком уровне диагностики в большинстве регионов, нехватке специалистов и полном отсутствии специализированных медучреждений для таких больных. Стоимость их лечения исчисляется миллиардами бюджетных рублей.

В Федеральный регистр Минздрава России сегодня включены 16 099 пациентов с орфанными заболеваниями, а в сам перечень этих заболеваний, по состоянию на апрель 2017 г., входят 219 нозологий. Стоимость лечения даже этой ограниченной группы больных уже стало серьезным испытанием для федерального (Государственная программа «7 нозологий») и региональных (оказание медицинской помощи лицам, страдающим жизнеугрожающими и хроническими прогрессирующими редкими заболеваниями, способными привести к сокращению продолжительности жизни или инвалидности) бюджетов. В 2018 г., по данным Центра изучения и анализа проблем народонаселения, демографии и здравоохранения Института ЕАЭС, регионы в совокупности должны будут потратить почти 15 млрд. руб. на пациентов с редкими генетическими заболеваниями. Эксперты отмечают, что с 2015 г. объемы федерального финансирования сокращаются, а объемы регионального – возрастают [14].

При этом средняя стоимость терапии одного пациента с редким генетическим заболеванием может составлять от 3,6 до 40,8 млн. руб. в год. Например, одному больному мукополисахаридозом на лечение необходимо 1,5 млн. руб. в неделю, и это – пожизненная терапия [15]. Полногеномное секвенирование пациентов, обратившихся в Центры преемственной медицины, могло бы существенно расширить перечень орфанных заболеваний, что позволило бы включить в Федеральный регистр Минздрава России еще не менее 1,5 млн. человек, нуждающихся в дорогостоящем лекарственном обеспечении.

Внедрение модели персонализированной медицины может привести не только к увеличению, но и к сокращению бремени рас-

ходов средств государственного бюджета на лечение редких генетических заболеваний, что связано с возможностью широкого распространения преимплантационной генетической диагностики, которая подразумевает, прежде всего, операцию ЭКО. По экспертным данным, стоимость преимплантационной генетической диагностики составляет сегодня в РФ 200–300 тыс. руб., и такая диагностика позволяет предупредить рождение ребенка с генетической патологией [15]. По данным исследования «Экономические, демографические и социальные последствия инвестиций в экстракорпоральное оплодотворение в Российской Федерации», проведенного на кафедре организации лекарственного обеспечения и фармакоэкономики Первого МГМУ им И.М. Сеченова, в ближайшее время каждый пятый ребенок в стране будет рождаться с помощью ЭКО. Проведение порядка 24 450 циклов ЭКО по ОМС в год способно увеличить абсолютный прирост населения на 22,5%. Ежегодное применение процедуры ЭКО к 2075 г. позволит создать дополнительный прирост населения, оцениваемый в 319 тыс. человек в трудоспособном возрасте, а также 222 тыс. человек в возрасте до 20 лет [15].

Однако при естественной беременности в настоящее время не существует научно обоснованных способов предотвращать рождение или зачатие детей с наследственными генетическими болезнями. Высокий риск генетических хромосомных отклонений выявляют у 1 из 20 беременных, но для подтверждения требуется инвазивная диагностика, от которой многие отказываются, так как она создает риски для матери в виде угрозы выкидыша (требуется прокол плодного пузыря). По итогам такой диагностики 99% подозрений не подтверждаются, а 20% генетических отклонений все равно пропускаются [15].

Наконец, с моделью персонализированной медицины связано расширение программы неонатального скрининга (с 5 до 30 заболеваний), поручение о котором дал Президент РФ в конце 2016 г. В настоящее время перинатальный скрининг в РФ проходит по пяти основным нозологиям: адреногенитальный синдром, галактоземия, муковисцидоз, фенилкето-

нурия, врождённый гипотиреоз, в то время как в индустриально развитых странах исследования новорождённых проводятся по 30 наследственным и редким заболеваниям. В Свердловской области уже начался эксперимент по исследованию новорожденных на 40 патологий, для 29 из которых сегодня существует эффективное лечение [16]. Однако расширение неонатального скрининга упирается в проблемы, связанные не только с необходимостью закупки нового дорогостоящего оборудования, увеличения квот на бесплатную диагностику, но и с нехваткой нужных специалистов.

Приведенные данные позволяют отметить, что для оценки ожидаемого социально-экономического эффекта от реализации КНТП по персонализированной медицине, следует точно определить его архитектуру: перечень нозологий, уровень охвата населения, перечень диагностических процедур, стоимость оборудования, реактивов, подготовки кадров с нужным набором компетенций.

При этом следует четко понимать, что внедрение модели персонализированной медицины может не только сократить, но и многократно увеличить бремя расходов государственного бюджета. Если принять за основу оценки МГНЦ, согласно которым не менее 1,5 млн. человек в РФ страдают от редких генетических нозологий, а также оценки Ассоциации орфанных заболеваний, согласно которым средняя стоимость терапии таких нозологий составляет около 10 млн. руб. в год на пациента, то внедрение постгеномных методов диагностики потребует радикального увеличения средств государственного бюджета, выделяемых на лечение новых выявленных нозологий.

ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ ИНВЕСТИЦИЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ В ПРАКТИКУ РОССИЙСКОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ

Согласно дорожной карте Хелснет НТИ, в 2035 г. планируется создать 3500 центров превентивной медицины, которые охватят скрининговыми генетическими исследованиями

50% населения страны [4], т.е. около 70 млн. человек. Таким образом, к каждому Центру будет прикреплено около 20 000 человек.

По данным экспертов, на сегодняшний день для выполнения одного анализа полногеномного секвенирования требуется около 10 дней работы секвенатора нового поколения, а общую продолжительность диагностической процедуры с учетом подготовительного этапа и этапа расшифровки (интерпретации) полученных данных эксперты оценивают в один месяц. Даже принимая во внимание тот факт, что в каждые 3–5 лет предшествующее поколение секвенаторов сменяется более быстроедействующими устройствами, в рассматриваемом горизонте планирования можно предполагать, что для сбора генетической информации 20 000 россиян каждому центру превентивной медицины понадобится, как минимум 10 секвенаторов, т.е. национальный парк этих приборов должен насчитывать, не менее 35 тыс. экземпляров.

Планируется, что в Центрах превентивной медицины будут работать около 300 000 высококвалифицированных специалистов, получивших уникальное и потому дорогостоящее междисциплинарное образование – рассмотрению этой проблемы будет посвящен отдельный раздел статьи.

Данные полногеномного секвенирования должны быть направлены в федеральный или региональные биобанки. Стоимость создания подобных систем можно оценить на примере создания биобанка в США: для сбора и анализа клинических материалов 1 млн. человек, за которыми после прохождения генетического исследования будет организовано длительное наблюдение за состоянием здоровья, выделено 215 млн. долл. [17].

Необходимо отметить еще одну, в большей степени этическую, чем финансовую проблему, о которой говорят эксперты. Увеличение количества биомаркеров, которым неизбежно будет сопровождаться развитие персонализированной медицины, неизбежно приведет к увеличению количества необходимых тест-систем, и, как следствие, уменьшит количество пациентов, к которому они будут применяться. Это, в свою очередь, будет

снижать интерес коммерческих компаний инвестировать в разработку, лицензирование и производство новых диагностических и лекарственных средств.

Характерным примером можно считать историю самого дорогого из существующих генетических препаратов, «Глибера», назначаемого при дефиците фермента липопропротеиназы (ЛПЛ), производителем которого является голландская компания uniQure. Представляя препарат в 2012 г., разработчик объявил, что стоимость полного курса лечения составляет 1,6 млн. евро. За пять лет препаратом воспользовался один больной, и компания отказалась продлевать торговую лицензию ЕС на препарат из-за отсутствия спроса [18].

Иными словами, при создании лекарственного препарата для редкого заболевания, стоимость разработки которого составляет сотни миллионов долларов, спрос на конкретный препарат всегда сильно ограничен числом больных. По данным Global Industry Analysts, мировой рынок генной терапии в 2015 г. показал выручку менее 10 млн. долл., в т.ч. препараты от онкологических заболеваний – 5,5 млн. долл., препараты от орфанных моногенных заболеваний – 2,8 млн. долл., препараты от сердечно-сосудистых заболеваний – 0,9 млн. долл. Аналитиками подсчитано, что для разработки и вывода на рынок одного только нового препарата для генной терапии нужно примерно 3 млрд. долл. [19].

ОЦЕНКА КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ

Принципиальной тенденцией в области медицинского образования во всех развитых странах является увеличение междисциплинарных образовательных программ, которые находятся на стыке разных наук. Технологии персонализированной медицины предполагают знание основ молекулярной фармакологии, молекулярной биологии, молекулярной генетики, клеточных технологий, регенеративной медицины, принципов индивидуального подбора доз, индивидуального метаболизма

соединений, то есть тех направлений, в которых традиционная схема подготовки врачей еще не работает.

Первостепенная значимость современной системы подготовки высококвалифицированных специалистов-генетиков с высоким уровнем компетенций в области информационных технологий осознана в развитых странах, готовящихся к модели персонализированной медицины. Например, во Франции основной фокус в развитии генетических технологий был сделан именно на образовательном компоненте: генетика и «информационные технологии здоровья» должны стать обязательной частью программ обучения в университетах и колледжах. Только в ближайшие пять лет на эти цели будет выделено 670 млн. евро наряду с 230 млн. евро, направляемыми на поддержку исследовательских проектов по сбору и анализу больших массивов генетических данных, реализуемых совместно с частными компаниями [20].

В России в большинстве государственных медицинских вузов курс генетики ограничен 36 часами (и менее) за весь период обучения, что, по мнению заведующих кафедрами общей и медицинской генетики, соответствует объему знаний, накопленному генетикой к 1960-х гг. [21].

Декан Факультета фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова Покуровский А.Г. полагает, что в последнем образовательном стандарте, разработанном Минздравом России, необходимые для подготовки специалистов в области персонализированной медицины дисциплины не предусмотрены, более того, даже сокращаются часы на такие базовые дисциплины, как математика, физика и химия [22]. Еще более остро стоит проблема формирования корпуса преподавателей перечисленных дисциплин.

Что касается текущей обеспеченности медицинских учреждений России, то, по данным Федерального статистического наблюдения, по состоянию на 2016 г., число физических лиц, занятых на должностях генетиков в амбулаторных и стационарных условиях, составило 360 человек, а число лабораторных генетиков – 227 человек (табл. 1).

Таблица 1

Кадровый потенциал для развития новых генетических технологий в здравоохранении

Наименование должности	Год	Число должностей по организациям		Из них в подразделениях, оказывающих медицинскую помощь				Число физических лиц основных работников на занятых должностях	Из них в подразделениях, оказывающих медицинскую помощь	
		штатных	занятых	В амбулаторных условиях		В стационарных условиях			В амбулаторных условиях	В стационарных условиях
				штатных	ранятых	штатных	занятых			
генетики	2016	499,75	410	435,5	358,5	56,5	44	306	270	29
генетики	2015	511	433,75	437,75	379,5	72	53	313	279	34
генетики	2014	542,75	449,5	461,5	393,25	77,75	53	315	279	35
Динамика показателей 2014–2016 гг.		-8%	-9%	-6%	-9%	-27%	-17%	-3%	-3,2%	-17,1%
Лабораторные генетики	2016	485,75	387,25	377	307,25	101,75	74	227	177	44
Лабораторные генетики	2015	498,5	421,25	383,75	338,25	113,75	83	238	188	50
Лабораторные генетики	2014	542,75	465,25	425,75	377	116	87,25	243	187	48
Динамика показателей 2014–2016 гг.		-11%	-17%	-11%	-19%	-12%	-15%	-7%	-5,3%	-8,3%

Источник: ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России

Данные табл. 1 демонстрируют устойчивую отрицательную динамику числа специалистов, способных обеспечивать внедрение технологий персонализированной медицины в практическое здравоохранение, которая сохраняется в течение трех последних лет.

ОЦЕНКА УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ В РОССИИ

В условиях все возрастающих в глобальном пространстве требований к обеспечению доказательности, безопасности и эффективности исследований, разработке и производству биомедицинских продуктов, отсутствие необходимой инфраструктуры уже сегодня является риском для реализации проектов полного цикла в области персонализированной медицины.

Уровень приборного оснащения организаций практического здравоохранения позволяет говорить о неготовности отрасли к внедрению технологий персонализированной медицины в кратко- и среднесрочной перспективе. Парк секвенаторов в стране составляет всего 95 приборов, из которых 13 (14%) имеют срок эксплуатации более 10 лет (табл. 2), при том, что смена поколений этих приборов происходит каждые 3–5 лет. Как уже отмечалось выше, оснащение Центров превентивной медицины, планирующих охватить не менее 50% населения РФ, потребует увеличения существующего парка секвенаторов на несколько порядков.

По мнению экспертов, в РФ в настоящее время только три научных медицинских центра укомплектованы полным набором оборудования, позволяющего создавать прототипы диагностических устройств и разрабатывать новые технологии [22].

Таблица 2

Количество секвенаторов в лечебно-профилактических учреждениях РФ

Наименование	Год	Общее число аппаратов и оборудования (штук)	Из них	
			Действующих	Со сроком эксплуатации свыше 10 лет
Системы для секвенирования нуклеиновых кислот (секвенаторы)	2016	99	95	13
Системы для секвенирования нуклеиновых кислот (секвенаторы)	2015	нет данных	нет данных	нет данных
Системы для секвенирования нуклеиновых кислот (секвенаторы)	2014	нет данных	нет данных	нет данных

Источник: ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России

ОЦЕНКА ДОСТАТОЧНОСТИ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ В РФ

Поскольку технологии анализа, коррекции и редактирования генома потенциально могут быть использованы в целях, создающих угрозу безопасности страны и человечеству в целом (для определения индивидуальных особенностей человека, например, способностей к занятиям различными видами спорта или другим видам деятельности, для выявления генетических особенностей различных этнических групп и популяций с целью установления факторов их «уязвимости»), остро стоят вопросы нормативно-правового регулирования деятельности, связанной с генетическим скринингом и соблюдения этических норм при осуществлении этой деятельности.

В Национальном докладе «Биомедицина», подготовленном Министерством здравоохранения РФ, выделены следующие ключевые вопросы нормативного регулирования развития технологий персонализированной медицины в РФ:

- отнесение данных об особенностях индивидуального генома к персональным данным и обеспечение охраны персональных данных;
- гарантии отсутствия дискриминации участников генетического анализа, в частности, права свободы выбора;
- регулирование обмена информацией при проведении международных генетических исследований (данные о популяционных осо-

бенностях геномов населения Российской Федерации являются национальным достоянием и должны охраняться законом);

- обеспечение интересов национальной безопасности страны при проведении генетических исследований и обмене научной информацией [9].

В настоящее время в глобальном пространстве единой позиции на регулирование исследований в области генетической модификации половых клеток человека нет. В большинстве стран генетические модификации половых клеток человека запрещены. В то же время в Китае, Индии, Ирландии и Японии использование обсуждаемых технологий запрещено руководствами, которые не носят силу закона и могут быть изменены. В США действует не запрет, а мораторий на генетическую модификацию половых клеток человека (под надзором Food and Drug Administration – FDA) и Национальных институтов здоровья (NIH); нельзя исключить того, что данные технологии могут быть разрешены к применению после доказательства их безопасности. Появились сообщения, что NIH США объявили о готовности снять мораторий на введение стволовых клеток человека в эмбрионы животных [23].

Мировое академическое сообщество также не выработало единого подхода к обсуждаемому вопросу. По мнению одних исследователей, целесообразно разрешение применения данных технологий только в исследовательских целях, поскольку они помогут получить ответ на многие фундаментальные вопросы. По мнению других, введение мора-

тория на данные разработки фактически не достижимо. Ряд ученых полагает, что использование технологий редактирования генома не опасно, поскольку не может привести к созданию жизнеспособного эмбриона.

Тем не менее, все эксперты единодушны во мнении, что обеспечение безопасности человека, общества и государства в условиях бурного развития молекулярно-генетических технологий возможно при условии разработки и принятия нормативно-правовых актов, обеспечивающих защиту генома человека, персональной и популяционной генетической информации.

Чтобы догнать лидеров в области персонализированной медицины, отечественное профессиональное сообщество предлагает в ближайшие 5–10 лет решить несколько ключевых задач, направленных на создание правового поля для всех участников сегмента персонализированной медицины – лечебно-профилактических учреждений, лабораторий и исследовательских центров. Среди них – введение ускоренной аккредитации лабораторий, выводящих на рынок передовые скрининговые решения, что позволит оперативно внедрять постоянно обновляющиеся методы диагностики. Подобный подход – CLIA (Clinical Laboratory Improvement Amendments) – уже используется в США с конца 80-х гг. [20].

От регуляторов отрасли исследователи и бизнес-сообщество ожидают подготовки и принятия нормативно-правовых актов, позволяющих сертифицировать лаборатории опережающего развития, внедряющие новые методы в медицинской генетике, в особом порядке.

Благодаря такому регулированию на рынке через 3–5 лет могли бы начать работать несколько десятков лабораторных центров, что решит проблему отсутствия в РФ масштабных проектов по накоплению данных о здоровье человека на длительном отрезке времени. Очевидно, что данные о геноме человека, а также результаты различных медицинских анализов должны собираться, храниться и интерпретироваться в доступной для врача форме с помощью современных информационных технологий.

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ И РИСКОВ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ

Сегодня эксперты выделяют несколько основных направлений развития персонализированной медицины: поиск новых биомаркеров и методов их выявления, разработка персонализированных лекарственных средств и методов сопровождающей диагностики, разработка новых устройств метадиагностики, интеграция данных [24].

Рассматривая векторы развития клинической лабораторной диагностики в целом, специалисты выделяют два тренда: развитие устройств для экспресс-диагностики и развитие устройств Point-of-care. Эти направления связаны с применением микрофлюидных технологий, миниатюризацией аналитических процессов, созданием лаборатории Lab-on-a-chip, разработкой нательных имплантированных диагностических устройств. Такой подход позволяет перенести часть обязанностей с медучреждения на пациента, что находит отражение в развитии персонализированной медицины в Германии, Великобритании и странах Тихоокеанского региона [25].

Разработки в этой области развиваются в сторону усложнения определяемых компонентов и интеграции с различного рода информационными системами, что дает новые возможности развитию мобильной медицины, депонированию полученных результатов на серверах и пр. Обязательными направлениями инновационного развития клинической лабораторной диагностики стали: поиск новых биомаркеров, комбинированное их использование; уточнение специфики антительного ответа; разработка экспертных систем принятия клинических решений [24].

Для обеспечения развития персонализированной медицины необходимым условием является формирование и поддержка перспективных биобанков, которые должны быть не просто хранилищем клинического материала, а хорошо выстроенными логистическими информационными системами для длительной работы с клиническими учреждениями, кото-

рые участвуют в такой исследовательской деятельности.

Однако бурное развитие технологий персонализированной медицины открывает не только новые перспективы их использования в практическом здравоохранении, но и обнаруживает все новые риски и ограничения их применения. Так в 2017 г. ученые Медицинского центра при Колумбийском университете опубликовали статью в журнале «Nature Methods», в которой представили данные о том, что революционная технология редактирования геномов CRISPR-Cas9 может вызывать сотни нежелательных мутаций. Команда исследователей секвенировала цельный геном двух мышей, в отношении которых был использован геномный редактор CRISPR-Cas9 для устранения мутаций, провоцирующих развитие пигментного ретинита. Результаты показали, что CRISPR-Cas9 успешно исправил ген, мутация которого вызывала слепоту, однако при этом в геноме мышей было выявлено более 1,5 тыс. однонуклеотидных мутаций и более 100 больших делеций и вставок [25].

Авторы исследования сделали вывод, что ни одна из нежелательных мутаций не была предсказана компьютерными алгоритмами, которые широко используются для поиска внецелевых эффектов. При этом, несмотря на выявленные мутации, видимых нарушений состояния здоровья испытуемых обнаружено не было. Хотя ученые по-прежнему оптимистично настроены в отношении применения технологии CRISPR-Cas9, они рекомендуют своим коллегам более внимательно изучать внецелевые эффекты любого редактирования генов.

Опубликованные в 2017 г. результаты другого исследования ставят под сомнение целесообразность использования технологии полного секвенирования генома в рамках оказания первичной медицинской помощи [26]. С участием 100 здоровых пациентов 40–65 лет и их лечащих врачей было сделано полногеномное секвенирование для половины участников эксперимента. В общей сложности исследователи проанализировали около 5 тыс. генов, связанных с редкими генетическими заболеваниями, у каждого из 50 паци-

ентов. Ученые обнаружили, что 11 (22%) из них являются носителями генетических мутаций, при этом только у двух пациентов наблюдались симптомы генетических заболеваний, связанных с этими мутациями. У девяти других пациентов признаков генетических заболеваний выявлено не было.

Учёные сделали вывод, что хотя данные о рецессивных генах могут пригодиться в будущем при планировании семьи, в краткосрочной перспективе генетические тесты не имеют большой прогностической ценности. Как показали результаты исследования, полное секвенирование генома здоровых пациентов неизбежно приводит к идентификации новых генетических факторов риска развития заболеваний в будущем, при этом только в некоторых случаях полученная информация полезна для улучшения здоровья пациента. По мнению авторов публикации, требуется проведение большего количества исследований, прежде чем рутинное секвенирование генома у здоровых людей будет клинически и экономически оправдано.

Грозным предостережением от поспешного внедрения в практику здравоохранения новых революционных медицинских технологий стала история экспериментов хирурга-трансплантолога Паоло Маккиарини, который возглавил лабораторию «Биоинженерия и регенеративная медицина» в Казанском федеральном университете в августе 2016 г. Полученный Маккиарини грант от Российского научного фонда предполагал проведение доклинических исследований возможности применения тканеинженерной конструкции пищевода для замены поврежденного органа на модели низших приматов. В марте 2017 г. грант РНФ не был продлен, а в апреле 2017 г. дирекция Программы по повышению международной конкурентоспособности Казанского университета приняла решение закрыть проект под руководством Паоло Маккиарини [27].

Годом ранее Маккиарини был уволен из Каролинского медицинского института в Стокгольме после того, как семеро его пациентов скончались после пересадки искусственной трахеи по изобретенному хирургом методу. В отставку ушли члены совета

вуза, представители Нобелевской ассамблеи и член Нобелевского комитета по физиологии и медицине в Каролинском институте. Расследование шведского совета по медицинской этике обвинило Паоло Маккиарини в недостаточном научном обосновании операций, не просчитанных рисках и недостоверности научных данных. Расследованием обстоятельств дела трех операций по трансплантации искусственных трахей занимается шведская прокуратура.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные данные позволяют обоснованно предполагать, что в настоящее время государственная система здравоохранения РФ не готова к широкомасштабному внедрению технологий персонализированной медицины: лабораторные и лечебно-профилактические учреждения не оснащены необходимым оборудованием, не подготовлен достаточный по численности корпус специалистов с необходимым набором компетенций, не создано правовое поле для взаимодействия всех участников перехода к новой модели организации медицинской помощи.

Что касается негосударственного сектора здравоохранения, то комплексное генетическое исследование, разработанное различными частными компаниями, проведено лишь для 20 000 человек, что говорит о раннем этапе развития технологии и зарождения рынка [20]. Результаты генетического тестирования наиболее востребованы в пренатальной диагностике, онкогенетике, фармакогенетике, потребительской генетике (оценка предрасположенностей к заболеваниям, статус носительства наследственных заболеваний, особенности метаболизма, спортивная генетика).

В такой ситуации на первом этапе проектирования КНТП, направленного на развитие персонализированной медицины в РФ, с нашей точки зрения, в первую очередь, должен быть определен квалифицированный заказчик этого проекта, которому следует делегиро-

вать полномочия по созданию иерархической структуры работ и единого плана реализации проекта, что позволит оценить объем инвестиций и его ожидаемый социально-экономический эффект.

В рамках этого единого комплексного плана реализации КНТП, в том числе, должно быть предусмотрено создание национальных стандартов и руководств по разработке биомаркеров, определены подходы к решению задач сертификации лабораторий, разработаны квалификационные требования и образовательные стандарты, подготовлены необходимые законодательные инициативы, определены нормативы кадрового и приборного обеспечения центров превентивной медицины.

Представляется, что лишь после реализации этих этапов проектирования КНТП будет целесообразно определять тематику конкурсных лотов федеральных целевых программ. В этой связи полезно учесть мнение представителей академического сообщества о результативности прикладных научных исследовательских проектов в области персонализированной медицины, уже поддержанных федеральными целевыми программами в течение последних десяти лет. Например, в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» НЕКОЛЬКО млрд. руб. были направлены на финансирование проектов, заявляющих разработку технологий персонализированной медицины, десятки проектов той же тематики, представленные ТП «Медицина будущего», были профинансированы в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», однако полученные в ходе выполнения этих НИОКР результаты не нашли широкого применения в практике российского здравоохранения [24] из-за наличия многочисленных барьеров, описанных в этой статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 (2016) О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации / Грант. <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71451998>.
2. Горбатова А. (2017) Наука и экономика: как построить двустороннюю магистраль / Портал Наука и технологии РФ. 08.02.2017. http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=221&d_no=126275#.WVu0_8u7p9A.
3. Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 2580-р (2012) Стратегия развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 года / Минздрав России. <https://www.rosminzdrav.ru/documents/5413-rasporyazhenie-pravitelstva-rossiyskoy-federatsii-ot-28-dekabrya-2012-g-n-2580-r>.
4. План мероприятий («дорожная карта») «Хелснет» Национальной технологической инициативы (2017) / НТИ. http://www.nti2035.ru/markets/docs/DK_healthnet.pdf.
5. Перечень поручений по итогам заседания Координационного совета по реализации Национальной стратегии действий в интересах детей от 17 февраля 2017 г. (2017) / Официальный сайт Правительства России. <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/53899>.
6. Путин поручил рассмотреть вопрос о расширении программы неонатального скрининга (2017) / Единая Россия. <http://www.qwas.ru/russia/edinros/Putin-poruchil-rassmotret-vopros-o-rasshirenii-programmy-neonatalnogo-skrininga>.
7. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года от 3 января 2014 г. (2014) / Грант. <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70484380/#ixzz4lLAylUd>.
8. Стратегическая программа исследований технологической платформы «Медицина будущего» (2014) / Технологическая платформа «Медицина будущего». <http://libed.ru/knigi-nauka/818944-1-utverzhdayu-predsdatel-tehnologicheskoy-platformi-medicina-buduschego-2014-strategicheskaya-programma-issledovaniy.php>.
9. Публичный аналитический доклад по научно-технологическому направлению «Биомедицина» (2015) / Минздрав России. <https://reestr.extech.ru/docs/analytic/reports/medicine.pdf>.
10. The Precision Medicine Initiative Cohort Program – Building a Research Foundation for 21st Century Medicine Precision Medicine (2015) / NIH. 17.09.2015. <https://www.nih.gov/sites/default/files/research-training/initiatives/pmi/09172015-pmi-working-group-report.pdf>.
11. Genomic medicine France 2025 (2015) / National Alliance for Life and Health Sciences. http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/genomic_medicine_france_2025.pdf.
12. The 100,000 Genomes Project (2017) / Genomes Project. <https://www.genomicsengland.co.uk/the-100000-genomes-project>.
13. Резник И. (2017) Редкие болезни остаются редкими до тех пор, пока они малоизвестны / Медпортал. 28.02.2017. <http://medportal.ru/mednovosti/news/2017/02/27/339raredisease>.
14. Павлова А. (2017) Как выжить редким людям. Лечение орфанных больных требует огромных средств / Аргументы и факты. 17.06.2017. http://www.aif.ru/health/life/kak_vyzhit_redkim_lyudyam_lechenie_orfannyh_bolnyh_trebuets_ogromnyh_sredstv.
15. Для генетической диагностики нужна законодательная база (2017) / Портал Медицинская наука. 26.06.2017. <http://medical-science.ru/?p=10694>.
16. Личугина Е. (2017) Генетики помогут женщинам рожать только здоровых детей / Московский комсомолец. 07.04.2017. <http://www.mk.ru/science/2017/04/07/genetiki-pomogut-zhenshinam-rozhat-tolko-zdorovykh-detey.html>.
17. Для исследований соберут генетическую информацию 1 млн. человек (2017) / Медицинская энциклопедия TeamHelp. <http://teamhelp.ru/novosti/dlya-issledovaniy-soberut-geneticheskuyu-informatsiyu-1-mln-chelovek.html>.
18. Mullin E. (2017) The World's Most Expensive Medicine Is Being Pulled from the Market // MIT technology review. 21.04.2017. <https://www.technologyreview.com/s/604252/the-worlds-most-expensive-medicine-is-being-pulled-from-the-market>.
19. Кудрявцева Е. (2015) Угол внутригенно / Коммерсант. 27.04.2015. <https://www.kommersant.ru/doc/2713110>.
20. Мусиенко С. (2016) Пока неточная медицина / Ведомости. 07.12.2016. <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2016/12/07/668500-netochnaya-meditcina>.
21. Горина М., Коталевская Ю. (2013) К генетике пациента должен направить участковый врач или узкий специалист, и вот это происходит не всегда, когда следует / Портал «Большой город». 08.02.2013. http://bg.ru/health/julija_kotalevskaja_k_genetiku_patsienta_dolzhen_n-17054.
22. Покровский А. Г. (2015) Мозговой штурм. Персонализированная медицина – стенограмма выступления. <http://forumtechnoprom.com/data/files/1>.

23. Минздрав США призвал разрешить скрещивание клеток человека и животных (2016) / Православие и мир. 08.08.2016. <http://www.pravmir.ru/minzdrav-ssha-prizval-razreshit-skreshhivanie-kletok-cheloveka-i-zhivotnyih>.
24. Филипенко М. (2015) Мозговой штурм. Персонализированная медицина – стенограмма выступления. <http://forumtechnoprom.com/data/files/1>.
25. Zi Tan Y. *et al.* (2017) Addressing preferred specimen orientation in single-particle cryo-EM through tilting // Nature. 03.07.2017. <https://www.nature.com/nmeth/journal/vaop/ncurrent/full/nmeth.4347.html>.
26. Jason L. Vassy *et al.* (2017) The Impact of Whole-Genome Sequencing on the Primary Care and Outcomes of Healthy Adult Patients: A Pilot Randomized Trial // Annals of Internal Medicine. 27.06.2017. <http://annals.org/aim/article/2633848/impact-whole-genome-sequencing-primary-care-outcomes-healthy-adult-patients>.
27. Бескаравайная Т. (2017) Паоло Маккиарини лишили финансирования в России / Медвестник. 17.05.2017. <https://www.medvestnik.ru/content/news/Paolo-Makkiarini-lishili-finansirovaniya-v-Rossii.html>.

REFERENCES

1. Statutory Order of The President of Russian Federation dated 1 December 2016 № 642 (2016) About Strategy of scientific and technical development of Russian Federation / Garant. <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71451998>.
2. Gorbatoва А. (2017) Science and economics: how to build a two-way main line / STRF. 08.02.2017. http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=221&d_no=126275#.WVu0_8u7p9A.
3. Executive Order of the Russian Government dated 28 December 2012 № 2580-r (2012) The strategy of the development of medical science in the Russian Federation for the period till 2025/ Ministry of Health of the Russian Federation. <https://www.rosminzdrav.ru/documents/5413-rasporyazhenie-pravitelstva-rossiyskoy-federatsii-ot-28-dekabrya-2012-g-n-2580-r>.
4. Action plan («roadmap») «HealthNet» of the National Technology Initiative (2017) / NTI. http://www.nti2035.ru/markets/docs/DK_healthnet.pdf.
5. The list of assignments on the results of the meeting of the Coordinating Council for the implementation of the National Strategy for Children's Action dated 17 February 2017 (2017) / Official website of the Russian Government. <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/53899>.
6. Putin instructed to consider the expansion of the neonatal screening program (2017) / Edinaya Rossiya. <http://www.qwas.ru/russia/edinros/Putin-poruchil-rassmotret-vopros-o-rasshirenii-programmy-neonatalnogo-skrininga>.
7. Forecast of scientific and technological development of the Russian Federation for the period till 2030 dated 3 January 2014 (2014) / Garant. <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70484380/#ixzz4lIAylUd>.
8. Strategic research agenda of the Technological platform «Medicine of the future» (2014) / Technological platform «Medicine of the future». <http://libed.ru/knigi-nauka/818944-1-utverzhdayu-predsedatel-tehnologicheskoy-platforni-medicina-buduschego-2014-strategicheskaya-programma-issledovaniy.php>.
9. Public analytical report on science and technology direction «Biomedicine» (2015) / Ministry of Health of the Russian Federation. <https://reestr.extech.ru/docs/analytic/reports/medicine.pdf>.
10. The Precision Medicine Initiative Cohort Program – Building a Research Foundation for 21st Century Medicine Precision Medicine (2015) / NIH. 17.09.2015. <https://www.nih.gov/sites/default/files/research-training/initiatives/pmi/09172015-pmi-working-group-report.pdf>.
11. Genomic medicine France 2025 (2015) / National Alliance for Life and Health Sciences. http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/genomic_medicine_france_2025.pdf.
12. The 100,000 Genomes Project (2017) / Genomes Project. <https://www.genomicsengland.co.uk/the-100000-genomes-project>.
13. Reznik I. (2017) Rare diseases are rare as long as they are not well known / Medportal. 28.02.2017. <http://medportal.ru/mednovosti/news/2017/02/27/339rare-disease>.
14. Pavlova A. (2017) How to survive rare people. Treatment of orphan patients requires a lot of money/ Ai F. 17.06.2017. http://www.aif.ru/health/life/kak_vyzhit_redkim_lyudyam_lechenie_orfannyh_bolnyh_trebuetsya_ogromnyh_sredstv.
15. For genetic diagnosis we need a legislative framework (2017) / Portal Medicine science. 26.06.2017. <http://medical-science.ru/?p=10694>.
16. Pichugina E. (2017) Genetics will help women to give birth only to healthy children/ Moskovskij komsomolec. 07.04.2017. <http://www.mk.ru/science/2017/04/07/genetiki-pomogut-zhenshinam-rozhat-tolko-zdorovykh-detey.html>.
17. The genetic data from 1 million people will be collected for research (2017) / Medical Encyclopedia TeamHelp. <http://teamhelp.ru/novosti/dlya-issledovaniy-soberut-geneticheskuyu-informatsiyu-1-mln-chelovek.html>.

