

ЭКОНОМИКА

НАУКИ



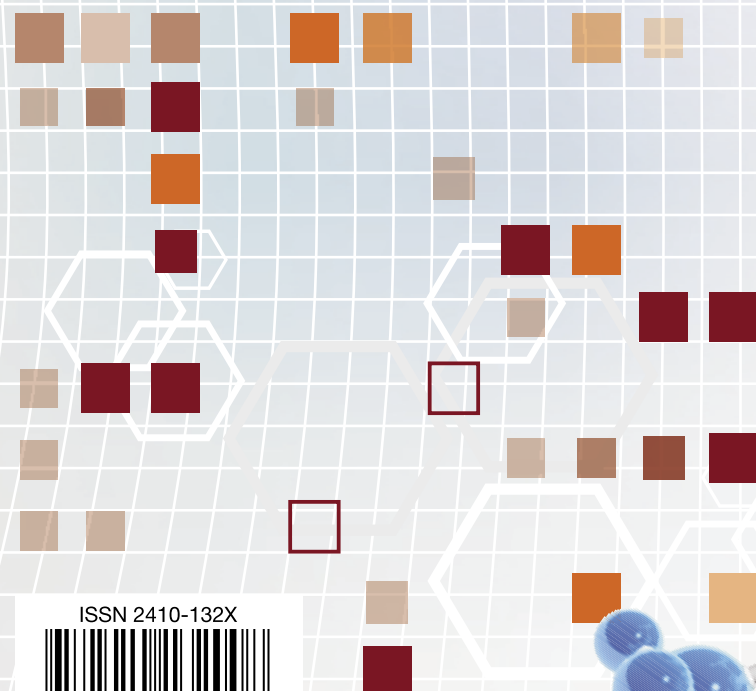
№ 1

Научно-практический журнал

2018

T.4

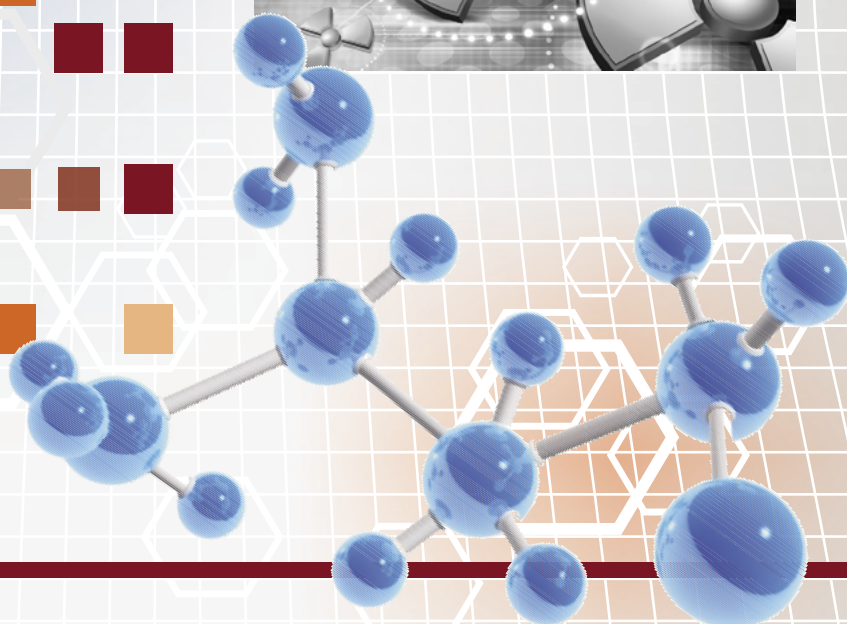
THE ECONOMICS OF SCIENCE



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.

Главный редактор

- *Куракова Наталия Глебовна*, директор Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС, доктор биологических наук (Москва, Россия)

Заместитель главного редактора

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

Редакционная коллегия

- *Клячко Татьяна Львовна*, директор Центра экономики непрерывного образования РАНХиГС, доктор экономических наук (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)
- *Цветкова Лилия Анатольевна*, ведущий научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС, кандидат биологических наук (Москва, Россия)
- *Шейман Игорь Михайлович*, профессор НИУ ВШЭ, доктор экономических наук, заслуженный экономист Российской Федерации (Москва, Россия)

Редакционный совет

- *Глухов Виктор Алексеевич*, руководитель Фундаментальной библиотеки, зам. директора по научной работе ИНИОН РАН, кандидат технических наук (Москва, Россия)
- *Кузнецов Александр Юрьевич*, исполнительный директор Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН) (Москва, Россия)
- *Ракитов Анатолий Ильич*, главный научный сотрудник ИНИОН РАН, доктор философских наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации (Москва, Россия)
- *Рыбина Наталия Алексеевна*, патентный поверенный, член Совета Межрегиональной общественной организации содействия деятельности патентных поверенных «Палата патентных поверенных» (Москва, Россия)
- *Стародубов Владимир Иванович*, директор ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН (Москва, Россия)
- *Тойвонен Николай Рудольфович*, проректор по стратегическому развитию СПбГЭУ, кандидат физико-математических наук, доцент (Санкт-Петербург, Россия)

Editor-in-chief

- *Kurakova Natalia Glebovna*, Director of The Scientific-Technical Center of RANEPA, Doctor of Biological Sciences, (Moscow, Russia)

Deputy chief editor

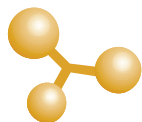
- *Zinov Vladimir Glebovich*, Deputy Director of The Scientific-Technical Center of RANEPA, Doctor of Economics, PhD in Technical sciences (Moscow, Russia)

Editorial board

- *Kliachko Tat'jana L'vovna*, Director of The Center of Economy Continuing Education of RANEPA, Doctor of Economics (Moscow, Russia)
- *Mau Vladimir Alexandrovich*, Principal of RANEPA, Doctor of Economics, Professor, Honored Economist of the Russian Federation (Moscow, Russia)
- *Petrov Andrey Nikolaevich*, General director of FSSI «Directorate of State Scientific and Technical Programmes» of Ministry of Education and Science of the Russian Federation (Moscow, Russia)
- *Tsvetkova Liliya Anatolievna*, leading researcher of The Scientific-Technical Center of RANEPA, PhD in Biological sciences (Moscow, Russia)
- *Sheiman Igor Mikhailovich*, Professor of NRU HSE, Doctor of Economics, Honored Economist of the Russian Federation (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 RAS, PhD in Technical sciences (Moscow, Russia)
- *Kuznetsov Alexander Yurievich*, Executive director of Nonprofit Partnership «National electronic-informational consortium» (Moscow, Russia)
- *Rakitov Anatoliy Iliech*, Senior researcher of Institute of scientific information on public affairs sciences of Russian Academy of Sciences, Doctor of Philosophical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, (Moscow, Russia)
- *Rybina Natalia Alekseevna*, patent counsel, Member of the Council of the Interregional Public Organization for the Support of Patent Counsels «Chamber of Patent Counsels» (Moscow, Russia)
- *Starodubov Vladimir Ivanovich*, Director of Federal Research Institute for Health Organization and Informatics of Ministry of Health Development of the Russian Federation, Doctor of Medical Sciences, Professor, member of the Russian Academy of Science (Moscow, Russia)
- *Toivonen Nikolai Rudolfovich*, Vice-Rector for Strategic Development of UNECON, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Assistant professor (Saint Petersburg, Russia)



КОЛОНКА РЕДАКТОРА



По данным Роспатента, в России за 2017 г. количество заявок на патенты изобретений упало до уровня 2006 г.: по НИИ – на 23,5%, по вузам – на 13,8%, по компаниям – на 2,5%, по физическим лицам – на 20,5% по сравнению с 2016 г. Рекордное падение числа заявок на патенты наблюдается в органической химии – 34%. На те же 34% снизилось число заявок в пищевой промышленности и сельском хозяйстве. В области компьютерной техники показатель составил –10%...

Как справедливо отметил министр экономического развития Максим Орешкин, выступая в начале апреля на совместной коллегии Минэкономразвития, Роспатента и правления фонда «Сколково», «сегодня степень развития интеллектуальной собственности есть один из показателей развития экономики той или иной страны. Это вопрос не только цифровой экономики, но даже и «стандартной» промышленности. Во многих странах передовые компании активно защищают свою ИС, в том числе, – защищают её физически»...

Статья, которая открывает этот номер, является источником интересной аналитики, поддерживающей этот тезис.

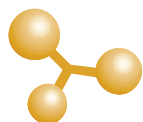
В мае этого года в России на базе Роспатента может появиться единый госорган по управлению интеллектуальной собственностью. Первый заместитель председателя правительства России Игорь Шувалов убежден, «что никакого прорыва не будет, если мы по-другому не взглянем на интеллектуальную собственность, на всё то, что будет нести новое знание. Если мы с этим не научимся по-другому работать, ничего не произойдет».

Однако важно понять, кто эти «мы» и что значит «по-другому работать».

Во второй статье номера «Россия в глобальной научно-технологической экосистеме: 2016–2017 гг.» обращено внимание на тот факт, что доля средств предпринимательского сектора промышленно развитых стран становится основным источником финансирования НИОКР. В Российской Федерации в 2016 г. объем совокупных инвестиций всех российских промышленных компаний в НИОКР составил всего лишь 8,39 млрд. евро по ППС, что меньше, чем бюджет 2016 г. каждой отдельно взятой компании, вошедшей в топ-10 рейтинга Европейской комиссии «EU Industrial R&D Investment Scoreboard». Весь научный бюджет Российской Федерации в 2015 г. оказался меньше, чем совокупный корпоративный бюджет трех компаний мира: Volkswagen, Alphabet и Microsoft.

До сих пор наше государство, являясь основным инвестором научно-технологической сферы, вынуждено принимать на себя функцию проектирования проектов полного жизненного цикла, ориентированных на новые рыночные ниши глобального рынка, на которые с конкурентоспособными высокотехнологичными продуктами должны выйти российские компании. При этом сами компании не демонстрируют ни готовности к софинансированию рыночно-ориентированных исследований, ни самих стратегий по захвату ниш глобальных рынков. Представляется, что до тех пор, пока такая ситуация будет сохраняться, никакого прорыва, действительно, не будет.

Наталья Куракова, главный редактор «ЭН»



**Т. 4
№ 1
2018**

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

1

ФОКУС ПРОБЛЕМЫ

*А.Н. Петров, Н.Г. Куракова,
В.Г. Зинов, Л.А. Цветкова*

**Закономерности монополизации
высокотехнологичных рынков в проекции
патентного анализа**

4-19

НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА РФ

Ф.А. Кураков



**Россия в глобальной научно-технологической
экосистеме: 2016–2017 гг.**

20-29

МЕТОДОЛОГИЯ

О.А. Ерёмченко



**Технологически развитая компания:
методологические проблемы
определения статуса**

30-46

ЭКСПЕРТИЗА

А.В. Комаров, А.Н. Петров, А.В. Сартори



**Модель комплексной оценки
технологической готовности инновационных
научно-технологических проектов**

47-57

*В.В. Жебель, А.В. Комаров,
К.А. Комаров, К.В. Шуртаков*



**Программное средство для комплексной оценки
технологической готовности инновационных
научно-технологических проектов**

58-68

ТРЕНДЫ

О.В. Черченко



**Технологии дополненной и виртуальной
реальности в медицине:
анализ конкурентного ландшафта**

69-80



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 апреля 2018 г.
Общий тираж 1000 экз.
Первый завод 50 экз. Цена свободная

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

1

AUTHOR'S COLUMN**FOCUS OF THE PROBLEM**

*A.N. Petrov, N.G. Kurakova,
V.G. Zinov, L.A. Tsvetkova*

Features of monopolization of high-tech markets in the projection of patent analysis

4-19

SCIENTIFIC-TECHNOLOGICAL POLITICS OF RUSSIAN FEDERATION

F.A. Kurakov

Russia in the global scientific and technological ecosystem: 2016–2017

20-29

METHODOLOGY

O.A. Yeremchenko

Technologically advanced company: methodological problems of status determination

30-46

EXPERTISE

A.V. Komarov, A.N. Petrov, A.V. Sartory

The model of integrated assessment of technological readiness of innovative scientific and technological projects

47-57

*V.V. Jebel', A.V. Komarov,
K.A. Komarov, K.V. Shurtakov*

Software for integrated assessment of technological readiness of innovative scientific and technological projects

58-68

MAINSTREAM

O.V. Cherchenko

Augmented and virtual reality in medicine: the analysis of competitive landscape

69-80

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

В.Г. ЗИНОВ,

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

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

ЗАКОНОМЕРНОСТИ МОНОПОЛИЗАЦИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ РЫНКОВ В ПРОЕКЦИИ ПАТЕНТНОГО АНАЛИЗА^{*,**}

УДК 339

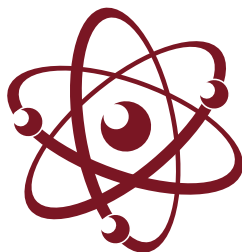
Петров А.Н., Куракова Н.Г., Зинов В.Г., Цветкова Л.А. *Закономерности монополизации высокотехнологичных рынков в проекции патентного анализа* (ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, ул. Пресненский Вал, д. 19, стр. 1, г. Москва, Россия, 123557; Центр научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, пр. Вернадского, д. 82, г. Москва, Россия, 119571)

Аннотация. Выполнен анализ трансформации конкурентного ландшафта, основанного на правах интеллектуальной собственности в технологической области «Семеноводство, селекция и производство средств защиты растений» за период с 1999 по 2018 гг., что привело к монополизации рынка элитных семян и средств защиты растений в 2018 г. Гипотезой исследования было предположение, что в современном формате мирового хозяйства достижение рыночного и технологического лидерства невозможно без первенства в пространстве глобальной интеллектуальной собственности. Поэтому формирование любой технологической олигополии должно находить отражение в патентном ландшафте соответствующего технологического пространства. В фокусе настоящего исследования находилась динамика объема патентных прав, которые появляются у компаний, являющихся одновременно технологическими и рыночными лидерами и формирующих технологическую олигополию.