18. Mullin E. (2017) The World's Most Expensive Medicine Is Being Pulled from the Market // MIT technology review. 21.04.2017. <https://www.technologyreview.com/s/604252/the-worlds-most-expensive-medicine-is-being-pulled-from-the-market>.
19. Kudryavtseva E. (2015) Injection intragenous / Kommersant. 27.04.2015. <https://www.kommersant.ru/doc/2713110>.
20. Musienko S. (2016) Still imprecise medicine / Vedomosti. 07.12.2016. <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2016/12/07/668500-netochnaya-medsina>.
21. Gorina M., Kotalevskaya U. (2013) To genetics the patient should be guide by the district physician or a specialist, and this does not always happen when it should be done / Portal «Bolshoi gorod». 08.02.2013. http://bg.ru/health/julija_kotalevskaja_k_genetiku_patsienta_dolzhen_n-17054.
22. Pokrovsky A.G. (2015) Brainstorm. Personalized medicine – the transcript of the speech. <http://forumtechnoprom.com/data/files/1>.
23. The US Ministry of Health called for permission to cross human and animal cells (2016) / Orthodoxy and Peace. 08.08.2016. <http://www.pravmir.ru/minzdrav-ssha-prizval-razreshit-skreshhivanie-kletok-cheloveka-i-zhivotnyih>.
24. Filippenko M. (2015) Brainstorm. Personalized medicine – the transcript of the speech. <http://forumtechnoprom.com/data/files/1>.
25. Zi Tan Y. et al. (2017) Addressing preferred specimen orientation in single-particle cryo-EM through tilting // Nature. 03.07.2017. <https://www.nature.com/nmeth/journal/vaop/ncurrent/full/nmeth.4347.html>.
26. Jason L. Vassy et al. (2017) The Impact of Whole-Genome Sequencing on the Primary Care and Outcomes of Healthy Adult Patients: A Pilot Randomized Trial // Annals of Internal Medicine. 27.06.2017. <http://annals.org/aim/article/2633848/impact-whole-genome-sequencing-primary-care-outcomes-healthy-adult-patients>.
27. Beskaravainaya T. (2017) Paolo Macchiarini was deprived of funding in Russia/ Medvestnik. 17.05.2017. <https://www.medvestnik.ru/content/news/Paolo-Makkiarini-lishili-finansirovaniya-v-Rossii.html>.

UDC 001.89

Petrov A.N., Kurakova N.G., Son I.M. *Analysis of problems of implementation of the priority direction of «personalized medicine» in the format of full project cycle* (Directorate of State Scientific and Technical Programmes, Moscow, Russia; The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia; Federal Research Institute for Health Organization and Informatics of Ministry of Health Development of the Russian Federation, Moscow, Russia)

Abstract. On an example of a priority direction «the personalized medicine», allocated by Strategy of scientific and technological development of the Russian Federation, risks and barriers of realization of projects of a full cycle are examined. Approaches to design and examination of complex scientific and technological projects and to the system of their analytical support are offered. The importance of identifying a qualified customer for full-cycle projects, in the capacity of which either the FEI or a large company interested in developing the priority direction can act, has been substantiated. It was recommended to delegate to a qualified customer the authority to formulate a full cycle project architecture. To minimize and manage a wide range of risks and barriers, that pose a threat to the implementation of all phases of such projects, a multi-parameter expertise is needed, along with an analysis of the trends in the development of a new technology direction, an assessment of economic feasibility, personnel and infrastructure support, adequacy of legal regulation.

Keywords: priorities of scientific and technological development, implementation, full-cycle projects, project planning, expertise, personalized medicine.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-2-74-88

Цитирование публикации: Петров А.Н., Куракова Н.Г., Сон И.М. (2017) Анализ проблем реализации приоритетного направления «персонализированная медицина» в формате проекта полного цикла // Экономика науки. Т. 3. № 2. С. 74–88.

О.А. ЕРЁМЧЕНКО,

старший научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, tatrics@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ РАЗВИТИЯ ЗЕРНОВОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

УДК 338.43

Ерёмченко О.А. Технологические барьеры развития зерновой отрасли России (Центр научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия)

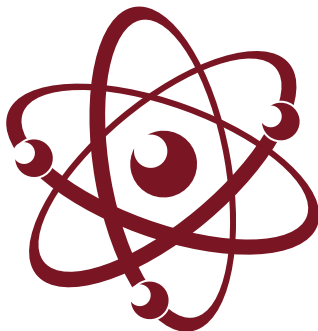
Аннотация. В последние годы зафиксировано значительное ухудшение качества российского зерна и сокращение производства продовольственной пшеницы. В структуре урожая 2016 г. продовольственная пшеница составляла 28%, оставшиеся 78% – это пшеница четвертого и пятого классов, используемая для производства фуражного зерна. Еще пять лет назад соотношение продовольственной пшеницы и пшеницы четвертого и пятого классов составляло 1:1.

В статье рассмотрены четыре основные группы технологических барьеров, влияющих на развитие отечественной зерновой отрасли. Проведен патентно-конъюнктурный анализ каждого направления, выделены ключевые закономерности его развития, наличие сырьевой и инфраструктурной базы, научно-технические заделы. Сделан вывод о необходимости внедрения комплексного подхода к развитию всех направлений в целом.

Показано, что развитие сопутствующих технологий в зерновой отрасли, таких как точное земледелие, не сможет значительно повысить эффективность отрасли в условиях отсутствия сильных базовых технологий, таких как селекция зерна и сохранение семенного фонда, производство удобрений и улучшение качества почв, производство средств химической защиты растений, хранение зерна.

Ключевые слова: качество зерна, несырьевой экспорт, глобальный рынок, зерновой экспорт, патентный анализ, хранение зерна, семенной фонд, селекция зерна, производство удобрений, средства химической защиты растений.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-2-89-104



ВВЕДЕНИЕ

В первой статье цикла публикаций, посвященных вопросам увеличения экспортного потенциала зерновой отрасли России на базе ее технологической модернизации, было показано, что, несмотря на значительные объемы производства зерновых культур и лидирующую позицию РФ по объемам экспорта зерна в натуральном выражении, в долларовом эквиваленте доходы от экспорта российской пшеницы соответствуют лишь пятому месту в мире. Во многом значительный разрыв в объеме экспорта пшеницы и полученных доходах обусловлен невысоким качеством российского зерна [1].

В материалах, подготовленных в феврале 2017 г. к совещанию Совета Федерации «О прогнозном балансе ресурсов и использования зерна в РФ», было отмечено значительное ухудшение качества российского зерна и сокращение производства продовольственной пшеницы. В структуре урожая 2016 г. продовольственная пшеница первого и второго классов составляла суммарно около 3%, пшеница третьего класса – 25%, около 72% пришлось на пшеницу четвертого и пятого классов, используемую для производства фуражного зерна. При этом значительная часть продовольственной пшеницы первого-третьего классов уходит на экспорт. Еще пять лет назад в РФ соотношение продовольственной пше-

ницы и пшеницы четвертого и пятого классов составляло 1:1 [2].

С целью преодоления технологической отсталости агропромышленного комплекса страны (АПК), и зерновой отрасли в частности, государственная политика все чаще фокусируется на реализации мероприятий, направленных на внедрение результатов НИОКР, соответствующих приоритетам научно-технологического развития страны. Примером могут служить инициативы по внедрению цифровизации и роботизации в сельскохозяйственном комплексе, например использование беспилотных летательных аппаратов – дронов и других элементов системы точного земледелия [3, 4].

Гипотезой данного исследования является предположение о том, что существенное повышение эффективности зерновой отрасли России может быть достигнуто только в результате технологической модернизации отрасли с использованием перспективных технологий. В соответствии с этим была поставлена задача проведения анализа широкого спектра наукоемких технологий, используемых на различных этапах производства сельхозпродукции в зерновой отрасли, и оценка отечественных научно-технологических заделов по четырем направлениям:

- селекция зерна и сохранение семенного фонда;
- производство удобрений и улучшение качества почв;
- производство средств химической защиты растений;
- хранение зерна.

Для оценки уровня развития отдельных технологических направлений был использован патентно-конъюнктурный анализ. В качестве информационной базы для анализа была выбрана патентная база данных Орбит, аккумулирующая данные из 95 патентных ведомств всех регионов мира, и для уточнения некоторых данных – патентная база WIPO Patentscope.

ТЕХНОЛОГИИ СЕЛЕКЦИИ И СОХРАНЕНИЯ СЕМЕННОГО ФОНДА

По оценке Национального союза зернопроизводителей, в России уровень обеспеченности кондиционными семенами

зерновых культур составляет около 80%, что привело к потере 3 млн. тонн зерна в 2016 г. Использование некондиционного семенного материала, то есть семян, не отвечающих требованиям ГОСТ на посевные качества по показателям чистоты, всхожести, влажности и др., продолжается на протяжении многих лет и приводит к недобору 15–20% урожая [5].

Значимость развития технологий селекции и гибридизации растений, в том числе получение новых сортов зерна с улучшенными свойствами, неоднократно подчеркивалась в научных публикациях и экспертных обсуждениях [6, 7]. Как отмечено в статье Черченко О.В. и Куракова Ф.А. (2016), одним из основных источников роста сельскохозяйственного производства в ближайшее время будет повышение его продуктивности за счет использования новых технологий в семеноводстве [8].

Министерством сельского хозяйства Российской Федерации еще в 2010 г. был подготовлен проект Стратегии развития селекции и семеноводства до 2020 года. Результатом реализации мероприятий Стратегии должно было стать обеспечение российских сельскохозяйственных товаропроизводителей необходимым количеством отечественных семян с требуемыми хозяйственно-биологическими показателями качества по экономически обоснованным ценам, а также модернизация материально-технической базы селекции и семеноводства. Объем финансирования мероприятий, предусмотренных программой реализации Стратегией развития селекции и семеноводства до 2020 года, должен был составить 370,5 млрд. руб. [9].

Ожидалось, что к 2020 г. будут достигнуты следующие показатели:

- обновление материально-технической базы селекции не менее чем на 90%;
- обновление материально-технической базы семеноводства не менее чем на 50%;
- повышение потенциала продуктивности сортов и гибридов на 25–30%;
- обеспечение российских сельхозпроизводителей качественными сортовыми семенами основных культур не менее 75% от потребности;

- увеличение доли нематериальных активов (интеллектуальной собственности) в общей сумме активов селекционных учреждений до 45% (в 2010 г. – менее 20%) [10].

Однако Стратегия развития селекции и семеноводства до 2020 года так и не была утверждена.

Для оценки глобальных трендов развития технологий селекции и выращивания зерновых культур нами был выполнен патентно-конъюнктурный анализ данного направления за 1996–2016 гг. За основу был взят класс Международной патентной классификации (МПК) A01H – «Новые виды растений или способы их выращивания; разведение растений из тканевых культур». Для отсеечения патентов, не относящихся к селекции и выращиванию зерна, в поисковый образ были введены дополнительные ключевые слова. Таким образом, патентные документы в БД Орбит отбирались по следующему поисковому образу: (GRAIN OR CORN OR WHEAT)/TI/AB/IW/CLMS AND (A01H)/IPC AND PD=1996-01-

01:2016-12-31. Всего было найдено 12326 патентных документов.

Лидерами по патентной активности в области селекции и выращивания зерновых культур являются США и Китай. Доля патентных документов России в общемировом объеме за 1996–2016 гг. составила 3,1% (387 патентных документов). Ключевые концепции запатентованных решений на территории РФ в области селекции и выращивания зерновых культур относятся к трансформациям нуклеотидной последовательности ДНК растительных клеток для повышения содержания протеина в зерновых культур и изменения/использования свойств энзимов (ферментов).

Динамика патентной активности в России в области селекции и выращивания зерновых культур в последние годы не имеет устойчивой положительной динамики. Более того, если количество патентных документов в 2013 г. составляло 187, то в 2016 г. – уже 154. Это связано, в первую очередь, незначительным количеством подаваемых заявок.

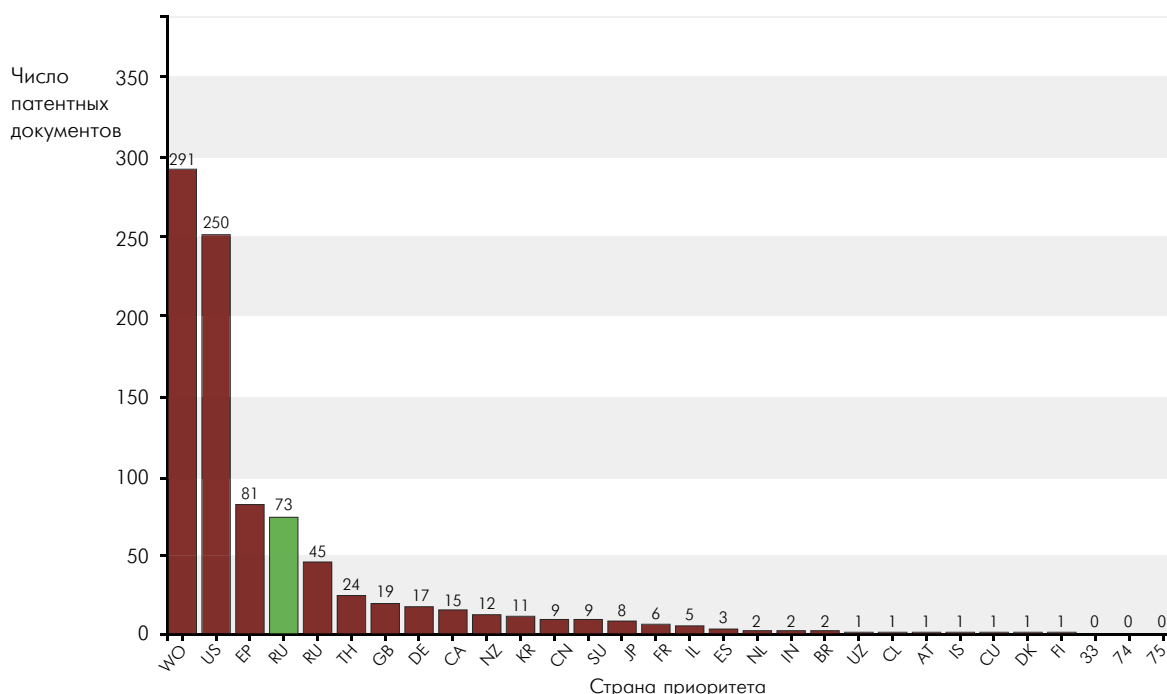


Рис. 1. Распределение патентных документов, опубликованных в России, по стране приоритета по направлению «технологии селекции и выращивания зерновых культур», 1996–2016 гг.

Источник: БД Orbit, данные на 23.03.2017 г.

Следует отметить, что в общем портфеле выданных в РФ патентов по исследуемому направлению, резидентами России были получены лишь 73 патентных документа. При этом резиденты США получили 250 патентных документов, что почти в 3,5 раза превышает количество запатентованных в РФ технических решений россиян (рис. 1).

В число патентообладателей в области селекции и выращивания зерновых культур, запатентовавших наибольшее число охраноспособных решений на территории России, вошли: американская компания Dow AgroSciences (52 патентных документа), открыто заявляющая на своем официальном сайте, что Россия и СНГ – это приоритетные для нее рынки, обладающие высоким потенциалом роста [11], швейцарская компания Syngenta Participations AG (24 патентных документа) и американская компания Monsanto (24 патентных документа).

Российские патентообладатели в области селекции и выращивания зерновых культур в рейтинге топ-30 обладателей патентных документов, опубликованных в России, заняли лишь 12-ую, 13-ую, 25-ую и 26-ую позиции – это научно-исследовательские институты, подведомственные ФАНО и Минсельхозу России.

Можно констатировать факт отсутствия в России компаний, демонстрирующих патентную активность в области селекции и выращивания зерновых культур, и рассматривающих закрепление прав на новые технические решения в этой области техники в качестве фактора, обеспечивающего конкурентоспособность на внутреннем и глобальном рынках.

Особое место в разработке новых сортов зерновых культур занимает маркерная или геномная селекция (marker-assisted selection), которая используется в селекционных программах экономически развитых стран [12, 13]. Маркерная селекция позволяет быстро отобрать большое количество растений на раннем этапе процесса селекции за счет применения ДНК-маркеров, что позволяет сократить время выведения новых сортов сельскохозяйственных культур [14].

Для определения места России на глобальном патентном ландшафте по данному

направлению был использован следующий поисковый запрос: ((gene-assisted selection) or (marker-assisted selection) or (marker aided selection) or (marker+ 9d breeding) or ((Molecular marker) 9d (Breed+ or selection)) or ((marker maps) 9d (Breed+ or selection)) or (DH-technol+) or (genomic selection))/TI/AB/IW/CLMS AND PD >= 1995.

Общее количество патентных документов, удовлетворивших запросу, составило 2082, из этого числа 19 патентов выдано российским патентным ведомством. При этом ни один из патентов, выданных на территории РФ, не имеет российского приоритета.

Количество ежегодно регистрируемых в мире патентных документов на технологические решения в области маркерной селекции растений показывает положительную динамику. После достаточно длительной стагнации процесс патентования значительно активизировался, количество подаваемых заявок на изобретения ежегодно удваивается. Если до 2000 г. количество выданных патентов не превышало 43, то в с 2013 г. их число превысило 350. Наряду с этим резко возросло число подаваемых заявок на получение патентов. Безусловными лидерами патентования являются США и Китай.

Отсутствие российских патентообладателей в числе крупнейших патентообладателей мира, равно как и отсутствие патентов с российским приоритетом, указывает на крайне низкую научно-технологическую активность в области селекции сельскохозяйственных растений, основанной на использовании ДНК маркеров, и не позволяет рассчитывать на быстрое преодоление отставания России от технологических лидеров мира. При активном наращивании усилий, направленных на развитие этого технологического направления, у России, вероятно, сохраняются «окна возможностей». Однако необходимо учитывать тот факт, что даже за внутренний рынок продуктов генной селекции российским компаниям придется конкурировать с компаниями, возглавляющими рейтинг крупнейших патентообладателей, такими как Du Pont De Nemours, Keygene, Monsanto, Syngenta Participations.

Данные об инвестиционной активности в области отечественного семеноводства подтверждают низкую заинтересованность российских аграриев в разработке собственной семенной базы. По данным национальных докладов о ходе и результатах реализации в 2014 и 2015 гг. Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. [15, 16], семеноводство в России мало привлекательно для инвесторов. В 2014 и 2015 гг. количество инвестиционных проектов по направлению «семеноводство» составило соответственно 4 и 1 проект. Общий объем кредитования (с государственным субсидированием части процентной ставки по кредитам) одобренных пяти проектов составил менее 100 млн. руб., что соответствует 0,1% от общей суммы кредитования инвестиционных проектов в растениеводстве. При этом государство вынуждено поддерживать сельхозпроизводителей при закупке семян. Минсельхозом России внедрен механизм предоставления государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей по получению субсидий на возмещение части затрат на приобретение элитных семян.

ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА УДОБРЕНИЙ И ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Важнейшим условием получения высоких урожаев является положительный баланс питательных веществ в почве. За последние 15 лет потенциал плодородия почв РФ существенно снизился. По данным агрохимслужб, 35% пахотных земель страны имеют повышенную кислотность, 31% – низкое содержание гумуса, 22% – недостаток фосфора и 9% – недостаток калия. Средние ежегодные потери кальция и магния из пахотных почв в России составляют 350–450 кг/га в пересчете на CaCO₃. На кислых почвах отмечается постоянный дефицит этого элемента – «стража» почвенного плодородия. Примерно 75–80% всех посевных площадей имеют низкий, очень низкий или средний уровень обеспеченности доступным азотом. Для получения гаранти-

рованных урожаев на двух третьих посевных площадей в России необходимо применение азотных удобрений [17].

При этом, согласно данным Центра Международной Торговли (International Trade Centre – ИТС), Россия является одной из ведущих стран-экспортеров удобрений на глобальных рынках. В 2015 г. объем российского экспорта удобрений составил 8,85 млрд. долл., что соответствует 14% от общемирового экспорта [18]. Большой доход от экспорта удобрений получил лишь Китай, на долю которого в 2015 г. приходилось 17,2% от глобального экспорта удобрений в стоимостном выражении. Основными импортерами российских удобрений в 2015 г. стали Бразилия, США, Китай, Индия и Украина, на долю пяти крупнейших импортеров пришлось более половины экспорта (52,5%) [18]. Наряду с устойчивыми позициями на глобальных рынках, Россия импортирует лишь 0,1% от общемирового объема (88-ое место в мире) [19].

С одной стороны, динамика внесения минеральных и органических удобрений имеет устойчивую положительную тенденцию на протяжении 2005–2015 гг.: по данным Государственной службы статистики, в 2015 г. объем внесенных минеральных удобрений в расчете на один гектар посевов в сельскохозяйственных организациях вырос на 71% по отношению к 2005 г., аналогичный показатель внесения органических удобрений увеличился за 2005–2015 гг. на 58% [20].

С другой стороны, производство сельхозпродукции в России характеризуется низким уровнем использования удобрений по сравнению с зарубежными странами, обладающими развитым комплексом АПК, причем снижение интенсивности использования минеральных удобрений наблюдается уже на протяжении последних двух десятилетий. Если в 1986–1990 гг. в России производили в среднем 16,8 млн. тонн минеральных удобрений, из которых было внесено 13 млн. тонн (77,4%), то в 2013 г. в РФ было произведено 18,3 млн. тонн, из них внесено 1,87 млн. тонн (10,2%). Ежегодный объем производства органики в РФ составляет 471,8 млн. тонн, из которых вносится только 50 млн. тонн!

Для сравнения, по данным за 2015 г. в России на 1 га обрабатываемой площади в среднем используется 40 кг действующего вещества, в США и европейских странах – около 130–140 кг, в странах Латинской Америки – около 90 кг [21, с. 2], Япония вносит до 500–600 кг на га. Для зерновых и зернобобовых культур в России объем внесенных минеральных удобрений (в перерасчете на 100% питательных веществ) в 2015 г. составлял 42 кг на 1 га посевной площади [20]. В отдельных регионах России объем внесенных минеральных удобрений в пересчете на действующее вещество составляет лишь 0,2–1 кг на га.

Из-за низкого уровня внесения удобрений, в почвах России сложился отрицательный баланс питательных веществ и в 2014 г. он составил около 9,4 млн. тонн питательных веществ, а за 10 лет – около 87 млн. тонн питательных веществ. При этом в России вносится только 10% от производимых в стране удобрений, в то время как во всех индустриально развитых странах – не менее 50%.

Для анализа глобальных тенденций развития направления «производство удобрений и улучшение качества почвы» за основу был взят класс МПК C05 – «Удобрения; их производство», включая все подклассы: C05B – фосфорные удобрения, C05C – азотные удобрения, C05D – минеральные удобрения, C05F – органические удобрения, C05G – смеси удобрений, смеси одного или нескольких удобрений с веществами, не являющимися удобрениями; удобрения, отличающиеся формой [22].

Для целей настоящего исследования в области технологий производства удобрений и улучшения качества почвы в поисковый образ не вводились дополнительные ключевые слова и ограничения. Поиск был выполнен за период с 1996 по 2016 гг. Таким образом поисковый образ в БД Орбит имел следующий вид: (C05B OR C05C OR C05D OR C05F OR C05G)/IPC AND PD=1996-01-01:2016-12-31.

Глобальный поиск обнаружил 68723 патентных документов. При этом распределение найденных документов по годам и странам приоритета показала абсолютное лидерство Китая в патентовании новых технологических решений в анализируемой области.

Из более чем 68 тыс. патентных документов, полученных патентообладателями в разных странах в период за 1996–2016 гг., в России опубликованы 2128 патентных документов или 3,1% от общего количества. Динамика патентования в рассматриваемой области в России не демонстрирует устойчивой положительной тенденции, количество зарегистрированных патентных документов в 2012 и 2016 гг. совпадает, несмотря на рост патентной активности в 2013–2015 гг. При этом доля поданных заявок невелика, в 2012–2016 гг. их число составляло от 16 до 25.

По данным БД Орбит, большая часть патентных документов, опубликованных в России в 1996–2016 гг., принадлежит резидентам РФ. Из 2128 патентных документов в 1711 Россия указана страной приоритета.

Россия обладает широкими сырьевыми возможностями для производства удобрений всех видов, что обеспечивает ей устойчивое положение на внутреннем и международном рынках. В России в среднем производится около 18 млн. тонн минеральных удобрений в пересчете на действующее вещество, и в случае перехода к высокоинтенсивной системе земледелия уровень продуктивности зерновых может быть в 3–4 раза выше. При проведении комплексного агрохимического окультуривания площадей 11,9 млн. га или около 60% неиспользуемой пашни может быть введено в сельскохозяйственный оборот, что даст возможность дополнительно получить прибавку в валовом сборе зерна.

Патентный анализ показывает, что большая часть запатентованных технических решений за последние 20 лет в области производства удобрений, принадлежит российским компаниям и университетам. При этом остается открытым вопрос внутреннего использования возможностей продукции химической отрасли для нужд АПК.

ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Согласно оценкам отечественных аграриев, расходы сельскохозяйственных предприятий на закупку химических средств защиты

растений (ХСЗР) в общих производственных затратах составляют не более 10%, а для зерновых культур – около 3% [23]. Между тем использование современных ХСЗР является одним из ключевых условий эффективной и продуктивной работы предприятий АПК. Объем ущерба, наносимого сельскохозяйственному производству вредителями, сорняками и фитопатогенами, при отказе от использования ХСЗР составляет до четверти потенциального урожая. По оценке Национального союза зернопроизводителей, в России объем ежегодных потерь зерна из-за отсутствия практики повсеместного использования на посевных площадях ХСЗР составляет 10–15 млн. тонн зерна [5].

Внутренний рынок ХСЗР России далек от насыщения: пестицидами обрабатывается около двух третей посевов зерновых, тогда как аналогичный показатель для стран с развитым земледелием находится на отметке выше 90%. Этим обстоятельством в частности обусловлена и значительная разница в объемах российского рынка средств защиты растений и рынка ХСЗР стран Запада. Так, например, в 2013 г. российский рынок средств защиты растений составил 1,3 млрд. долл., в 2015 г. оценивался в 5,2 млрд. руб. [24], тогда как рынок пестицидов США в стоимостном выражении составляет 10 млрд. долл. [25].

По экспертным оценкам, объем применяемых ХСЗР в РФ должен быть увеличен на треть, а с учетом задачи повышения урожайности и расширения посевов этот показатель должен вырасти до 50–60% [23]. Кроме того в некоторых регионах России ХСЗР применяются лишь на тех посевных площадях, которые, как ожидается, дадут хороший урожай. Подобная практика приводит не только к недобору урожая с необрабатываемых площадей, но и понижению классности зерна, а, следовательно, и его стоимости.

В России максимальный объем ХСЗР приходится на пестициды, которые используется при производстве зерновых культур. В 2012 г. доля гербицидов составляла 66% от общего объема, в 2014 г. сократилась до 58%. Уменьшение удельного веса гербицидов произошло за счет роста доли инсектицидов,

которая увеличилась с 11% в 2012 г. до 24% в 2014 г. [23].

Согласно прогнозным данным BusinesStat, в 2018 г. объем продаж ХСЗР в РФ составит около 169 тыс. тонн, что превысит уровень 2013 г. на 43,2% [23]. По данным статистического сборника «Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России – 2015 г.», совокупный объем производства ХСЗР (инсектицидов, гербицидов и фунгицидов) в 2010–2014 гг. увеличился в 1,7 раз и в 2014 г. составил 57,6 тыс. тонн [26, с. 60]. Максимальную долю в производстве данных групп ХСЗР составляют гербициды, на их долю приходится более 60% объема производства.

Спрос на пестициды со стороны АПК на внутреннем рынке удовлетворяется за счет ХСЗР отечественного производства по различным оценкам на 42–49% [24]. При этом следует отметить, что в России пестициды производятся из импортируемого сырья по зарубежным технологиям, все действующие вещества для производства отечественных ХСЗР завозятся из-за рубежа.

В число лидеров по производству ХСЗР в России входят компании Syngenta, «Август», Bayer, «Щелково Агрохим» и BASF. На долю двух крупнейших отечественных производителей ХСЗР «Август» и «Щелково Агрохим» приходится около четверти российского рынка. Серьезную конкуренцию им составляют такие зарубежные производители, как Bayer, Syngenta, BASF и DuPont [23].

Для оценки глобальных трендов развития направления «технологии производства средств химической защиты зерновых культур» нами был выполнен патентно-конъюнктурный анализ за 1996–2016 гг. За основу был взят класс МПК А01N – «Консервирование ... растений или их частей; биоциды, например дезинфектанты, пестициды, гербициды». Для отсека патентов, не относящихся к технологиям производства средств химической защиты зерна, в поисковый образ были введены дополнительные ключевые слова. Таким образом, патентные документы в БД Орбит отбирались по следующему поисковому образу: (PLANT+ OR CROPPER OF HERB OR GRAIN)/TI/AB/IW/CLMS AND (A01N)/

IPC AND PD=1996–01–01:2016-12-31. Всего было найдено 47433 патентных документов.

Как следует из распределения патентных документов по годам и странам приоритета, лидерами патентной активности в области производства ХСЗР, также как и в области селекции и выращивания зерновых культур, являются США и Китай. Кроме того зафиксировано значительное число международных заявок на технические решения в области производства ХСЗР.

Из более, чем 47 тыс. патентных документов, выданных во всем мире в 1996–2016 гг. по исследуемому направлению, для 3416 патентных документов Россия является страной приоритета.

Объемы патентования в России в области производства ХСЗР с 2013 г. показывают отрицательную динамику: если в 2013 г. было выдано 1105 патентных документов, то в 2016 г. их количество снизилось до 823. Анализ концепций патентных документов, показывает, что выданные документы направлены на защиту технических решений в области всех основных групп пестицидов.

Большая часть опубликованных Роспатентом патентных документов является патентными заявками, поданными по системе РСТ (1896),

резидентам РФ выданы за 1996–2016 гг. 1199 патентов РФ, резидентам США – 1134 патента РФ. В рейтинге топ-30 обладателей патентных документов, выданных в России в 1996–2016 гг., лидирующие позиции занимают немецкие, американские, швейцарская и японская компании, а российские патентообладатели представлены, в основном, университетами и научно-исследовательскими организациями.

ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ЗЕРНА

Несоблюдение условий хранения и транспортировки собранного урожая является одной из наиболее острых проблем сохранения качества зерновых культур. По оценке Российского зернового союза, общий объем мощностей по хранению зерна в России составляет около 120 млн. тонн, что позволяет обеспечить в полном объеме хранение урожая зерновых, однако лишь 40% от этого объема позволяют хранить зерно без потери качества [27]. Использование устаревших хранилищ может приводить к потерям урожая в объеме до 10% [5].

В структуре себестоимости зерна почти треть расходов составляют затраты на его хранение (рис. 2).