Ключевые слова: технологическая олигополия, конкурентный ландшафт, права интеллектуальной собственности, рынки, конкуренция, лидерство, технологическая область, семеноводство, селекция, производство средств защиты растений.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-4-1-4-19

Цитирование публикации: Петров А.Н., Куракова Н.Г., Зинов В.Г., Цветкова Л.А. (2018) Закономерности монополизации высокотехнологичных рынков в проекции патентного анализа // Экономика науки. Т. 4. № 1. С. 4–19.



© А.Н. Петров,
Н.Г. Куракова,
В.Г. Зинов,
Л.А. Цветкова, 2018 г.



одной из характерных особенностей развития современной мировой хозяйственной системы является формирование технологической олигополии, под которой предлагаем понимать тип рыночной конкуренции, предусматривающий доминирование на глобальном высокотехнологичном рынке малого количества компаний на основе прав интеллектуальной

* Публикация подготовлена в рамках Государственного задания ФГБУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» на 2018 год по проекту № 1.3 «Закономерности диверсификации промышленных компаний, основанных на использовании новых технологий».

** Публикация выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России за счёт средств субсидии на выполнение государственного задания № 074-00522-18-02.

собственности (ИС). Тема трансформации технологического лидерства в технологическую олигополию находилась в исследовательском фокусе целого ряда наших публикаций последних лет [1–5].

Формирование глобальной технологической олигополии возможно в условиях, когда ИС становится базовым, системообразующим элементом мировой хозяйственной системы, и одновременно появляется сегмент глобальных высоких технологий, которые определяют развитие производства [6–8].

В качестве модели становления технологической олигополии можно рассматривать ситуацию, сложившуюся к началу 2018 г. на мировом рынке семян и средств защиты растений, и имеющую в своей основе монополизацию прав интеллектуальной собственности на передовые технологии для обеспечения лидерства на быстрорастущем рынке высокотехнологичной продукции.

В 2016–2017 гг. на фоне динамичного развития новых агротехнологий и роста объемов мирового потребления семян и средств защиты растений состоялось сразу несколько сделок по слиянию и поглощению компаний, являющихся ключевыми игроками глобального рынка агрохимии. В результате таких сделок происходит объединение клиентских баз корпораций и укрупнение производственных мощностей, сокращающее производственные и операционные издержки. Однако, самым главным результатом подобных сделок, с нашей точки зрения, становится объединение прав ИС на новые технологии, что, собственно, и является базой технологической олигополии.

В фокусе настоящего исследования находилась динамика объема прав ИС, которые появляются у компаний, являющихся одновременно технологическими и рыночными лидерами и формирующих технологическую олигополию. Представлялось важным проследить трансформацию конкурентного ландшафта в технологической области «Семеноводство, селекция и производство средств защиты растений» за период с 1999 по 2018 гг., приведшую к формированию технологической олигополии, в проекции патентного анализа.

Этапы формирования технологической олигополии на рынке семян и средств защиты растений

В 2000 г. в результате объединения агроподразделений крупнейших фармацевтических компаний Novartis AG (Швейцария) и AstraZeneca (Великобритания) была создана швейцарская компания Syngenta, представительства которой открылись в 90 странах мира, в том числе и в России. Основным направлением научных исследований и бизнеса новой компании стало производство средств защиты растений, регуляторов роста и семян полевых, овощных и цветочных агрокультур. Годовая выручка Syngenta в 2014 г. составила 15,1 млрд. долл., в том числе продажи средств защиты растений – 11,4 млрд. долл., семян – 3,2 млрд. долл., EBITDA – 2,93 млрд. долл. [9].

В феврале 2016 г. крупнейшая государственная химическая компания Китая ChemChina, специализирующаяся на производстве агрохимикатов, резиновых изделий, химических материалов и веществ, промышленного оборудования и на нефтехимической переработке, объявила о приобретении компании Syngenta за 43 млрд. долл. [10], в зоне интересов которой явно обозначился рынок семян и средств защиты растений.

В августе 2017 г. было завершено слияние крупнейших американских химических компаний Dow Chemical Co. и DuPont, в результате чего возник химический гигант с рыночной стоимостью около 120 млрд. долл. [11].

В 2015 г. немецкая компания Bayer сообщила о намерениях приобретения американской компании Monsanto, а в сентябре 2016 г. было объявлено о достижении окончательного соглашения по слиянию компаний. Закрывать сделку, стоимость которой составляет 66 млрд. долл., планировалось до конца 2017 г., однако Еврокомиссия приняла решение продлить рассмотрение слияния из-за опасений по поводу возможной монополизации рынка производства пестицидов и семян. Кроме того, сделка должна была получить одобрение всех антимонопольных органов стран, на внутренних рынках которых компания Bayer реализует свою продукцию, включая Россию [12].

Согласно данным ежегодного рейтинга The EU Industrial R&D Investment Scoreboard, публикуемого Центром совместных научных исследований ЕС (Joint Research Centre), компания Bayer, специализирующаяся в области здравоохранения и сельского хозяйства, по итогам 2017 г. заняла 29-ое место в мире по объему корпоративного бюджета на НИОКР, составившего 4,8 млрд. евро. [13]. В 2016 финансовом году чистая выручка компании составила 46,8 млрд. евро, из которых продажи сельскохозяйственного подразделения составляют пятую часть. Дивизион Crop Science Bayer ежегодно инвестирует около 1 млрд. евро в исследования для создания персонализированных агрономических решений. Портфель разработок включает 15 новых действующих веществ, а также видов семян, которые будут выведены на рынок с 2017 по 2020 гг. Инвестиции направляются более чем в 100 проектов полного цикла, целью которых является создание несколько сотен новых сортов семян овощных и полевых агрокультур. В течение 2018–2020 гг. на российский рынок компания планирует вывести целую линейку протравителей, гербицидов, фунгицидов и инсектицидов для защиты полевых и овощных агрокультур, а также садов и виноградников. Объемы средств защиты растений Bayer российского производства к 2020 г. вырастут до 6 млн. литров в год. Значительный рост дивизион продемонстрировал в Северной Америке и Азиатско-Тихоокеанском регионе, где продажи возросли на 9,8% и 7,4% соответственно [14].

В фокусе маркетинговых интересов Bayer находятся также технологии цифрового земледелия (Digital Farming), в развитие которых компания планирует инвестировать не менее 200 млн. евро в 2015–2020 гг. Инновационные разработки Bayer в области цифровых технологий уже представлены на сельскохозяйственных рынках более чем 30 стран. Среди них – решение, которое оценивает многолетнюю историю полей на основании данных дистанционного зондирования Земли и формирует высокоточные карты внутриполевой неоднородности, а также карты-предписания для дифференцированного посева, внесения удобрений и средств защиты растений. Еще

одна система предназначена для мониторинга агрономических и метеоданных, построения прогноза развития патогенов и помощи в построении стратегии защиты урожая на конкретном поле. Кроме того, компания создает бесплатные приложения SCOUTING для мобильных устройств, позволяющие по фотоизображению определить сорняки, болезни и вредителей сельхозрастений [15].

В октябре 2017 г. было объявлено о продаже за 5,9 млрд. евро отдельных направлений дивизиона Crop Sciences компании Bayer, занимающихся производством и продажей семян и производством неселективных гербицидов, немецкому химическому концерну BASF, что, по мнению экспертов, является выполнением условий антимонопольных регуляторов для завершения сделки Bayer с Monsanto. Структура бизнеса BASF включает пять основных сегментов: химикаты, нефть и газ, специальные продукты, функциональные материалы и решения, решения для сельского хозяйства. По итогам 2016 г. объем продаж подразделения средств защиты растений (Crop Protection) концерна составил более 5,6 млрд. евро [16].

Транснациональная корпорация Monsanto, которую поглощает компания Bayer, имеет многолетнюю историю биотехнологических внутрикорпоративных НИОКР, целью которых являлось производство трансгенных зерновых и овощных агрокультур и химических средств защиты растений, что обеспечило ей лидерство на рынке семян трансгенных культур. В 2005 г. Monsanto приобрела крупнейшую семеноводческую компанию Seminis, а в 2007–2008 гг. поглотила еще 50 компаний, производителей семян. В США Monsanto контролирует 80% рынка генно-модифицированной кукурузы и 93% рынка трансгенной сои. При этом компания ведет активное продвижение в сегменте обычных культур: на долю Monsanto приходится около 40% рынка семян традиционных культур в США и 20% глобального рынка [17].

Рост рынка, созданного развитием технологий семеноводства, прогнозируемо обеспечен увеличением численности населения, изменением структуры потребления, постоянно растущим спросом на корма и продовольственные агрокультуры, используемые, в том числе,

и для производства биотоплива. Ведущие игроки этого рынка – Bayer, BASF, Syngenta, Monsanto и Dow DuPont – в течение трех последних лет (2015–2017 гг.) стали участниками сделок слияния-поглощения, и именно этим компаниям, как будет показано ниже, принадлежат первые пять позиций рейтинга портфелей патентных документов в технологической области «Семеноводство, селекция и производство средств защиты растений».

Позиции России на мировом рынке семян и средств защиты растений

Россия на мировом рынке семян и средств защиты растений присутствует как импортер. Постоянный рост доли зарубежных сортов и гибридов растений в российском государственном реестре селекционных достижений (далее – Госреестр) не сопровождается внесением отечественных сортов растений в аналогичные реестры зарубежных стран. Например, в реестре Европейского союза нет ни одного российского сорта или гибрида, хотя правовая возможность для этого имеется. Следовательно, у зарубежных поставщиков существует потенциал быстрого расширения импорта семян зарегистрированных сортов в Россию, при отсутствии такового у отечественных селекционеров.

По оценке Минсельхоза, в 2015 г. российский рынок семян превысил 50 млрд. руб. Доля используемых в России зарубежных семян в зависимости от агрокультуры достигает 75%. Расширение списка сортов иностранной селекции, включенных в Госреестр и допущенных к использованию, определило соотношение доли семян отечественных и иностранных сортов сельскохозяйственных культур, высеянных в Российской Федерации в 2014 г.: по кукурузе она составила (49,4% и 43,2% соответственно), по подсолнечнику (38,8% и 50,3% соответственно), по рапсу озимому (25,8% и 54,2% соответственно), по сахарной свекле (4,1% и 93,9% соответственно). Остальные высеянные семена относятся к сортам, не включенным в Госреестр [18].

Необходимость поддержки селекции и семеноводства была отмечена в госпрограмме

развития АПК на 2013–2020 гг. До 2020 г. в стране предполагалось построить 148 селекционно-семеноводческих центров, что должно было способствовать повышению урожайности основных агрокультур на 30–40% и уменьшению доли импорта [19]. Федеральным законом от 28 ноября 2015 г. № 329 «О внесении изменений в федеральный закон «О федеральном бюджете на 2015 год и на плановый период 2016 и 2017 годов» на поддержку элитного семеноводства был предусмотрен лимит в размере 2,43 млрд. руб. [20]. Однако реализация этого пункта госпрограммы не завершена, и сделка поглощения компанией Bayer американской Monsanto, по мнению экспертов, в большей степени затронет сельхозпроизводителей России и внутренний рынок семян, средств защиты растений, в частности, неселективных гербицидов, а также цифровых приложений для сельхозпроизводителей. Поэтому Федеральная антимонопольная служба России (ФАС) усмотрела в этой сделке большие риски, обосновано полагая, что объединенная компания будет обладать значительными возможностями, позволяющими осуществлять производство биотехнологических семян с заданными признаками, а также накопленными массивами больших данных и ключевыми алгоритмами в сфере цифрового земледелия. Это позволит объединенной компании быстро и эффективно нарастить свое присутствие на российском рынке в сфере АПК вплоть до доминирования сразу на всех затрагиваемых товарных рынках [12].

Для минимизации риска монополизации внутреннего рынка ФАС выдвинула Bayer ряд требований, связанных с передачей технологий и лицензий. В частности, ФАС потребовала передачи технологий в области селекции, необходимых для создания новых сортов и гибридов, применимых в российских агроклиматических условиях, на основании неэксклюзивной лицензии, а также доступа к базам данных в области цифрового земледелия. В ведомстве пояснили, что требования направлены на создание условий для развития потенциальной конкуренции со стороны российских компаний на рынках семян и в области цифрового земледелия [12].

Агентство Bloomberg квалифицировало сложившуюся ситуацию как первый в мировой практике случай, когда власти страны-импортера потребовали от компании-экспортера передачи данных и технологий в обмен на доступ на внутренний рынок. Эксперты Bloomberg обратили внимание на парадоксальность предписания ФАС и напомнили, что целью законодательства об интеллектуальной собственности, собственно и является предоставление монополии, тогда как предписание ФАС установлению этой монополии препятствует [цит. по 12].

Эволюция конкурентного ландшафта технологической области «Семеноводство, селекция и производство средств защиты растений»

Гипотезой исследования было предположение, что в современном формате мирового хозяйства достижение рыночного и технологического лидерства невозможно без лидерства в пространстве глобальной ИС. Поэтому формирование любой технологической олигополии имеет отражение в патентном ландшафте соответствующего технологического

пространства. Справедливо и обратное заключение: по изменению патентного ландшафта в той или иной технологической области можно предсказать риски монополизации высокотехнологических рынков.

Для подтверждения сформулированной гипотезы мы воспользовались аналитическим приложением к БД LexisNexis – PatentStrategies и создали информационную базу исследования, состоящую из 9064 патентных документов, полученных с использованием следующего поискового образа: @ (abstract, title) ((seed* and (treatment or selection or hybrid* or localizat*)) or («plant protection») or («non-selective herbicid*»)) and (agro* or agricult*).

В выборку вошли патентные документы, зарегистрированные в трех патентных ведомствах: Российском патентном ведомстве (ФИПС), Ведомстве по патентам и товарным знакам Соединенных Штатов (англ. – United States Patent and Trademark Office, USPTO), Китайском патентном ведомстве (англ. – China Patent & Trademark Office). Распределение этих патентных документов (патентов на изобретения и патентных заявок) по годам и ведомствам представлено на рис. 1,

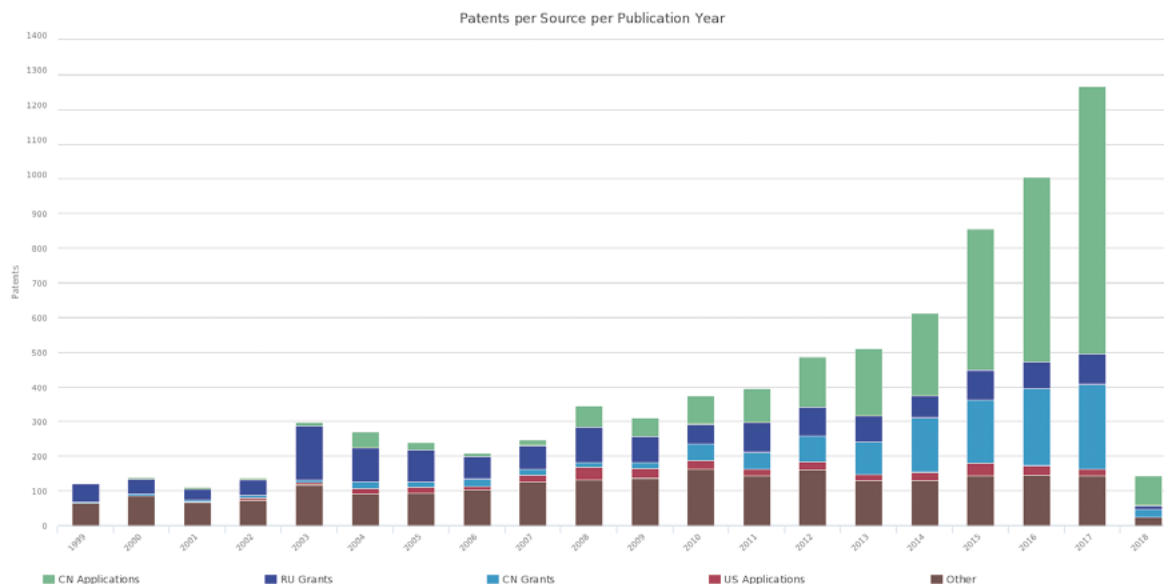


Рис. 1. Динамика объема портфеля патентных документов в ведущих патентных ведомствах мира по направлению «семеноводство, селекция и производство средств защиты растений»

Источник: LexisNexis PatentStrategies, данные на 19.03.2018 г.

из которого следует, что практически экспоненциальный рост патентной активности по этому направлению в течение 2014–2017 гг. обусловлен, в первую очередь, вкладом Китайского патентного ведомства, тогда как в 2002–2008 гг. регионом активного патентования была Российская Федерация.

Аналитический сервис LexisNexis PatentStrategies позволяет построить конкурентный ландшафт (Market Map), который складывается в той или иной технологической области, а также достаточно точно определить рыночные перспективы компаний, имеющих релевантные патенты. Для визуализации конкурентного ландшафта патентные портфели компаний, отобранные для сравнения, изображаются в виде круга, диаметр которого пропорционален числу патентных документов, принадлежащих этой компании и удовлетворяющих поисковому образу. Расположение кругов относительно осей X и Y определяется описанными ниже параметрами.

Ось Y («Ресурсы») объединяет три ключевых показателя: чистая прибыль компании, число патентных споров, в которых компания принимала участие, и число стран происхождения основного изобретателя (Invention Location). Согласно аналитическому алгоритму и методологии LexisNexis PatentStrategies, чем выше находится круг, отражающий объем патентного портфеля компании, тем выше вероятность того, что компания способна капитализировать свои патенты (в нашем толковании – тем с большей вероятностью компания использует свои права ИС в качестве инструмента борьбы с конкурентами за долю на глобальном рынке). Показатель рассчитывается по формуле: $(\text{чистая прибыль компании} / \text{сумма всех прибылей компаний в выборке}) / 3 + (\text{число патентных споров компании} / \text{сумма всех патентных споров компаний в выборке}) / 3 + (\text{число локаций изобретателей, авторов патентных документов компании} / \text{сумма всех локаций в выборке}) / 3$. Как следует из названия, метрика предназначена для определения интегральных ресурсов компании для завоевания рынка.

Ось X («Видение») объединяет три ключевых показателя: размер портфеля патентов организации в технологическом пространстве,

число различных классов патентных классификаций, к которым относятся патентные документы организации, и количество цитирований патентов организации в технологическом пространстве. Чем правее находится круг, тем в большей степени исследовательский фокус компании сосредоточен на исследуемой области. Показатель рассчитывается по формуле: $(\text{число патентных документов компании} / \text{общее число патентных документов в выборке}) / 3 + (\% \text{ классов классификации в патентном портфеле компании} / \text{средний процент классов классификации всех компаний}) / 3 + (\text{среднее количество цитирований одного патента конкретной компании в выборке} / \text{среднее количество цитирований одного патента всех компаний в выборке}) / 3$. Эта метрика указывает на приоритетность данной технологии в стратегии развития той или иной организации (компании).

Положение круга (патентного портфеля) компании относительно других компаний выборки создает конкурентный ландшафт и позволяет оценивать потенциал ключевых игроков рынка по завоеванию или сохранению лидерства на нем. Изменение количества организаций в выборке неизбежно меняет местоположение той или иной компании в системе заданных координат.

Разделение каждой из двух осей пополам образует четыре квадранта, которые можно использовать для определения перспективы достижения лидерства компаний на рынке. В правый верхний квадрант попадают компании-«Бенефициары», у которых, с одной стороны, есть обширные научно-технологические заделы в виде цитируемых патентов и широкой географии исследований, а, с другой стороны, огромные финансовые ресурсы и лидерские стратегические амбиции, отраженные в количестве патентных споров. В левый верхний квадрант попадают компании – «Потенциальные покупатели», у которых есть значительные ресурсы и которые уже обозначили интерес к данной технологической области, но пока имеют скромные научно-технологические заделы. Нижний правый квадрант («Потенциальные продавцы») занимают организации, к числу которых, как правило, относятся

университеты и стартапы, не имеющие финансовых ресурсов, но создавшие значительные патентные портфели, обеспечивающие защитой ценные промышленно применимые технические решения.

В левом нижнем квадранте размещаются организации («Последователи/Участники»), у которых нет ни научно-технологического задела, позволяющего отнести их к технологическим лидерам, ни достаточного количества ресурсов для достижения этого статуса.

Рассмотрим с использованием предложенной разработчиками LexisNexis PatentStrategies методологии и средств визуализации конкурентного ландшафта эволюцию борьбы за рынок, созданный современными технологиями семеноводства, селекции и производства средств защиты растений.

Итогом последних двадцати лет развития этих технологий (1998–2018 гг.) стало формирование технологического пространства, отраженного на *рис. 2*, на котором показаны позиции 50 организаций, вошедших в рейтинг по показателю объема патентных документов.

В *табл. 1* содержатся данные о числе патентных документов, чистой выручке и интегральных значениях показателей «Ресурсы» и «Видение», рассчитанных по описанной выше формуле.

Прежде всего, обращает на себя внимание тот факт, что на первых пяти позициях рейтинга патентных портфелей оказались именно те компании (Bayer, BASF, Syngenta, Monsanto и Dow DuPont), которые стали участниками сделок слияния-поглощения, описанных в первой части статьи. На их долю приходится почти пятая часть патентных документов мира (1232 из 7368, т.е. 16,7%), зарегистрированных на начало 2018 г., причем эти патенты относятся к числу наиболее цитируемых.

Важно отметить и тот факт, что в топ-20 организаций, располагающих максимальными по объему патентными портфелями, входят 5 российских исследовательских организаций, 4 из которых – университеты: МИФИ (7-ая позиция рейтинга), ВНИИ биологической защиты растений (9-ая позиция рейтинга), Ставропольский государственный университет (10-ая позиция рейтинга), Уфимский государственный авиационный технический университет (12-ая позиция), Кубанский государственный университет (19-ая позиция рейтинга). К сожалению, как показывают данные проведенного нами дополнительного исследования, подавляющее большинство патентных документов, полученных российскими университетами, к настоящему времени уже не поддерживаются: действующими остались

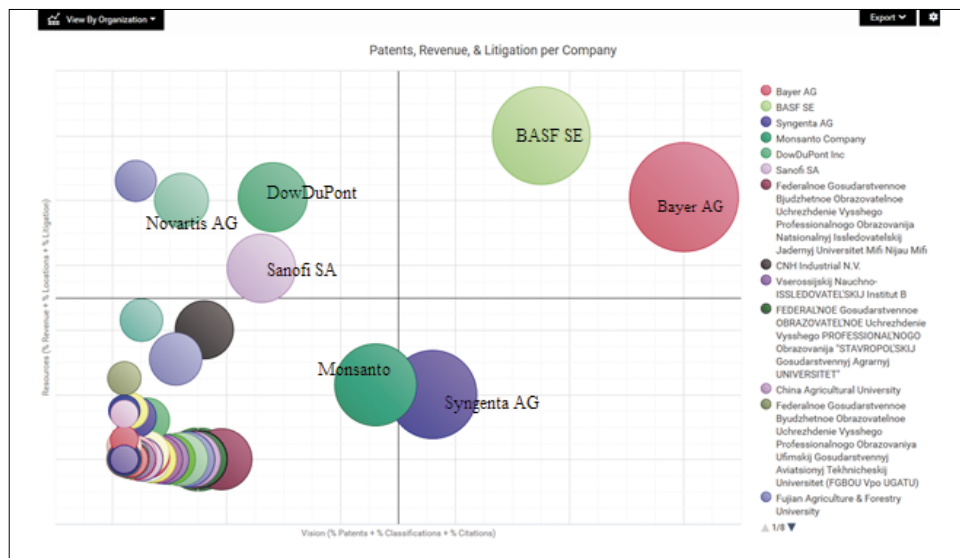


Рис. 2. Конкурентный ландшафт, сложившийся в технологической области «семеноводство, селекция и производство средств защиты растений», 1998–2018 гг.

Источник: LexisNexis PatentStrategies, данные на 19.03.2018 г.

Таблица 1

Количественные индикаторы топ-20 организаций на конкурентном ландшафте технологической области «семеноводство, селекция и производство средств защиты растений», 1998–2018 гг.

Организация	Число патентных документов	Чистая выручка, долл.	Число патентных споров в США	Интегральное значение показателя «Видение», %	Интегральное значение показателя «Ресурсы», %
Bayer AG	403	49 792 878 808,00	260	100	81,26673
BASF SE	303	61 270 931 074,00	114	75,1861	100
Syngenta AG	227	12 790 000 000,00	37	56,32754	20,8745
Monsanto Company	186	14 640 000 000,00	257	46,15385	23,89388
DowDuPont Inc	113	50 000 000 000,00	347	28,0397	81,60479
Sanofi SA	107	36 748 650 000,00	396	26,55087	59,9773
ФГБУ ВПО Национальный университет МИФИ	77	0,00	0	19,1067	0
CNH Industrial N.V.	66	24 872 000 000,00	19	16,37717	40,59347
ВНИИ биологической защиты растений	61	0,00	0	15,13648	0
ФГБУ ВПО Ставропольский государственный университет	61	0,00	0	15,13648	0
China Agricultural University	57	0,00	0	14,14392	0
ФГБУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет	56	0,00	0	13,89578	0
Fujian Agriculture & Forestry University	54	0,00	0	13,3995	0
Novartis AG	52	49 436 000 000,00	895	12,90323	80,68565
Hainan Zhengye Zhongnong High Technology Co., Ltd.	50	0,00	0	12,40695	0
Sumitomo Chemical Company, Limited	46	19 192 996 360,00	79	11,41439	31,3248
Kamterter Products, Inc.	41	0,00	0	10,1737	0
Zhejiang University	38	0,00	0	9,42928	0
Кубанский государственный университет	37	0,00	0	9,181141	0
Nanjing Agricultural Univ	35	0,00	0	8,684864	0

Источник: LexisNexis PatentStrategies, данные на 19.03.2018 г.

лишь 29 из 77 патентных документов МИФИ, 1 из 61 патентного документа ВНИИ биологической защиты растений, 1 из 61 патентного документа Ставропольского государственного университета. Только Уфимский государственный авиационный технический университет и Кубанский государственный университеты продолжают поддерживать большую часть своих патентов (54 из 56 и 20 из 37 соответственно).

Данные рис. 3 позволяют проследить динамику патентования организаций, вошедших в топ-20 по объему патентного портфеля.