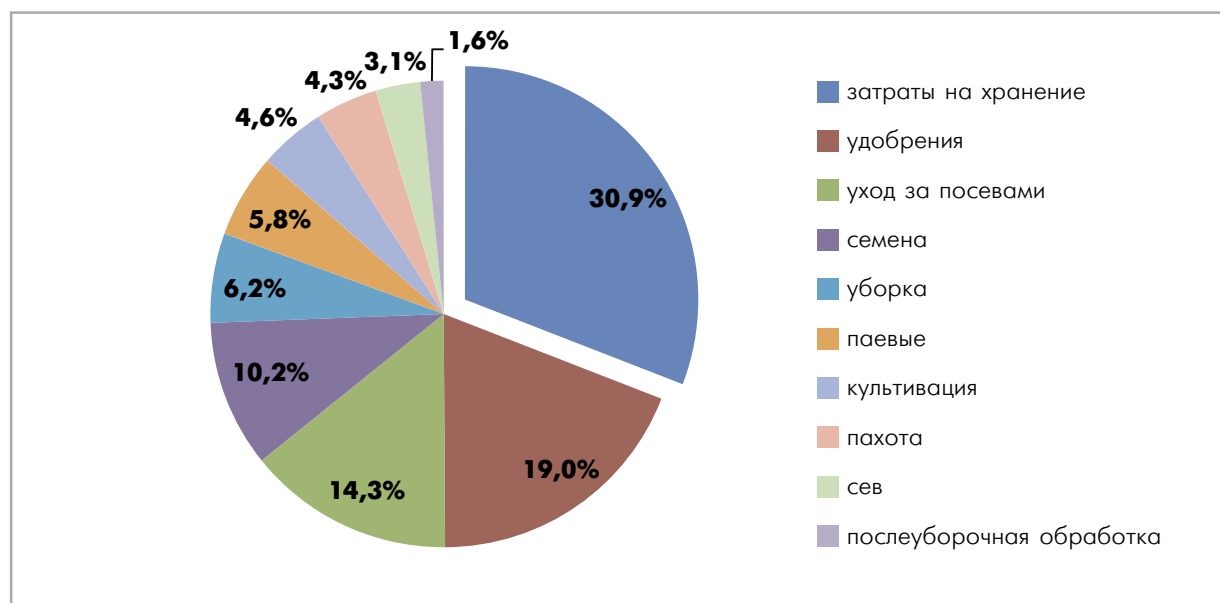


Рис. 2. Структура себестоимости зерна

Источник: ООО «Липиани» [28]

Одним из наиболее современных и дешевых способов хранения зерна, обеспечивающим сохранение его качества, является хранение зерна в рукавах. Технология была разработана в Германии в 1965 г., однако не получила там широкого распространения, вследствие чего патент на способ хранения был продан в Северную Америку, где технология нашла активное применение [29]. В настоящее время лидером использования данной технологии является Аргентина, где с помощью рукавов хранится третья часть всего урожая пшеницы, кукурузы, сои и подсолнечника [28].

Суть технологии хранения зерна в рукавах – это сохранение урожая в герметичной и воздухонепроницаемой среде. При помощи специального оборудования зерно плотно загружается в специальные многослойные полиэтиленовые рукава (мешки, шланги, контейнеры). Стандартный рукав длиной в 2,7 метра, шириной в 60–75 метров вмещает 180–250 тонн зерна. Попадающие в рукав насекомые и микробиоты поглощают кислород и генерируют насыщенную углекислым газом среду. Через 10–14 дней после загрузки сокращается способность к воспроизводству насекомых и микробиот, уменьшается активность самого зерна, что позволяет сохранять его качества на высоком уровне и хранить его, в зависимости от влажности, до полутора лет.

Использование рукавов для хранения зерна сокращает затраты по сравнению с хранением на элеваторах, поскольку строительства дорогостоящих сооружений не требуется. Дополнительным преимуществом использования рассматриваемой технологии хранения является возможность тонкой настройки миксования, что увеличивает стоимость зерна за счет смешивания нескольких видов зерна для получения оптимального соотношения по количеству протеина и других характеристик, а также смешивания одного вида зерна, имеющего разные показатели влажности для выравнивания показателя влажности. Возможность смешивания зерна с различными показателями влажности особенно важна для минимизации потерь качества собранного урожая. По оценке Национального союза зернопроизводителей, каждый

дополнительный день уборки зерна приводит к 1%-ной потере урожая. Поскольку в большинстве зернопроизводящих территорий уборка зерна растягивается до 30 и более дней, потери урожая достигают 15–20%, что составляет 15–20 млн. тонн зерна [5].

Традиционное хранение зерна в элеваторах неизбежно повышает цену за счет транспортных издержек, а также потерь качества клейковины. Кроме того, поскольку на элеваторах зачастую используют технически устаревшее оборудование, его функционирование требует значительных затрат электроэнергии и оплаты труда рабочего персонала. Поэтому хранение зерна в рукавах имеет ряд преимуществ перед другими способами. Ранняя очистка урожая и предварительная переработка урожая, то есть повышение уровня очистки урожая «в поле/ближе к полю» ведет к меньшим затратам на хранение и логистику.

Примером российской высокотехнологичной компании, инвестирующей в разработки и внедрение новых технико-технологических решений оптимизации и логистики уборки, сева и хранения зерновых, является ООО «Лилиани» [30]. Компания обладает собственными производственными мощностями, расположенными в Ростовской области. Перечень производимого оборудования включает: бункеры-перегрузчики зерна (12 моделей); загрузка вагонов – оборудование для оперативной погрузки вагонов-хопперов (2 модели); автомобильный перегрузчик МВА (2 модели и электропривод); пластиковые рукава; зерноупаковочная машина МЗУ (6 моделей); зерно-разгрузочная машина МЗР [31]. В структуру ООО «Лилиани» входит собственное конструкторское бюро. Для решения задач проектирования нового оборудования налажено сотрудничество с Донским Государственным Техническим Университетом (ДГТУ). Однако такие примеры взаимодействия компаний промышленного сектора с профильными российскими научно-исследовательскими организациями немногочисленны.

Одной из ведущих организаций, осуществляющей научные проекты в области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, является ФГБНУ «Краснодарский

научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» (КНИИХП) [30]. На сайте института особое внимание уделено разработке отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья «Комплексная ресурсосберегающая экологически безопасная технология переработки подземной биомассы топинамбура» [31]. К сожалению, описания новых разработанных в НИИ методов хранения зерновых культур нам обнаружить не удалось. В этой связи можно отметить, что промышленные объемы выращивания топинамбура в России составляют около 2 тыс. га [33], тогда как убранные площади зерновых и зернобобовых культур в 2016 г. составили 31175,8 тыс. га [34].

В перечне полученных КНИИХП патентов также нет ни одного охранного документа, касающегося технологий хранения или переработки зерновых культур. Вектор научного поиска сотрудников института направлен на разработку технологий производства пищевых функциональных продуктов, биологически активных добавок и способов производства диетического питания. Такая ситуация вызывает вопросы по поводу целеполагания государственного заказчика исследований, выполняемых в профильном НИИ.

Наряду с проблемами хранения собранного урожая технологически слабым элементом отечественного агропроизводства является транспортировка и логистика. В 2016–2017 гг. перевалка экспортного зерна осуществлялась в 57 терминалах 17 российских портов. По оценкам экспертов, российская инфраструктура зерновой логистики, включая складские мощности терминалов портов и элеваторов, а также железнодорожная инфраструктура на подходах к портам исчерпала свои ресурсы и нуждается в радикальной технологической модернизации. В сложившейся ситуации сохранение традиционной схемы логистики грозит России потерей конкурентоспособности зерновой отрасли [35].

Для оценки российских научно-технологических заделов и определения места России на патентном ландшафте технологий хранения зерна был выполнен анализ коллекции патен-

тов мира за период с 1996–2016 гг., в фокусе которого был класс МПК A01F-025/00 – «Хранение продуктов полеводства или садоводства; подвешивание собранных фруктов». Для сужения поиска до пределов, охватывающих лишь технологии хранения зерна, в поисковый образ были введены дополнительные ключевые слова. Таким образом, патентные документы в БД Орбит отбирались по следующему поисковому образу: (GRAIN OR CORN OR WHEAT)/TI/AB/IW/CLMS AND (A01F-025/00)/IPC AND PD=1996-01-01:2016-12-31. Всего было найдено 1053 патентных документа.

Распределение коллекции отобранных патентных документов по годам и странам приоритета выявляет отсутствие технологического лидера в области хранения зерна. Обращает на себя внимание всплеск патентной активности в России по этому направлению в 2002 г. и полное отсутствие таковой в течение 2015–2016 гг.

Всего в России за анализируемый двадцатилетний период было опубликовано 419 патентных документов в области хранения зерна, что составляет почти 40% от общемирового портфеля выданных патентных документов. При этом, как свидетельствует анализ концепций патентных документов, данные патентные документы не объединены единым вектором научного поиска.

Патентообладателем основной части патентов, полученных в 2004 г. российскими заявителями, стал Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений (ВНИИБЗР), который получил более 120 патентов на изобретения в области хранения зерна.

Причины аномально высокой патентной активности российских заявителей в 2004 г. установить не удалось. Распределение патентных документов по правовому статусу показывает, что почти все выданные патентные документы (291 патентный документ из 293) являются аннулированными либо утратившими силу ввиду отсутствия продления патентной защиты. Скорее всего, такая активность была связана с конъюнктурой политики финансирования исследований, но не с созданием радикальных технических решений.

В целом анализ патентного ландшафта в области хранения зерна показывает низкую патентную активность в России как национальных, так и зарубежных заявителей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Программе развития цифровой экономики Российской Федерации до 2035 года отдельный раздел посвящен вопросам перехода к новой экономической модели агропроизводства и к «интеллектуальному» сельскому хозяйству как ее неотъемлемому компоненту. «Интеллектуальное» сельское хозяйство основано на применении автоматизированных систем принятия решений, комплексной автоматизации и роботизации производства, а также технологиях проектирования и моделирования экосистем. Оно предполагает минимизацию использования внешних ресурсов (топлива, удобрений и агрохимикатов) при максимальном задействовании локальных факторов производства (возобновляемых источников энергии, биотоплива, органических удобрений и т.д.). Перспективные технологии «интеллектуального» сельского хозяйства обеспечивают эффективную, экологически безопасную борьбу с вредителями, восстановление и сохранение полезных свойств почв и грунтовых вод, а также дистанционный интегрированный контроль соблюдения сертификационных требований органического сельского хозяйства. Среди таких технологий: биопестициды для интегрированной защиты от вредителей, нанобиотехнологическая ремедиация воды и почвы, интегрированные системы контроля агропроизводства и т.д. [36, с. 15].

Согласно обзору «Цифровизация сельского хозяйства», подготовленного Европейской экономической комиссией [37], компании Европы и США, являющиеся ключевыми игроками в сфере сельскохозяйственного производства, а также производства сельскохозяйственной техники (Monsanto, Bayer, Syngenta, John Deere) уже приступили к созданию электронных платформ для внедрения систем «умного» сельского хозяйства, построенных на сборе и обработке больших данных о климатических условиях, состоянии почвы для повышения качества принимаемых решений.

Активно применяются в сельском хозяйстве и робототехника, как в сфере ухода за состоянием полей, так и для сбора урожая. Так, испанский робот SW6010 (компания-разработчик – AGROBOT) использует камеры, чтобы распознавать спелые ягоды и срезать их. В Центре робототехники Сиднейского Университета создан четырехколесный робот, работающий от солнечных батарей, который умеет распознавать сорняки на полях среди овощных кустов, и уничтожает их с помощью точного впрыскивания пестицидов. В дальнейшем разработчики планируют использовать лазерный луч, чтобы полностью отказаться от использования гербицидов для борьбы с сорняками и достичь максимальной экологичности урожая.

В Миннеаполисе ведется доработка робота, который может перемещаться между рядами с ростками кукурузы и точно удобрять почву вокруг ростков, не повреждая при этом растение. Планируется, что этот робот будет интегрирован с дроном и датчиками в почве, которые будут посылать роботу информацию о том, какие участки поля и в каком удобрении нуждаются.

В Лондоне успешно уже несколько лет функционирует подземная ферма, которая снабжает ресторан своего владельца двадцатью типами зелени. Недавно на ферме стали выращивать также морковь и редис, есть планы по расширению ассортимента. Солнечный свет на ферме заменяют диоды [38, 39].

В июле 2016 г. была опубликована окончательная версия доклада «Стратегическое видение научной и инновационной деятельности в сфере сельского хозяйства ЕС» по итогам конференции, которая прошла 26–28 января 2016 г. в Брюсселе [40]. Сквозная тема данного доклада – необходимость внедрения инноваций по всему спектру агропромышленного производства – от выращивания до доставки продуктов на прилавки, причем с учетом мер, предпринимаемых для защиты окружающей среды.

В основе развиваемой в докладе научной концепции координатного земледелия лежат представления о существовании неоднородностей в пределах одного поля. Для оценки и детектирования этих неоднородностей

используются новейшие технологии, такие как системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС, Galileo), специальные датчики, аэрофотоснимки и снимки со спутников, а также специальные программы для агроменеджмента на базе геоинформационных систем (ГИС). Собранные данные используются для планирования посевов, расчёта норм внесения удобрений и средств защиты растений, более точного предсказания урожайности и финансового планирования. Одной из наиболее перспективных технологий системы точного земледелия является использование беспилотных летательных аппаратов. В 2016 г. потенциальный размер глобального рынка дронов для сельскохозяйственной отрасли был оценен аналитиками PWC в 32,4 млрд. долл. [41]. Согласно докладу Всемирной организацией беспилотных систем (Organization for Unmanned Vehicle Systems Worldwide), к 2025 г. общая экономическая эффективность применения дронов в области сельского хозяйства составит около 82 млрд. долл. [42]. Беспилотные летательные аппараты могут быть использованы в сельском хозяйстве в различных целях, таких как создание точных трехмерных карт полей, посадка семян, опрыскивание и полив урожая в соответствии с рельефом местности, осуществление мониторинга и оценка состояния урожая.

Технологии контролируемого перемещения агротехники позволяют разработать наиболее оптимальные маршруты для следования сельхозтехники по полям с целью минимизации нагрузки на почву.

Однако, как показал выполненный нами анализ, российский агропромышленный сектор технологически пока не готов к использованию технологий четвертой промышленной революции. В отсутствие элитного семеноводства и эффективных средств защиты растений, при эксплуатации почв, утративших плодородие в результате низких норм внесения удобрений, в отсутствие современных систем хранения и транспортировки урожая, внедрение цифровых технологий, как нам представляется, не может повысить продуктивность, а значит, и конкурентоспособность российского АПК.

Поэтому в качестве ключевых направлений научно-исследовательской модернизации сектора следует назвать элитное семеноводство, технологии производства новых видов удобрений и химических средств защиты растений, а также разработку инженерно-технических решений, связанных с быстрым возведением временных хранилищ для зерновых культур. Активное внедрение подобных технологий позволит, с одной стороны, сократить издержки на хранение собранного урожая, а с другой стороны – сохранить высокие потребительские стандарты качества зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерёмченко О.А. (2017) Технологические барьеры увеличения экспортного потенциала зерновой отрасли России // Экономика науки. № 1. С. 40–52.
2. Минсельхоз признал ухудшение качества российского зерна (2017) / ТАСС. 13.02.2017. <http://tass.ru/ekonomika/4018807>.
3. Сивичев Д. (2017) Российских фермеров осядут дронами и интернетом вещей // РБК. 07.03.2017. http://www.rbc.ru/technology_and_media/07/03/2017/58bd91bd9a7947243c6fdd97.
4. Совещание Владимира Путина с членами Правительства от 12 апреля 2017 г. Стенограмма (2017) / Официальный сайт Президента России. <http://kremlin.ru/events/president/news/54276>.
5. Самофалова О. (2016) До настоящих рекордов по урожаям России еще далеко // Взгляд. 06.11.2016. <http://www.vz.ru/economy/2016/11/8/842520.html>.
6. Фесенко А.Н. (2015) Селекция детерминантных скороспелых сортов как фактор повышения производства гречихи в России // Зернобобовые и крупяные культуры. № 2(14). С. 46–52.
7. Мунгадов Д. (2015) Аграрные биотехнологии прорастут в «Сколково» / Портал Сколково. 17.08.2015. <https://sk.ru/news/b/articles/archive/2015/08/17/agrarnye-biotehnologii-prorastut-v-skolkovo.aspx>.

8. Черченко О.В., Кураков Ф.А. (2016) Оценка глобальных трендов и конкурентоспособности отечественных научно-технологических заделов в области растениеводства // Экономика науки. Т. 2. № 4. С. 304–317.
9. Стратегия развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Российской Федерации на период до 2020 года: проект (2010) / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Москва. 32 с.
10. Министерством сельского хозяйства РФ разработана Стратегия развития селекции и семеноводства до 2020 года (2011) / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. 16.05.2011. <http://www.mcx.ru/news/news/show/4658.78.htm>.
11. Dow в России и СНГ (2017) / Dow. <http://www.dow.com/ru-ru/russia/company/dow-in-the-region>.
12. Varshney R.K., Graner A., Sorrells M.E. (2005) Genomics-assisted breeding for crop improvement // Trends Plant Sci. V. 10. P. 621–630.
13. Collard B.C.Y., Mackill D.J. (2008) Marker assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century // Philos. Trans. R. Soc. B. V. 363. P. 557–572.
14. Леонова Н.И. (2013) Молекулярные маркеры: использование в селекции зерновых культур для идентификации, интрогрессии и пирамидирования генов // Вавиловский журнал генетики и селекции. Т. 17. № 2. С. 314–325.
15. Распоряжение Правительства РФ от 6 мая 2015 г. № 803-р Об утверждении национального доклада «О ходе и результатах реализации в 2014 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» (2015) / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. http://www.mcx.ru/documents/document/v7_show/36976..htm.
16. Распоряжение Правительства РФ от 10 мая 2016 г. № 864-р Об утверждении национального доклада «О ходе и результатах реализации в 2015 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» (2016) / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. http://www.mcx.ru/documents/document/v7_show/36975..htm.
17. Чекмарева П.А. (2014) Итоги работы отрасли растениеводства в 2013 году, задачи по реализации мероприятий, предусмотренных Государственной программой, и о мерах по подготовке и организованному проведению в 2014 году сезонных полевых сельскохозяйственных работ. Доклад директора Департамента растениеводства химизации и защиты растений Минсельхоза России на Всероссийском агрономическом совещании. http://barley-malt.ru/wp-content/uploads/2014/02/01_chekmarev.pdf.
18. List of importing markets for the product exported by Russian Federation in 2015 Metadata. Product: 31 Fertilisers (2017) / ITC. http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx?nvpm=1-643|||31||2-1|1-1|2-1|1.
19. List of supplying markets for the product imported by Russian Federation in 2015 Metadata Product: 31 Fertilisers (2017) / ITC. http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx?nvpm=1-643|||31||2-1|1-1|2-1|1.
20. Бюллетень «Основные показатели сельского хозяйства в России в 2015 году» (2016) / Государственная служба статистики. 28.04.2016. http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140096652250.
21. Волкова А.В. (2015) Рынок минеральных удобрений / Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики – Центр развития. 67 с. <https://dcenter.hse.ru/data/2015/12/22/1132768850/IV%20%D0%BA%D0%B2%202015.pdf>.
22. Международная патентная классификация 2017 (2017) / ФИПС. http://www1.fips.ru/wps/portal/ofic_pub_ru/#page=classification&type=I ZPM&level=interContent.
23. Кочелягин Н.В. (2015) 2015 году рынок химических средств защиты растений может сократиться на 17% / Агроинвестор. 15.10.2015. <http://www.agroinvestor.ru/technologies/article/22396-v-etom-godu-rynok-khimicheskikh-sredstv-zashchity-rasteniy-mozhet-sokratitsya-na-17>.
24. Рынок средств защиты растений в России: текущее состояние и перспективы развития (2015) / Агропромышленный портал ArpoXXI. 04.02.2015. <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/novosti/rynok-sredstv-zashchity-rastenii-v-rossii-tekushee-sostojanie-i-perspektivy-razvitiya.html>.
25. Колтыкова Е. (2016) Объем производства средств защиты растений в России характеризуется позитивной динамикой / Indexbox. 09.06.2016. <http://www.indexbox.ru/news/Obiem-proizvodstva-sredstv-zashchity-rastenij-v-Rossii-harakterizuetsja-pozitivnoj-dinamikoj>.
26. Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России – 2015 г. (2015) / Росстат. http://www.gks.ru/bgd/regl/b15_38/Main.htm.
27. Евстигнеева А. (2016) Экспорт сельхозпродукции на четверть превысил экспорт вооружения / Портал Агроинвестор. <http://www.agroinvestor.ru/analytics/news/24018-eksport-selkhozproduktsii-na-chetvert-prevysil-eksport-vooruzheniya>.

28. Как сохранить урожай с минимальными затратами? Презентация (2016) / Лилиани. http://liliani.ru/assets/images/files/pdf/tehnologia_hranenia_organizacia.pdf.
29. Гришанова А. (2013) Храним временно // АгроПрофи. <http://agro-profi.ru/2013/12/03/%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BC-%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE>.
30. Лилиани (2017) / Лилиани. <http://liliani.ru>.
31. Каталог (2017) / Лилиани. <http://liliani.ru/product/catalog.html>.
32. Отдел хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья (2017) / Отдел хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья. <http://kniihpsp.ru/struktura-instituta/nauchnyie-podrazdeleniya/otdel-hraneniya-i-kompleksnoj-pererabotki-sh-syrya>.
33. Возделывание топинамбура в России (2017) / GeoLike. http://geolike.ru/page/gl_214.htm.
34. Посевные площади Российской Федерации в 2016 году (2017) Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии) / Государственная служба статистики. 02.03.2017. http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516.
35. Сипов В. (2016) Зерно не находит выхода // Гудок. № 224 (26129). <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1359108>.
36. Развитие цифровой экономики в России. Программа до 2035 года (2017) <http://spkurdyumov.ru/uploads/2017/05/strategy.pdf>.
37. Образ цифровой повестки в мире. Цифровизация сельского хозяйства (2017) / Евразийская экономическая комиссия. http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/workgroup/Documents/digest/3%20Спецвыпуск_Цифровизация%20сельского%20хозяйства.pdf.
38. Technology quarterly the future of agriculture (2016) / Economist. <http://www.economist.com/technology-quarterly/2016-06-09/factory-fresh>.
39. Nosowitz D., Farmer M. (2016) These Microbe-Coated Seeds Could Help Us Thrive in a Dark, Dry Future / Smithsonian. <http://www.smithsonianmag.com/innovation/these-microbe-coated-seeds-could-help-us-thrive-dark-dry-future-180960096/?no-ist>.
40. Priorities for international cooperation in research and innovation (2016) / European Commission. 13.10.2016. https://ec.europa.eu/research/iscp/pdf/policy/annex_roadmaps_oct-2016.pdf.
41. Clarity from above (2016) / PwC. <https://www.pwc.pl/pl/pdf/clarity-from-above-pwc.pdf>.
42. Лушникова М. (2017) Дроны завоевывают сельское хозяйство // Портал Агроинвестор. – 2015. <http://www.agroinvestor.ru/technologies/news/22158-drony-zavoevyvayut-selskoe-khozyaystvo>.

REFERENCES

1. Yeremchenko O.A. (2017) Technological barriers to the growth of the export potential of Russian grain industry // The Economics of Science. V. 3. № 1. P. 40–52.
2. The Ministry of Agriculture has recognized the deterioration of the quality of Russian grain (2017) / TASS. 13.02.2017. <http://tass.ru/ekonomika/4018807>.
3. Sivichev D. (2017) Russian farmers will be equipped with drones and the Internet of things // RBC. 07.03.2017. http://www.rbc.ru/technology_and_media/07/03/2017/58bd91bd9a7947243c6fdd97.
4. The meeting of Vladimir Putin with members of the Government dated 12 April 2017. Transcript (2017) / Official website of Russian President. <http://kremlin.ru/events/president/news/54276>.
5. Samofalova O. (2016) To real records on the harvests of Russia is still far // Vzgljad. 06.11.2016. <http://www.vz.ru/economy/2016/11/8/842520.html>.
6. Fesenko A.N. (2015) Breeding of early-maturing determinate varieties as a factor of increasing the production of buckwheat in Russia // Bean and grouts crops. № 2(14). P. 46–52.
7. Mungadov D. (2015) Agricultural biotechnology will grow in Skolkovo / Portal Skolkovo. 17.08.2015. <https://sk.ru/news/b/articles/archive/2015/08/17/agrarnye-biotehnologii-prorastut-v-skolkovo.aspx>.
8. Cherchenko O.V., Kurakov F.A. (2016) Assessment of global trends and competitiveness of domestic scientific and technological capacity in the field of the plants cultivation // The Economics of Science. V. 2. № 4. P. 304–317.
9. Strategy for the development of selection and seed growing of agricultural crops in the Russian Federation for the period up to 2020: project (2010) / Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Moscow. 32 p.
10. The Ministry of agriculture of the Russian Federation developed the strategy for the development of breeding and seed production until 2020 (2011) / Ministry of Agriculture of the Russian Federation.

- 16.05.2011. <http://www.mcx.ru/news/news/show/4658.78.htm>.
11. Dow in Russia and CIS (2017) / Dow. <http://www.dow.com/ru-ru/russia/company/dow-in-the-region>.
12. Varshney R.K., Graner A., Sorrells M.E. (2005) Genomics-assisted breeding for crop improvement // Trends Plant Sci. V. 10. P. 621–630.
13. Collard B.C.Y., Mackill D.J. (2008) Marker assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century // Philos. Trans. R. Soc. B. V. 363. P. 557–572.
14. Leonova N.I. (2013) Molecular markers: use in breeding of grain crops for the identification, introgression and gene pyrimidinamine // Vavilov journal of genetics and plant breeding. V. 17. № 2. P. 314–325.
15. Executive Order of the Russian Government dated 6 May 2015 № 803-r «On approval of the national report «On the progress and results of the implementation in 2014 of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of the Markets of Agricultural Products, Raw Materials and Food for 2013–2020» (2015) / Ministry of Agriculture of the Russian Federation. http://www.mcx.ru/documents/document/v7_show/36976..htm.
16. Executive Order of the Russian Government dated 10 May 2016 № 864-r «On approval of the national report «On the progress and results of the implementation in 2015 of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of the Markets of Agricultural Products, Raw Materials and Food for 2013–2020» (2016) / Ministry of Agriculture of the Russian Federation. http://www.mcx.ru/documents/document/v7_show/36975..htm.
17. Chekmareva P.A. (2014) The results of the work of the plant industry in 2013 and tasks for implementation of activities under the State program and measures to prepare and organize seasonal field agricultural work in 2014. Report of the Director of the Department of Plant Chemistry and Plant Protection of the Ministry of Agriculture of Russia at the All-Russian Agronomical Meeting. http://barley-malt.ru/wp-content/uploads/2014/02/01_chekmarev.pdf.
18. List of importing markets for the product exported by Russian Federation in 2015 Metadata. Product: 31 Fertilisers (2017) / ITC. http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx?n_vpm=1-643|||31||2-1|1-2|1-1|2-1|1.
19. List of supplying markets for the product imported by Russian Federation in 2015 Metadata Product: 31 Fertilisers (2017) / ITC. http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx?nvpm=1-643|||31||2-1|1-1|1-1|2-1|1.
20. Bulletin «The main indicators of agriculture in Russia in 2015» (2016) / Office for national statistics.
- 28.04.2016. http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140096652250.
21. Volkova A.V. (2015) The market of mineral fertilizers / National Research University Higher School of Economics – Development Center. 67 p. <https://dcenter.hse.ru/data/2015/12/22/1132768850/IV%20%D0%BA%D0%B2%202015.pdf>.
22. International Patent Classification 2017 (2017) / FIPS. http://www1.fips.ru/wps/portal/ofic_pub_r/#page=classification&type=IZPM&level=interContent.
23. Kochelyagin N.V. (2015) In 2015, the market for plant protection chemicals could be reduced by 17% / Agroinvestor. 15.10.2015. <http://www.agroinvestor.ru/technologies/article/22396-v-etom-godu-rynok-khimicheskikh-sredstv-zashchity-rasteniy-mozhet-sokratitsya-na-17>.
24. The market of plant protection products in Russia: current state and prospects of development (2015) / Agroindustrial portal AgroXXI. 04.02.2015. <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastanii/novosti/rynok-sredstv-zashchity-rastanii-v-rossii-tekushchee-sostojanie-i-perspektivy-razvitiya.html>.
25. Koltykova E. (2016) The volume of production of plant protection products in Russia is characterized by positive dynamics / Indexbox. 09.06.2016. <http://www.indexbox.ru/news/Obiem-proizvodstva-sredstv-zashchity-rastenij-v-Rossii-harakterizuyetsya-pozitivnoy-dinamikoj>.
26. Agriculture, hunting and forestry in Russia – 2015 (2015) / Rosstat. http://www.gks.ru/bgd/regl/b15_38/Main.htm.
27. Evstigneeva A. (2016) Export of agricultural products exceeds the export of arms by a quarter / Portal Agroinvestor. <http://www.agroinvestor.ru/analytics/news/24018-eksport-selkhozproduktov-na-chetvert-prevysil-eksport-vooruzheniya>.
28. How to save the crop with minimal cost? Presentation (2016) / Liliani. http://liliani.ru/assets/images/files/pdf/tehnologia_hranenia_organizacia.pdf.
29. Grishanova A. (2013) We keep temporarily // AgroProfi. <http://agro-profi.ru/2013/12/03/%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BC-%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE>.
30. Liliani (2017) / Liliani. <http://liliani.ru>.
31. Catalog (2017) / Liliani. <http://liliani.ru/product/catalog.html>.
32. Department of storage and complex processing of agricultural raw materials (2017) / Department of storage and complex processing of agricultural raw materials. <http://kniihpsp.ru/struktura-instituta/nauchnyie-podrazdeleniya/otdel-hraneniya-i-kompleksnoj-pererabotki-sh-syrya>.
33. Cultivation of artichoke in Russia (2017) / GeoLike. http://geolike.ru/page/gl_214.htm.
34. The sown area of the Russian Federation in 2016 (2017) Bulletins on the state of agriculture (electronic

- version) / Office for national statistics. 02.03.2017. http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516.
35. Sinov V. (2016) Grain does not find an outlet // Gudok. № 224 (26129). <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1359108>.
 36. Development of the digital economy in Russia. Program up to 2035 (2017) <http://spkurdyumov.ru/uploads/2017/05/strategy.pdf>.
 37. The image of the digital agenda in the world. The digitalization of agriculture (2017) / Eurasian Economic Commission. http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/workgroup/Documents/digest/3%20Спецвыпуск_Цифровизация%20сельского%20хозяйства.pdf.
 38. Technology quarterly the future of agriculture (2016) / Economist. <http://www.economist.com/technology-quarterly/2016-06-09/factory-fresh>.
 39. Nosowitz D., Farmer M. (2016) These Microbe-Coated Seeds Could Help Us Thrive in a Dark, Dry Future / Smithsonian. <http://www.smithsonianmag.com/innovation/these-microbe-coated-seeds-could-help-us-thrive-dark-dry-future-180960096/?no-ist>.
 40. Priorities for international cooperation in research and innovation (2016) / European Commission. 13.10.2016. https://ec.europa.eu/research/iscp/pdf/policy/annex_roadmaps_oct-2016.pdf.
 41. Clarity from above (2016) / PwC. <https://www.pwc.pl/pl/pdf/clarity-from-above-pwc.pdf>.
 42. Lushnikova M. (2017) Drones are gaining agriculture // Portal Agroinvestor. – 2015. <http://www.agroinvestor.ru/technologies/news/22158-drony-zavoevyvayut-selskoe-khozyaystvo>.

UDC 338.43

Yeremchenko O.A. *Technological barriers to the development of the grain industry in Russia (The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia)*

Abstract. In recent years, there has been a significant deterioration in the quality of Russian grain and a reduction in the production of food wheat. In the structure of the crop in 2016, food wheat was 28%, the remaining 78% was the fourth and fifth grade wheat, used for the production of forage grains. Five years ago, the ratio of food wheat and wheat of the fourth and fifth grades was 1: 1.

The article considers four main groups of technological barriers affecting the development of the domestic grain industry. The patent – conjunctural analysis of each direction was carried out, the key laws of its development, and the availability of a raw and infrastructural base for its development, scientific and technical rewards for the further development of the industry were allocated. The conclusion about the need for an integrated approach to the development of all areas in general was done.

It is shown that the development of related technologies in the grain industry, such as precision farming, can not significantly improve the efficiency of the industry in the absence of strong basic technologies such as grain selection and seed conservation, fertilizer production and soil quality improvement, production of chemical plant protection products, storage of grain.