Следует отметить стабильность патентной активности компаний-лидеров (Bayer, BASF, Syngenta, Monsanto и Dow DuPont), резко контрастирующую с эпизодичностью патентной активности российских вузов и НИИ. Так компания Bayer AG, занявшая к 2018 г. лидирующие позиции в данном сегменте

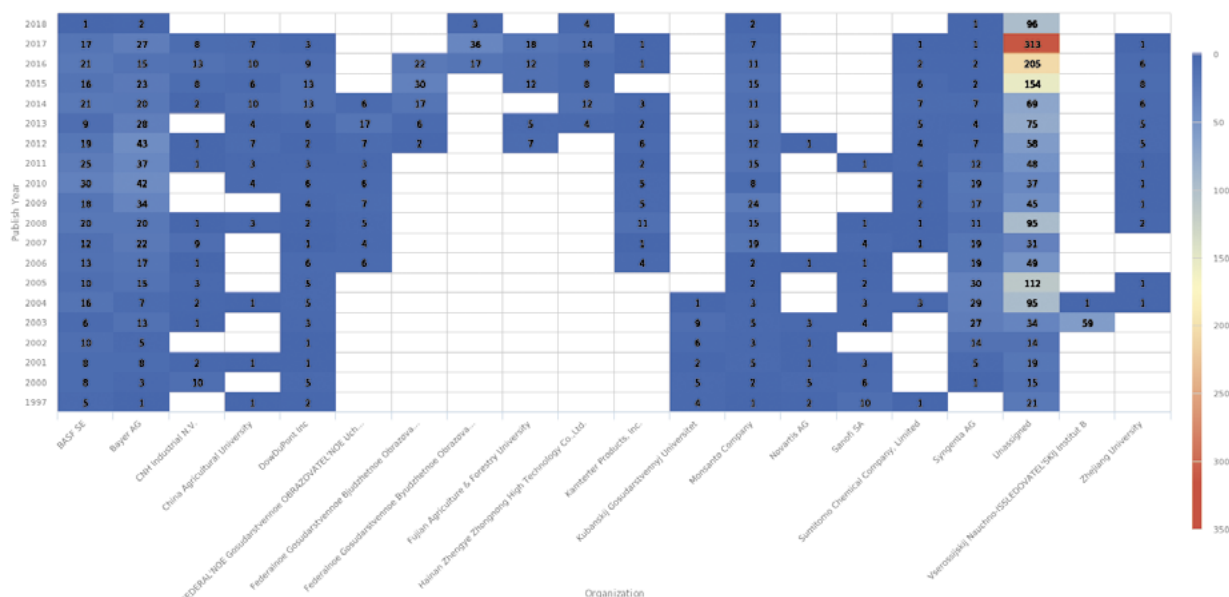


Рис. 3. Динамика патентования топ-20 организаций по направлению «семеноводство, селекция и производство средств защиты растений», 1997–2018 гг.

Источник: LexisNexis PatentStrategies, данные на 19.03.2018 г.

технологического рынка, последовательно увеличила свой портфель патентных документов, связанных с семеноводством, селекцией и производством средств защиты растений, с 1 патента в 1997 г. до 403-х к 2018 г.

Кубанский государственный университет, напротив, не имеет ни одного патент-

ного документа с датой публикации позднее 2004 г., а Национальный университет МИФИ и Уфимский государственный авиационный технический университет занялись созданием новых сортов семян и средств защиты растений лишь в 2012 и 2016 гг. соответственно.

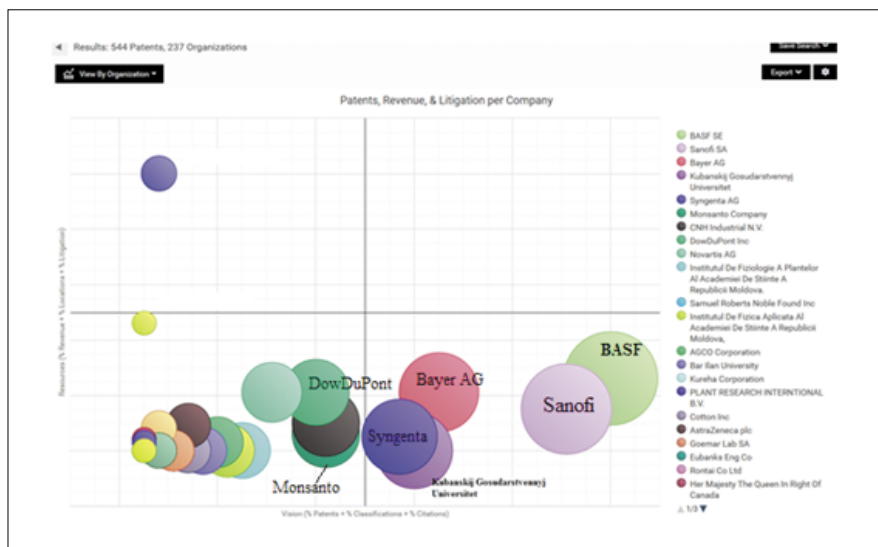


Рис. 4. Конкурентный ландшафт, сложившийся в технологической области «семеноводство, селекция и производство средств защиты растений», 1998–2002 гг.

Источник: LexisNexis PatentStrategies, данные на 19.03.2018 г.

Интересно более детально проследить эволюцию конкурентного ландшафта в технологической области «семеноводство, селекция и производство средств защиты растений», разделив 20-летний период наблюдения на более дискретные периоды (рис. 4–7).

Сопоставление положения организаций, ведущих исследования и патентующих техни-

ческие решения в рассматриваемой технологической области, полностью подтвердило выдвинутую нами гипотезу. Монополизация рынка высокотехнологичных товаров с высокой добавленной стоимостью сопровождается формированием «контрольных» портфелей патентов. Реализация стратегий захвата все более значительных по объему ниш глобаль-

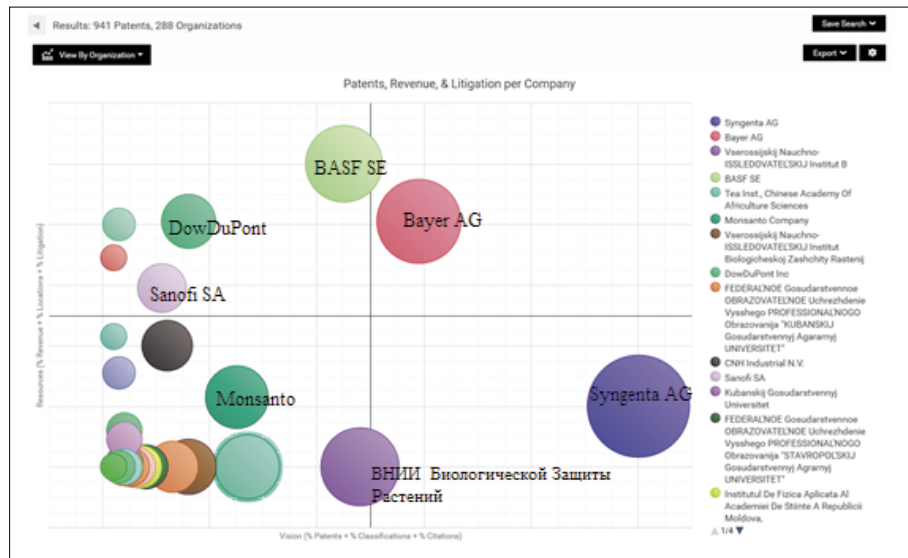


Рис. 5. Конкурентный ландшафт, сложившийся в технологической области «семеноводство, селекция и производство средств защиты растений», 2003–2007 гг.

Источник: LexisNexis PatentStrategies, данные на 19.03.2018 г.

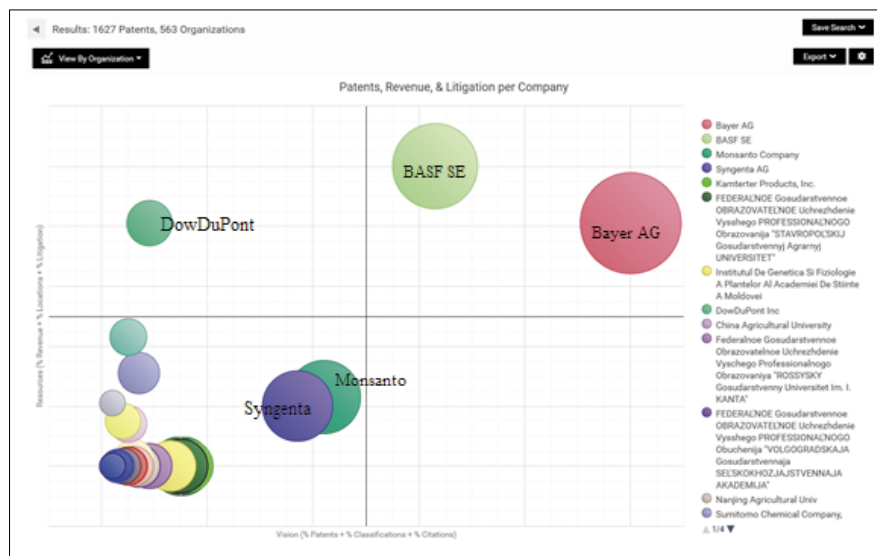


Рис. 6. Конкурентный ландшафт, сложившийся в технологической области «семеноводство, селекция и производство средств защиты растений», 2008–2012 гг.

Источник: LexisNexis PatentStrategies, данные на 19.03.2018 г.

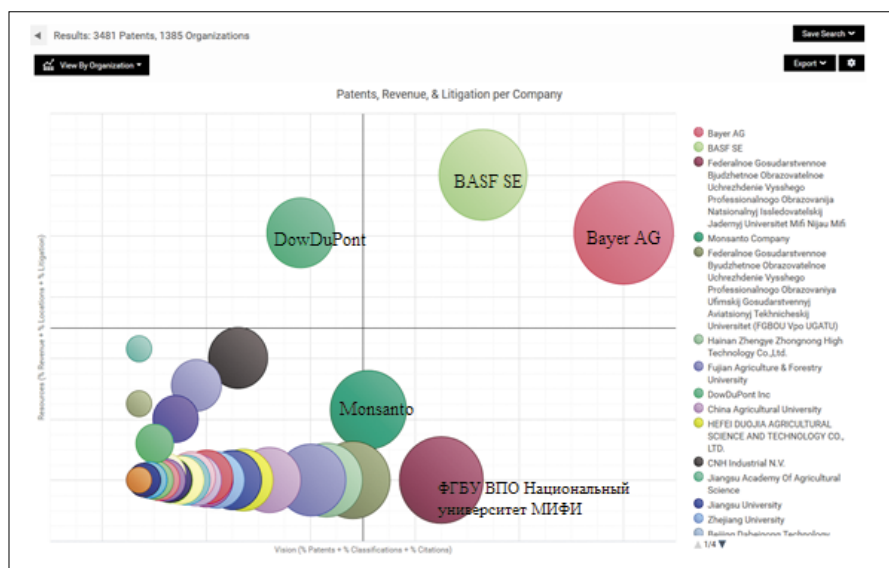


Рис. 7. Конкурентный ландшафт, сложившийся в технологической области «семеноводство, селекция и производство средств защиты растений», 2013–2017 гг.

Источник: LexisNexis PatentStrategies, данные на 19.03.2018 г.

ного рынка выражается в наращивании патентных портфелей компаний-лидеров, которое происходит как за счет патентования результатов НИОКР собственных корпоративных исследований, так и счет поглощения других высокотехнологичных компаний иобретения прав на принадлежащие им патентные документы. Сочетание двух факторов, условно названных методологами LexisNexis PatentStrategies «Ресурсами» и «Видением», позволяет компаниям, стремящимся к монопольному владению рынками, достигать своей цели за довольно непродолжительные периоды времени. Так компании Bayer и BASF переместились в квадрант «Бенефициары» всего за пять лет (2003–2008 гг.). Последовательно реализуемая исследовательская программа этих корпораций в сочетании с агрессивной политикой поглощений привела к тому, что, по состоянию на сегодняшний день, все остальные научные организации и компании мира оказались в квадранте «Последователей-Участников» (рис. 7). В 2018 г. на конкурентном ландшафте этого технологического пространства, как уже известно, исчезнет компания Monsanto, которая оставалась единственным значимым конкурентом в квадранте «Покупатели».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исчерпание возможностей экстенсивного расширения глобальных рынков в мировой экономической системе формирует в качестве главного условия экономического лидерства императив перехода ключевых участников рынков к использованию новых технологий. Именно технологии в современной мировой промышленной стратегии превращаются в фактор системной трансформации сложившихся отраслей и одновременно в инструмент создания конкурентных преимуществ компаний, претендующих на сохранение лидирующих позиций.

Для монополизации высокотехнологичных рынков компании-лидеры используют права интеллектуальной собственности, что позволяет им осуществлять по отношению к странам-экспортерам высокотехнологичной продукции политику технологической зависимости, выражающуюся не только во взимании мировой технологической ренты, но и в навязывании своих производственных и управленческих стандартов. В таком качестве они выступают как дизайнеры новых технологических решений, которые и определяют сценарии технологического развития отраслей и рынков.

Как отмечают Яковец и Расторцев (2016), современный мировой рынок ИС уже является

сверхмонополизированным: за период с 2000 по 2014 гг. зафиксирован двукратный рост числа заявок на патенты и товарные знаки в мире, и почти пятикратный рост платежей за использование ИС. Объем глобального высокотехнологичного экспорта за указанный период увеличился двукратно (до 2,34 трлн. долл.). При этом промышленно развитые страны получают 99% платежей за использование ИС. Отрицательное сальдо в торговле ИС стран со средними доходами выросло с 5,3 млрд. долл. в 2000 г. до 54,6 млрд. в 2015 г. (в том числе Китая – с 0,7 до 22 млрд. долл.), что, по мнению исследователей, свидетельствует о том, что нормы, регулирующие мировой рынок ИС и поддерживаемые ВОИС и ВТО, сформированы в интересах стран «золотого миллиарда» и крупных промышленных компаний [21].

Компании – технологические и рыночные лидеры выступают в качестве заказчиков корпоративных НИОКР и становятся владельцами прав ИС на системные решения, используемые в промышленных технологиях, закрепленные значительными по числу и силе действующими патентами. Таким образом они создают матричные технологии и права на них, а затем тиражируют их в мировом масштабе. Достигнутое конкурентное преимущество они закрепляют путем установления монопольно высокой цены на новые технологии и продукты или путем взимания патентно-лицензионных платежей (роялти, франчайзинг) с покупателей технологий и продуктов на последующих стадиях. Действия по подобным схемам консервируют технологическую монополию стран метрополии и зависимое положение стран технологической периферии [22].

Законодательство промышленно развитых стран предоставляет национальным корпорациям возможность размещать свои подразделения в любой точке земного шара и осуществлять аутсорсинговые схемы использования интеллектуальных и материальных ресурсов из других стран для производства сегментарных (и соответственно не защищенных правами интеллектуальной собственности продуктов), формируя целостный, законченный и защищенный правом ИС продукт. Подход,

который Мойсейчик и Фараджов (2015) обозначают как сетевую глобальную организацию мирового технологического аутсорсинга, позволяет компаниям-лидерам обеспечивать взимание мировой технологической ренты. Таким образом, мировая собственность на технологии получила институциональное оформление в виде мировых стандартов ИС и высоких технологий, которые сформировали так называемую платформу Индустрия-4.0, а также воплотились в виде системы собственности на производство этих стандартов [22].

В сложившейся системе компаниям-аутсайдерам остается возможность реализовать свое право на участие в цепочках создания добавленной стоимости лишь в нишевых сегментах в качестве производителя и поставщика новых технологических решений.

Наконец, еще одной стратегией преумножения научно-технологических заделов и прав ИС для компаний-технологических лидеров стала практика поглощения ими средних и малых высокотехнологичных компаний мира. Это позволяет ускорить достижение монопольного положения на рынке при одновременном сокращении рисков и расходов на внутрикорпоративные НИОКР, а также времени, необходимого для завершения полного жизненного цикла инновационного проекта.

Приведенные в настоящей статье данные доказывают, что патентный ландшафт с высокой степенью достоверности отражает процесс формирования технологической олигополии на рынках, сформированных товарами новой технологической повестки, что может быть использовано для объективизации конкурентной ситуации, которая складывается на новых или зрелых, но подвергнутых технологической трансформации рынках.

Кроме того, эти данные позволяют оценить продолжительность периода, достаточного для того, чтобы компания, выбравшая в качестве направления диверсификации своего бизнеса новую технологическую область, добилась технологического лидерства и монополизации рынка в этой новой области. Фармацевтической компании Bayer, имевшей лишь один патент на средство защиты растений в 1997 г., потребовалось всего 10 лет

для формирования самого объемного в мире портфеля патентов на новые технологии селекции, семеноводства и средства защиты растений и еще 10 лет для разработки стандартов применения новых технологий и средств, что обеспечило компании достижение почти монопольных прав на соответствующем рынке.

Не может не настораживать выявленная нами предопределенность функционала различных участников конкурентного пространства, возникающего в новой технологической, генерирующей будущий рынок, области. Мы выделяем группу доноров научно-технологических заделов, в качестве которых, как правило, выступают университеты, научно-исследовательские центры и стартапы, не располагающие большими финансовыми и инфраструктурными ресурсами, но создавшие, главным образом, на средства государственного бюджета заметный научно-технологический задел, защищенный значительным по объему портфелем патентов. Однако у участников этой группы нет шансов выиграть борьбу за рынок в силу отсутствия достаточного ресурсного обеспечения. Принадлежащая им ИС (в случае ее промышленной перспективности) неизбежно будет переуступлена компаниям с высокой капитализацией. К числу последних относятся крупные промышленные компании, в стратегиях развития которых передовые трансформирующие рынок технологии появляются, как правило, только тогда, когда они уже доказали рыночную перспективность и необходимость использования для сохранения доли на рынке, подвергшемся технологической трансформации. Эти компании приобретают или поглощают заделы организаций-доноров, что может позволить им в самые короткие сроки стать заметными игроками на технологически обновленных рынках.

Те же крупные промышленные компании, которые опередили своих конкурентов по «остроте» технологического видения и своевременно инвестировали значительные бюджеты в корпоративные НИОКР и в поглощение перспективных компаний, получают шанс стать не только лидерами, но и монополистами на рынках наукоемкой продукции.

Всем остальным участникам технологической гонки, скорее всего, придется довольствоваться ролью технологических аутсайдеров.

Современная научно-технологическая политика России, с нашей точки зрения, направлена, прежде всего, на преумножение организаций-доноров научно-технологических заделов (национальных исследовательских университетов, стратапов, научных лабораторий мирового уровня). В отсутствие национальных компаний-реципиентов, реализующих программы технологической диверсификации, а также в отсутствие компаний промышленного сектора, последовательно направляющих значительные бюджеты на НИОКР на развитие тех или иных технологий, созданные российскими университетами, НИИ и стартапами технические решения могут быть использованы в интересах зарубежных промышленных компаний. К сожалению, результаты наших исследований, выполненных в 2017 г., дают убедительное подтверждение обоснованности таких опасений [23].

Представляется, что новая промышленная политика России, отвечающая императивам текущего этапа развития мирового промышленного сектора будет сфокусирована, прежде всего, на ключевых бенефициарах нового научно-технологического знания, а именно, на крупных отечественных промышленных компаниях, и одновременно ограничит и практику использования отечественных научно-технологических заделов зарубежными компаниями, создавшими филиалы на территории РФ. Та же компания Bayer, технологические и рыночные стратегии которой стали предметом настоящего исследования, обозначила новую технологическую область в качестве пространства для возможной диверсификации: цифровые технологии. Уже сегодня Bayer внедряет технологию CRISPR для редактирования генов сельскохозяйственных растений. Компанией запущен целый пакет акселерационных программ по поиску перспективных идей, разработок и команд в странах с наиболее сильной научной и интеллектуальной базой для быстрого упрочения своих позиций в областях цифрового здравоохранения (digital health) и цифрового земледелия (digital farming).

В 2016 г. корпорация объявила конкурс идей и стартапов в Испании, Китае, Сингапуре, Корее, Японии, Канаде, Италии и России. В первый же год запуска проекта Grants4Apps в России было собрано 150 заявок, 3 из которых были отобраны для акселерации в московском офисе компании. Акселерационные программы Grants4Apps Bayer реализует совместно с российским Фондом развития интернет-инициатив (ФРИИ). Стратегическое

партнерство компании с ФРИИ продолжается уже 2 года, в течение которых Bayer регулярно проводит сбор заявок через стандартную форму на сайте российского фонда [24]. При сохранении таких практик технологического развития страны можно прогнозировать, что уже не через 10, а через 5 лет ФАС России будет искать способы борьбы с монополизацией компаний Bayer внутреннего рынка цифрового земледелия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куракова Н.Г., Зинов В.Г. (2017) Оценка возможности достижения технологического лидерства России в зеркале патентного анализа / Издательский дом «Дело» РАНХиГС. 76 с.
2. Куракова Н.Г., Зинов В.Г. (2016) Глобальное технологическое лидерство РФ в проекции мирового патентного ландшафта // Инновации. № 6 (212). С. 64–73.
3. Кураков Ф.А. (2016) Позиции России на глобальном ландшафте интеллектуальной собственности в 2010–2015 годах // Экономика науки. Т. 2. № 2. С. 84–95.
4. Зинов В.Г., Куракова Н.Г., Черченко О.В. (2017) Анализ причин и последствий передачи полученных в России результатов интеллектуальной деятельности зарубежным компаниям // Инновации. № 10 (228). С. 24–30.
5. 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.
6. Лихачев В.А. (2014) Мировой рынок объектов интеллектуальной собственности на современном этапе // Российский внешнеэкономический вестник. № 8. С. 89–103.
7. Кузнецова Г.В. (2014) Развитие научно-исследовательской деятельности в мировой экономике // Российский внешнеэкономический вестник. № 7. С. 23–40.
8. Мойсейчик Г.И., Фараджов Т.И. (2015) Вопросы финансово-технологического суверенитета как основной предмет экономической науки XXI века // OIKONOMOS: Journal of Social Market Economy. № 2(3). С. 47–66.
9. Справочник компаний. Syngenta (2018) / Агроинвестор. <http://www.agroinvestor.ru/companies/a-z/syngenta>.
10. США одобрили сделку по покупке ChemChina швейцарской Syngenta за \$43 млрд. (2016) / Прайм. 22.08.2016. https://1prime.ru/industry_and_energy/20160822/826403278.html.
11. Овчаренко М. (2015) Dow Chemical и DuPont могут создать химического гиганта с капитализацией \$120 млрд. / Ведомости. 09.12.2015. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2015/12/09/620269-dow-dupont-himicheskogo-giganta-120>.
12. Бурлакова Е. (2017) Россия может заблокировать создание крупнейшего в мире производителя семян / Ведомости. 08.11.2017. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2017/11/08/740985-sdelku-bayer-monsanto>.
13. The 2017 EU Industrial R&D Investment Scoreboard (2018) / European Commission – Joint Research Center. <http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard17.html#close>.
14. Ганенко И. (2017) Продажи Bayer Crop Science в 2017 году могут составить около 10 млрд. евро / Агроинвестор. <http://www.agroinvestor.ru/companies/news/28808-prodazhi-bayer-crop-science-v-2017-godu-mogut-sostavit-okolo-10-mlrd-evro>.
15. Ганенко И. (2017) Bayer Crop Science инвестирует 1 млрд. евро в исследования и разработки / Агроинвестор. <http://www.agroinvestor.ru/technologies/news/28625-bayer-crop-science-investiruet-1-mlrd-evro>.
16. Ганенко И. (2017) BASF купит долю бизнеса Bayer по производству гербицидов и семян / Агроинвестор. <http://www.agroinvestor.ru/investments/news/28712-basf-kupit-dolyu-biznesa-bayer>.
17. Monsanto Company (2018) / Wiki2. https://wiki2.org/ru/Monsanto_Company.
18. Чекамарева П.А. (2015) Доклад директора Департамента растениеводства химизации и защиты растений Минсельхоза России на Всероссийском агрономическом совещании. 10.03.2015. <https://www.apk-news.ru/doklad-direktora>

departamenta-rastenievodstva-himizatsii-i-zashchityi-rasteniy-minselhoza-rossii-p-a-chekmareva-na-vserossiyskom-agronomicheskome-soveshhanii-na-temu-itogi-raboty-i-otrasli-ra.

19. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы (2012) / Официальный сайт Правительства России. <http://government.ru/programs/208/events>.
20. Федеральный закон от 28 ноября 2015 г. № 329 (2015) О внесении изменений в федеральный закон «О федеральном бюджете на 2015 год и на плановый период 2016 и 2017 годов» / КонсультантПлюс. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_189522.
21. Яковец Ю.В., Растворцев Е.Е. (2016) Анализ мировых и евразийских тенденций развития рынка

интеллектуальной собственности // Мониторинг правоприменения. № 4 (21).

22. Мойсейчик Г.И., Фараджов Т.И. (2015) Как нам не проспать четвертую промышленную революцию: государственная стратегия по переводу промышленности на цифровую платформу как необходимое условие государственного суверенитета // Философия хозяйства. № 5 (101). С. 109–125.
23. Куракова Н.Г., Зинов В.Г., Ерёмченко О.А., Цветкова Л.А., Кураков Ф.А. (2018) Анализ потоков технологического знания в России и в мире / Издательский дом «Дело» РАНХиГС. Москва. 78 с.
24. Мухамедзянова Д. (2017) Как стратегия открытых инноваций превращает Bayer в IT-компанию / Хайтек. 12.09.2017. <https://hightech.fm/2017/09/12/Bayer>.

REFERENCES

1. Kurakova N.G., Zinov V.G. (2017) Assessment of the possibility of achieving technological leadership in Russia in the mirror of patent analysis / Publishing house «Delo» RANEP. 76 p.
2. Kurakova N.G., Zinov V.G. (2016) Global technological leadership of the Russian Federation in the projection of the world patent landscape // Innovations. № 6 (212). P. 64–73.
3. Kurakov F.A. (2016) Russia's position in the global landscape of intellectual property during 2010–2015 // The Economics of Science. V. 2. № 2. P. 84–95.
4. Zinov V.G., Kurakova N.G., Cherchenko O.V. (2017) Analysis of the causes and consequences of the transfer of results of intellectual activity received in Russia to foreign companies // Innovations. № 10 (228). P. 24–30.
5. 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.
6. Likhachev V.A. (2014) The global market for intellectual property at the present stage // Russian Foreign Economic Journal. № 8. P. 89–103.
7. Kuznetsova G.V. (2014) The development of research activity in the global economics // Russian Foreign Economic Journal. № 7. P. 23–40.
8. Mojsejchik G.I., Faradzhev T.I. (2015) Problems of financial and technological sovereignty as the main subject of economic science of the XXI century // OIKONOMOS: Journal of Social Market Economy. № 2(3). P. 47–66.
9. Company Directory. Syngenta (2018) / Agroinvestor. <http://www.agroinvestor.ru/companies/a-z/syngenta>.
10. The US approved a deal for the purchase of ChemChina by the Swiss Syngenta for \$43 billion (2016) / Prime. 22.08.2016. https://1prime.ru/industry_and_energy/20160822/826403278.html.
11. Ovcherenko M. (2015) Dow Chemical and DuPont may create a chemical giant with \$120 billion market capitalization / Vedomosti. 09.12.2015. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2015/12/09/620269-dow-dupont-himicheskogo-giganta-120>.
12. Burlakova E. (2017) Russia can block the creation of the largest seed producer in the world / Vedomosti. 08.11.2017. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2017/11/08/740985-sdelku-bayer-monsanto>.
13. The 2017 EU Industrial R&D Investment Scoreboard (2018) / European Commission – Joint Research Center. <http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard17.html#close>.
14. Ganenko I. (2017) Sales of Bayer Crop Science in 2017 could reach about 10 billion euro / Agroinvestor. <http://www.agroinvestor.ru/companies/news/28808-prodazhi-bayer-crop-science-v-2017-godu-mogut-sostavit-okolo-10-mlrd-evro>.
15. Ganenko I. (2017) Bayer Crop Science will invest 1 billion euros in research and development / Agroinvestor. <http://www.agroinvestor.ru/technologies/news/28625-bayer-crop-science-investiruet-1-mlrd-evro>.
16. Ganenko I. (2017) BASF to buy Bayer's share in the production of herbicides and seeds /

- Agroinvestor. <http://www.agroinvestor.ru/investments/news/28712-basf-kupit-dolyu-biznesa-bayer>.
17. Monsanto Company (2018) / Wiki2. https://wiki2.org/ru/Monsanto_Company.
 18. Chekmareva P.A. (2015) 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. 10.03.2015. <https://www.apk-news.ru/doklad-direktora-departamenta-rasteniievodstva-himizatsii-i-zashchityi-rasteniy-minselhoza-rossii-p-a-chekmareva-na-vserossiyskom-agronomicheskomo-oveshhanii-na-temu-itogi-raboty-otrasli-ra>.
 19. State program for the development of agriculture and regulation of markets of agricultural products, raw materials and food for 2013–2020 (2012) / Official web-site of Russian Government. <http://government.ru/programs/208/events>.
 20. Federal law of the Russian Federation dated 28 November 2015 № 329 (2015) On Amending the Federal Law «On the Federal Budget for 2015 and the Planning Period of 2016 and 2017» / ConsultantPlus. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_189522.
 21. Jakovec Ju.V., Rastvorcev E.E. (2016) The analysis of world and Eurasian trends of intellectual property market development // Monitoring of Law enforcement. № 4 (21).
 22. Mojsejchik G.I., Faradzhov T.I. (2015) How can we not oversleep the fourth industrial revolution: the state strategy to transfer industry to a digital platform as a necessary condition of state sovereignty // Philosophy of economy. № 5 (101). P. 109–125.
 23. Kurakova N.G., Zinov V.G., Yermchenko O.A., Tsvetkova L.A., Kurakov F.A. (2018) Analysis of technological knowledge flows in Russia and in the world / Publishing house «Delo» RANEPa. Moscow. 78 p.
 24. Muhamedzjanova D. (2017) How the strategy of open innovations turns Bayer into an IT company / Hightech. 12.09.2017. <https://hightech.fm/2017/09/12/Bayer>.