Keywords: grain quality, non-resource exports, global market, grain export, patent analysis, grain storage, seed fund, grain selection, fertilizer production, chemical protection of plants.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-2-89-104

Цитирование публикации: Ерёмченко О.А. (2017) технологические барьеры развития зерновой отрасли России // Экономика науки. Т. 3. № 2. С. 89–104.

В.Г. ЗИНОВ,

д.э.н., главный научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, zinov-v@yandex.ru

Н.Г. КУРАКОВА,

д.б.н., директор Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, idmz@mednet.ru

О.В. ЧЕРЧЕНКО,

научный сотрудник ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, г. Москва, Россия, olya.cherchenko@mail.ru

ПАТЕНТЫ ГРАЖДАН РФ, НЕ ИМЕЮЩИЕ РОССИЙСКОГО ПРИОРИТЕТА, КАК ОТРАЖЕНИЕ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТРАНЫ

УДК 004.031.4:001

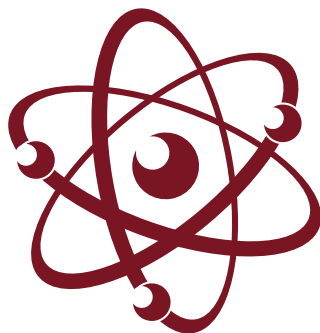
Зинов В.Г., Куракова Н.Г., Черченко О.В. Патенты граждан РФ, не имеющие российского приоритета, как отражение проблем технологического развития страны (Центр научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия; ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, г. Москва, Россия)

Аннотация. Выполнен анализ портфеля патентных документов, не имеющих российского приоритета, выданных гражданам РФ в зарубежных патентных ведомствах. Показано, что, несмотря на нормы Гражданского и Административного кодекса РФ, а также Уголовного кодекса РФ, российские изобретатели часто получают патенты зарубежных стран, минуя стадию подачи заявки в российское патентное ведомство. Выполнены межстрановые сравнения числа патентных заявок резидентов других государств, не получивших приоритета соответствующей страны. Показано, что для резидентов США, например, доля таких заявок не превышает 7%, в то время для резидентов РФ составляет почти 42%.

Рассмотрены причины, приводящие к росту числа заявок российских изобретателей, не имеющих приоритета РФ и принадлежащих зарубежным компаниям. В качестве главной причины указывается отсутствие заинтересованности в передовых разработках со стороны компаний промышленного сектора РФ.

Ключевые слова: патентные документы, авторы, резиденты РФ, приоритет РФ, зарубежные патентные ведомства, зарубежные промышленные компании.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-2-105-115



Большинство патентных законодательств зарубежных стран обязывают осуществлять патентование изобретений первоначально в собственной стране и устанавливают санкции за несоблюдение положений закона. Например, закон о патентах США предусматривает жесткие санкции не только за разглашение секретных изобретений, что характерно для законодательства всех стран, но и за нарушения в отношении обычных открытых изобретений. В частности, параграф 186 предусматривает за нарушение порядка подачи заявки в зарубежной стране без патентования ее в США, для виновного в том лица штраф в размере до 10 тыс. долл., или тюремное заключение на срок до двух лет, или то и другое наказание одновременно. Кроме того, патент США, выданный лицу, его правопреемнику, нарушившему порядок зарубежного патентования, является недействительным (параграф 185) [1].

Согласно ст. 1395 Гражданского кодекса РФ, заявка на выдачу патента на изобретение, созданное в Российской Федерации, может быть подана в зарубежное или международное патентное ведомство

только спустя шесть месяцев после подачи ее в России, если в указанный срок заявитель не будет уведомлен о том, что в заявке содержатся сведения, составляющие государственную тайну. Зарубежное патентование допускается без предварительной подачи заявки в Роспатент при одном условии – если международная заявка подана в Роспатент как в получающее ведомство и Российская Федерация в ней указана в качестве государства, в котором заявитель намерен получить патент [2].

Нарушение установленного порядка патентования объектов промышленной собственности в иностранных государствах, подача заявки на изобретение в зарубежное патентное ведомство, минуя стадию получения национального приоритета, влечет административную ответственность согласно ст. 7.28 Кодекса РФ об Административных правонарушениях: наложение административного штрафа на граждан в размере от одной тысячи до двух тысяч рублей; на юридических лиц – от пятидесяти тысяч до восьмидесяти тысяч рублей [3]. Если окажется, что в поданной заявке на изобретение содержится государственная тайна, то за ее разглашение предусмотрена уголовная ответственность согласно ст. 283 Уголовного кодекса РФ [4].

В целой серии отечественных исследований, выполненных в начале нулевых, отмечалось, что иностранные компании ежегодно получают несколько десятков патентов, авторами которых являются граждане РФ, а в основе созданных ими изобретений лежат разработки, выполнявшиеся ранее за счет средств российского государственного бюджета [5–8].

В 2004 г. был опубликован доклад Счетной палаты РФ, в котором обращалось внимание на факт неконтролируемой передачи результатов интеллектуальной деятельности за рубеж. В частности, в докладе были приведены данные Роспатента, согласно которым, в 1992–2000 гг. только в США были зарегистрированы более 1000 патентов на технологии военного и двойного назначения, где авторами являются российские изобретатели, а обладателями патентов и, следовательно, исключительных прав – иностранные юридические и физические лица. Авторы доклада

обращали внимание, что зарубежные фирмы непосредственно в России активизировали патентование на свое имя доступных им и не имеющих правообладателя научно-технических разработок. В результате сложилась опасная практика, позволяющая блокировать наиболее перспективные направления развития техники в России патентами, оформленными на иностранных юридических и физических лиц [9].

Таким образом, еще в 2004 г. Счетной палатой было показано, что в Российской Федерации развивается система инициативного присвоения прав на результаты интеллектуальной деятельности, созданные за счет средств государственного бюджета, физическими и юридическими лицами, в том числе иностранными. Одновременно в докладе ведомства подчеркивалось, что меры по пресечению неконтролируемой утечки за рубеж результатов интеллектуальной деятельности, полученных за счет средств государственного бюджета, своевременно не принимаются, что наносит невосполнимый ущерб национальной безопасности России [9].

К сожалению, есть все основания полагать (и в этом состояла гипотеза исследования), что и по прошествии 13 лет с момента публикации упомянутого доклада Счетной палаты ситуация с использованием интеллектуальной собственности, создаваемой российскими изобретателями, остается плохо управляемой, а отсутствие запросов на новые технологии со стороны российского промышленного сектора порождает диффузию передового научного знания из РФ и использование этого знания в интересах зарубежных компаний.

Целью исследования был анализ портфеля патентных документов, не имеющих российского приоритета, выданных гражданам РФ в зарубежных патентных ведомствах.

МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являлись патентные документы (патенты на изобретения и патентные заявки), соответствующие двум критериям: во-первых, их авторами являются

россияне, т.е. физические лица указали РФ как страну гражданства, во-вторых, РФ в этих патентных документах не указана в качестве страны приоритета.

Источником искомой выборки патентных документов являлись две патентные базы данных: БД Orbit и БД Patentscope WIPO.

Патентные базы данных компании Questel – крупнейший в мире патентный фонд, содержащий свыше 60 миллионов документов 95 стран и Международных Патентных ведомств. Для поиска информации в базах данных Questel служит поисковая система Orbit, позволяющая выполнять семантический и статистический анализ патентных документов.

При работе с БД Orbit для загрузки патентных документов, удовлетворяющим заданным условиям, был составлен следующий поисковый образ: (PD=2006-01-01:2016-12-31 AND (COUNTRY/INAD=RU)) NOT («RU» /PR). Поисковый образ с оператором NOT удалось составить в строке простого поиска вручную.

Для уточнения данных, полученных с использованием БД Orbit, был проведен анализ патентных документов на изобретения российских авторов за период 2007–2017 гг. с использованием БД Patentscope WIPO. Эта БД обеспечивает доступ к 58,8 млн. па-

тентных документов, включая более 3 млн. международных патентных заявок, поданных в соответствии с Договором о патентной кооперации (РСТ), а также к 55,8 млн. патентных документов 30-и национальных и региональных патентных ведомств. В БД Patentscope WIPO были использованы следующие коллекции патентных документов:

- коллекция заявок по РСТ, авторами которых являлись резиденты РФ, поисковый образ в БД Patentscope WIPO: (Inventor Nationality: RU; Ведомство: all; Язык: All);
- коллекция заявок по РСТ, авторами которых являлись резиденты РФ, в которых РФ указана в качестве страны приоритета, поисковый образ в БД Patentscope WIPO: (Inventor Nationality: RU; Страна приоритета: RU; Ведомство: all; Язык: All);
- коллекция патентных документов отдельных российских изобретателей, поисковый образ в БД Patentscope WIPO: (Имя изобретателя; Ведомство: all; Язык: All);
- коллекция патентных документов отдельных российских изобретателей, в которых РФ указана в качестве страны приоритета, поисковый образ в БД Patentscope WIPO: (Имя изобретателя; Страна приоритета: RU; Ведомство: all; Язык: All).

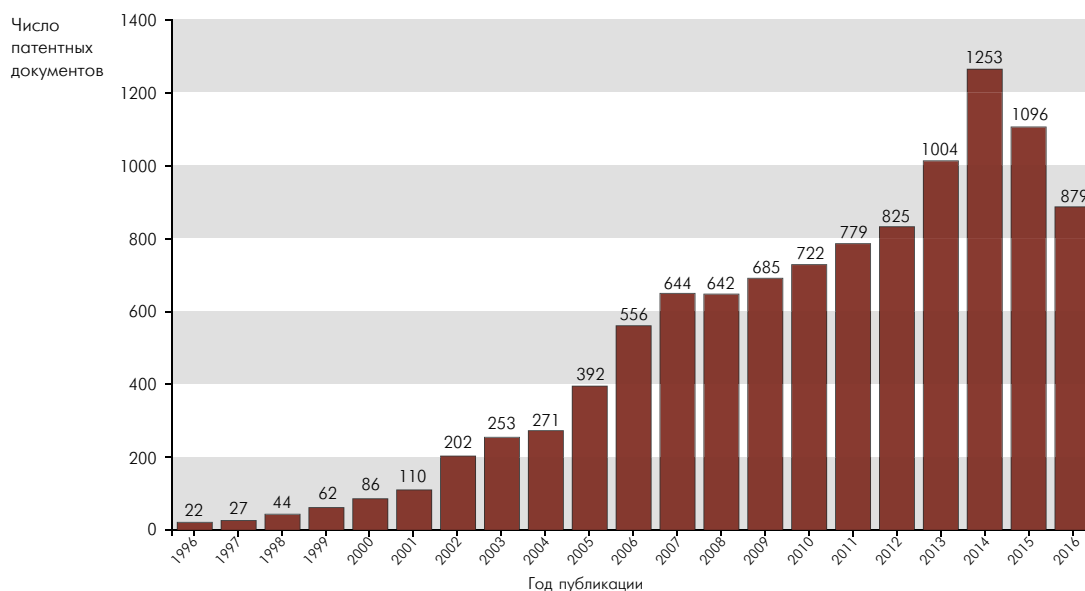


Рис. 1. Динамика числа патентных документов, полученных без приоритета РФ, авторами которых являются граждане России, 1996–2016 гг.

Источник: БД Orbit, данные на 13.03.2017 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

С использованием БД Orbit за 20-летний период (1996–2016 гг.) обнаружено в общей сложности более 10,5 тыс. патентных документов, число которых стабильно увеличивалось с 1996 г. (22 патентных документа), достигнув максимума в 2014 г. (1253 патентных документа). После 2014 г. наметилось некоторое сокращение числа патентов резидентов РФ, не получивших приоритета РФ (рис. 1).

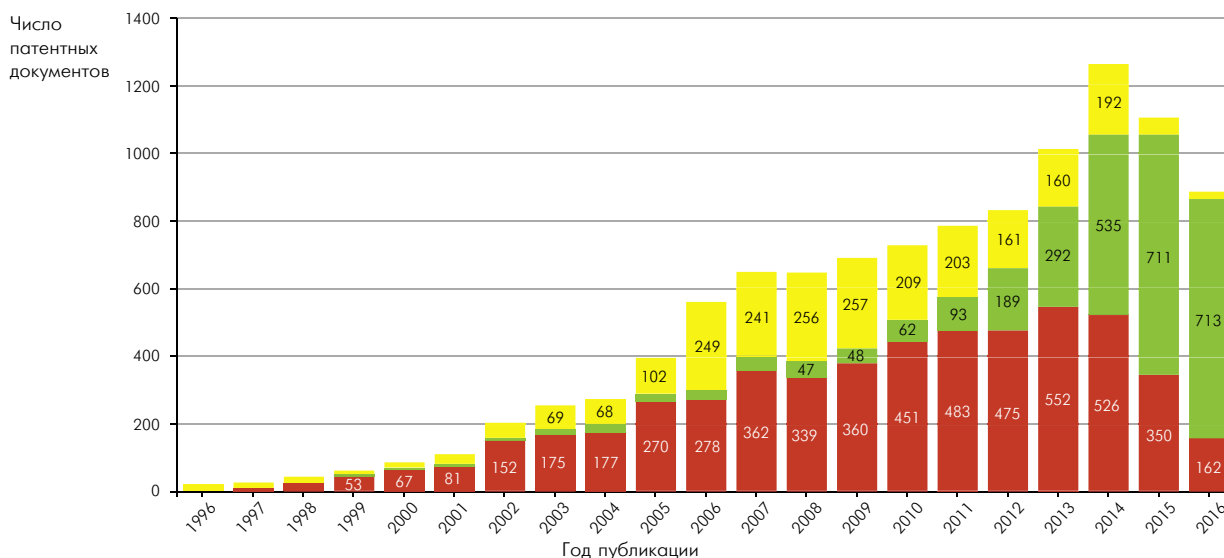
Среди этих патентных документов большая часть приходится на уже выданные патенты (красный фрагмент столбцов на рис. 2), остальные документы имеют статус заявок (зеленый фрагмент столбцов на рис. 2) либо утратили правовой статус в силу различных обстоятельств (желтый фрагмент столбцов на рис. 2).

Анализ распределения полученной выборки патентных документов по странам публикации позволяет констатировать, что большая их часть выдана патентным ведомством США – 7144 документа за 1996–2016 гг. Вторую позицию рейтинга занимают патентные доку-

менты, выданные нашим соотечественникам Европейским патентным ведомством – 3783 патентных документа. Далее следуют портфели патентных документов, выданных в патентных ведомствах Китая (2828 документов), Японии (2453 документа), Южной Кореи (2298 документов) (рис. 3).

Анализ распределения патентных документов россиян, в которых РФ не указана в качестве страны приоритета, по странам иного приоритета позволяет утверждать, что подавляющее их большинство подается в США (5229 патентных документов), существенно меньше – в Европейское патентное ведомство, Республику Корею, Германию, Великобританию – 873, 716, 567 и 206 патентных документов соответственно (рис. 4).

Среди компаний, которые становятся патентообладателями изобретений россиян, миновавших стадии национального приоритета, лидирует компания Intel с показателем 535 патентов. На втором месте рейтинга находится компания Samsung Electronics – 350 патентов, далее следуют Schlumberger Technologies – 250 патентных документов, Siemens – 141 патентный документ (рис. 5).



Примечание: выданные патенты – красный фрагмент столбцов, имеют статус заявок – зеленый фрагмент столбцов, утратили правовой статус в силу различных обстоятельств – желтый фрагмент столбцов.

Рис. 2. Правовой статус патентных документов, не имеющих приоритета РФ, авторами которых являются граждане России, 1996–2016 гг.

Источник: БД Orbit, данные на 13.03.2017 г.

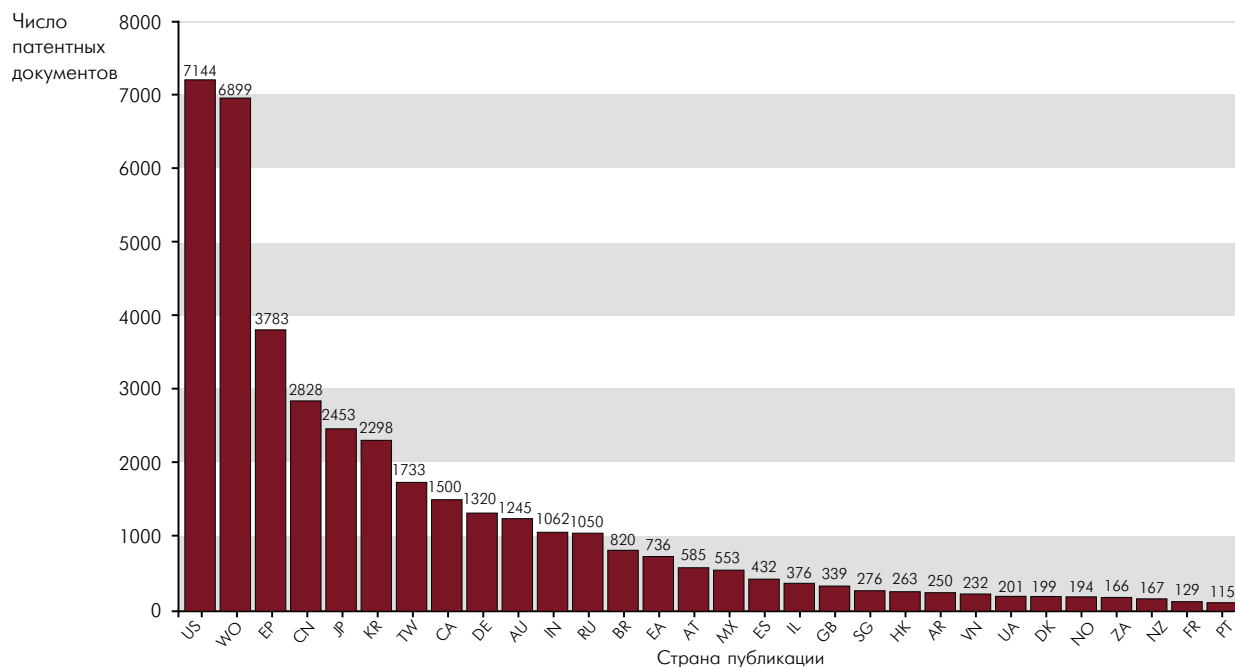


Рис. 3. Распределение патентных документов по странам публикации, поданных гражданами России без указания РФ в качестве страны приоритета, 1996–2016 гг.

Источник: БД Orbit, данные на 13.03.2017 г.

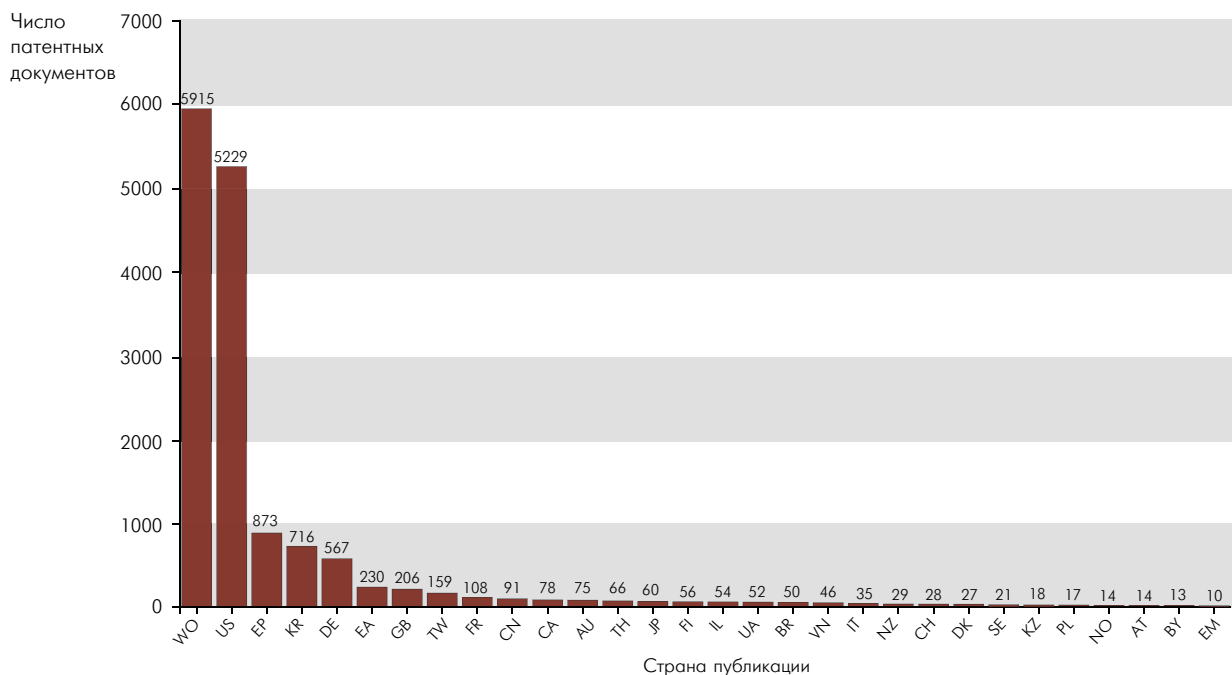


Рис. 4. Распределение патентных документов граждан РФ по странам приоритета, 1996–2016 гг.

Источник: БД Orbit, данные на 13.03.2017 г.

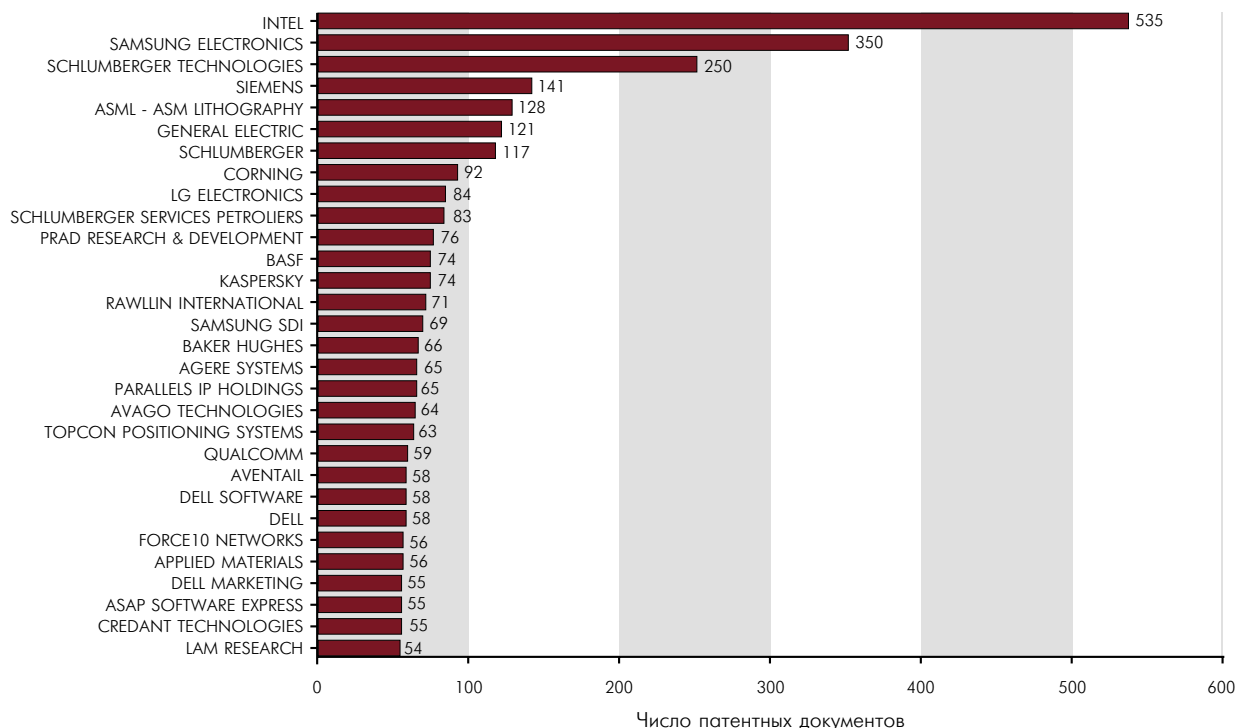


Рис. 5. Распределение патентообладателей на изобретения россиян, не получивших российского приоритета, 1996–2016 гг.

Источник: БД Orbit, данные на 13.03.2017 г.

Анализ распределения выделенной совокупности изобретений по классам Международной патентной классификации (МПК) (табл. 1) позволяет констатировать, что большая их часть связана с обработкой цифровых данных с помощью электрических устройств (G06F), а также со считыванием и распозна-

ванием знаков и образов (G06K-009/00). Существенная доля патентов относится к способам передачи цифровой информации (H04L), разработке лекарственных средств для лечения онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний (A61P), методам генной инженерии (C12N).

Таблица 1

Топ-20 подклассов МПК патентных документов российских изобретателей, выданных зарубежными патентными ведомствами и не имеющих приоритета РФ, 1996–2016 гг.

№	Подклассы МПК	Расшифровка подклассов МПК	Количество патентов
1	G06F-017/30	Устройства или методы цифровых вычислений или обработки данных, специально предназначенные для специфических функций – информационный поиск; структуры баз данных для этой цели	268
2	A61P-035/00	Лекарственные средства для лечения ... – противоопухолевые средства	191
3	H04L-029/06	Передача цифровой информации – устройства, установки, цепи или системы, отличающиеся процедурой регистрации и коммутации сообщений	186
4	A61P-043/00	Лекарственные средства для специфических целей, не указанные в группах A61P 1/00 – A61P 41/00	168

Продолжение таблицы 1

№	Подклассы МПК	Расшифровка подклассов МПК	Количество патентов
5	G06F-015/16	Цифровые компьютеры вообще; оборудование для обработки данных вообще – сочетание двух или более вычислительных машин, каждая из которых снабжена по меньшей мере арифметическим устройством, программным устройством и регистром, например, для одновременной обработки нескольких программ схемы интерфейсов для специализированных устройств ввода-вывода 3/00; мультипрограммное оборудование 9/46; передача цифровых данных вообще H 04L, например, в компьютерных сетях H 04L 12/00; выборка данных H 04Q	162
6	G03F-007/20	Фотомеханическое, например, фотолитографическое, изготовление рельефных (текстурированных) поверхностей или поверхностей с рисунком, например, печатные поверхности; материалы для этих целей, например содержащие фоторезисты; устройства, специально приспособленные для этих целей – экспонирование;	160
7	H01L-021/027	Способы и устройства, специально предназначенные для изготовления или обработки полупроводниковых приборов или приборов на твердом теле или их частей – образование маски на полупроводниковой подложке для дальнейшей фотолитографической обработки	142
8	C12N-015/09	Получение мутаций или генная инженерия; ДНК или РНК, связанные с генной инженерией, векторы, например, плазмиды или их выделение, получение или очистка; использование их хозяев (к этой группе относятся способы модификации генетического материала, не происходящей обычно в естественных условиях без вмешательства человека, которые вызывают передаваемые по наследству изменения генной структуры) – метод рекомбинантных ДНК	134
9	G06K-009/00	Способы и устройства для считывания и распознавания напечатанных или написанных знаков, или распознавания образов, например, отпечатков пальцев	127
10	G06F-017/50	Устройства или методы цифровых вычислений, или обработки данных, специально предназначенные для специфических функций – автоматизированное проектирование для проектирования схем испытания для запоминающих устройств статического типа G 11C29/54	119
11	G06F-009/44	Устройства для программного управления, например, блоки управления – устройства для выполнения специальных программ	118
12	E21B-043/267	Бурение грунта или горных пород – способы или устройства для добычи нефти, газа, воды, растворимых или плавких веществ или полезных ископаемых в виде шлама из буровых скважин...путем расклинивания	109
13	H04W-072/04	Доступ по беспроводному каналу – запланированный доступ	108
14	H04L-029/08	Передача цифровой информации – процедура управления передачей, например, уровнем данных в канале передачи	105
15	C12Q-001/68	Способы измерения или испытания, использующие ферменты или микроорганизмы – использующие нуклеиновые кислоты	103
16	G06F-017/00	Устройства или методы цифровых вычислений или обработки данных, специально предназначенные для специфических функций	102
17	A61P-025/00	Лекарственные средства для лечения нервной системы	102
18	G06F-019/00	Устройства или способы цифровых вычислений или обработки данных для специальных применений	98
19	H04L-005/00	Передача цифровой информации – устройства, обеспечивающие многократное использование передающего тракта	97
20	A61P-009/00	Лекарственные средства для лечения сердечно-сосудистой системы	97

Источник: БД Orbit, данные на 15.03.2017 г.

Таблица 2

**Доля международных патентных заявок по РСТ,
в которых страна гражданства изобретателя не указана
в качестве страны приоритета**

<i>Страна</i>	<i>Количество заявок по РСТ изобретателей – резидентов страны</i>	<i>Количество заявок по РСТ, имеющих приоритет страны гражданства изобретателя</i>	<i>Количество заявок по РСТ, не имеющих приоритета страны гражданства изобретателя</i>	<i>Доля заявок по РСТ, не имеющих приоритета страны гражданства изобретателя от общего количества заявок по РСТ изобретателей – резидентов страны, %</i>
Россия	18976	11022	7954	41,9
Франция	146260	102806	43454	29,7
Великобритания	152914	109591	43323	28,3
Китай	174819	128695	46124	26,4
Германия	362543	271217	91326	25,2
Япония	460576	381576	79002	17,2
Республика Корея	122066	105481	16585	13,6
США	1020884	953971	66913	6,6

Источник: расчеты авторов по данным Patentscope WIPO на 14.03.2017 г.

Для уточнения числа полученных в зарубежных патентных ведомствах патентных документов, не имеющих приоритета РФ, выданных лидерам этого рейтинга, мы воспользовались контентом патентной БД Patentscope WIPO. Полученные на этом этапе анализа данные позволяют заметить, что, скорее всего, БД Orbit несколько занижает число патентных документов, соответствующих задачам нашего исследования.

Результаты межстрановых сопоставлений долей патентных документов, полученных резидентами различных стран, отражены в табл. 2.

Почти в 42% международных патентных заявок, поданных по системе РСТ российскими изобретателями, Российская Федерация не указана в качестве страны приоритета. Для сравнения, в США доля таких заявок не превышает 7%. Среди изобретателей Республики Кореи не более 14% не указали приоритет страны происхождения. Относительно высокий показатель стран ЕС и Китая может быть объясним высокой академической мобильностью ученых этих стран и степенью их интегрированности в международное исследовательское пространство (табл. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Стратегии научно-технологического развития РФ, утвержденной в конце 2016 г., отмечается, что «слабое взаимодействие сектора исследований и разработок с реальным сектором экономики, разомкнутость инновационного цикла приводят к тому, что государственные инвестиции в человеческий капитал фактически обеспечивают рост конкурентоспособности других экономик» [10]. Этот документ стратегического планирования призывает российских исследователей создавать технические решения, повышающие конкурентоспособность отечественных компаний в борьбе за глобальные рынки.

К сожалению, в российском бизнес-сообществе до сих пор не утвердилось понимание значения интеллектуальной собственности как основы экономического успеха и стратегии продвижения компаний. Доля нематериальных активов в стоимости отечественных компаний редко превышает несколько процентов, а число патентов и заявок на получение патентов, в том числе и по результатам научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, несоизмеримо меньше, чем у зарубежных конкурентов.

Рынок интеллектуальной собственности остается в РФ неразвитым и составляет менее 1% ВВП. За последние 20 лет бесплатные продажи в России увеличились в 4 раза, 80% продукции на рынке – бесплатные лицензионные продажи [11]. При этом нельзя не согласиться с мнением руководителя патентной практики компании Patentus Алексеем Михайловым, полагающего, что, если нет органического роста экономики, увеличение патентования – явление странное [12].

Сегодня мы являемся свидетелями преобладания западных правообладателей на всех перспективных нишах глобального рынка и на внутреннем рынке России. В РФ, как локацию с низкой стоимостью труда и средств производства происходит, главным образом, перенос высокотехнологичных производств, а добавленная стоимость высокотехнологичной продукции остается в странах, резидентами которых являются ее правообладатели.

В этой связи все большее значение для уравнивания баланса интересов между правообладателями и пользователями, для разрешения противоречия между правами на интеллектуальную собственность и правом на доступ к технологиям принимают механизмы регулирования вопросов правообладания на самых ранних этапах создания объектов интеллектуальной собственности резидентами той или иной страны.

Результаты выполненного исследования дают основание констатировать, что объем передового промышленно применимого знания, созданного на территории РФ гражданами страны, передаваемого зарубежным промышленным компаниям и иным зарубежным бенефициарам, в последние десять лет имеет устойчивую тенденцию к возрастанию.

В этой связи исключительно важно уточнить, на какие группы экономических агентов должны быть направлены основные инициативы государства в рамках проводимой им инновационной политики: на представителей академической среды или на предпринимателей, стартаперов и венчурных инвесторов, или на инновационные компании (средние или крупные). Увеличить спрос на прорывные научно-технологические заделы были при-

званы Национальная предпринимательская инициатива, госпрограмма «Экономическое развитие и инновационная экономика», «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». В рамках Национальной технологической инициативы (НТИ) были определены рынки будущего и перспективные научно-технологические направления, их поддерживающие. В 2015 г. начал работу Фонд развития промышленности (ФРП), созданный по инициативе Министерства промышленности и торговли РФ для модернизации российской промышленности, организации новых производств и обеспечения импортозамещения, который предлагал льготные условия софинансирования проектов, направленных на разработку новой высокотехнологичной продукции, техническое перевооружение и создание производств на базе наилучших доступных технологий. В рамках федерального закона «О промышленной политике» 2015 г. был запущен механизм специального инвестиционного контракта, гарантирующий инвесторам стабильность налоговых и регуляторных условий и обеспечивающий получение мер государственной поддержки, в котором фиксируются обязательства инвестора освоить производство промышленной продукции в предусмотренный срок, а также обязательства государства гарантировать стабильность налоговых и регуляторных условий и предоставить меры стимулирования и поддержки. В марте 2016 г. было подписано распоряжение Правительства РФ № 475-р, обязывающее госкомпанию из утвержденного перечня закупать инновационную продукцию у представителей малого и среднего бизнеса. В июле 2016 г. Минэкономразвития и ГУ ВШЭ начали проект «Национальные чемпионы» для обеспечения опережающего роста отечественных частных высокотехнологических экспортно-ориентированных компаний-лидеров и формирования на их базе транснациональных компаний российского базирования.

Однако, несмотря на все принятые меры спрос на инновационные решения, созданные в отечественном академическом секторе, со стороны российского зрелого бизнеса, в первую очередь крупного, остается недо-

статочно высоким, как по оценкам самого бизнеса, так и по уровню инвестиций в нематериальные активы.

В отсутствии внутреннего спроса на новые решения со стороны существующего бизнеса, российские исследователи и предприниматели ищут потребителей промышленно применимых результатов интеллектуальной деятельности на зарубежных рынках, имеющих стратегии раннего выхода на глобальные рынки. Ученый мирового уровня не может остановить свою исследовательскую деятельность в ожидании запроса от отечественной компании, который рискует так и не получить. Он будет продолжать прорывные разработки, результатами которых рано или поздно заинтересуются крупные зарубежные компании, составляющие конкуренцию отечественным компаниям за глобальные рынки. Обоснованность этого прогноза подтверждает красноречивый пример: несмотря на то, что

в утвержденной в окончательной редакции 23 ноября 2016 г. СНТР (п. 20а) в качестве важнейшего технологического приоритета выделено направление интернет-вещей, уже 26 ноября 2016 г. (т.е. через 3 дня!) корпорация Intel приобрела российскую высокотехнологичную компанию, имеющую прорывные разработки в этой области.

Поэтому основные меры по предотвращению неконтролируемой передачи российского передового знания зарубежным компаниям должны быть связаны не столько с вопросами управления создаваемой на средства государственного бюджета интеллектуальной собственности, сколько с вопросами стимулирования спроса на инновации со стороны зрелых и крупных отечественных компаний, способных в условиях технологической трансформации в кратчайшие сроки обеспечить для академической и предпринимательской среды этот реальный коммерческий спрос.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патентное законодательство Канады, Румынии, США, Франции (1997) / М.: ВНИИПИ. 357 с.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации, часть 4 от 18 декабря 2006 г. № 230-ФЗ (2006) / КонсультантПлюс. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64629.
3. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ (2001) / КонсультантПлюс. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661.
4. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13 июня 1996 г. № 63-ФЗ (1996) / КонсультантПлюс. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699.
5. Чернишкина Г. Н. (2004) Вопросы правовой охраны патентоспособных результатов интеллектуальной деятельности при совершении внешнеэкономических сделок с продукцией военного назначения // Российский военно-правовой сборник. № 2.
6. Птичкин С. (1999) Россия на грани патентной войны // Российская газета. 19.06.1999.
7. Литвинцев Г. (2000) Все секреты за медяк // Российская газета. 14.01.2000.
8. Алехин С. (2003) Научные тайны из-под полы // Российская газета. 11.06.2003.
9. Анализ процессов приватизации государственной собственности в Российской Федерации за период 1993–2003 годы (экспертно-аналитическое мероприятие) (2004) / Руководитель рабочей группы – Председатель Счетной палаты Российской Федерации С. В. Степашин. М.: Издательство «Олита». 186 с.
10. Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 (2016) О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации / Грант. <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71451998>.
11. Лопатин В. Н. (2015) Управление рисками интеллектуальной собственности в инновационных проектах металлургии и машиностроения: доклад / Екатеринбург. 04.06.2015. <http://www.rniiis.ru/news/comentarii.html>.
12. Миридонов А. (2016) Увеличение патентования – явление странное // Коммерсант ФМ. 21.07.2016. <http://www.kommersant.ru/doc/3043806>.

REFERENCES

1. Patent legislation of Canada, Romania, USA, France (1997) / М.: VNIPI. 357 p.
2. Civil Codex of the Russian Federation, part 4 dated 18 December 2006 № 230-FZ (2006) https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64629.
3. Code of Administrative Offences of the Russian Federation dated 30 December 2001 № 195-FZ (2001) http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661.
4. Criminal code of the Russian Federation dated 13 June 1996 № 63-FZ (1996) http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699.
5. Chernichkina G.N. (2004) The issues of legal protection of patentable results of intellectual activity in the performance of foreign economic transactions with military products // Russian military-legal collection. № 2.
6. Ptichkin S. (1999) Russia on the verge of patent war // Rossiyskaya gazeta. 19.06.1999.
7. Litvintsev G. (2000) All the secrets to sell for a copper penny // Rossiyskaya gazeta. 14.01.2000.
8. Alekhin S. (2003) Scientific secrets from under the counter // Rossiyskaya gazeta. 11.06.2003.
9. Analysis of the processes of privatization of state property in the Russian Federation for the period 1993–2003 (expert analytical event) (2004) / Head of working group – the Chairman of the accounts chamber of the Russian Federation S.V. Stepashin. M.: Olita. 186 p.
10. Statutory Order of The President of Russian Federation dated 1 December 2016 № 642 (2016) About Strategy of scientific and technical development of Russian Federation / Garant. <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71451998>.
11. Lopatin V.N. (2015) Risk management of intellectual property in innovative projects of metallurgy and engineering: the report / Ekaterinburg. 04.06.2015. <http://www.rniis.ru/news/comentarii.html>.
12. Miridonov A. (2016) The increase in patenting is a strange phenomenon // Kommersant FM. 21.07.2016. <http://www.kommersant.ru/doc/3043806>.

UDC 004.031.4:001

Zinov V. G., Kurakova N. G., Cherchenko O. V. *The problem of selection of indicators, reflecting the proportion of high-tech products in the global market* (The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia; Directorate of State Scientific and Technical Programmes, Moscow, Russia)

Abstract. The analysis of the portfolio of patent documents that do not have a Russian priority, issued to the citizens of the Russian Federation in foreign patent offices, was made. It is shown that, despite the provisions of the Civil and Administrative code of the Russian Federation and the Criminal code of the Russian Federation, the Russian inventors often obtain patents in foreign countries, bypassing the stage of filing of the application with the Russian patent office. Cross-country comparisons of the number of patent applications of residents of other States who have not received the priority of the respective country were made. It is shown that for US residents, for example, the share of such applications does not exceed 7%, while for residents of the Russian Federation accounts for almost 42%.

The reasons that lead to an increase in the number of applications of Russian inventors that do not have priority of the Russian Federation and belong to foreign companies were studied. The main reason is the lack of interest from companies of the industrial sector of the Russian Federation for the advanced development.

Keywords: patent documents, author, residents of the Russian Federation, priority of the Russian Federation, foreign patent offices, foreign industrial companies.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-2-105-115

Цитирование публикации: Зинов В.Г., Куракова Н.Г., Черченко О.В. (2017) Патенты граждан РФ, не имеющие российского приоритета, как отражение проблем технологического развития страны // Экономика науки. Т. 3. № 2. С. 105–115.

Ф.А. КУРАКОВ,

старший научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, kurakov-fa@ranepa.ru

ФЕНОМЕН ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПРАВ НА ПРОМЫШЛЕННО ПРИМЕНИМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СТАДИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

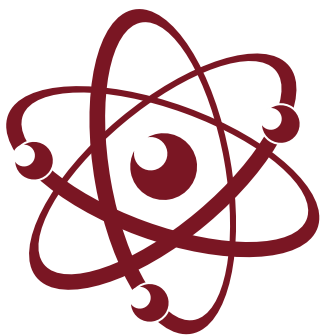
УДК 347.77

Кураков Ф.А. *Феномен закрепления прав на промышленно применимые результаты интеллектуальной деятельности на стадии фундаментальных исследований* (Центр научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия)

Аннотация. На примере эволюции технологии редактирования генома рассмотрен феномен закрепления прав на промышленно применимые результаты интеллектуальной деятельности на стадии фундаментальных исследований. Обращается внимание, что борьба за высокую добавленную стоимость еще не созданного рыночного высокотехнологичного продукта разворачивается не между промышленными компаниями, а между центрами превосходства (университетами, исследовательскими центрами и стартапами). Рассмотренный в статье кейс позволяет поставить под сомнение справедливость тезиса о том, что современная наука существует вне национальных границ, превратившись в глобальную сетевую структуру, выполняющую исследования силами мирового научного сообщества. Делается вывод о том, что переход от индустриальной к постиндустриальной экономике знаний привел к трансформации пространственной трансграничной организации науки и модели взаимодействия ученых в рамках открытых междисциплинарных исследовательских проектов. Такая трансформация связана с ведущей ролью предпринимательского сектора, поддерживающего фундаментальные исследования, результаты которых имеют очевидную коммерческую проекцию.

Ключевые слова: фундаментальные исследования, результаты, промышленная применимость, закрепление прав, технологии редактирования генома, патентные войны, центры превосходства.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-2-116-125



Глобализация общества, науки и образования породили устойчивое представление о том, что современный сектор генерации научного знания существует вне национальных границ, что он превратился в глобальную сетевую структуру, в рамках которой происходит отказ от формата локальных национальных исследований в пользу формата глобальных проектов, выполняемых силами мирового исследовательского сообщества [1–3].

Однако обострение конкуренции высокотехнологичных компаний за лидерство на новых перспективных рынках может привести к трансформации модели пространственной и трансграничной организации науки, а также к изменению характера коммуникации ученых в рамках открытых междисциплинарных исследовательских проектов.

В условиях, когда предпринимательский сектор берет на себя функции заказчика, распорядителя бюджетов на исследования и разработки и бенефициара результатов исследований, которые имеют очевидную коммерческую значимость, формат открытой науки, как нам представляется, перестает быть органичной формой выполнения не только прикладных разработок, но и фундаментальных исследований.

В исследовании Н.Г. Кураковой и Л.А. Цветковой [4] был рассмотрен кейс, описывающий стратегию диверсификации компании Fujifilm, в которой ключевое значение сыграла технология создания искусственных органов человека, включающая все стадии жизненного цикла прорывного научного знания, и имеющая потенциал формирования принципиально новой индустрии. Особое внимание было обращено на факт раннего закрепления прав на результаты интеллектуальной деятельности создателями прорывного знания: уже на стадии поискового исследования Синъя Яманака, лауреат Нобелевской премии за открытие возможности репрограммирования дифференцированных клеток в плюрипотентные, закрепил права на полученные результаты 180 патентными заявками, объединенными в 44 патентные семьи, и получил 12 патентов, доступных для лицензирования.

В 2017 г. научный мир стал свидетелем развернувшейся ожесточенной борьбы за закрепление прав на потенциально промышленно применимые РИД уже на стадии фундаментального исследования. С нашей точки зрения, это – манифестация рождения нового феномена, связанного с борьбой за высокую

добавленную стоимость еще не созданного рыночного высокотехнологичного продукта, которая разворачивается не между промышленными компаниями, а между центрами превосходства (университетами, исследовательскими центрами и стартапами).

Целью настоящей статьи стало подробное рассмотрение ситуации, возникшей на стадии закрепления прав на результаты фундаментального исследования, и оценка возможных последствий зарождающегося феномена.

Возможности применения технологии CRISPR/Cas9 (от англ. clustered regularly interspaced short palindromic repeats – короткие палиндромные повторы, регулярно расположенные группами) в последнее время находятся в центре внимания специалистов самого широкого профиля: молекулярных биологов, социологов, генетиков, представителей клинической медицины и др., поскольку CRISPR/Cas9 позволяет вносить изменения в геном человека и других высших организмов [5]. Дальнейшее развитие технологии потенциально может найти применение для борьбы с такими заболеваниями как онкология и ВИЧ, а также наследственными заболеваниями. Если ранее генетические технологии находили примене-

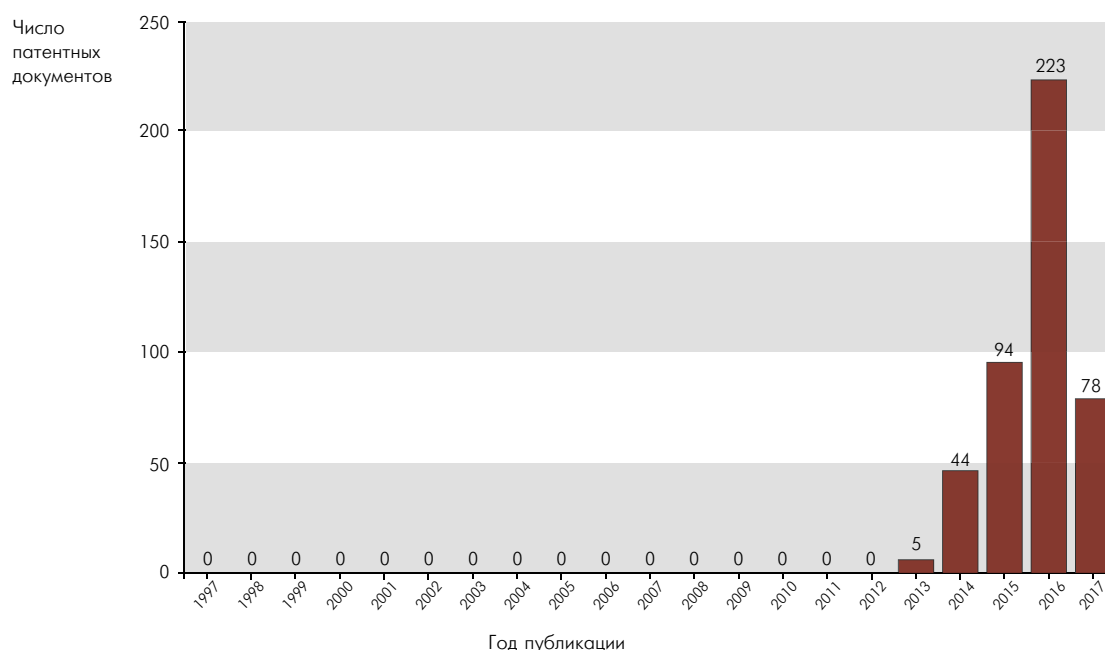


Рис. 1. Динамика патентования по направлению «редактирование генома», 1997–2017 гг.

Источник: БД Орбит, данные на 07.04.2017 г.

ние в основном в области диагностики, то сейчас использование инструмента редактирования ДНК применяется в клинической практике. Технология CRISPR/Cas9 в отличие от предшествующих разработок, направленных на редактирование генома, является более универсальным инструментом и потенциально может быть применима к решению более широкого круга задач.

CRISPR-Cas9 представляет собой бактериальную систему защиты, которая использует фермент Cas9 для разрезания ДНК в местах, указанных РНК-гидом. Использование CRISPR-Cas9 позволяет корректировать фрагменты последовательности ДНК с помощью изменения, отключения или замены генов. По сравнению с используемыми ранее методами генного редактирования, технология CRISPR-Cas9 более гибкая и простая в практическом применении, что послужило причиной активного ее использования в современных научных исследованиях и лабораторных испытаниях. Более того, уже появились компании, заинтересованные в использовании CRISPR-Cas9 для улучшения свойств зерновых культур, терапии

генетических заболеваний человека и изменения исследовательских реагентов.

Выполненный нами патентный анализ с использованием БД Орбит выявил экспоненциально растущую патентную активность в мире по этому направлению за последние годы (рис. 1).

При этом важно отметить, что, в основном, коллекцию патентных документов составляют поданные заявки на изобретения, что соответствует этапу интенсивного научного поиска новых приложений технологии CRISPR-Cas9 (рис. 2).

Страны, в которых были разработаны патентуемые технические решения (страны приоритета), представлены на рис. 3. Лидерами патентования являются Китай и США, они указаны в качестве страны приоритета соответственно в 157 и 141 патентных документах. Перечень стран, в которых технические решения по направлению «редактирование генома» были запатентованы (страны публикации), представлены на рис. 4. Российским патентным ведомством выдано 5 из 321 патентного документа, обнаруженного по созданному нами поисковому образу.

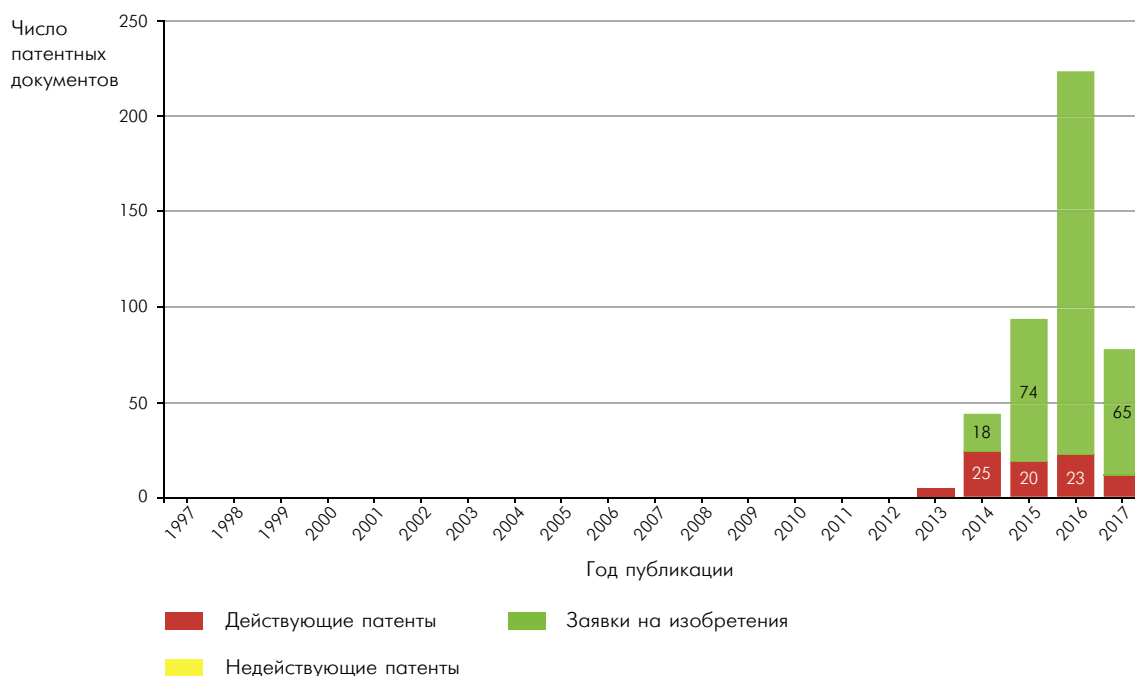


Рис. 2. Распределение патентных документов по направлению «редактирование генома» по правовому статусу, 2013–2017 гг.

Источник: БД Орбит, данные на 07.04.2017 г.

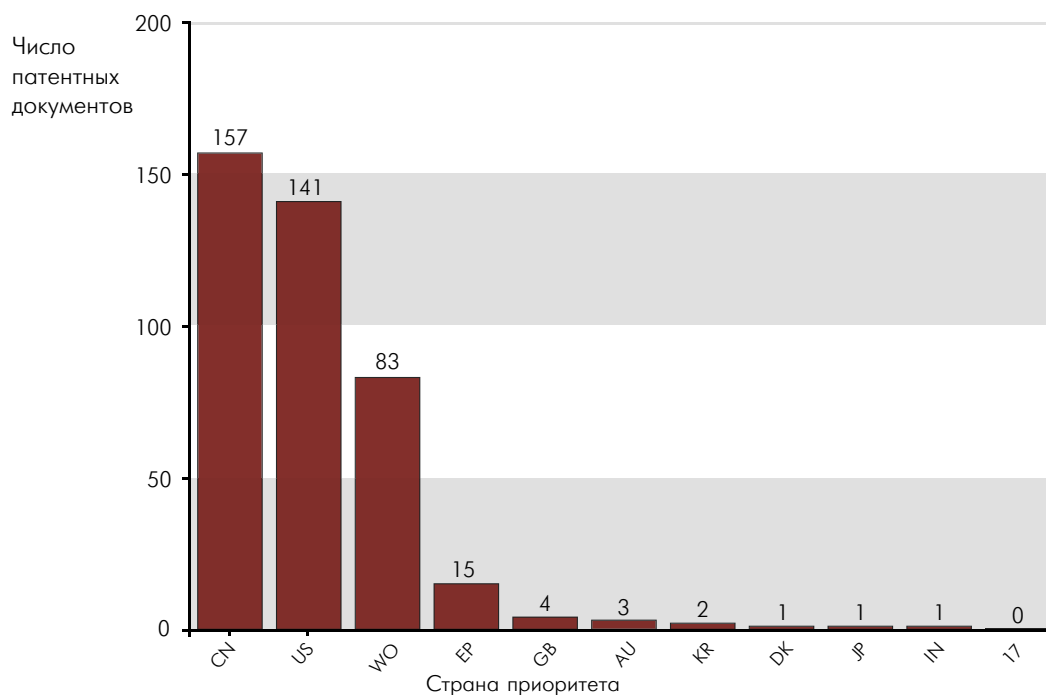


Рис. 3. Распределение патентных документов по направлению «редактирование генома» по странам приоритета, 2013–2017 гг.

Источник: БД Орбит, данные на 07.04.2017 г.

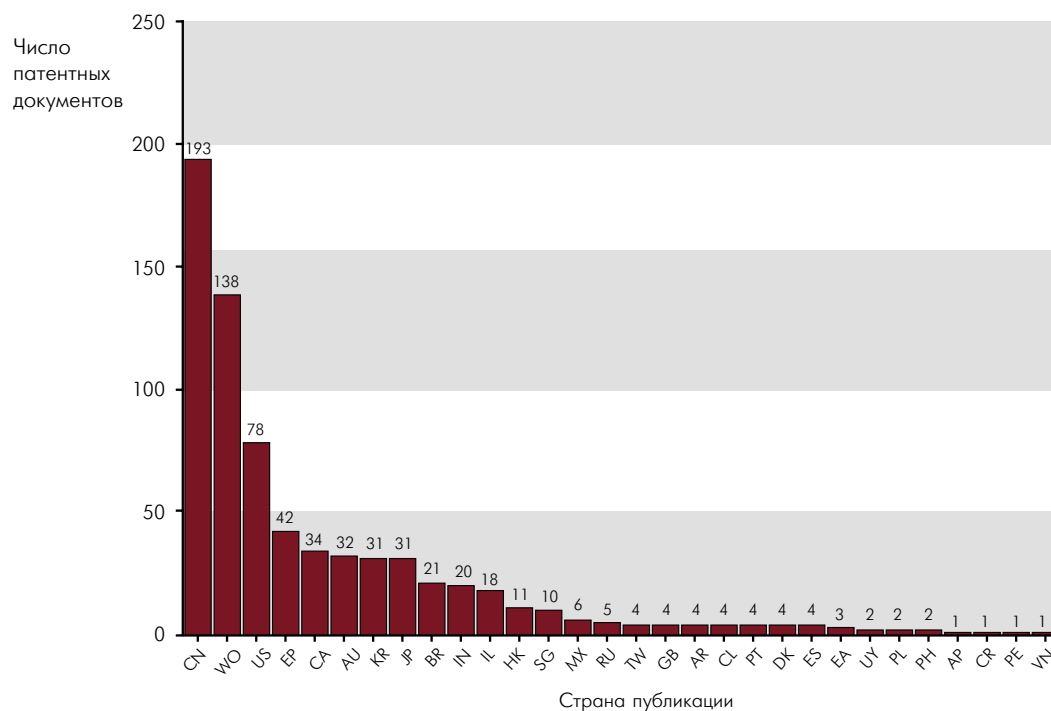


Рис. 4. Распределение патентных документов по направлению «редактирование генома» по странам публикации, 2013–2017 гг.

Источник: БД Орбит, данные на 07.04.2017 г.

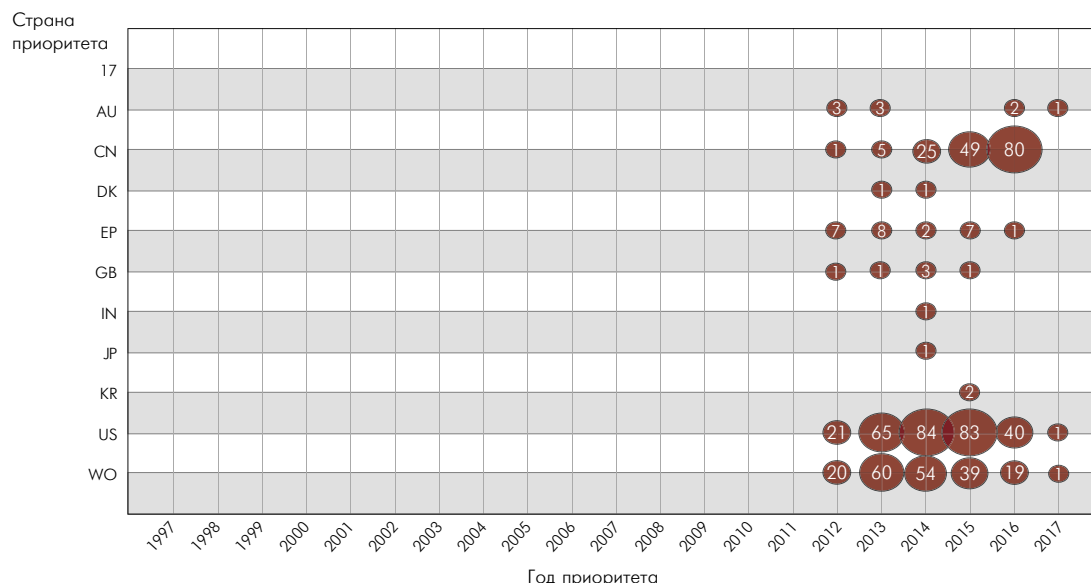


Рис. 5. Динамика патентной активности по направлению «редактирование генома» по странам приоритета, 1997–2017 гг.

Источник: БД Орбит, данные на 07.04.2017 г.

Необходимо отметить, что США по количеству поданных резидентами патентных документов в области разработки технологических решений по направлению «редактирование генома» и интенсивности патентования в последний год стали уступать лидирующие позиции Китаю (рис. 5), демонстрирующему высокие темпы роста патентования в рассматриваемой области.

Топ-30 патентообладателей мира по направлению «редактирование генома» представлены на рис. 6. Среди топ-30 патентообладателей более половины составляют университеты и исследовательские центры, стартапам принадлежат скромные по объемам портфели патентов.

У технологии CRISPR/Cas9 имеется множество клинических приложений. Фактически, она становится технологической базой персонализированной геномной медицины. Несмотря на возникающие этические проблемы, связанные с использованием генных технологий, растущие возможности для борьбы с заболеваниями и возможностью улучшения качества жизни открывают широкие перспективы для ее дальнейшего исследования и практического применения. В Китае уже приступили к клиническим испытаниям

ряда технологий, основанных на использовании CRISPR/Cas9 [6].

В настоящее время несколько ведущих мировых университетов активно включились в борьбу за патенты на CRISPR/Cas9 [6]. Патентный спор о правах на технологию CRISPR/Cas9 начался в 2012 г., когда был получен первый результат, и система смогла вырезать фрагменты ДНК в заранее определенных исследователями участках.

Группой исследователей 15 марта 2013 г. была подана патентная заявка на разработанный метод. Руководителями исследовательской команды были Дженнифер Дудна (Jennifer Doudna) из Калифорнийского Университета в Беркли (University of California, Berkeley, США) и Эммануэль Шарпентье (Emmanuelle Charpentier), которая работает в Институте Инфекционной Биологии Макса Планка в Берлине (Max Planck Institute for Infection Biology, Германия) и Университете Умео (Umeå University, Швеция).

Результаты исследований по применению метода CRISPR-Cas9 в генной терапии, полученные другими научными коллективами, показавшие, что метод работает на клетках человека, к этому времени уже были опубликованы. Получение этих результатов послужи-

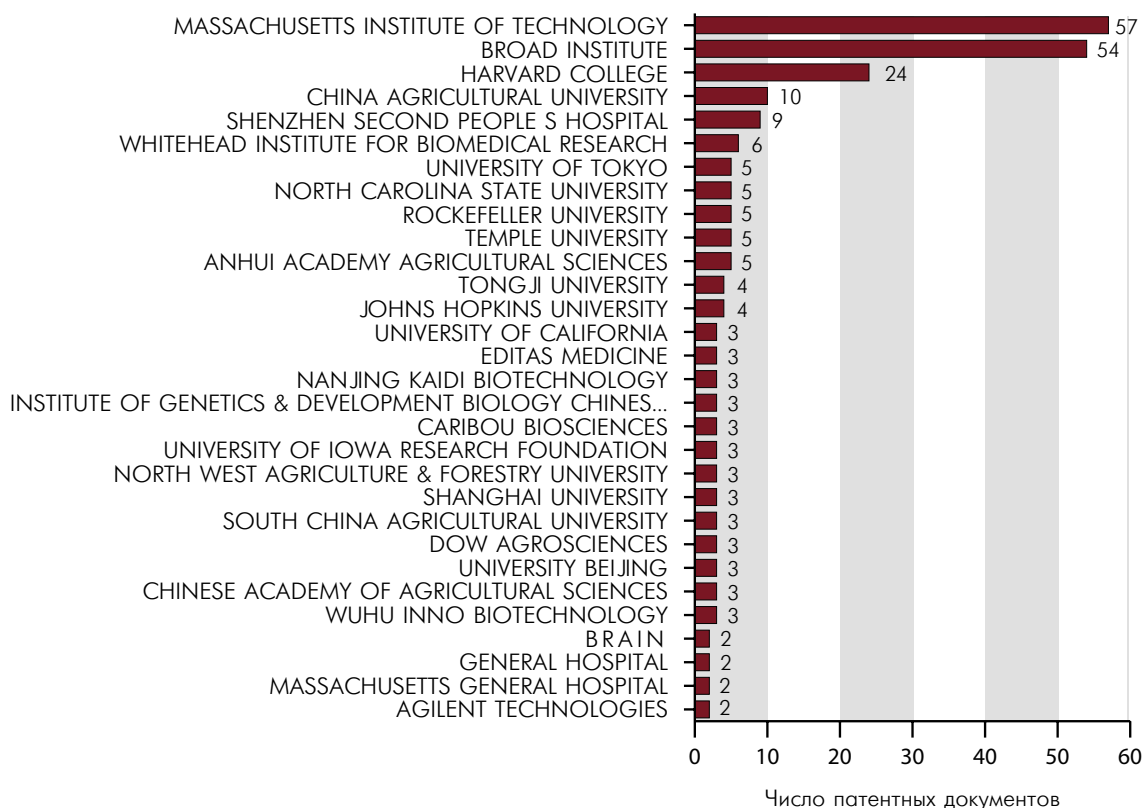


Рис. 6. Топ-30 патентообладателей мира по направлению «редактирование генома»

Источник: БД Орбит, данные на 07.04.2017 г.

ло толчком к основанию нескольких компаний, которые в качестве основного направления бизнеса выбрали развитие новой технологии.

Дальнейшей разработкой технологии занимались несколько научно-исследовательских коллективов во всем мире. Одним из таких коллективов стала группа ученых под руководством биолога Фенга Жанга (Feng Zhang) из Института Брода в Кэмбридже (Broad Institute, США) и Массачусеттского Технологического Института (Massachusetts Institute of Technology, США). В октябре 2013 г. этой группой была подана заявка на патент на метод CRISPR-Cas9. Поскольку заявка была подана по ускоренной программе рассмотрения, она прошла экспертизу в более короткие сроки, и патент был получен уже в апреле 2014 г. При этом заявка на патент, поданная коллективом под руководством Дженнифер Дудна и Эммануэль Шарпентье, на тот момент еще рассматривалась Ведомством по патентам и товарным знакам США (United States Patent and Trademark Office – USPTO).