UDC 339

Petrov A.N., Kurakova N.G., Zinov V.G., Tsvetkova L.A. *Features of monopolization of high-tech markets in the projection of patent analysis* (Directorate of State Scientific and Technical Programmes, Presnensky Val Street, 19, building 1, Moscow, Russia, 123557; The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, prospect Vernadskogo, 82, Moscow, Russia, 119571)

Abstract. The analysis of the transformation of the competitive landscape based on intellectual property rights in the technological field “Seed breeding, selection and production of plant protection means” for the period from 1999 to 2018, which led to the monopolization of the market of elite seeds and plant protection means in 2018, was carried out. The hypothesis of the study was the assumption that in the modern format of the world economy, the achievement of market and technological leadership is impossible without superiority in the space of global intellectual property. Therefore, the formation of any technological oligopoly should be reflected in the patent landscape of the corresponding technological space. The focus of this study was the dynamics of the volume of patent rights that appear in companies that are both technological and market leaders and form the technological oligopoly.

Keywords: technological oligopoly, competitive landscape, intellectual property rights, markets, competition, leadership, technological area, seed production, selection, plant protection means.

Ф.А. КУРАКОВ,

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

РОССИЯ В ГЛОБАЛЬНОЙ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКОСИСТЕМЕ: 2016–2017 ГГ.*

УДК 347.77

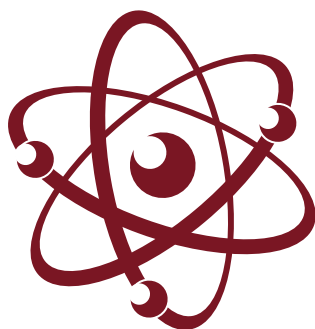
Кураков Ф.А. *Россия в глобальной научно-технологической экосистеме: 2016–2017 гг.* (Центр научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, пр. Вернадского, д. 82, г. Москва, Россия, 119571)

Аннотация. Выполнен обзор актуализированных в 2018 г. ключевых индикаторов развития глобальной научно-технологической экосистемы для определения важных для России тенденций и фокусов для сопоставления. Особое внимание обращено на тот факт, что доля средств предпринимательского сектора промышленно развитых стран становится основным источником финансирования НИОКР. В Российской Федерации в 2016 г. объем совокупных инвестиций всех российских промышленных компаний в НИОКР составил 8,39 млрд. евро по ППС, что меньше, чем бюджет 2016 г. каждой отдельно взятой компании, вошедшей в топ-10 рейтинга Европейской комиссии «EU Industrial R&D Investment Scoreboard». Внутренние затраты на исследования и разработки в Российской Федерации в 2015 г. оказались меньше, чем совокупный корпоративный бюджеты трех компаний мира: Volkswagen, Alphabet и Microsoft.

Ключевые слова: Российская Федерация, научно-технологическая сфера, финансирование, источники, внутренние затраты на исследования и разработки, предпринимательский сектор, корпоративные бюджеты на НИОКР, корпоративные венчурные фонды.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-4-1-20-29

Цитирование публикации: Кураков Ф.А. (2018) Россия в глобальной научно-технологической экосистеме: итоги и вызовы // Экономика науки. Т. 4. № 1, С. 20–29.



В конце 2017 г. и начале 2018 г. ведущими аналитическими организациями и компаниями мира были опубликованы обзоры, актуализированные данные которых позволяют выявить новые тенденции финансирования национальных сегментов глобальной научно-технологической сферы. Среди этих материалов, в первую очередь, следует выделить доклад Национального научно-го фонда США «Science and Engineering Indicators 2018», подготовленный для Конгресса и президента США, дающий на основании анализа 42 индикаторов оценку конкурентоспособности научно-технологического комплекса страны и потенциала его развития [1].

Доклад Фонда информационных технологий и инноваций США (Information technology and innovation Foundation, INIF) предложил анализ ключевых причин, создавших риск потери США статуса мирового технологического лидера, и рекомендации, направленные на сохранение этого статуса [2].

Данные отчета Европейской комиссии «EU Industrial R&D Investment Scoreboard» позволили оценить динамику объема корпоративных

* Публикация подготовлена в рамках Государственного задания ФГБУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» на 2018 год по проекту № 1.3 «Закономерности диверсификации промышленных компаний, основанных на использовании новых технологий».

бюджетов на НИОКР в 2016 г., на основании которого создан рейтинг 2500 промышленных компаний мира по отдельным отраслям промышленности. Особый интерес представляет анализ новых технологических направлений, которые, как ожидается, приведут к трансформации отдельных рынков и смене ключевых игроков на них в ближайшие 3–5 лет [3].

Аналогичный исследовательский фокус присутствовал и в докладе «Will Stronger Borders Weaken Innovation?», подготовленном компанией Strategy& (США) в конце 2017 г. В нем также ранжируются 1000 компаний мира, имеющих максимальные бюджеты на НИОКР и демонстрирующие наибольшую инновационную активность [4].

Сразу несколько обзоров, опубликованных в конце 2017 г. – начале 2018 г. позволили актуализировать представление об инвестиционных предпочтениях и стратегиях венчурного капитала в различных регионах мира. Доклад «Venture Pulse Q4 2017 Report» [5], опубликованный в январе 2018 г. консалтинговым подразделением KPMG Enterprise, а также статистический доклад «MoneyTree Report Q4 2017» [6], подготовленный совместно PwC и CB Insights, предложили обзор глобального венчурного рынка по итогам 2017 г. Доклад «The 2017 Global CVC Report», опубликованный компанией CB Insights, содержит анализ инвестиций корпоративных венчурных фондов в 2017 г. [7].

Смену инвестиционных предпочтений в американском сегменте мирового венчурного рынка объяснил ежеквартальный обзор «Venture Monitor 4Q 2017», выпущенный в январе компанией PitchBook в сотрудничестве с Национальной ассоциацией венчурного капитала США (NVCA) [8]. Анализ развития российского венчурного рынка в 2016 г. предложил ежегодный доклад «MoneyTree™: Навигатор венчурного рынка» («MoneyTree™: Россия») [9].

Целью настоящей публикации был обзор ключевых индикаторов глобальной научно-технологической экосистемы, представленных в перечисленных аналитических материалах, для определения важных для России тенденций и вызовов.

Темпы роста расходов на исследования и разработки в предпринимательском секторе промышленно развитых стран

Данные, приведенные в докладе «Science and Engineering Indicators 2018» [1], позволяют отметить, что 47% валовых затрат на исследования и разработки (ВЗИР) мира в 2015 г. пришлось на две страны: США (496 млрд. долл., 26% мирового бюджета на исследования и разработки (ИиР)) и Китай (408 млрд. долл., 21%)! Консолидированный бюджет стран ЕС составил 386,5 млрд. долл. (Германия – 114,8 млрд. долл., Франция – 60,8 млрд. долл., Великобритания – 46,3 млрд. долл.); четвертую строчку рейтинга заняла Япония (170 млрд. долл.). Всего же на первые восемь стран рейтинга ВЗИР (США, Китай, Япония, Германия, Южная Корея, Франция, Индия, Великобритания) приходится 75% мирового бюджета на ИиР.

Обращает на себя внимание тот факт, что Китай увечил свой национальный бюджет на ИиР в 4 раза за 11 лет: с 100 млрд. долл. в 2005 г. до 408 млрд. долл. в 2016 г. В 2016 г. Китай опубликовал пятилетний план, в соответствии с которым расходы на науку должны вырасти с 2% ВВП в 2014 г. до 2,5% в 2020 г. С учетом этих планов и того факта, что расходы на науку в Китае росли в среднем на 18% в год с 2000 г., а в США – лишь на 4%, авторы доклада прогнозируют, что в течение ближайших лет Китай займет первую позицию рейтинга национальных ВЗИР [1].

В презентации Фонда информационных технологий и инноваций США «Новая эра американской политики в области исследований и разработок?» [2] отмечается, что в целом ряде стран рост ВЗИР в период с 2000 по 2012 гг. исчислялся десятками и даже сотнями процентов: в Китае и в Израиле он составил 110%, в Южной Корее – 91%, в Ирландии 75%, в Швеции – 34%, в Канаде – 31%, в Японии – 22%. На фоне таких высоких темпов роста расходов на ИиР в перечисленных странах, увеличение ВЗИР США, составившее за указанный период всего 3%, трактуется авторами презентации как

предпосылка для потери технологического лидерства. Они отмечают, что, если в середине 1960-х гг. расходы американского федерального бюджета на ИиР составляли более половины мирового бюджета, то в настоящее время на их долю приходится лишь 8,4%. При этом доля расходов федерального бюджета на ИиР от ВВП США в течение 1976–2016 гг. неуклонно снижалась: с 1,23% в 1976 г. до 0,78% в 2016 г. [2].

Заслуживает особого внимания и поднятая авторами доклада тема диффузии передового, промышленно применимого знания из США. Они делают вывод, что очень многие зарубежные государства быстро и эффективно используют прорывные научно-технологические инновации, создаваемые в США, и во все возрастающих масштабах неконтролируемо используют интеллектуальную собственность резидентов США. Таким образом, тема технологического меркантилизма и «национализма» все более явно обозначается при обсуждении рисков потери лидерства США в научно-технологической сфере.

Наметились устойчивые изменения и в структуре ВЗИР промышленно развитых стран по источникам средств. Так, согласно докладу «Science and Engineering Indicators 2018» [1], доля государственного финансирования и частных благотворительных фондов в национальном бюджете на ИиР США, составила в 2015 г. всего лишь 17%, причем этот показатель имеет тенденцию к сокращению в течение последних пяти лет. На долю предпринимательского сектора в США пришлось в 2015 г. 62% общих затрат на ИиР, и она продолжает расти. Государство остается основным источником финансирования фундаментальных научных исследований в США (в 2015 г. различные федеральные агентства и ведомства финансировали 44% таких исследований), однако на долю предпринимательского сектора пришлось уже 27% затрат на фундаментальную науку [1].

Аналогичная ситуация сложилась и в Китае: на долю государства в 2015 г. пришлось лишь 21% ВЗИР, остальные средства инвестировали частные компании страны. В докладе «Science and Engineering Indicators 2018» [1] обращено внимание на то обстоятельство,

что на поддержку фундаментальных научных исследований в Китае приходится лишь 5% национального бюджета на ИиР (в США – 17%), а 84% ВЗИР КНР направлены на проекты стадии ОКР, т.е. национальная наука Китая имеет ярко выраженную прикладную направленность.

В отчете Европейской комиссии «EU Industrial R&D Investment Scoreboard» приведен рейтинг промышленных компаний мира по показателю «Объем инвестиций в НИР и ОКР» [3]. В рейтинге представлены 2500 компаний (компании сырьевого и банковского секторов не рассматривались), из которых 822 компании зарегистрированы в юрисдикции США, 567 компаний – в Евросоюзе, 376 компаний – в Китае, 365 компаний – в Японии и только две – в России (Вертолеты России и КамАЗ). Первая из них выделила на ИиР в 2016 г. около 81 млн. евро (на 38,3% меньше по сравнению с 2015 г.), что позволило ей занять 1102-е место в рейтинге. Бюджет на НИОКР КамАЗ в 2016 г. составил 28,3 млн. евро, что обеспечило компании 2260-е место в рейтинге.

Совокупные затраты на НИОКР всех 2500 компаний в 2016 г. составили 741,6 трлн. евро, причем этот показатель рос шесть лет подряд: только по сравнению с 2015 г. он увеличился почти на 6%. На компании США в 2016 г. пришлось 39% мировых корпоративных бюджетов на НИОКР, доли компаний Европы, Японии и Китая составили 26%, 14% и 8% соответственно. Европейские компании увеличили в 2016 г. свои инвестиции на 7%, главным образом, за счет медицинского, автомобильного и ИКТ-секторов промышленности.

В целом же, в 2016 г. наиболее впечатляющий рост глобальных корпоративных бюджетов на НИОКР наблюдался в секторе информационно-коммуникационных услуг (+11,7%), секторе здравоохранения (+6,7%), автомобильной промышленности (+2,7%) [3].