Сразу после получения патента группой Фенга Жанга, в USPTO поступило заявление от исследовательской команды из Беркли по вопросу установления группы, которая первой изобрела технологию. Рассмотрение патентных притязаний подразумевает предоставление доказательств, подтверждающих дату получения технологии, в данном случае речь может идти о публикациях в научных журналах, выступлениях на профильных мероприятиях, а также данные лабораторных журналов, фиксирующих проведение испытаний и опытов.

Борьба исследовательских групп за приоритет на техническое решение свидетельствует не столько о желании закрепить за собой репутацию ученого-первооткрывателя в академическом сообществе, сколько о правах на коммерческое использование технологии CRISPR-Cas9 для генной терапии. За три года компании, желающие специализироваться на использовании этой технологии в коммерческих целях, получили сотни миллионов долла-

ров в виде венчурного капитала и из других источников.

Впервые в истории биологических исследований возникла ситуация, когда за право получить патент сражаются несколько научно-исследовательских организаций. Как правило, стороны приходят к компромиссному варианту, и права на изобретение распределяют между участниками спора, поскольку экономический ущерб от подобного решения на стадии лабораторных испытаний и фундаментальных исследований незначителен.

Патентные заявки Жанга и Дудна-Шарпентье оспаривают право на приоритет на базовое техническое решение создаваемой технологии, которое можно будет использовать в коммерческих целях только на основании лицензии. При этом эксперты прогнозируют, что победитель данного патентного спора в дальнейшем может столкнуться с новыми патентными спорами, поскольку специалисты предрекают открытие новых ферментов, использование которых возможно для генного редактирования. Результаты патентных разбирательств могут оказать существенное влияние на тех, кто в будущем получит разрешение на использование технологии.

Одной из ведущих компаний, работающих с CRISPR-Cas9, является Editas Medicine (США) [7], созданная в 2013 г. Фенгом Жангом, Дженнифер Дудна и другими представителями академического сообщества. Впоследствии Дудна прекратила отношения с Editas Medicine. Шарпентье является соучредителем компании CRISPR Therapeutics (Базель, Швейцария).

USPTO 11 января 2016 г. приняло положительное решение о пересмотре ключевого патента, полученного на метод генетического редактирования CRISPR-Cas9.

Результаты патентных споров и выносимых решений еще не изменили условия работы ученых, однако прогнозировать, каким образом патентование технологии CRISPR-Cas9 повлияет в дальнейшем на развитие научных исследований и коммерциализацию их результатов, сложно. Поскольку главная причина, по которой исследователи добиваются через суд признания своего приоритета на полученные прорывные результаты – это намерение самим

стать активными участниками процесса коммерциализации полученных результатов фундаментальных исследований. Поэтому возникла ситуация, когда ученые – владельцы патентных документов могут потребовать от своих коллег, проводящих научно-исследовательскую деятельность в той же области фундаментальных исследований, лицензионные вознаграждения.

В 2016–2017 гг. Институт Брода продолжал производство реагентов для CRISPR-Cas9, о чем свидетельствует информация на сайте организации. При этом Институт Брода не требует и пока не планирует получать лицензионные платежи с ученых. Однако доходы от продажи прав на использование объектов интеллектуальной собственности становятся все более важными для научно-исследовательских организаций в качестве показателя результативности научной деятельности. Поэтому есть все основания полагать что, несмотря на общепринятые этические нормы академического сообщества, предполагающие свободный доступ к использованию результатов фундаментальных исследований, тенденция к внедрению практики лицензирования таких результатов может взять верх в аналогичных ситуациях в дальнейшем.

По состоянию на середину 2017 г., эксперты называют три компании, которые связывают свои бизнес-модели с медицинскими приложениями CRISPR/Cas9: Editas Medicine (США), Intellia Therapeutics (США), CRISPR Therapeutics со штаб-квартирами в Швейцарии, Великобритании и США. Все они являются стартапами, но их бюджеты впечатляют: 43 млн. долл., 15 млн. долл. и 89 млн. долл. соответственно, при этом инвесторы – крупные биофармацевтические компании – готовы инвестировать существенно большие объемы денежных средств. Например, в конце апреля CRISPR Therapeutics получила 64 млн. долл.

Важно отметить, что соучредители всех трех компаний – сами ученые, которые внесли наибольший вклад в изобретение технологии: Дженнифер Дудна (компания Intellia Therapeutic), Эммануэль Карпентер, соавтор Дженнифер по самой первой работе 2012 г. (компания CRISPR Therapeutics), Фен Чжан (Feng Zhang) и Джордж Чёрч, первыми опу-

бликовавшие результаты редактирования клеток человека (компания Editas Medicine).

Рассмотренная в кейсе ситуация выглядит принципиально новой не только для ее фигурантов, но и для всего глобального академического сообщества. Можно говорить о рождении нового феномена, связанного с борьбой за высокую добавленную стоимость еще не созданного рыночного высокотехнологичного продукта, разработка которого находится на

стадии фундаментального исследования. Поэтому борьба разворачивается не между промышленными компаниями, а между учеными и центрами превосходства, с которыми они оказались аффилированными (университетами, и стартапами).

В трех лабораториях во Франции и Голландии независимо друг от друга ученые обнаружили, что часть повторов CRISPR идентична фрагментам ДНК вирусов и плазмид. В двух из

Таблица 1

**Рейтинг заявителей патентов на технические решения
по направлению «редактирование генома»**

<i>Заявители</i>	<i>Число патентных документов</i>
MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	57
BROAD INSTITUTE	54
HARVARD COLLEGE	24
CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	10
SHENZHEN SECOND PEOPLE S HOSPITAL	9
WHITEHEAD INSTITUTE FOR BIOMEDICAL RESEARCH	6
UNIVERSITY OF TOKYO	5
NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY	5
ROCKEFELLER UNIVERSITY	5
TEMPLE UNIVERSITY	5
ANHUI ACADEMY AGRICULTURAL SCIENCES	5
TONGJI UNIVERSITY	5
JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	4
UNIVERSITY OF CALIFORNIA	3
EDITAS MEDICINE	3
NANJING KAIDI BIOTECHNOLOGY	3
INSTITUTE OF GENETICS & DEVELOPMENT BIOLOGY CHINESE ACAD OF SCIENCES	3
CARIBOU BIOSCIENCES	3
UNIVERSITY OF IOWA RESEARCH FOUNDATION	3
NORTH WEST AGRICULTURE & FORESTRY UNIVERSITY	3
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	3
SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY	3
DOW AGROSCIENCES	3
UNIVERSITY BEIJING	3
CHINESE ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	3
WUHU INNO BIOTECHNOLOGY	3
B R A I N	2
GENERAL HOSPITAL	2
MASSACHUSETTS GENERAL HOSPITAL	2

Источник: *БД Орбит*, данные на 07.04.2017 г.

этих работ авторы предположили, что эта система может быть формой защиты от чужеродных ДНК. В 2007 г. микробиологи корпорации Danisco (известного производителя йогуртов) опубликовали статью с результатами, подтверждающими эту гипотезу. Результаты этого эксперимента стали причиной интенсификации исследований: стало ясно, что некоторые варианты этих систем позволяют модифицировать геномы. Это обстоятельство дает основание к числу первооткрывателей технологии причислить и микробиологов компании Danisco.

Однако, в составленный нами рейтинг топ-30 заявителей патентов по теме «редактирование гена» на начало апреля 2017 г. компания Danisco не вошла (табл. 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанная ситуация, как нам представляется, демонстрирует, с какой скоростью в настоящее время сокращаются для стран, участниц борьбы за технологическое лидерство, «окна возможностей», т.е. ограниченный промежуток времени, на протяжении которого возникают перспективы для занятия значимых позиций на глобальных и внутренних рынках, технологических прорывов, интеграции в мировые цепочки создания добавленной стоимости.

Обращает на себя внимание и разнонаправленность развития описанной ситуации с парадигмой открытой науки и открытых инноваций. В фундаментальных исследованиях, связанных с CRISPR/Cas9, приняли участие значительное количество научных групп и университетов мира, что отражает общую ситуацию, которая всегда была характерна для глобальных научных коммуникаций. Так, повторы CRISPR открыла в 1987 г. мало известная в академическом сообществе японская лаборатория [8]. По прошествии нескольких лет в результате расшифровки геномов в различных лабораториях мира стало понятно, что эти повторы ассоциированы с некоторыми определенными генами. К исследованиям подключались все новые ученые, публиковавшие данные своих экспериментов, которые, без сомнения, были использованы авторами патентных документов.

Поэтому рассмотренный кейс дает основание поставить под сомнение прогноз, согласно

которому современная наука будет развиваться в формате открытой глобальной сетевой структуры, в рамках которой будет происходить отказ от узкокорпоративных исследований и постепенное приближение к отношениям глобальным, как в количественном, так и в существенном значении. Напротив, можно прогнозировать, что формирование центров компетенций, определяющих глобальную конкурентоспособность компаний, поддерживающих фундаментальные исследования в определенных секторах науки и технологий, неизбежно обострит конкуренцию за таланты и уникальные компетенции, а экономическая целесообразность использования этих талантов побудит различных участников глобализационного процесса в науке к особым типам взаимодействий, в том числе выходящим за рамки равноправной и справедливой интеграции.

Современные тенденции формирования постиндустриального общества основываются на трансформации ценностей техногенной цивилизации – императив бескорыстности учебного под давлением новых подходов и систем оценки результативности его научной деятельности сменяется императивом экономической эффективности научной деятельности. Новые требования к ученым, в свою очередь, формируют новые нормы и образцы поведения.

Как подчеркивает А.А. Лазаревич, в условиях сетевого общества наиболее вероятной координатной задачей в сфере современной науки является преодоление разделительного, дезинтеграционного способа существования и развития научных центров и переход к глобально открытым системам и структурам. В связи с этим сетевая организация постиндустриального мира, и соответствующая ей система производства и функционирования науки и технологий, представляют собой новые формы детерминации глобальной динамики [1].

С нашей точки зрения, одной из форм такой детерминации станет появления новых подходов к управлению жизненным циклом объектов интеллектуальной собственности, возникающих на самых ранних этапах фундаментальных исследований, результаты которых являются промышленно применимыми.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазаревич А. А. (2008) Наука и технологии как фактор глобализации // Философия науки. № 2 (37). С. 3–17.
2. Мальцева Н. Н. (2013) Философские проблемы глобализации в современной науке // Вестник Пермского университета. Философия. № 1 (13). С. 10–17.
3. Снакин В. В., Иванов О. П., Винник М. А. (2016) Глобализация в обществе, науке, образовании // История и педагогика естествознания. Философия науки. № 1. С. 8–15.
4. Куракова Н. Г., Цветкова Л. А. (2016) Ускорение жизненного цикла исследований и разработок: ключевые факторы и истории успеха // Инновации. № 11. С. 51–56.
5. Елмуратов А., Коростин Д. (2016) CRISPR/CAS9: что значит для человечества переход от чтения генома к его редактированию / Форбс. 01.12.2016. <http://www.forbes.ru/profile/333981-artem-elmuratov>.
6. Cyranoski D., Reardon S. (2015) Chinese scientists genetically modify human embryos // Nature. 22.04.2015. <http://www.nature.com/news/chinese-scientists-genetically-modify-human-embryos-1.17378>.
7. Editas Medicine (2017) / Editas. <http://www.editasmedicine.com>.
8. Толеров П. (2015) Отредактировать человека. Революционный инструмент генетиков и модификация людей / Портал livejournal. 29.08.2015. <http://luckyea77.livejournal.com/827105.html>.

REFERENCES

1. Laxarevich A.A. (2008) Science and technology as a factor of globalization // Philosophy of science. № 2 (37). P. 3–17.
2. Maltseva N.N. (2013) Philosophical problems of globalization in modern science // Bulletin of Perm University. Philosophy. № 1 (13). P. 10–17.
3. Snakin V.V., Ivanov O.P., Vinnik M.A. (2016) Globalization in society, science, education // History and pedagogy of natural science. Philosophy of science. № 1. P. 8–15.
4. Kurakova N.G., Tsvetkova L.A. (2016) Accelerating the life cycle of research and development: key factors and success stories // Innovations. № 11. P. 51–56.
5. Elmuratov A., Korostin D. (2016) CRISPR/CAS9: what does it mean for humanity the transition from reading the genome to editing it / Forbes. 01.12.2016. <http://www.forbes.ru/profile/333981-artem-elmuratov>.
6. Cyranoski D., Reardon S. (2015) Chinese scientists genetically modify human embryos // Nature. 22.04.2015. <http://www.nature.com/news/chinese-scientists-genetically-modify-human-embryos-1.17378>.
7. Editas Medicine (2017) / Editas. <http://www.editasmedicine.com>.
8. Tolerov P. (2015) To edit the person. Revolutionary tool of geneticists and modification of people/ Portal livejournal. 29.08.2015. <http://luckyea77.livejournal.com/827105.html>.

UDC 347.77

Kurakov F.A. *The phenomenon of fixation of rights to industrial application of the results of intellectual activity at the stage of fundamental research* (The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia)

Abstract. Using the example of evolution of the genome editing technology, the phenomenon of fixing the rights to industrially applicable of the results of intellectual activity at the stage of fundamental research have been studied. Attention is drawn to the fact that the struggle for high added value of not yet created market high-tech product does take place not between industrial companies, but between centers of excellence (universities, research centers and start-ups). The case reviewed in the article makes it possible to cast doubt on the validity of the thesis that modern science exists outside national borders, having become a global network structure that carries out research by the forces of the world scientific community. It is concluded that the transition from an industrial economy to a postindustrial knowledge economy led to the transformation of the spatial cross-border organization of science and the model of interaction between scientists within the framework of open interdisciplinary research projects. This transformation is associated with the leading role of the business sector, supporting basic research, the results of which have obvious commercial projection.

Keywords: fundamental research, results, commercial utility, entrenchment of rights, genome editing technologies, patent wars, centers of excellence.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-2-116-125

Цитирование публикации: Кураков Ф. А. (2017) Феномен закрепления прав на промышленно применимые результаты интеллектуальной деятельности на стадии фундаментальных исследований // Экономика науки. Т. 3. № 2. С. 116–125.

Л.А. ЦВЕТКОВА,

к.б.н., ведущий научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, tsvetkova-la@ranepa.ru

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КАК ФАКТОР ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ И МИРА

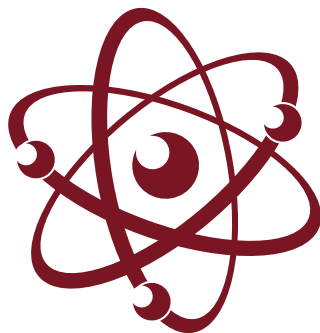
УДК 004.8

Цветкова Л. А. Технологии искусственного интеллекта как фактор цифровизации экономики России и мира (Центр научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия)

Аннотация. Оценены темпы роста объемов рынка высокотехнологичных товаров и услуг, основанных на технологиях глубокого обучения. Идентифицированы ключевые инвесторы и бенефициары в развитии технологий глубокого обучения. Проанализирована патентная активность в мире и определено место России на патентном ландшафте в области технологий глубокого обучения. Показано, что большая часть патентных документов сосредоточена в портфелях крупных корпораций США, рейтинг которых возглавляют Microsoft, IBM, Google, Yahoo. В число лидеров рейтинга патентообладателей входят также корпорации Японии и Республики Корея. Отмечены высокие темпы роста патентования в Китае. Оценены перспективы развития технологий искусственного интеллекта и глубокого обучения в России. Обращено особое внимание на тот факт, что большая часть исследований и разработок в данной сфере реализуется в государственных научно-исследовательских институтах и университетах, в то время как в странах – технологических лидерах драйвером развития направления является предпринимательский сектор.

Ключевые слова: искусственный интеллект, глубокое машинное обучение, нейронные сети, глобальный рынок, российский рынок, инвестиции, центры компетенций, перспективы цифровизации.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-2-126-144



В РФ идея цифровизации экономики стала чрезвычайно популярна в последние два года (2016–2017 гг.). На государственном уровне курс на развитие цифровой экономики в России закреплён в Программе «Цифровая экономика Российской Федерации», целью которой является создание экосистемы цифровой экономики страны, в которой данные в цифровом виде будут являться ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности. При этом речь идет не просто о возрождении производств на базе сокращения энергетических затрат, привлечения высококвалифицированной рабочей силы, дающей преимущество в создании более высокой добавленной стоимости и экономии на логистических издержках через приближение производств к потребителю, а о новой концепции индустриального развития с использованием цифровых технологий [1]. Согласно прогнозу аналитиков McKinsey, цифровизация экономики увеличит ВВП России к 2025 г. на 4,1–8,9 трлн. руб. [2].

Одним из ключевых факторов глобальной цифровизации экономики, по мнению экспертов, станет развитие искусственного интеллекта. Согласно оценкам, сделанным Минэкономразвития России совместно с компанией Яндекс, именно переход к дистанционной работе и использование технологий искусственного интеллекта должны стать причиной прорывных изменений и позволят полу-

чить максимальный положительный эффект от цифровизации в таких отраслях, как торговля, транспорт, ЖКХ, банковский сектор, а также образование и здравоохранение.

Искусственный интеллект (ИИ, англ. – artificial intelligence, AI) относят к разряду, так называемых, «подрывных» технологий, составляющих основу Четвертой промышленной революции, развитие которых может способствовать технологическому прорыву любой страны сразу в нескольких отраслях. К разработкам в области ИИ уже не первый год приковано внимание не только ученых, но и крупного бизнеса, однако промышленно применимые результаты в этой области появились только в последние несколько лет.

Наиболее существенный прорыв в развитии технологий, касающихся разработки ИИ, произошёл к середине 2010-х гг. и был обусловлен сразу несколькими факторами. Прежде всего, это – значительный прогресс в производительности алгоритмов обработки информации в следствие развития технологий глубокого обучения. Этот скачек сопровождался широким распространением быстрых компьютеров на основе графических процессоров, позволяющих ускорить и удешевить параллельные вычисления. Технологическому прорыву в этой области также способствовал лавинообразный рост данных самых разных типов (изображений, текста, картографических данных и др.) и появление технологий, обеспечивающих почти неограниченные возможности для хранения и доступа к таким данным [3].

Перспективы использования ИИ огромны: алгоритмы, позволяющие ежечасно обрабатывать колоссальные объемы информации, смогут выявить связи и построить решения, которые не под силу человеку, а значит, сделать прогнозы более точными. Не случайно ИИ стал одной из ключевых технологических тем на Всемирном экономическом форуме 2016 г. [4].

Прототипы искусственного интеллекта используются уже сейчас. В качестве примера можно привести электронный помощник Siri, который понимает голосовые команды. В тестовом режиме уже работают беспилотные автомобили. Еще один яркий пример практи-

ческого использования технологий ИИ – так называемый, «умный дом».

ИИ – это зонтичное понятие, которое включает в себя множество направлений, не имеет чёткого единого определения и может рассматриваться в различных контекстах. Одно из определений ИИ – это область компьютерной науки (раздел информатики), занимающаяся автоматизацией разумного поведения [5]. К ИИ относят ряд алгоритмов и программных систем, способных решать так называемые «интеллектуальные задачи» так, как это делал бы человек. Основные свойства ИИ – это понимание естественного языка, способность к обучению, а также способность мыслить и, что немаловажно, действовать [6].

Среди задач, которые ставятся при проектировании систем ИИ, наибольший интерес вызывают задачи классификации, распознавания образов, задачи логического вывода, обучение, целеполагание и принятие решений, распознавание естественных языков.

Набор технологий, которые обычно сопровождают понятие ИИ и классифицируются как ИИ, включает машинное обучение, глубокое обучение, нейроморфные вычисления (или нейронные сети), обработку естественного языка, алгоритм логического вывода, рекомендательные системы, когнитивные вычисления.

Развитие технологий глубокого обучения

Термин «глубокое обучение» (англ. – Deep Learning) описывает алгоритмический подход к построению и обучению многослойных искусственных нейронных сетей, основанный на принципе работы нейронных сетей человеческого мозга. Характерной чертой методов глубокого обучения является не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения множества сходных задач. С помощью технологий глубокого обучения компьютеры могут «понимать» и анализировать информацию из огромных наборов данных различных типов (в форме изображений, звуков, текста). С развитием технологий глубокого обучения сегодня связывают дальнейшие достижения в области ИИ и будущее технологической революции [7].

Искусственные нейронные сети стали одним из алгоритмических подходов еще на раннем этапе развития машинного обучения, однако до недавнего времени ученые не видели реальных подходов к их внедрению в технологии ИИ, поскольку низкая скорость обучения существенно ограничивала применение этого метода. Активно развиваться глубокое обучение начало только в начале 2000-х гг. Прорыв в направлении стал возможен в 2006 г., когда в опубликованной научной статье Джеффри Хинтона (Geoffrey E. Hinton) и Руслана Салахутдинова (Ruslan Salakhutdinov) «Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks» [8] был описан более эффективный способ предварительного обучения многослойной нейронной сети. Эта работа фактически положила начало направлению, названному «глубокое обучение». Разработанная ими на базе глубокого обучения система позволяла провести нужные расчеты и исследования на основании крайне малого набора исходных данных, тогда как ранее для обучения нейронных сетей требовалась загрузка в систему огромного массива информации.

Новые подходы глубокого обучения произвели настоящую революцию в сфере машинного обучения, значительно превзойдя другие модели в задачах распознавания различных типов информации, включая изображения, видео и аудиоданные. Используя многоуровневые нейронные сети, компьютеры способны учиться, видеть и реагировать на сложные ситуации так же хорошо, или даже лучше, чем человек. Это ведет к совершенно иному восприятию данных, технологий, продуктов и услуг, предоставляемых пользователям.

Сегодня большинство технологий, демонстрирующих прорыв в области ИИ, в той или иной мере опираются на методы глубокого обучения. Системы глубокого обучения лежат в основе разработок многих технологических гигантов. Технологии глубокого обучения активно применяют для решения задач компьютерного зрения. Например, разработчиками компании Prisma был создан сервис, позволяющий обрабатывать фотоизображения в стиле определенного художника. Разработка алгоритмов компьютерного зрения имеет огром-

ное значение для создания устройств, которые должны распознавать предметы вокруг, анализировать среду и принимать решения, например, беспилотных автомобилей, дронов, робототехнических устройств. Компьютерное зрение также используется для автоматизации анализа рентгеновских и МРТ снимков, подстановки лиц на Facebook, распознавании лиц камерами [9]. Еще одна сфера применения технологий глубокого обучения – интеллектуальные системы управления, разработанные с использованием алгоритмов глубокого обучения с подкреплением. Пример успешного применения этих технологий – эмуляция игр Atari компании Deepmind. Использование в этой разработке техники Deep Reinforcement Learning позволяет системе обучиться играть «с нуля», поняв правила игры. Робототехнические компании используют технологии deep learning для обучения мобильных роботов обходить препятствия, самостоятельно рассчитывать и строить маршрут при передвижении по сложному рельефу. Применение разработанных DeepMind технологий глубокого обучения позволили компании Google на 15% повысить энергоэффективность дата-центров.

Самые большие вызовы для использования deep learning лежат в области понимания языка и ведения диалогов – системы должны научиться оперировать абстрактными смыслами, описанными семантически. Уже разработан ряд продуктов распознавания естественного языка с применением технологий глубокого обучения. Компания IBM разработала одну из первых в мире систем, позволяющих анализировать сложные смысловые конструкции, с учетом эмоций и прочих факторов (IBM Watson). Эта система способна находить связи между определенными высказываниями на естественном языке и давать прямые корректные ответы на вопросы оператора. При этом, в большинстве случаев система справляется с задачей лучше человека [10].

Искусственные нейронные сети применяются для построения нейро-морфных, т.е. подобных мозгу систем. Один из наиболее крупных проектов SyNAPSE (Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics) выполняется фирмой IBM и рядом ведущих уни-

верситетов США по заказу DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency – Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США). Цель проекта – создание «когнитивного компьютера», способного обучаться в процессе познания окружающего мира, делать самостоятельные выводы и принимать на их основе самостоятельные решения [11].

Среди направлений, на которые прогресс в области ИИ и машинного обучения окажет наиболее значительное влияние, аналитики McKinsey Global Institute выделяют передовую робототехнику, автономные транспортные средства, а также автоматизацию умственного труда. Сильно зависит от улучшения вычислительной мощности и аналитики больших данных разработка новых технологий секвенирования генома следующего поколения, процессов изучения и освоения новых источников нефти и природного газа, 3D-печати, а также мобильный Интернет, Интернет вещей, и облачные технологии, которые сами по себе являются информационно-коммуникационными технологиями и развиваются очень быстро, часто показывая экспоненциальную траекторию в улучшении соотношения цена/производительность и характеризующиеся сильными сетевыми эффектами [12].

Технологии глубокого обучения все чаще используются в сфере здравоохранения, позволяя извлечь полезные закономерности из астрономического по объему и слабоструктурированного входного потока медицинских данных [13,14]. Наиболее известным случаем применения технологий ИИ, основанных на технологиях глубокого обучения, в медицине является начало использования системы IBM Watson для поддержки принятия решений при диагностике и назначении лечения онкологических больных в онкологическом центре Memorial Sloan Kettering Cancer Center (MSKCC) в Нью-Йорке в 2013 г. (проект IBM Watson Health). Предназначенный изначально для диагностики и лечения рака груди и рака легких, проект IBM Watson Health позднее был распространен на случаи рака прямой кишки, простаты, поджелудочной железы, печени, а также меланомы и лимфомы. Точность

работы системы Watson постоянно повышается, поскольку в результате непрерывного обучения с каждым новым пациентом ее когнитивные функции продолжают улучшаться. Система Watson позволяет анализировать 200 млн. цифровых документов всего за 3 секунды. В будущем разработчики планируют добавить функцию анализа генома каждого пациента, что позволит назначать основанное на ДНК-профиле лечение [15].

В результате проведенного в 2016 г. совместного исследования Harvard Medical School, Massachusetts Institute of Technology и Beth Israel Deaconess Medical Center, посвященного диагностике метастатического рака груди, было показано, что ошибка диагностики с помощью искусственных нейросетей составляет 7,5%, специалистом-онкологом – 3,5%, а при их взаимодействии ошибка снижается до 0,5%, т.е. количественное улучшение составляет 85%.

Рынок высокотехнологичных продуктов и услуг, основанных на технологиях глубокого обучения

Аналитики прогнозируют стремительный рост глобального рынка высокотехнологичных продуктов и услуг, основанных на технологиях глубокого обучения. Так, согласно прогнозам экспертов Gartner, к 2020 г. около 40% всех взаимодействий с виртуальными помощниками будет опираться на данные, обработанные нейронными сетями [16]. По данным аналитического отчета компании MarketsandMarkets [17], рынок высокотехнологичных продуктов и услуг, основанных на технологиях глубокого обучения, достигнет к 2020 г. 1722,9 млн. долл., при прогнозируемом среднегодовом темпе роста в период между 2016 и 2022 гг. на уровне 65,3%. Наиболее высокие скорости роста на глобальном рынке ожидаются у приложений для интеллектуального анализа данных, что обусловлено увеличением использования технологий глубокого обучения для анализа данных, кибер-безопасности, выявления случаев мошенничества, а также в системах управления базами данных. Огромное количество массивов данных генерируют медицинские отрасли.

По оценкам MarketsandMarkets [17], лидирующие позиции на рынке технологий глубокого обучения в ближайшие несколько лет будут принадлежать странам Северной Америки (США и Канаде). Рост рынка глубокого обучения в Северной Америке объясняется высоким уровнем государственного финансирования, присутствием ведущих игроков, а также сильной технической базой. Поскольку США вкладывает значительные средства в оборонный сектор, а технологии глубокого обучения занимают основную долю в аэрокосмической и оборонной промышленности, ожидается, что они будут существенно стимулировать рост рынка технологий глубокого обучения. Существенным движущим фактором развития рынка глубокого обучения в Северной Америке является восприимчивость организаций этого региона к внедрению технологий глубокого обучения для защиты контента от пиратства и нарушений при передаче данных, для предотвращения веб-угроз, кибер-атак и серьезных потерь данных, а также тот факт, что именно на территории США сосредоточены наиболее крупные поставщики этих технологий.

Однако, как показывают данные прогноза аналитической компании Tractica [18], темпы роста объемов рынка высокотехнологичных товаров и услуг, основанных на технологиях глубокого обучения, в странах азиатско-тихоокеанского региона достаточно велики, чтобы в ближайшие 7 лет именно они захватили лидирующие позиции на этом перспективном рынке.

Ключевые инвесторы развития технологий глубокого обучения

В качестве ключевых игроков на глобальном рынке технологий глубокого обучения аналитики MarketsandMarkets выделяют такие компании как Google Inc. (США) и её подразделение Google DeepMind, создавшее сеть AlphaGo, и Google Brain, IBM Corporation (США), Intel Corporation (США), Microsoft Corporation (США), NVIDIA Corporation (США), Hewlett Packard Enterprise (США), Baidu Inc. (Китай) (Baidu Institute of Deep Learning), компания Qualcomm Technologies Inc. (США), Sensory Inc. (США), General Vision Inc. (США),

SkyMind (США), Facebook Inc. (США) (подразделение Facebook AI Research). Множество разработок ведётся в технических университетах по всему миру [17].

Уверенность бизнеса в перспективности технологий глубокого обучения подтверждает и тот факт такие гиганты IT-индустрии, как Apple, Google, Facebook скупают специалистов (а иногда и целые коллективы), занимающихся глубокими нейросетями.

Например, компаниями Google и Facebook, были рекрутированы Джеффри Хинтон (Geoffrey E. Hinton) и его коллега Руслан Салахутдинов (Ruslan Salakhutdinov) практически сразу же после того, как в 2006 г. им удалось существенно продвинуться в развитии глубокого обучения. Уже в 2012 г. компания Google, вскоре после того, как Джеффри Хинтон стал ее сотрудником, провела эксперимент, доказывающий правильность подхода Хинтона к машинному обучению и высокий потенциал для коммерциализации технологии. В ходе испытаний нейросеть проанализировала 10 млн. скриншотов различных случайных видео из YouTube, среди которых с высокой степенью точности смогла определить изображения кошек. В настоящий момент Google реализует более 1000 проектов на основе технологий глубокого обучения во всех его основных продуктовых секторах включая поиск, Android, Gmail, в сентябре 2016 г. Google интерпретировал глубокое обучение в Google Translate, карты, YouTube. Технология глубокого обучения посредством анализа большого количества изображений положена в основу успешной реализации проекта самоуправляемого автомобиля Google [19].

Значительный прогресс в сфере глубокого обучения вызвал всплеск инвестиционной активности в мире. Уровень финансирования ИИ-ориентированных стартапов, по данным исследовательской компании CB Insights, в 2016 г. достиг рекордно высокого уровня – 1 млрд. долл. Во втором квартале 2016 г. было проведено 121 раундов финансирования для подобных стартапов (для сравнения во втором квартале в 2011 г. был проведен только 21 раунд). В конце сентября 2016 г. пять корпоративных лидеров ИИ – Amazon, Facebook, Google, IBM и Microsoft – создали

некоммерческое партнерство по ИИ чтобы адаптировать общество к пониманию этой проблемы и проводить исследования по вопросам этики и передовой практики [20].

Как отметил журнал Forbes, немалый интерес ко всему, что связано с технологиями deep learning проявляет известный американский венчурный капиталист и один из первых инвесторов Facebook Джим Брейер. В своей речи на Всемирном экономическом форуме в Давосе в январе 2016 г. Джим Брейер отметил, что ближайшие десять лет именно эти технологии перевернут привычные нам индустрии – от медицины до развлечений [9].

Google, IBM, Intel, Baidu, Samsung, Apple и другие технологические гиганты активно пополняют свои бизнес портфели, приобретая стартапы ИИ.

Одним из лидеров гонки за рынок товаров и услуг, основанных на технологиях глубокого обучения, стала Google. Чтобы расширить свое присутствие на рынке глубокого обучения, Google в качестве главной приняла стратегию разработки новых продуктов, со-

трудничества и поглощений. В 2014 г. компания Google приобрела 4 стартапа, ориентированных на технологии глубокого обучения: DeepMind, Vision Factory, Dark Blue Labs, и DNNresearch [21]. Сумма сделки только с DeepMind Technologies (Великобритания) составила за 600 млн. долл.

Подобной стратегии придерживается и корпорация Intel. С января 2015 г. корпорация приобрела около 5 стартапов, ведущих разработки в области ИИ, в том числе связанных с технологиями глубокого обучения. Так в 2016 г. Intel подписала соглашение о покупке стартапов Nervana System (на сумму более 400 млн. долл.) и Movidius (сумма сделки не разглашаются), которые разрабатывают технологию специально для различных этапов вычислений глубокого обучения [20].