Самый большой в мире корпоративный бюджет на НИОКР (13,7 млрд. евро) в 2016 г. имела компания Volkswagen, увеличившая его на 6,3% по сравнению с 2015 г. Обладателем второй позиции рейтинга стала компания Alphabet 912,9 млрд. евро), добавившая 15% к бюджету 2015 г. Третья позиция у компании

Microsoft (12,4 млрд. евро), увеличение бюджета составило 14,5% к 2015 г. Четвертую позицию в рейтинге крупнейших корпоративных бюджетов на НИОКР заняла компания Samsung Electronics (12,2 млрд. евро, +7,7%). Пятая позиция у компании Intel с показателем 12,1 млрд. евро, +21,5% к бюджету 2015 г. [3].

Согласно данным информационного бюллетеня серии ИСИЭЗ НИУ ВШЭ «Наука, технологии, инновации», в 2016 г. объем внутренних затрат на исследования и разработки в Российской Федерации достиг 943,8 млрд. руб., что составляет 37,3 млрд. долл. (в расчете по паритету покупательной способности (ППС)). Доля федерального бюджета во ВЗИР возросла с 38,6% в 2000 г. до 53,7% в 2016 г. Объем внутренних затрат, выполненных за счет средств предпринимательского сектора, в 2016 г. составил 265,3 млрд. руб. или 28,1% общих затрат на науку, т.е. за период 2000–2016 гг. доля бизнеса как источника финансирования науки сократилась с 32,9% до 28,1% [10].

Таким образом, в пересчете по ППС объем совокупных инвестиций всех российских промышленных компаний в НИОКР составил в 2016 г. 10,49 млрд. долл. (или 8,39 млрд. евро), что меньше, чем бюджет каждой из компаний, вошедших топ-10 рейтинга Европейской комиссии «EU Industrial R&D Investment Scoreboard»: Volkswagen (13,67 млрд. евро), Alphabet (12,84 млрд. евро), Microsoft (12,37 млрд. евро), Samsung Electronics (12,2 млрд. евро), Intel (12,09 млрд. евро), Huawei (10,36 млрд. евро), Apple (9,53 млрд. евро), Roche (9,24 млрд. евро), Johnson & Johnson (8,64 млрд. евро), Novartis (8,54 млрд. евро) [4].

Таким образом, совокупный национальный бюджет Российской Федерации в 2016 г. оказался меньшим по объему, чем совокупный корпоративный бюджет всего трех промышленных компаний мира: Volkswagen, Alphabet и Microsoft!

В топ-100 промышленных компаний мира по версии «EU Industrial R&D Investment Scoreboard», направляющих на НИОКР максимальные бюджеты, вошли 36 компаний из США, 14 – из Японии, 13 – из Германии,

7 – из Китая, а также по одной – из Южной Кореи и Нидерландов. Анализ выделенных бюджетов по отраслям промышленности позволил авторам доклада отметить, что самый большой из секторов по объемам НИОКР в ЕС и Японии – автомобильный, в то время как в США и Китае крупнейшим является бюджет НИОКР сектора ИКТ. Европейские компании борются за сохранение лидерства в автомобилестроении, фармацевтике, авиакосмической и оборонной промышленности. На рынках биотехнологий, программного обеспечения и ИТ-оборудования отставание европейских компаний от конкурентов из других стран, преимущественно от США, заметно выросло за предыдущие 10 лет [4].

Особый интерес, с нашей точки зрения, представляет раздел доклада, анализирующий ключевые технологические тренды, находящиеся в фокусе внимания промышленных компаний с максимальными бюджетами на НИОКР. Эксперты подчеркивают, что любое крупное технологическое изменение в промышленном секторе может лишить ключевых игроков рынка конкурентных преимуществ, как это произошло с компанией Kodak, когда фотография перешла от химической к цифровой записи изображений, а также с лидерами в области мобильной телефонии – Nokia и Motorola – которые не смогли перейти на смартфоны, уступив рынок Apple и Samsung. Поэтому ключевые игроки сегодняшнего автомобильного рынка осознают, что такие новые участники, как Tesla, Waymo (Google) и Dyson, имеют возможность увеличить свою долю на рынке с помощью инновационных новых электрических/автономных автомобилей. В течение 2016–2017 гг. Правительства Великобритании и Франции заявили, что все новые транспортные средства, продаваемые в их странах с 2040 г., должны иметь электродвигатель. Компания Volvo объявила в июле 2017 г., что все ее новые автомобили, представленные с 2019 г., будут либо электрическими, либо гибридными. Технологическим трендом является снижение стоимости литиевых батарей, что позволило, например, компании Tesla представить свою новую модель по стартовой цене 35 тыс. долл. Компания Dyson

в сентябре 2017 г. объявила, что инвестирует 2,5 млрд. фунтов стерлингов в производство «уникального электрического автомобиля» с роботизированными частично беспилотными способностями, который появится на рынке к 2020 г. Практически все ключевые производители транспортных средств также объявили о планах производства новых электрических моделей: Volkswagen (50 моделей электромоделей и 30 гибридов к 2025 г.), Даймлер (вся линейка автомобилей будет электрифицирована до 2022 г.), Honda (две трети европейских продаж будет предлагаться с гибридной опцией к 2025 г.). Европейские производители автокатализаторов, такие как Johnson Matthey и Umicore, инвестируют в разработку новой технологии производства батарей. Значительные инвестиции направлены в создание инфраструктуры зарядных устройств для электромобилей. Например, компания Shell планирует установить быстрые зарядные устройства на своих заправочных станциях по всему миру от Великобритании и Нидерландов. Развитая инфраструктура зарядных устройств в сочетании с низкими ценами и улучшенными функциональными характеристиками батарей не только ускорит формирование рынка электротранспорта, но и приведет к трансформации всего рынка автопрома и смене его ключевых игроков.

Компания Strategy& (США), которая считается одним из самых авторитетных мониторов динамики глобальной инновационной активности, в 2017 г. представила ежегодный доклад «Will Stronger Borders Weaken Innovation?», а также рейтинг 1000 крупнейших публичных компаний мира по объемам расходов на ИиР «Global Innovation 1000» [4]. Аналитики Strategy&, отмечают, что совокупный объем расходов 1000 крупнейших компаний мира на ИиР вырос по сравнению с 2016 г. на 3,2% и достиг 702 млрд. долл. (в 2016 г. суммарный объем корпоративных бюджетов на НИОКР составил 680 млрд. долл. и фактически не изменился по сравнению с итогами 2015 г.). С 2005 г. общие расходы 1000 компаний-лидеров на ИиР выросли почти на 76% (в 2005 г. они составляли 400 млрд. долл.), т.е. увеличились в 2,7 раза по сравнению же с 1999 г.

Средняя интенсивность расходов на ИиР, то есть доля расходов на НИОКР в общем объеме доходов компаний, увеличилась в 2017 г. на 4,5%. При этом для компаний, входящих в топ-20 рейтинга, направивших на НИОКР 194,5 млрд. долл. (28% общей суммы, израсходованной на эти цели компаниями Global Innovation 1000) этот показатель вырос на 9,4% и в среднем составил 8,8%.

Аналитики Strategy&, также как и авторы доклада «A New Era in U.S. R&D Policy?» Robert D. и Atkinson A., уделили внимание такой актуальной в последнее время теме как «экономический национализм», отметив рост торгового протекционизма и технологического меркантилизма в индустриально развитых странах.

Новые тенденции венчурных инвестиций

Глобальный рынок венчурных инвестиций, согласно докладам и отчетам, опубликованным в начале 2018 г. авторитетными аналитическими компаниями, в 2017 г. динамично рос. В ежегодном отчете «The 2017 Global CVC Report» [7], подготовленном компанией CB Insights и содержащем анализ инвестиций корпоративных венчурных фондов (КВФ), зафиксированы исторически максимальные показатели общего объема завершенных в 2017 г. венчурных сделок и их числа: совокупные инвестиции корпоративных венчурных фондов выросли на 18% по сравнению с 2016 г. (110,0 млрд. долл. в 2016 г., 164,4 млрд. долл. – в 2017 г.), а их число – на 19% (9989 сделок в 2016 г., 11042 сделки в 2017 г.). По сравнению с 2012 г. общий объем венчурных сделок вырос в 3,6 раз: с 45,3 млрд. долл. в 2012 г. до 164,4 млрд. долл. в 2017 г.

Важнейшим новым трендом, по мнению авторов доклада, является тот факт, что на долю КВФ в 2017 г. пришлось около 20% всех венчурных инвестиций в мире, и эта доля в последние несколько лет устойчиво растет.

Линейная динамика роста объемов глобального рынка венчурного капитала была отмечена и в исследовании мирового венчурного рынка, выполненного компанией KPMG Enterprise «Venture Pulse Q4 2017 Report» [5]. Авторы доклада дают несколько

меньший показатель объема венчурного рынка в 2017 г. (155 млрд. долл.), но также признают его рекордным [5].

Эксперты единодушны во мнении, что общий рост объема венчурных инвестиций в мире в 2017 г. обеспечен, в первую очередь, за счет крупномасштабных серий добавочного финансирования (очередных раундов привлечения дополнительных инвестиций), успешно осуществленных рядом перспективных азиатских компаний, а также благодаря новым инвестиционным рекордам, поставленным на американском и западноевропейском рынках. Значительный вклад в рост мирового венчурного рынка внесла инвестиционная активность японского миллиардера Масаёси Сона, CEO SoftBank Group и главного идеолога и координатора создания супертехнологического фонда Vision Fund. В 2017 г. SoftBank (и/или Vision Fund) стал одним из ключевых инвесторов в семи из двенадцати крупнейших венчурных сделок, а также еще в нескольких десятках других сделок меньшего объема [5–7].

В США объем венчурного рынка достиг 84,2 млрд. долл., что на 16% больше, чем в 2016 г. (72,4 млрд. долл.), и стал рекордным с 2002 г. Такие данные содержатся в докладе «Venture Monitor 4Q 2017» [8], подготовленном компанией PitchBook и Национальной ассоциацией венчурного капитала США (NVCA). Однако для азиатского сегмента венчурного рынка показатель его годового роста оказался существенно выше: по оценкам, приведенным в докладе компании PwC / CB Insights, его общий объем увеличился до 70,8 млрд. долл., т.е. на 117%, (32,7 млрд. долл. в 2016 г.), из которых на долю всего пяти крупнейших сделок пришлось более 11 млрд. долл. Общее же число завершенных сделок в азиатском сегменте выросло за 2017 г. на 46% (с 1950 сделок в 2016 г. до 2847 сделок в 2017 г.). По сравнению с 2012 г. объем азиатского сегмента венчурного капитала в 2017 г. вырос в 13,6 раза (с 5,2 млрд. долл. в 2012 г. до 70,8 млрд. долл. в 2017 г.)!

В результате по объему сделок доля азиатского сегмента в глобальном венчурном рынке в 2017 г., согласно данным PwC / CB Insights, превысила 43% и вплотную приблизилась

к показателю США, много лет не имевшим конкурентов по этому показателю. Лидерами инвестиционной привлекательности стали китайские компании, которые только в последнем квартале 2017 г. привлекли 14 млрд. долл. Среди них аналитики выделяют три компании – Didi Chuxing, Meituan-Dianping и Nio, инвестиции в которых превысили миллиард долларов [6].

Европейский сегмент глобального венчурного рынка также динамично растет. По данным отчета «MoneyTree Report Q4 2017», совокупный объем завершенных на нем сделок вырос примерно на 40% по сравнению с 2016 г. и достиг 17,6 млрд. долл., а общее число сделок (2500) увеличилось на 16% [6].

В отраслевом разрезе, согласно оценкам KPMG Enterprise, двумя самыми динамично растущими в прошлом году оказались стартапы секторов фармацевтики и биотехнологий, общий объем финансирования которых вырос с 12,2 млрд. долл. в 2016 г. до 16,6 млрд. в 2017 г., а также компании-разработчики технологий искусственного интеллекта и машинного обучения, венчурное финансирование которых за год выросло примерно в два раза, с 6 до 12 млрд. долл. [5].

Аналитики отметили важную тенденцию: венчурные инвесторы в качестве объектов инвестиций выбирают зрелые, уже занявшие рыночные ниши компании (т.е. возросла доля поздних раундов со средними объемами от 25 млн. долл. и выше). На долю таких инвестиций в 2017 г. пришлось более 70% глобальных венчурных инвестиций. Очень высокой остается и доля инвестиционных серий объемом от 100 млн. долл.: в США она составила 36% венчурных инвестиций в 2017 г. Особенную инвестиционную привлекательность имеют средние высокотехнологичные компании-«единороги» которые в общей сложности провели 93 новые инвестиционные серии (73 пришлось на американские компании). Стартапы, напротив, теряют интерес инвесторов: по данным компании KPMG Enterprise, в 2015–2017 гг. наблюдается сокращение общих объемов первичного финансирования стартапов по всему миру, которое в 2017 г. составило лишь около 13 млрд. долл. [5]. Особенно заметно

финансирование стартапов на посевной стадии сократилось в 2017 г. в США: по подсчетам исследователей PwC / CB Insights, общее число завершенных сделок в этом сегменте упало до минимального уровня за последние два с лишним года, а доля посевных сделок в общем количестве завершенных на американском венчурном рынке снизилась до 22% по сравнению с 30% в 2016 г. [6].