Apple, которая присоединилась к гонке в 2015 г., инвестировала в последние годы в технологии ИИ, особенно в покупку ИИ – ориентированных компаний, значительные средства. Осенью 2015 г. эта компания приобрела Perceptio и VocalIQ, а также Faceshift

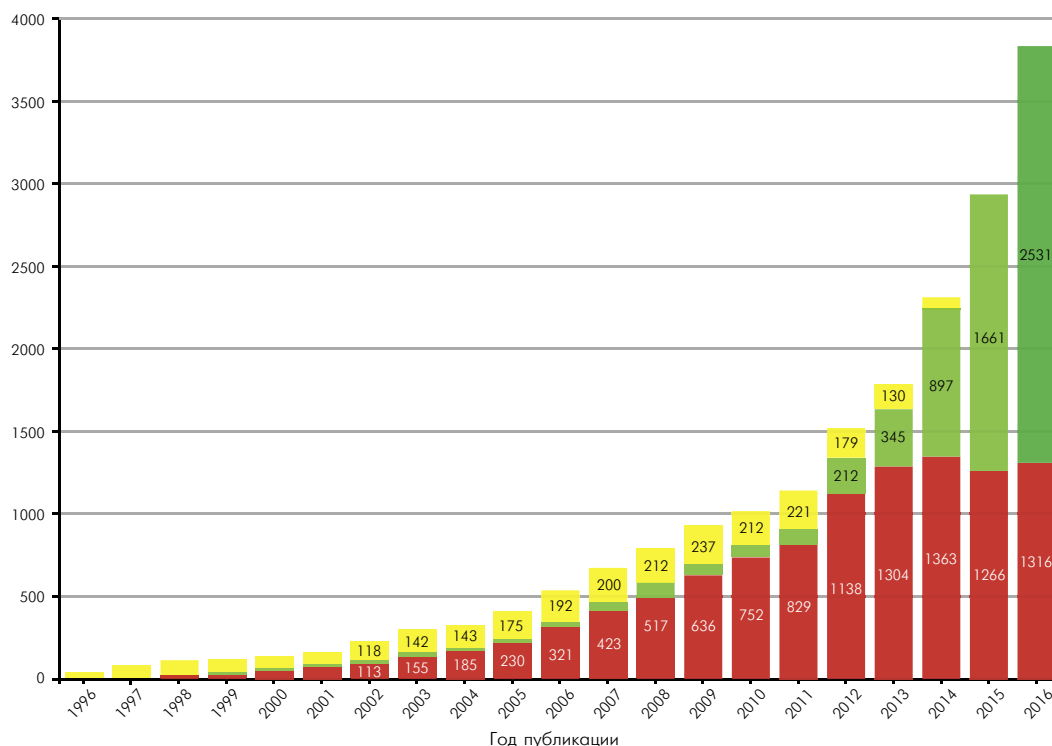


Рис. 1. Динамика патентной активности по направлению «глубокое обучение»

Источник: БД Орбит, данные на 02.12.2016 г.

(швейцарскую компанию – разработчика технологии захвата мимики лица и Emollient). Совсем недавно (в конце 2016 г.) приобрела компанию Turi, которая среди других решений, основанных на ИИ, разработала инструментарий, позволяющий использовать в программах технологии глубокого обучения. Сумма этой сделки близка к 200 млн. долл. [22].

Эти инвестиции показывают, что, несмотря на разницу между ожидаемыми будущими перспективами ИИ и его текущим потенциалом, компании готовы платить огромные суммы за приобретение этих технологий и пополнение своего банка интеллектуальных идей путем привлечения относительно редких талантов в этой сфере, чтобы получить долю на рынке.

Патентная активность в области технологий глубокого обучения

Технологический прорыв в области глубокого обучения отразился в экспоненциальном росте патентной активности по направлению во всем мире (рис. 1). По данным БД

Орбит, только за последние 5 лет (с 2012 г. по 2016 г.) количество подаваемых заявок на патенты, связанных с этими технологиями, выросло на порядок (в 11,9 раз). Столь высокая динамика роста числа предлагаемых технологических решений свидетельствует о высоком потенциале коммерческой реализации продуктов и услуг, основанных на методах глубокого обучения.

Данные патентного анализа подтверждают лидирующие позиции США в данном сегменте технологического рынка, на втором месте по объемам патентования находится Китай.

Анализ динамики патентования в странах, занимающих первые 30 позиций в мире по патентной активности, ярко демонстрирует, что темпы патентования в области глубокого обучения наиболее активно наращивают резиденты США и Китая, что, несомненно, позволит этим странам удерживать лидерство в данном сегменте формирующегося рынка (рис. 2).

Наибольшая часть патентных документов сосредоточена в портфелях транснациональных корпораций. Рейтинг правообладателей

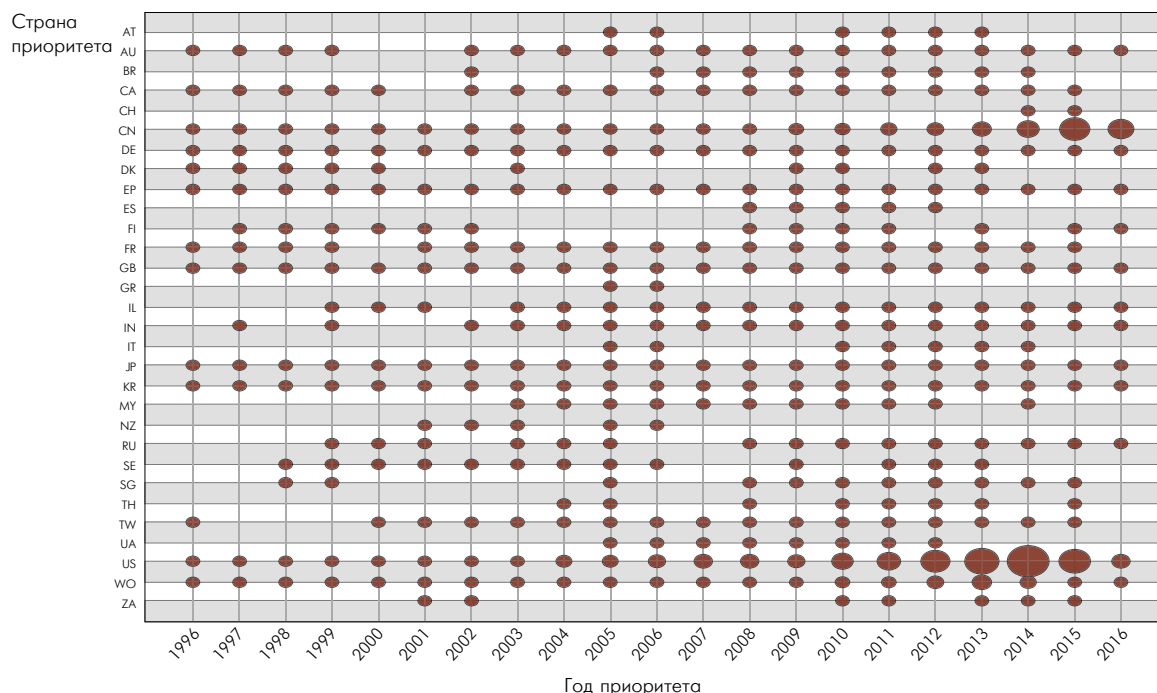


Рис. 2. Динамика патентования по странам приоритета по направлению «глубокое обучение»

Источник: БД Орбит, данные на 02.12.2016 г.

патентов возглавляют крупнейшие корпорации США – Microsoft, IBM, Google, Yahoo (всего 11 компаний США). Среди лидеров-патентообладателей 5 корпораций Японии, 4 корпорации Республики Корея. В топ-30 правообладателей патентов по направлению «глубокое машинное обучение» вошли 7 университетов и 2 компании Китая, что свидетельствует об интенсивной исследовательской

деятельности в области глубокого обучения в стране, стремящейся к лидерству в данном сегменте технологического рынка (табл. 1).

Проведенный анализ активности основных игроков на глобальном рынке интеллектуальной собственности технологий, связанных с методами глубокого обучения, позволяет сделать заключение, что в мире развернулась жесткая конкуренция место в данном сегменте

Таблица 1

Топ-30 патентообладателей мира по направлению «глубокое обучение»

Компания	Страна	Количество патентов
1. MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING	США	526
2. IBM	США	273
3. GOOGLE	США	175
4. YAHOO	США	154
5. SIEMENS	Южная Корея	99
6. MICROSOFT	США	95
7. ZHEJIANG UNIVERSITY	Китай	90
8. FACEBOOK	США	82
9. SAMSUNG ELECTRONICS	Южная Корея	80
10. STATE GRID CORPORATION OF CHINA (SGCC)	Китай	79
11. HEWLETT PACKARD	США	79
12. SIEMENS HEALTHCARE	Южная Корея	74
13. AMAZON TECHNOLOGIES	США	65
14. TSINGHUA UNIVERSITY	Китай	63
15. NEC	Япония	63
16. KOREA ELECTRONICS TELECOMM	Южная Корея	62
17. SONY	Япония	61
18. NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE	Япония	59
19. PHILIPS	Нидерланды	57
20. SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	Китай	55
21. INSTITUTE OF AUTOMATION OF THE CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	Китай	54
22. INTEL	США	54
23. QUALCOMM	США	52
24. GENERAL ELECTRIC	США	51
25. BAIDU ONLINE NETWORK TECHNOLOGY	Китай	49
26. FUJIFILM	Япония	47
27. BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	Китай	47
28. TOKYO ELECTRON	Япония	44
29. CHONGQING UNIVERSITY	Китай	43
30. UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE & TECHNOLOGY OF CHINA	Китай	42

Источник: БД Орбит, данные на 02.12.2016 г.

рынка интеллектуальной собственности среди крупнейших корпораций мира.

Перспективы развития технологий ИИ и глубокого обучения в России

Оценка перспектив развития технологий глубокого машинного обучения на внутреннем рынке России дана в Дорожной карте «Нейронет» Национальной технологической инициативы (ДК НТИ «Нейронет») [23], разработанной Рабочей группой по реализации ДК НТИ «Нейронет» и Отраслевым союзом Нейронет при участии АО «РВК» и Агентства стратегических инициатив по продвижению новых проектов Министерства образования и науки Российской Федерации. Этот документ был одобрен 24 ноября 2016 г. Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России и получил статус документа целеполагания, выступающего основой для разработки проектов Национальной технологической инициативы. По оценкам разработчиков ДК НТИ «Нейронет», объем глобального рынка технологий, связанных с ИИ и, в частности, с глубоким машинным обучением к 2035 г. достигнет 360 млрд. долл. Прогнозируемая в дорожной карте доля России в сегменте НейроАссистенты к этому периоду должна составить 2% (т.е. 7.2 млрд. долл.).

Объем российского внутреннего рынка в ДК НТИ «Нейронет» на 2016 г. оценивался в 4 млрд. руб. и, по прогнозам разработчиков дорожной карты, к 2020 г. увеличится на порядок достигнув 44 млрд. руб.

По мнению экспертов, Россия обладает немалым потенциалом в сфере развития технологий ИИ [9, 24]. Конкурентным преимуществом для России, прежде всего, должно стать наличие большого количества сильных специалистов в machine learning в целом и в области глубокого обучения в частности.

На то, что особенно перспективной среди европейских стран является РФ, указывает рейтинг пользователей Kaggle. Kaggle.com – интернет-платформа для специалистов в области больших данных и машинного обучения

разных уровней, где они могут опробовать свои модели анализа данных на серьезных и актуальных задачах. По состоянию на май 2016 г., в Kaggle насчитывалось более 536000 зарегистрированных пользователей из 194 стран [25]. Цель проекта – свести вместе исследователей и компании, заинтересованные в решении задач, связанных с анализом и обработкой больших массивов данных. Компания формулирует задачу, где решение или оптимизация подразумевает анализ данных, определяет приз для победителя и сроки. Победители отбираются на конкурсной основе среди отдельных аналитиков или команд, предлагающих свои идеи и разработки. Стоимость проектов составляет от нескольких долларов до нескольких миллионов долларов. По данным Kaggle, Россия входит в топ-5 стран, наиболее активно участвующих в ИИ проектах. Среди 75 тыс. участников Kaggle специалисты из России занимают по своей доле 4-е место.

Kaggle регулярно проводит соревнования по анализу данных, и именно выходцы из России и СНГ постоянно берут призовые места. Илья Суцкевер, выходец из России и выпускник университета Торонто, сегодня является руководителем исследовательских программ в широко известном некоммерческом проекте по искусственному интеллекту Open.AI Илона Маска и прочих титанов Кремниевой долины. Руслан Салахутдинов перешел в один из лучших в мире вузов для ИТ-специалистов – Карнеги-Меллон, стал профессором в департаменте machine learning. Андрей Карпаты работает в Стэнфорде и тоже присоединился к исследовательской группе Open.AI. Все это легенды среди исследователей в области технологий глубокого обучения.

В России создана лаборатория DeepHackLab в МФТИ, которая проводит международные научные хакатоны с участием специалистов из Deepmind и других компаний. DeepHackLab единственная в СНГ и Восточной Европе получила серверный грант от Facebook за исследования в области ИИ. И в СНГ, и за рубежом появляются компании в области технологий глубокого обучения, опирающиеся на российские корни [9].

Разработками в области нейронных сетей в России занимаются не только стартапы, но и крупные технологические компании. Например, холдинг Mail.Ru Group применяет нейросети для обработки и классификации текстов в «Поиске», анализа изображений. Компания также ведёт экспериментальные разработки, связанные с ботами и диалоговыми системами [27].

Созданием собственных нейросетей занимается и компания Яндекс. Например, Яндекс разработал новый алгоритм «Палех», который использует нейронные сети для формирования поисковой выдачи. Методы позволяют лучше воспринимать запросы пользователей, основываясь не только на использовании ключевых слов, но и их смысловых аналогов. Среди наиболее известных разработок компании сервис онлайн-заказа такси «Яндекс.Такси» с технологией интеллектуального распределения заказов, учетом дорожной ситуации и специальных пожеланий пользователей [27].

ПАО «КамАЗ» разрабатывает систему полуавтономного управления автомобилем, которая будет строиться на комплексе технологий ИИ – компьютерного зрения, машинного обучения, речевых технологий. В сотрудничестве с российской компании Cognitive Technologies автопроизводитель готовится к выпуску предпромышленной версии системы помощи водителю ADAS (Advanced Driver Assistance System) первого уровня [6].

Пионер в сфере использования чат-ботов мессенджер Telegram стал локомотивом развития индустрии в России с таким ярким российским стартапом, как Chatfuel, в который

вложились крупнейшие зарубежные венчурные компании [6].

Робот «Вера», созданный петербургской компанией Stafory, проводит собеседование с потенциальными кандидатами на открытые вакансии, делая за полчаса ту работу, которую три-четыре человека делают неделю [6].

Примеры внедрения сервисов машинного обучения отмечены и в финансовой сфере. Так, в конце 2016 г. Сбербанк анонсировал запуск робота-юриста, а годом ранее банк запустил систему искусственного интеллекта Iron Lady, которая обзванивает должников [6].

К тому же, российские технологические гиганты, активно использующие ИИ технологии, остро нуждаются в профильных специалистах. Например, в конце июня 2016 г. на сайте одного из крупнейших рекрутиновых агентств HH.ru 26% от 120 вакансий по машинному обучению, были размещены компаниями Яндекс, Mail.ru и Лаборатория Касперского (табл. 2).

Однако, как отмечено экспертами, участвующими в разработке ДК НТИ «Нейронет», только 20% объема выполняемых в России исследований и разработок в области нейротехнологий осуществляется коммерческими компаниями. Основная часть исследований в данной сфере реализуется в государственных научно-исследовательских институтах и университетах. В ДК НТИ «Нейронет» представлен обширный перечень университетов, научных центров и институтов РАН, проводящих исследования по направлению базовых биоморфных нейросетевых архитектур искусственных когнитивных систем, и которые, по мнению экспертов, «представляют собой ре-

Таблица 2

Вакансии для специалистов в области машинного обучения

Компания	Количество вакансий	Доля от общего количества вакансий, %
Неизвестный работодатель	15	13
Яндекс	14	12
Mail.ru	9	8
Лаборатория Касперского	8	7
Другие 51 компании	74	62

Источник: [24], данные на июнь 2016 г.

зерв, на который можно опереться при участии России в развертывании сети центров по технологиям Нейронета мирового уровня» [23]. Среди них Научный Центр Неврологии РАН, Отдел нейронаук Научно-исследовательского центра «Курчатовский институт», биологические факультеты Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова и Нижегородского государственного университета имени Н.И. Лобачевского, биолого-почвенный факультет Санкт-Петербургского государственного университета, Научно-исследовательский институт нейрокибернетики им. А.Б. Когана Южного федерального университета, Центр нейрокогнитивных исследований Московского городского психолого-педагогического университета, НИИ нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина, Институт цитологии РАН, Институт биофизики клетки РАН, Институт мозга человека РАН, Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН. Нейросетевые модели обработки информации в структурах мозга создаются в Институте математических проблем биологии РАН, Институте прикладной математики имени М.В. Келдыша РАН, Институте проблем передачи информации имени А.А. Харкевича РАН, НИИ нейрокибернетики имени А.Б. Когана Южного федерального университета.

Инвестиции в разработки в области ИИ и глубокого машинного обучения в России

В ДК НТИ «Нейронет» нет сведений об объемах финансирования в России направления ИИ и глубокого машинного обучения, однако приводятся данные о том, что общее бюджетное финансирование проектов в области нейронаук и нейротехнологий, которое обеспечили органы исполнительной власти и институты развития в 2013–2015 гг., составило порядка 3,6 млрд. руб. Наибольший объем поддержки предоставлен в рамках ФЦП «Развитие фармацевтической и меди-

цинской промышленности Российской Федерации на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» (1,2 млрд. руб.), Российским научным фондом (1 млрд. руб.) и ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» (0,9 млрд. руб. в рамках текущей и предшествующей программ).

Анализ бюджетного финансирования исследований различных стадий показывает, что на прикладные исследования приходится существенно меньшее финансирование (0,6 млрд. руб.), чем на фундаментальные и поисковые исследования (1,35 млрд. руб.) и НИОКР (1,5 млрд. руб.).

К проектам, касающимся технологий ИИ, проявляют интерес и российские венчурные инвесторы [23]. Так, в 2016 г. Russian Technology Partners инвестировали в американско-белорусский стартап WorkFusion, специализирующийся на разработке смарт-платформ автоматизации технологических процессов.

Российский венчурный фонд Flint Capital поддержал стартап по машинному обучению YouAppi (Израиль) и интеллектуальную систему поиска Findo российской компании Abbyy. В конце 2016 г. Flint Capital стал ведущим инвестором раунда финансирования на 13 млн. долл. американского стартапа Socure, который занимается разработкой технологии идентификации личности для финансовых организаций, инвестировав в этот стартап 2,5 млн. долл. Также Flint Capital и фонд Юрия Гурского Haxus Venture инвестировали 1 млн. долл. в сервис Flo, который использует нейронные сети для прогнозов менструального цикла у женщин. Проект разработан американским стартапом OWHealth, основанным предпринимателями из Белоруссии – Дмитрием Гурским (брат Юрия Гурского), Максимом Скробовым и Андреем Ковзелем. Компания намерена потратить средства на развитие технологии машинного обучения, чтобы создать персонального ассистента по вопросам здоровья, который будет помогать женщинам вести здоровый образ жизни, а также готовиться к беременности и родам [28].

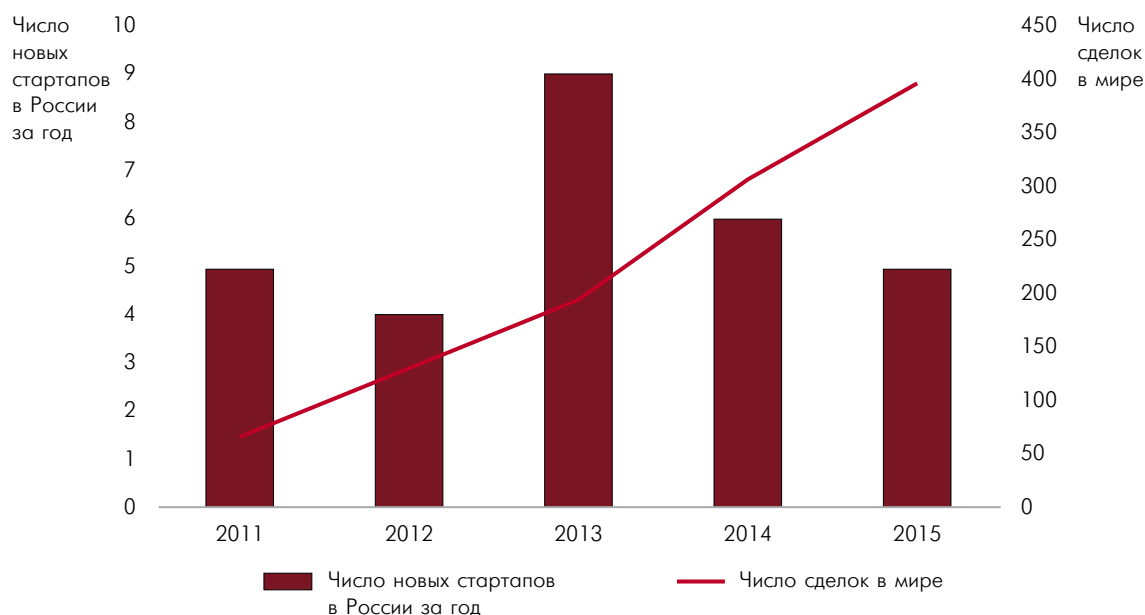


Рис. 3. Динамика количества профинансированных ИИ-стартапов в России (только внешнее финансирование) и в мире за период с 2011 по 2015 гг.

Источник: Data-Flint Capital [24]

Следует отметить, что российские венчурные фонды в основном сосредоточили свое внимание на иностранных компаниях. Эту закономерность отмечают и аналитики Wall Street Journal. По мнению экспертов, несмотря на некоторую инвестиционную активность, рынок когнитивных технологий в России находится еще в зачаточном состоянии [24].

Представленные на рис. 3 данные показывают, что количество российских стартапов, занимающихся разработкой технологий ИИ

и получивших внешнее финансирование за период с 2011 по 2015 гг. остается на прежнем уровне, в то время как количество сделок по ИИ во всем мире за тот же период выросло почти на 500%.

Наиболее активными инвесторами в ИИ-стартапы на ранних этапах развития являются Фонд Сколково (Skolkovo Foundation) и Фонд развития интернет-инициатив в России (IIDF) на долю которых приходится более 60% сделок (табл. 3).

Таблица 3

Инвесторы по крайней мере 2-х сделок в сегменте когнитивных технологий на российском рынке

Компания	Количество сделок
Skolkovo Foundation	18
IIDF	5
Plug and Play	2
iDealMachine	2
GenerationS Accelerator	2
12BF	2
Moscow Seed Found	2
Ashmanov & Partners	2

Источник: Data-Flint Capital [24]

Негативное влияние на потенциальные перспективы технологий ИИ в России оказывает низкий уровень интернационализации. По данным аналитической компании CBInsights из 38 проанализированных отечественных компаний, только 8 привлекли иностранные инвестиции. В то же время, в 2010–2014 гг. в сфере российской интернет-торговли, одной из самых инвестиционно привлекательных областей, более половины сделок было проведено с участием иностранных инвесторов. По мнению экспертов, российские компании упускают возможности, связанные с разработкой технологий ИИ, сосредоточив свои усилия на ограниченном числе приложений, в частности, на производстве потребительских товаров и робототехники, уделяя меньше внимания одним из самых горячих тем данного технологического направления, таким как кибербезопасность, финансы и здравоохранение. Наиболее популярными технологическими сегментами ИИ технологий в России на сегодняшний день являются компьютерное зрение и робототехника [24].

Место России на патентном ландшафте в области технологий глубокого обучения

В табл. 4 представлен перечень правообладателей патентов РФ, защищающих решения резидентов страны в области технологий ИИ. Этот перечень не велик и количество патентов, принадлежащих этим правообладателям, исчисляется единицами. Самая большая коллекция патентов РФ у компании Яндекс, которая уже на протяжении нескольких лет применяет технологии ИИ в своих поисковых механизмах. Однако объем ее патентного портфеля значительно уступает компаниям, вошедшим в рейтинг топ-30-и крупнейших патентообладателей мира. Напомним, что в рейтинг топ-30 вошли 7 университетов и 2 компании Китая, минимальный портфель патентов которых составил, по нашим данным, 42 патента, а максимальный – 90. Возможно нам не удалось идентифицировать все российские компании, имеющие патентные документы, охраняющие решения в области глу-

Таблица 4

Правообладатели патентов с российским приоритетом по направлению «Глубокое обучение»

Правообладатель	Количество патентов
YANDEX EUROPE	8
YANDEX	3
SAMSUNG ELECTRONICS	2
ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ИМПУЛЬС»	2
ФГУП ПЕНЗЕНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ НИИ	1
ИНСТИТУТ СИСТЕМНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК	1
ЗАО «КОМПАНИЯ «РУССКИЙ СТАНДАРТ».	1
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИКО-СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МГМСУ)	1
S1 Corporation (KR)	1
SIEMENS	1
ЦЕНТРАЛЬНОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ (ЦНПО) «ЛЕНИНЕЦ»	1
РЯЗАНСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. АКАД. И.П. ПАВЛОВА	1
ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ТОКССОФТ	1

Источник: БД Орбит, данные на 01.12.2016 г.

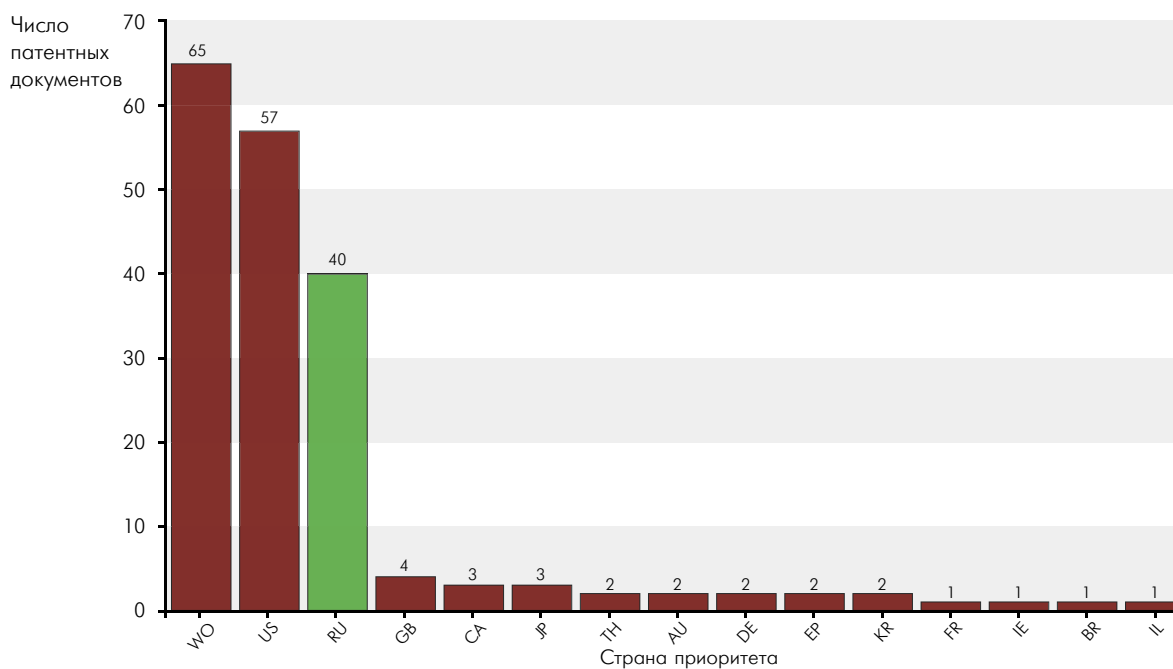


Рис. 4. Распределение патентов РФ по странам приоритета по направлению «глубокое обучение»

Источник: БД Орбит, данные на 02.12.2016 г.

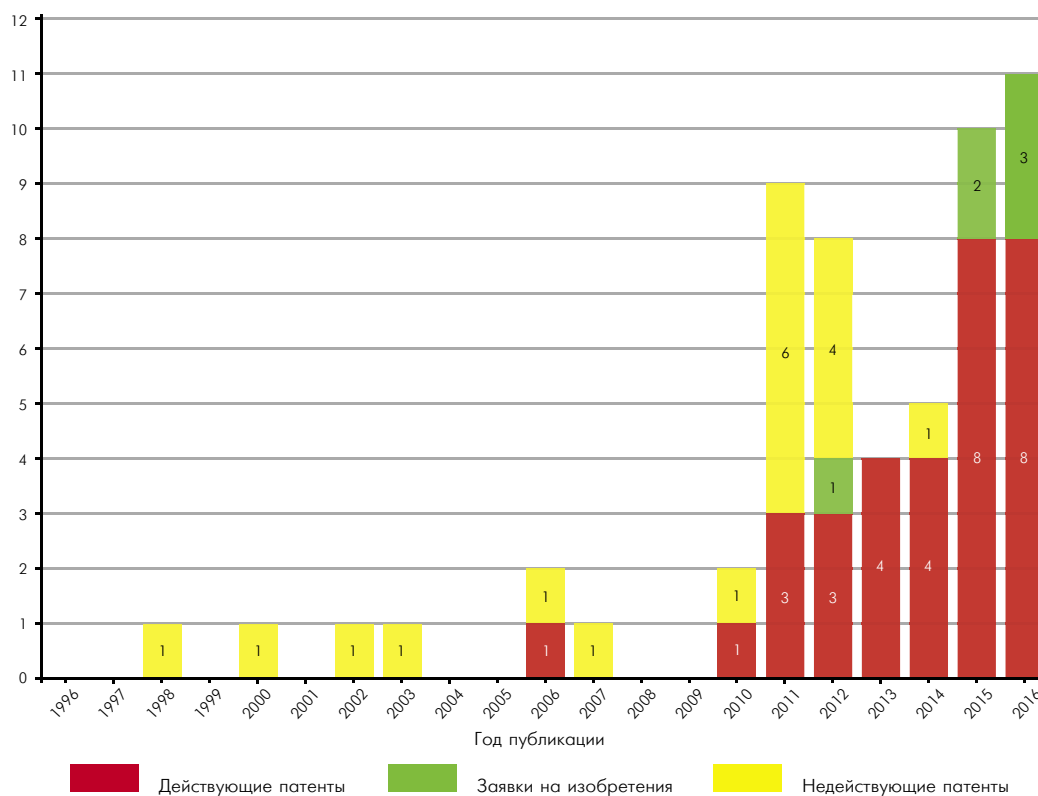


Рис. 5. Динамика патентования российских изобретателей по направлению «глубокое обучение»

Источник: БД Орбит, данные на 02.12.2016 г.

бокого машинного обучения и отраженные в БД Орбит, однако полученные результаты достаточно красноречиво демонстрируют критическое отставание России от компаний и университетов – лидеров патентования.

В целом, по уровню патентования технических решений в области глубокого обучения, РФ занимает очень слабые позиции и не относится к странам, которые вступили в борьбу за перспективные рынки товаров и услуг, созданных на базе этих технологий. Из 104-х патентов РФ по этой теме только 40 имеют российский приоритет (рис. 4) и только 7 патентов получены российскими разработчиками в зарубежных патентных ведомствах. Такие показатели совершенно не соотносятся с амбициозными планами «сформировать глобально конкурентоспособный российский сегмент рынка Нейронет», обозначенными в ДК НТИ «Нейронет».

Следует отметить, что 57 патентов из 140 выданных Роспатентом имеют приоритет США, что свидетельствует об активном стремлении США к лидерству и на внутреннем рынке РФ.

О низкой патентной активности российских изобретателей свидетельствует и динамика патентной активности (рис. 5). Нам удалось идентифицировать всего 5 заявок, поданных резидентами России за последние 2 года (2015–2016 гг.).

Полученные данные иллюстрируют недостаточную готовность российских патентообладателей конкурировать в отдельных нишах глобального рынка технологий глубокого обучения.

Проведенный анализ российских участников рынка технологий ИИ и технологий глубокого обучения выявил наличие достаточно развитой технологической экосистемы в России, которая способна обеспечить эту отрасль высококвалифицированными специалистами и разработками ранних стадий. Однако, несмотря на проявление некоторой инвестиционной активности, рынок технологий ИИ в России только начинает формироваться.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненного обзора и патентного анализа позволяют отнести технологии ИИ и глубокого машинного обучения к числу

четко оформленных и восходящих трендов глобальной научно-технологической сферы. Аналитики прогнозируют стремительный рост рынка применения таких технологий уже в ближайшие годы. Активность основных игроков на глобальном рынке технологий глубокого машинного обучения позволяет сделать заключение, что на сегодняшний день основной очаг формирующейся отрасли – это США, которые являются правообладателями крупнейшего портфеля патентов, касающихся технологий глубокого машинного обучения. В этой же стране отмечена и самая высокая концентрация финансируемых стартапов в области развития технологий ИИ. Высокие темпы роста объемов финансирования разработок и инвестиций в стартапы в области технологий ИИ и технологий глубокого машинного обучения в странах азиатско-тихоокеанского региона и, в частности, в Китае, также, по мнению экспертов, приведут к захвату лидирующих позиций на формирующемся рынке.

Анализ потенциала российских участников перспективного рынка товаров и услуг, связанных с технологиями ИИ, достаточно высок. Конкурентным преимуществом России, является наличие большого количества высококвалифицированных специалистов в сфере машинного обучения в целом и в области технологий глубокого машинного обучения, в частности, которые, по мнению экспертов, способны внести значительный вклад в развитие не только российской, но и мировой цифровой экономики [29].

Среди факторов, негативно влияющих на развитие направления в России, аналитики отмечают низкий уровень интернационализации и диверсификации данного технологического сектора. Сдерживающим фактором развития направления может служить и крайне низкий уровень активности патентования российскими организациями, ведущими исследования и разработки в этой области.

Тем не менее, стабильно возрастающий спрос на услуги и приложения с использованием технологий ИИ и, в частности, технологий глубокого машинного обучения оправдывает риск инвестиций в данное направление.

На фоне жесткой конкуренции за зарождающийся рынок технологий ИИ планы России

по завоеванию даже отдельных сегментов этого рынка, отраженные в ДК НТИ «Нейронет», выглядят мало достижимыми, при сохранении определенных документом темпов развития этого технологического направления:

- 2016–2018 гг. – развитие Нейронет в сегментах-предшественниках рынка Нейронет и создание инновационной информационно-аналитической инфраструктуры для обеспечения потока патентоспособных разработок и технологий;

- 2019–2025 гг. – формирование рынка предшественника для рынка Нейронет (прото-Нейронет) и возникновение сотен стартапов;

- 2025–2035 гг. – формирование полноценного рынка Нейронет и появление национальных компаний-чемпионов.

В ДК НТИ «Нейронет» одним из целевых показателей, который позволит достигнуть к 2020 г. увеличения объемов внутреннего рынка в данном направлении в 11 раз, а доли России на мировом рынке до 0,25%, является «количество малых предприятий на рынке Нейронет», которое, по прогнозам разработчиков дорожной карты, вырастет с 30-и в 2016 г. до 120 к 2020 г. Однако, по мнению экспертов, применение искусственных

нейросетей пока могут позволить себе, главным образом, крупные компании, ввиду наличия существенных ограничений для предприятий малого бизнеса, среди которых сложность и дороговизна аппаратного обеспечения, необходимого для самостоятельного обучения нейронной сети [27, 30, 31].

Представляется, что заявленные индикаторы и сроки их достижения обрекают РФ на роль технологического аутсайдера в области ИИ. Кроме того, обращает на себя внимание тот факт, что до сих пор в РФ нет ни одной крупной компании, способной выступить в качестве драйвера развития новой индустрии.

Эксперты также отмечают, что построение цифровой экономики – это не только развитие национального ИТ-сектора, но и интеграция новейших технологий в реальный сектор экономики, а принятая в июне 2017 г. программа «Цифровая экономика РФ», согласно которой страна к 2025 г. должна будет достичь целевых показателей, существенно улучшающих качество жизни населения, не должна сводиться к строительству центров обработки данных. Цифровая экономика не может существовать сама по себе, без реального и сырьевого секторов [29].

ЛИТЕРАТУРА

1. Протокол заседания Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам «О программе «Цифровая экономика» от 5 июля 2017 г. (2017) / Официальный сайт Президента России. <http://kremlin.ru/events/councils/by-council/1029/55100>.
2. Цифровая Россия: новая реальность (2017) / McKinsey. <http://www.tadviser.ru/images/c/c2/Digital-Russia-report.pdf>.
3. В чем разница между искусственным интеллектом, машинным обучением и глубоким обучением? (2016) / Nvidia. <http://www.nvidia.ru/object/whats-difference-ai-machine-learning-deep-learning-blog-ru.html>.
4. World Economic Forum Annual Meeting 2016: Mastering the Fourth Industrial Revolution (2016) / World Economic Forum. 02.02.2016. <https://www.weforum.org/reports/world-economic-forum-annual-meeting-2016-mastering-the-fourth-industrial-revolution>.
5. Люггер Дж.Ф. (2004) Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. М.: Издательский дом «Вильямс». 864 с.
6. Искусственный интеллект (ИИ) / Artificial Intelligence (AI) как ключевой фактор цифровизации глобальной экономики (2017) / CRN/RE. 24.02.2017. <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=117544>.
7. Глубинное обучение: возможности, перспективы и немного истории (2016) / Хабрахабр. 06.09.2016. <https://habrahabr.ru/company/it-grad/blog/309024>.
8. Hinton G.E., Salakhutdinov R.R. (2006) Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks // Science. 28.07.2006. V. 313. <http://www.cs.toronto.edu/~hinton/science.pdf>.
9. Осыка В. (2016) Сверхразум как бизнес-идея: российские стартапы могут сделать прорыв в машинном обучении / Forbes. 07.10.2016. <http://www.forbes.ru/mneniya/idei/329605->

- sverkhrazum-kak-biznes-ideya-rossiiskie-startapy-mogut-sdelat-proryv-v-mashinnom.
10. Когнитивная система IBM Watson: принципы работы с естественным языком (2015) / Хабрахабр. 03.09.2015. <https://habrahabr.ru/company/ibm/blog/266015>.
 11. DARPA SyNAPSE Program (2013) / Artificial Brains. 11.01.2013. www.artificialbrains.com/darpa-synapse-program.
 12. Manyika J., Chui M., Bughin J., Dobbs R., Bisson P., Marrs A. (2013) Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy / McKinsey Global Institute. <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>.
 13. Bass D. (2016) Microsoft Develops AI to Help Cancer Doctors Find the Right Treatments / Bloomberg. 20.09.2016. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-09-20/microsoft-develops-ai-to-help-cancer-doctors-find-the-right-treatments>.
 14. Roberts J. (2016) Thinking Machines: The Search for Artificial Intelligence Distillations / Chemical Heritage Foundation. 17.02.2017. <https://www.chemheritage.org/distillations/magazine/thinking-machines-the-search-for-artificial-intelligence>.
 15. Устинов П. (2017) А вы за нас еще и лечить будете? Роботы в белых халатах / Forbes. 08.02.2017. <http://www.forbes.ru/tehnologii/338785-vy-za-nas-eshe-i-lechit-budete-roboty-v-belyh-halatah>.
 16. К 2075 году мыслительные процессы робота будут неотличимы от человеческих (2017) / Astera. 27.02.2017. <http://www.astera.ru/news/?id=118667>.
 17. Deep Learning Market by Application (Image Recognition, Signal Recognition, Data Mining), Offering (Hardware (Von Neumann and Neuromorphic Chip), and Software), End-User Industry, and Geography – Global Forecasts to 2022 (2016) / Markets and Markets. <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/deep-learning-market-107369271.html>.
 18. Deep Learning for Enterprise Applications (2016) Tractica. <https://www.tractica.com/research/deep-learning-for-enterprise-applications>.
 19. Мосунов Е. (2017) Машинное обучение / Hi-News.ru. 14.02.2017. <https://hi-news.ru/technology/trendy-mashinnoe-obuchenie.html>.
 20. Parloff R. (2016) Why Deep Learning Is Suddenly Changing Your Life / Fortune. 28.09.2016. <http://fortune.com/ai-artificial-intelligence-deep-machine-learning>.
 21. The Deep Learning Market Map: 60+ Startups Working Across E-Commerce, Cybersecurity, Sales, And More (2016) / CB Insights. 30.09.2016. <https://www.cbinsights.com/blog/deep-learning-ai-startups-market-map-company-list>.
 22. Leswing K. (2016) Apple just spent \$200 million for more artificial intelligence / Business Insider. 05.08.2016. <http://www.businessinsider.com/apple-buys-turi-artificial-intelligence-startup-for-200-million-2016-8>.
 23. План мероприятий «Дорожная карта» «Нейронет» Национальной технологической инициативы (2017) / Фонд содействия инновациям. http://www.fasie.ru/upload/docs/dk_neyronet.pdf.
 24. Zhegin P. (2016) Russia or RussAI? An overview of Russian artificial intelligence and cognitive technologies scene / RUSSIA.AI. 10.08.2016. <http://www.russia.ai/single-post/2016/08/09/Russia-or-RussAI-An-overview-of-Russian-artificial-intelligence-and-cognitive-technologies-scene>.
 25. Kaggle (2017) / Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Kaggle>.
 26. Kaggle Users by Location (data only) (2017) / Kaggle. <https://www.kaggle.com/carlosluertas/introducing-kaggle-scripts/kaggle-users-by-location-data-only/code>.
 27. Хохлова Д. (2016) Бум нейросетей: Кто делает нейронные сети, зачем они нужны и сколько денег могут приносить / Vc.ru. 12.07.2016. <https://vc.ru/p/neural-networks>.
 28. Фролов А. (2016) Сделки за неделю: Новости российского венчурного рынка с 12 по 18 декабря / Vc.ru. 19.12.2016. <https://vc.ru/n/week-deals-75>.
 29. Эксперты: программа цифровой экономики поможет формированию новой России (2017) / ТАСС. 04.07.2017. <http://tass.ru/ekonomika/4387665>.
 30. Krishna D.R., O'Donnell M. (2017) Artificial Intelligence Innovation: A Case Study / MaxVal. 10.05.2017. <http://blog.maxval.com/2017/05/artificial-intelligence-innovation-case-study>.
 31. McCabe L., Aggarwal S. (2017) How Artificial Intelligence and Machine Learning Will Reshape Small Businesses. Perspectives Report / SMB Group. <https://www.smb-gr.com/wp-content/uploads/2017/06/Intuit-persp.pdf>.

REFERENCES

1. The protocol of the meeting of the Council for strategic development and priority projects «On program «Digital economy» dated 5 July 2017 (2017) / Official website of Russian President. <http://kremlin.ru/events/councils/by-council/1029/55100>.

2. Digital Russia: the new reality (2017) / McKinsey. <http://www.tadviser.ru/images/c/c2/Digital-Russia-report.pdf>.
3. What is the difference between artificial intelligence, machine learning and deep learning? (2016) / Nvidia. <http://www.nvidia.ru/object/whats-difference-ai-machine-learning-deep-learning-blog-ru.html>.
4. World Economic Forum Annual Meeting 2016: Mastering the Fourth Industrial Revolution (2016) / World Economic Forum. 02.02.2016. <https://www.weforum.org/reports/world-economic-forum-annual-meeting-2016-mastering-the-fourth-industrial-revolution>.
5. *Lygger J.F.* (2004) Artificial intelligence: strategies and methods for solving complex problems. M.: Vilyams. 864 p.
6. Artificial Intelligence (AI) as a key factor in the digitalization of the global economy (2017) / CRN/RE. 24.02.2017. <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=117544>.
7. Deep learning: opportunities, prospects and a bit of history (2016) / Habrahabr. 06.09.2016. <https://habrahabr.ru/company/it-grad/blog/309024>.
8. *Hinton G.E., Salakhutdinov R.R.* (2006) Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks // Science. 28.07.2006. V. 313. <http://www.cs.toronto.edu/~hinton/science.pdf>.
9. *Ocyka V.* (2016) Overmind as a business idea: Russian start-ups can make a breakthrough in machine learning / Forbes. 07.10.2016. <http://www.forbes.ru/mneniya/idei/329605-sverkhrazum-kak-biznes-ideya-rossiiskie-startapy-mogut-sdelat-proryv-v-mashinnom>.
10. Cognitive system IBM Watson: principles of working with natural language (2015) / Habrahabr. 03.09.2015. <https://habrahabr.ru/company/ibm/blog/266015>.
11. DARPA SyNAPSE Program (2013) / Artificial Brains. 11.01.2013. www.artificialbrains.com/darpa-synapse-program.
12. *Manyika J., Chui M., Bughin J., Dobbs R., Bisson P., Marrs A.* (2013) Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy / McKinsey Global Institute. <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>.
13. *Bass D.* (2016) Microsoft Develops AI to Help Cancer Doctors Find the Right Treatments / Bloomberg. 20.09.2016. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-09-20/microsoft-develops-ai-to-help-cancer-doctors-find-the-right-treatments>.
14. *Roberts J.* (2016) Thinking Machines: The Search for Artificial Intelligence Distillations / Chemical Heritage Foundation. 17.02.2017. <https://www.chemheritage.org/distillations/magazine/thinking-machines-the-search-for-artificial-intelligence>.
15. *Ustinov P.* (2017) Are you going to treat us? Robots in white coats / Forbes. 08.02.2017. <http://www.forbes.ru/tehnologii/338785-vy-za-nas-eshche-i-lechit-budete-roboty-v-belyh-halatah>.
16. By 2075 the thought processes of the robot will be indistinguishable from human (2017) / Astera. 27.02.2017. <http://www.astera.ru/news/?id=118667>.
17. Deep Learning Market by Application (Image Recognition, Signal Recognition, Data Mining), Offering (Hardware (Von Neumann and Neuromorphic Chip), and Software), End-User Industry, and Geography – Global Forecasts to 2022 (2016) / Markets and Markets. <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/deep-learning-market-107369271.html>.
18. Deep Learning for Enterprise Applications (2016) Tractica. <https://www.tractica.com/research/deep-learning-for-enterprise-applications>.
19. *Mosunov E.* (2017) Machine learning / Hi-News.ru. 14.02.2017. <https://hi-news.ru/technology/trendy-mashinnoe-obuchenie.html>.
20. *Parloff R.* (2016) Why Deep Learning Is Suddenly Changing Your Life / Fortune. 28.09.2016. <http://fortune.com/ai-artificial-intelligence-deep-machine-learning>.
21. The Deep Learning Market Map: 60+ Startups Working Across E-Commerce, Cybersecurity, Sales, And More (2016) / CB Insights. 30.09.2016. <https://www.cbinsights.com/blog/deep-learning-ai-startups-market-map-company-list>.
22. *Leswing K.* (2016) Apple just spent \$200 million for more artificial intelligence / Business Insider. 05.08.2016. <http://www.businessinsider.com/apple-buys-turi-artificial-intelligence-startup-for-200-million-2016-8>.
23. The plan of action "Road map" "NeuroNet" of the National Technological Initiative (2017) / Fund for Promoting Innovation. http://www.fasie.ru/upload/docs/dk_neyronet.pdf.
24. *Zhegin P.* (2016) Russia or RussAI? An overview of Russian artificial intelligence and cognitive technologies scene / RUSSIA.AI. 10.08.2016. <http://www.russia.ai/single-post/2016/08/09/Russia-or-RussAI-An-overview-of-Russian-artificial-intelligence-and-cognitive-technologies-scene>.
25. Kaggle (2017) / Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Kaggle>.
26. Kaggle Users by Location (data only) (2017) / Kaggle. <https://www.kaggle.com/carloshuertas/introducing-kaggle-scripts/kaggle-users-by-location-data-only/code>.
27. *Khokhlova D.* (2016) The boom of neural networks: Who makes neural networks, why they are needed and how much money they can bring / Vc.ru. 12.07.2016. <https://vc.ru/p/neural-networks>.

28. Frolov A. (2016) Transactions for the week: Russian Venture market news from December 12 to December 18 / Vc.ru. 19.12.2016. <https://vc.ru/n/week-deals-75>.
29. Experts: the program of digital economy will help the formation of a new Russia (2017) / TASS. 04.07.2017. <http://tass.ru/ekonomika/4387665>.
30. Krishna D.R., O'Donnell M. (2017) Artificial Intelligence Innovation: A Case Study / MaxVal. 10.05.2017. <http://blog.maxval.com/2017/05/artificial-intelligence-innovation-case-study>.
31. McCabe L., Aggarwal S. (2017) How Artificial Intelligence and Machine Learning Will Reshape Small Businesses. Perspectives Report / SMB Group. <https://www.smb-gr.com/wp-content/uploads/2017/06/Intuit-persp.pdf>.

UDC 004.8

Tsvetkova L.A. Technologies of artificial intelligence as the factor of digitalization of economy in Russia and in the world (The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia)

Abstract. The growth rates of the market for high-tech goods and services based on deep learning technologies are estimated. Key investors and beneficiaries in the development of deep learning technologies were identified. The patent activity in the world is analyzed and the place of Russia in the patent landscape in the field of deep learning is determined. It is shown that most of the patent documents are concentrated in the portfolios of major US corporations, which are headed by Microsoft, IBM, Google, Yahoo. Among the leaders of the rating of patent holders are also the corporations of Japan and the Republic of Korea. High rates of growth of patent activity in China are noted. The prospects of the development of artificial intelligence technologies and deep learning in Russia are estimated. Special attention is paid to the fact that most of the research and development in this area is carried out in public research institutes and universities, while in the countries – technological leaders the driver of development of the direction is the business sector.

Keywords: artificial intelligence, deep learning, neural networks, global markets, the Russian market, investments, competence centers, the prospects for digitalization.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-3-2-126-144

Цитирование публикации: Цветкова Л.А. (2017) Технологии искусственного интеллекта как фактор цифровизации экономики России и мира // Экономика науки. Т. 3. № 2. С. 126–144.

О ПРЕДОСТАВЛЕНИИ СУБСИДИЙ РОССИЙСКИМ ОРГАНИЗАЦИЯМ НА ЗАРУБЕЖНОЕ ПАТЕНТОВАНИЕ

Постановлением Правительства Российской Федерации от 15.12.2016 г. № 1368 «О предоставлении субсидий российским производителям на финансирование части затрат, связанных с регистрацией на внешних рынках объектов интеллектуальной собственности» (<http://government.ru/docs/all/109434/>) утверждены правила предоставления субсидий российским производителям на финансирование части затрат, связанных с регистрацией на внешних рынках

объектов интеллектуальной собственности, в размере до 100% оплаты пошлин и до 70% оплаты услуг по подготовке, подаче и делопроизводству, связанному с российскими патентными заявками в зарубежных патентных ведомствах.

Субсидии предоставляются юридическим лицам, зарегистрированным на территории РФ и производящим товары, услуги, работы и технологии, в состав которых входят объекты интеллектуальной собственности.

Предельные значения размера компенсаций

Тип заявки	Лимит затрат на оплату услуг по подготовке, подаче заявок и делопроизводству
Международная заявка	50 000 рублей
Заявка в зарубежное национальное/региональное патентное ведомство: 1) США 2) Европейское патентное ведомство (ЕПВ) 3) Япония 4) Китай 5) Республика Корея 6) Другие страны	325 тыс. руб. 525 тыс. руб. 260 тыс. руб. 200 тыс. руб. 200 тыс. руб. 160 тыс. руб.
Заявка на международную регистрацию товарного знака в соответствии с Мадридским соглашением/протоколом	50 000 рублей

Перечень документов, представляемых в АО «РОССИЙСКИЙ ЭКСПОРТНЫЙ ЦЕНТР» в целях заключения договора на предоставление субсидии

1. Заявление о заключении договора, подписанное руководителем организации.

2. Выписка из Единого государственного реестра юридических лиц, заверенная в установленном порядке.

3. Справка, подписанная руководителем организации (иным уполномоченным лицом), подтверждающая соответствие организации на 1-е число месяца, предшествующего месяцу, в котором планируется заключение соглашения, следующим требованиям:

- у организации отсутствует просроченная задолженность по возврату в федеральный бюджет субсидий, бюджетных инвестиций, предоставленных в том числе в соответствии с иными правовыми актами, и иной просроченной задолженности перед федеральным бюджетом;
- организация не является иностранным юридическим лицом, а также российским юридическим лицом, в уставном (складочном) капитале которого доля участия иностранных юридических лиц в совокупности превышает 50 процентов;
- организация, претендующая на получение субсидии, обязуется в случае заключения ею с иностранным лицом договора отчуждения исключительного права на результат интеллектуальной деятель-

ности, действующего на конкретной территории, вернуть в федеральный бюджет субсидию, которая была получена при патентовании результатов интеллектуальной деятельности на указанной территории.

4. Справка налогового органа, подтверждающая отсутствие на 1-е число месяца, предшествующего месяцу, в котором планируется заключение соглашения, у организации задолженности по уплате налогов, сборов и других обязательных платежей в бюджеты бюджетной системы Российской Федерации, а также во внебюджетные фонды – новая форма (Приказ ФНС от 20 января 2017 г. № ММВ-7-8-20а).

5. Заверенные руководителем организации копии международных заявок, и(или) заявок в зарубежные национальные (региональные) патентные ведомства, и(или) заявок на международную регистрацию товарного знака. Предоставленные копии должны в обязательном порядке содержать информацию о номере заявки, дате подачи, заявителе, получающем ведомстве, типе и названии объекта интеллектуальной собственности.

6. Расчет размера субсидии.

7. Заверенные руководителем и главным бухгалтером организации документы, под-

тверждающие фактически понесенные в текущем финансовом году затраты и соответствие затрат целевому назначению.

8. Справка на 1-е число месяца, предшествующего месяцу, в котором планируется заключение соглашения, подписанная руководителем и главным бухгалтером организации, подтверждающая, что организация не получала субсидии из бюджетов бюджетной системы Российской Федерации на возмещение части одних и тех же затрат, связанных с регистрацией на внешних рынках одних и тех же объектов интеллектуальной собственности.

9. Справка, подписанная руководителем и главным бухгалтером организации, подтверждающая согласие организации не претендовать на получение иной субсидии на возмещение затрат, связанных с регистрацией за рубежом одних и тех же объектов интеллектуальной собственности.

10. Справка на 1-е число месяца, предшествующего месяцу, в котором планируется заключение соглашения, подписанная руководителем и главным бухгалтером организации, подтверждающая, что организация не находится в стадии реорганизации, банкротства, ликвидации и не имеет ограничений на осуществление хозяйственной деятельности.

11. Обоснование целесообразности правовой охраны предлагаемого объекта интеллектуальной собственности за рубежом:

цели правовой охраны за рубежом (создание собственного производства за рубежом, продажа продукции на внешних рынках, продажа прав на технологию путем заключения лицензионного соглашения или договора отчуждения исключительного права);

- описание конечного продукта/технологии, в том числе ее конкурентные преимущества;
- описание потребителя конечного продукта/технологии;
- описание целевых рынков для реализации продукта/технологии;
- описание бизнес-модели вывода продукта/технологии на внешние рынки;
- оценка вероятного экономического эффекта от правовой охраны предлагаемого продукта/технологии за рубежом.

12. Документы, подтверждающие, что организация владеет исключительными правами на объекты интеллектуальной собственности, предлагаемые к регистрации на внешних рынках:

- **для компенсации затрат по международным заявкам** – заверенную руководителем организации копию уведомления о поступлении заявки или копию уведомления о поступлении и регистрации заявки в Роспатент на тот же объект интеллектуальной собственности;
- **для компенсации затрат по заявкам, поданным в зарубежные национальные и региональные патентные ведомства** – заверенную руководителем организации копию уведомления о поступлении заявки, или копию уведомления о поступлении и регистрации заявки в Роспатент на тот же объект интеллектуальной собственности, или копию уведомления о номере международной заявки и дате международной подачи;
- **для компенсации затрат по международной регистрации товарного знака** – заверенную руководителем организации копию свидетельства на товарный знак, зарегистрированный в Государственном реестре товарных знаков, или копию уведомления о поступлении заявки или копию уведомления о поступлении и регистрации заявки в Роспатент на тот же товарный знак.

Подробная информация о подготовке и подаче документов представлена на официальном сайте АО «Российский экспортный центр»: https://www.exportcenter.ru/functions/subsidies_for_manufacturers.

Руководитель проекта по интеллектуальной собственности – Дьяченко Олег Георгиевич, 123610 г. Москва, Краснопресненская набережная, 12, подъезд 9, этаж 14
тел.: +7 (495) 937-47-47 доб. 6270,
+7 (985) 997-33-58 (моб.)
e-mail: dyachenko@exportcenter.ru
www.exportcenter.ru

РОССИЯ В NATURE INDEX

Nature Index является одним из глобально применимых инструментов анализа научно-технологического развития, обеспечивающим оценку высококачественных результатов исследований на институциональном, национальном и региональном уровнях. Nature Index представляет собой базу данных об аффилиациях авторов исследовательских статей, опубликованных в группе из 68 высокорейтинговых научных журналов.

В 2016 г. в рейтинг попали 4662 организации, из них 119 – российского базирования (что соответствует 2,55% от общемирового числа организаций рейтинга), опубликовавшие совокупно 3334 статьи в высокорейтинговых журналах мира.

Российские организации в рейтинге Nature Index 2016

	Организация	Число публикаций
1.	Russian Academy of Sciences (RAS)	979
2.	Lomonosov Moscow State University (MSU)	390
3.	National Research Center «Kurchatov Institute» (NRC «Kurchatov Institute»)	241
4.	A.I. Alikhanov Institute of Theoretical and Experimental Physics (ITEP)	217
5.	National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute)	205
6.	Joint Institute for Nuclear Research (JINR)	204
7.	Moscow Institute of Physics and Technology (State University) – MIPT	129
8.	Saint Petersburg State University (SPbGU)	119
9.	Novosibirsk State University (NSU)	118
10.	Kazan Federal University (KFU)	86
11.	Saint Petersburg State Polytechnical University (SPbSPU)	77
12.	Tomsk State University (TSU)	51
13.	ITMO National Research University (ITMO University)	43
14.	Ural Federal University (UrFU)	40
15.	Skolkovo Foundation	34
15.	Yandex School of Data Analysis	34
17.	National University of Science and Technology (MISIS)	25
18.	Russian Quantum Center (RQC)	22
19.	Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod (UNN)	20
20.	National Research University Higher School of Economics (HSE)	16
20.	Southern Federal University (SFedU)	16
20.	Russian Federal Nuclear Center (RFNC–VNIIEF)	16
23.	Tomsk Polytechnic University (TPU)	14
24.	Far Eastern Federal University (FEFU)	11
24.	The Federal State Unitary Enterprise All-Russia Research Institute of Automatics (FSUE VNIIA)	11
26.	Russian Academy of Medical Sciences (RAMS)	8
26.	Novosibirsk State Technical University (NSTU)	8
28.	Saratov State University	7
28.	Peoples Friendship University of Russia (PFUR)	7

28.	Pigorov Russian National Research Medical University (RNRMU)	7
31.	Moscow State Pedagogical University (MSPU)	6
31.	Irkutsk State University (ISU)	6
33.	Technical Institute for Superhard and Novel Carbon Materials (FSBI TISNCM)	5
33.	Dubna International University of Nature, Society and Man	5
33.	Tomsk State Pedagogical University (TSPU)	5
33.	Chelyabinsk State University (CSU)	5
33.	St. Petersburg Academic University	5
33.	Siberian Federal University	5
33.	Isaac Newton Institute of Chile, Moscow Branch	5
33.	Blagoveschensk State Pedagogical University (BSPU)	5
41.	Moscow State Technical University of Radioengineering, Electronics and Automation (MSTU MIREA)	4
41.	Samara State Aerospace University (SSAU)	4
41.	Nizhny Novgorod State Medical Academy	4
41.	Herzen University	4
41.	Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University (SPbPU)	4
46.	All-Russian Scientific Research Institute of Metrological Service (VNIIMS)	3
46.	D. Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia	3
46.	Russian State Hydrometeorological University (RSHU)	3
46.	Bauman Moscow State Technical University	3
46.	Far Eastern State Transport University (FESTU)	3
46.	N.N. Petrov Research Institute of Oncology	3
52.	National Research University of Electronic Technology (MIET)	2
52.	Mikron JSC	2
52.	Kazan National Research Technological University (KNRTU)	2
52.	Altai State University (ASU)	2
52.	Voronezh State University	2
52.	Bashkir State University	2
52.	Pacific National University (PNU)	2
52.	Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev (NNSTU)	2
52.	ANO Laboratory of Prehistory	2
52.	Petrozavodsk State University	2
52.	North-Caucasus Federal University	2
52.	Immanuel Kant Baltic Federal University (IKBFU)	2
52.	Federal Research and Clinical Centre of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology (FRC-PHOI)	2
52.	Labfer Ltd.	2
52.	Russian Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet)	2
52.	Saint-Petersburg Electrotechnical University «LETI»	2
52.	Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation (SUAI)	2
52.	Federal Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology – Dmitry Rogachev	2

52.	Central Aerological Observatory (CAO)	2
52.	North-Eastern Federal University in Yakutsk (NEFU)	2
52.	Independent University of Moscow (IUM)	2
73.	Ulyanovsk State University (USU)	1
73.	Perm State University (PSU)	1
73.	CJSC Superconducting Nanotechnology (SCONTEL)	1
73.	S.I. Vavilov State Optical Institute	1
73.	Surface Phenomena Researches Group LLC	1
73.	Don State Technical University (DSTU)	1
73.	All-Russian Electrotechnical Institute (FGUP VEI)	1
73.	Moscow State Institute of Radio-engineering, Electronics and Automation	1
73.	South Ural State University (SUSU)	1
73.	Ogarev Mordovia State University	1
73.	Moscow Aviation Institute (National Research University)	1
73.	Russian Cardiology Research and Production Complex (RCRPC)	1
73.	NII Giricond JS Co.	1
73.	Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO)	1
73.	Scientific Research Institute of Physical-Chemical Medicine (SRI PCM)	1
73.	Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (NovSU)	1
73.	AMT&C Group	1
73.	Crystals of Siberia Ltd.	1
73.	Moscow State Regional Institute of Humanities (MGOGI)	1
73.	Moscow Power Engineering Institute (MPEI)	1
73.	Institut Solnechno-Zemnoy Fiziki So RAN (ISZF)	1
73.	Yuri Gagarin State Technical University of Saratov (SSTU)	1
73.	STR Group, Inc.	1
73.	Tver State University	1
73.	Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)	1
73.	Vladivostok State University of Economics and Service (VSUES)	1
73.	Rostov State Transport University (RSTU)	1
73.	JSC Valenta Pharm	1
73.	Perm State Pedagogic University	1
73.	JSC GTERPC SALUT	1
73.	Isaac Newton Institute of Chile, St. Petersburg	1
73.	Tyumen State Oil and Gas University (TSOGU)	1
73.	Komsomolsk-on-Amur State Technical University (KnASTU)	1
73.	Volgograd State University (VolSU)	1
73.	Ministry of Health and Social Development of the Republic of Karelia	1
73.	Innopolis University	1
73.	Togliatti State University (TSU)	1
73.	Plekhanov Russian University of Economics	1
73.	Moscow State University of Technology Stankin (MSUT Stankin)	1

73.	Saratov State Technical University	1
73.	Siberian State Aerospace University	1
73.	non-affiliated author contributions	1
73.	AFP Ka-dar	1
73.	Financial University	1
73.	St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology	1
73.	Belgorod State National Research University (BelSU)	1
73.	Dagestan State University (DSU)	1

За период с 1 января по 31 декабря 2016 г. российскими авторами были опубликованы:

2803 статьи в области физики (87 организаций);

346 статей в области химии (45 организаций);

199 статей в области наук о жизни (41 организация);

95 статей в области наук о Земле и окружающей среде (27 организаций).

Отдельно следует отметить крайне низкую публикационную активность отечественного корпоративного сектора. С участием десяти российских компаний в высокорейтинговых журналах мира было опубликовано всего 22 статьи за 2016 г. Лидером по числу публикаций корпоративного сектора в России стало предприятие Госкорпорации «Росатом» Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова (Москва).

Российские компании в рейтинге Nature Index 2016

Организация		Число публикаций
1.	The Federal State Unitary Enterprise All-Russia Research Institute of Automatics (FSUE VNIIA)	11
2.	Mikron JSC	2
2.	Labfer Ltd.	2
4.	CJSC Superconducting Nanotechnology (SCONTEL)	1
4.	NII Giricond JS Co.	1
4.	AMT&C Group	1
4.	Crystals of Siberia Ltd.	1
4.	STR Group, Inc.	1
4.	JSC Valenta Pharm	1
4.	JSC GTERPC SALUT	1

Для сравнения, за 2016 г. 500 американских компаний подготовили 1882 публикации в высокорейтинговых научных журналах, 185 японских компаний – в публикации 523 статей, 157 китайских компаний приняли участие в публикации 495 статей.

Источник: Nature Index 2016, <https://www.natureindex.com/>

**ЭКОНОМИКА
НАУКИ** ▶

**THE ECONOMICS
OF SCIENCE**