В Российской Федерации общемировая тенденция роста объемов венчурных инвестиций не поддерживается. Ежегодный обзор венчурной индустрии России «MoneyTree™: Навигатор венчурного рынка» («MoneyTree™: Россия»), подготовленный PwC совместно с ОАО «РВК», констатировал значительное сокращение в 2016 г. суммарного объема капитала в венчурной экосистеме России (до 0,41 млрд. долл.), тогда как в 2015 г. этот показатель составлял 2,19 млрд. долл. [9]. Рынок венчурных сделок в Российской Федерации, являющийся основой национальной венчурной экосистемы, в 2016 г. уменьшился на 29% относительно показателя за 2015 г. и оценен в 165,2 млн. долл. (в 2015 г. – 232,6 млн. долл.). Количество сделок в 2016 г. составило 184, в 2015 г. было заключено 180 сделок. Относительная стабильность по количеству венчурных сделок позволяла экспертам сделать вывод о сохраняющейся активности венчурных инвесторов на российском рынке. Однако средний размер сделки вопреки общемировым тенденциям, в 2016 г. снизился и составил 1,1 млн. долл. (1,5 млн. долл. в 2015 г.). Наибольшее сокращение среднего размера венчурной инвестиции наблюдалось в сделках с компаниями на стадии расширения (на 47%, с 5,26 млн. долл. до 2,81 млн. долл.) и на стадии стартапа (на 23%, с 0,73 млн. долл. до 0,56 млн. долл.). Снижение среднего размера сделки с компаниями на посевной стадии было менее значительным и составило 8%, в то время как средний размер сделки с компаниями на ранней стадии практически не изменился (уменьшение на 1%). В 2016 г. количество сделок с компаниями, находящимся на ранней стадии развития и стадии расширения, сохранилось на уровне 2015 г.: 104 сделки против 105 [9].

По мнению аналитиков, одной из самых серьезных проблем российского сегмента венчурных инвестиций остается острая нехватка доступных источников инвестиций (как государственных, так и частных) для поддержки компаний на более поздних стадиях их развития. Большинство аналитиков и инвесторов обращают внимание на крайне ограниченный набор стратегических рыночных инвесторов – конечных покупателей компаний (в качестве таковых в настоящее время может рассматриваться лишь «большая тройка» – Яндекс, Mail.ru Group и Сбербанк) [9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В середине марта 2018 г. на сайте журнала Nature были опубликованы две статьи, посвященные ситуации в российской науке. В редакционной статье «How Putin can restore Russian research» проводится сравнение продуктивности науки России и Китая и отмечается, что несмотря на то, что в Китае также доминирует государственная экономика и у финансируемой государством научной системы есть проблемы, ориентированный на мировой рынок сектор промышленных исследований работает в соответствии с глобальными требованиями, стандартами качества и практиками управления. Россия же «слишком доверяет нисходящим инновациям государственных компаний» [11].

Quirin Schiermeier, автор статьи «Russian science chases escape from mediocrity» («Российская наука ищет спасения от заурядности») отмечает, что в 2018 г. правительство РФ выделило на фундаментальные научные исследования 170 млрд. руб., что на четверть больше прошлогоднего бюджета и, по данным Национального научного фонда США, Россия вошла в десятку стран по количеству научных статей, обогнав Канаду, Австралию и США. Однако российские научные исследования, которые финансируются преимущественно государством, проигрывают исследованиям, проводимым в Китае, Индии и Южной Корее, прежде всего в том, что открытия не трансформируются в экономически выгодные продукты [12].

Данные, на которые обращено особое внимание в настоящем обзоре, поддерживают

справедливость высказанных тезисов. Более того, мы считаем правильным констатировать, что сегодня в индустриально развитых странах наука, в том числе и фундаментальная, развивается в соответствии с целеполаганием промышленного сектора, прежде всего, потому, что им финансируется. Напомним, что 27% финансовой поддержки фундаментального сектора науки в США обеспечивает тот же предпринимательский сектор. Именно поэтому, вероятно, в экосистеме генерации нового знания промышленно развитых стран так остро, как в России, не стоит проблема реализации проектов полного жизненного цикла и комплексных научно-технологических программ (КНТП). В США, Китае, Южной Корее и в странах ЕС дизайн таких КНТП разрабатывают маркетинговые подразделения крупнейших промышленных компаний, выступающие в роли их квалифицированных заказчиков. В 2016 г. в США национальный бюджет на ИиР лишь на 17% состоял из средств государственного бюджета (84 млрд. долл.), тогда как 412 млрд. долл. инвестировали негосударственный сектор, еще 84,2 млрд. долл. на цели завершения полного жизненного цикла научно-технологических проектов в 2017 г. добавил венчурный капитал. Таким образом, в США к объему государственного финансирования НИОКР в 2017 г., по приблизительным оценкам, вероятно, оказались добавленными еще 6 таких же объемов негосударственного финансирования. При такой пропорции сложно ожидать, что приоритеты научно-технологического развития, обозначенные государственными программами и стратегиями, задают основополагающие векторы технологического развития для национальных компаний промышленно развитых стран. Представляется, что, в первую очередь, логика и мотивация технологического развития этих компаний определена трансформацией рынков, происходящей под давлением новых технологий. Именно поэтому, с нашей точки зрения, в 2016 г. наиболее наукоемким (по показателю объемов корпоративных НИОКР) сектором промышленности в странах ЕС оказался автомобильный сектор, который, согласно принятой теорией

инновационного менеджмента методологии, даже не относится к высокотехнологичному сектору промышленности.

В России же государство, являясь основным инвестором научно-технологической сферы, вынуждено принимать на себя и функцию проектирования проектов полного жизненного цикла, ориентированных на новые рыночные ниши глобального рынка, на которые с конкурентоспособными высокотехнологичными продуктами должны выйти российские компании. При этом сами компании не демонстрируют ни готовности к софинансированию рыночно ориентированных исследований, ни самих стратегий по захвату ниш глобальных рынков, что находит отражение в несопоставимости корпоративных бюджетов: совокупный бюджет на НИОКР всех российских компаний в 2016 г. был меньше по сравнению с каждой отдельно взятой зарубежной промышленной компанией, вошедшей по этому показателю в топ-10 рейтинга в том же 2016 г.

Аналитики Фонда информационных технологий и инноваций США (ITIF) в 2018 г. представили анализ 40 технологий, заявленных в период с 2001 по 2005 гг. Массачусетским технологическим институтом (Massachusetts Institute of Technology, MIT) в качестве прорывных [2]. Такие списки университет публикует ежегодно с 2001 г. в своем журнале MIT Technology Review, в них попадают технологии, которые эксперты считают наиболее перспективными из числа существующих, при этом прогнозируется и примерный срок формирования этими технологиями новых рынков. Оказалось, что лишь одна из технологий, с которыми связывали свои ожидания эксперты – Data mining (добыча данных, интеллектуальный анализ данных, глубокий анализ данных) – смогла в последующие десять лет, создать рынок, объем продаж на котором оценивается сегодня в 100 млрд. долл. в год. Еще три – умные сети электроснабжения (Smart grid), облачные и биометрические технологии создали рынки с объемом более 10 млрд. долл. в год. Полученные данные свидетельствуют об относительно слабой предсказательной ценности подобного рода прогнозов, а именно на основании таких

прогнозов в Российской Федерации определяются приоритеты финансирования отдельных научно-технологических направлений, как это происходит, например, в рамках Научной технологической инициативы.

Трансформация научного знания в «экономически выгодные продукты» (если воспользоваться формулировкой автора статьи «Russian science chases escape from mediocrity»), происходит, судя по мировому опыту, прежде всего, в ходе использования новых технологий промышленными компаниями в качестве средства конкурентной борьбы за рынки в краткосрочном горизонте планирования. В этой связи представляется корректной следующая аналогия: технологии являются лишь стрелами, которые могут поразить цель (рынки товаров и услуг новой технологической повестки) лишь в случае использования специально настроенных луков (промышленных компаний). Накопление стрел без луков (технологий без компаний-бенефициаров) является не более чем коллекцией научно-технологических заделов, которую некому превратить в рыночные продукты.

Для завоевания статуса технологически развитого государства целый ряд стран (Китай, Израиль, Южная Корея, Ирландия, Швеция, Канада) последовательно и кратко за десятилетия увеличивают свои национальные бюджеты на ИиР. Одновременно

страны-технологические лидеры для удержания своего лидерства начинают уделять все больше внимания вопросам ограничения утечек передового знания для использования компаниями иных юрисдикций. В условиях нарастающего проявления технологического меркантилизма, технологическая зависимость отечественного промышленного сектора становится фактором угрозы для национальной безопасности страны. В этой связи представляется важным обратить внимание на практику крупных промышленных компаний мира, которые с использованием корпоративных венчурных фондов занимаются приобретением средних высокотехнологичных компаний, что позволяет им сократить бюджеты на внутрикорпоративные ИиР, а также риски и продолжительность полного жизненного цикла корпоративных НИОКР.

В июне 2017 г. по итогам Петербургского международного экономического форума Президент РФ поручил пяти российским госкорпорациям к середине октября 2017 г. обеспечить создание специальных подразделений и венчурных фондов, инвестирующих в малые инновационные компании [13]. Представляется, что такая практика может стать одними из самых результативных форматов корпоративной инновационной деятельности уже в краткосрочной перспективе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Science and Engineering Indicators 2018 (2018) / NSF. <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/assets/nsb20181.pdf>.
2. Robert D., Atkinson A. (2017) New Era in U.S. R&D Policy? / ITIF. <https://www.itif.org/node/7335>.
3. EU Industrial R&D Investment Scoreboard 2017 (2017) / European Commissions – Joint Research Center. <http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard17.html#close>.
4. 2017 Global Innovation 1000 – Will Stronger Borders Weaken Innovation? (2017) / PWC. <https://www.strategyand.pwc.com/media/file/2017-Global-Innovation-1000-Fact-Pack.pdf/>.
5. Venture Pulse Q4 2017 (2018) / KPMG Enterprise. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2018/01/venture-pulse-report-q4-17.pdf>.
6. MoneyTree Report Q4 2017 (2017) / PwC & CB Insights. https://www.pwc.com/us/en/moneytree-report/assets/MoneyTree_Report_Q4_2017_FINAL_1_10_18.pdf.
7. The 2017 Global CVC Report (2017) / CB Insights. <https://www.cbinsights.com/research/report/corporate-venture-capital-trends-2017>.
8. Venture Monitor 4Q 2017 (2018) / PitchBook. <https://pitchbook.com/news/reports/4q-2017-pitchbook-nvca-venture-monitor>.
9. MoneyTree™: Навигатор венчурного рынка (2016) / PBK, Pw C. <http://www.rvc.ru/upload/iblock/905/money-tree-rus-2016.pdf>.
10. Наука, технологии, инновации (2017) Информационный бюллетень серии ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

https://issek.hse.ru/data/2017/11/02/1158438166/NTI_N_71_02112017.pdf.

11. How Putin can restore Russian research (2018) // Nature 555, 285–286. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-03066-y>.
12. Schiermeier Q. (2018) Russian science chases escape from mediocrity // Nature 555,

297–298. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-02872-8>.

13. Перечень поручений по итогам Петербургского международного экономического форума (2017) / Официальный сайт Президента России. <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/54793>.

REFERENCES

1. Science and Engineering Indicators 2018 (2018)/ NSF. <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/assets/nsb20181.pdf>.
2. Robert D., Atkinson A. (2017) New Era in U.S. R&D Policy? / ITIF. <https://www.itif.org/node/7335>.
3. EU Industrial R&D Investment Scoreboard 2017 (2017) / European Commissions – Joint Research Center. <http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard17.html#close>.
4. 2017 Global Innovation 1000 – Will Stronger Borders Weaken Innovation? (2017) / PWC. <https://www.strategyand.pwc.com/media/file/2017-Global-Innovation-1000-Fact-Pack.pdf>.
5. Venture Pulse Q4 2017 (2018) / KPMG Enterprise. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2018/01/venture-pulse-report-q4-17.pdf>.
6. MoneyTree Report Q4 2017 (2017) / PwC & CB Insights. https://www.pwc.com/us/en/moneytree-report/assets/MoneyTree_Report_Q4_2017_FINAL_1_10_18.pdf.
7. The 2017 Global CVC Report (2017) / CB Insights. <https://www.cbinsights.com/research/report/corporate-venture-capital-trends-2017>.
8. Venture Monitor 4Q 2017 (2018) / PitchBook. <https://pitchbook.com/news/reports/4q-2017-pitchbook-nvca-venture-monitor>.
9. MoneyTree™: The Navigator of the Venture Market (2016) / RVC, Pw C. <http://www.rvc.ru/upload/iblock/905/money-tree-rus-2016.pdf>.
10. Science, technology, innovations (2017). Information Bulletin Series of the ISSEK of the Higher School of Economics. https://issek.hse.ru/data/2017/11/02/1158438166/NTI_N_71_02112017.pdf.
11. How Putin can restore Russian research (2018) // Nature 555, 285–286. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-03066-y>.
12. Schiermeier Q. (2018) Russian science chases escape from mediocrity // Nature 555, 297–298. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-02872-8>.
13. The list of instructions issued following the St Petersburg International Economic Forum (2017) / Official web-site of Russian President. <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/54793>.

UDC 347.77

Kurakov F.A. *Russia in the global scientific and technological ecosystem: 2016–2017* (The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, prospect Vernadskogo, 82, Moscow, Russia, 119571)

Abstract. The review of the key indicators of the global scientific and technological ecosystem development, updated in 2018, is carried out to determine the important trends and focuses for Russia. Particular attention is drawn to the fact that the share of the business sector in industrialized countries is becoming a major source of R & D funding. In the Russian Federation, total R & D investments by all Russian industrial companies in 2016 amounted to €8.39 billion in PPP terms, which is less than the 2016 budget of each individual company included in the top 10 rankings of the European Commission “EU Industrial R&D Investment Scoreboard”. The domestic expenditure on research and development in the Russian Federation in 2015 were lower than the combined corporate budgets of three companies in the world: Volkswagen, Alphabet and Microsoft.

Keywords: Russian Federation, scientific and technological spheres, funding sources, domestic expenditure on research and development, business sector, corporate budgets for R & D, corporate venture funds.

О.А. ЕРЁМЧЕНКО,

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

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ РАЗВИТАЯ КОМПАНИЯ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТУСА*

УДК 330.34, 338.2

Ерёмченко О.А. *Технологически развитая компания: методологические проблемы определения статуса* (Центр научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, пр. Вернадского, д. 82, г. Москва, Россия, 119571)

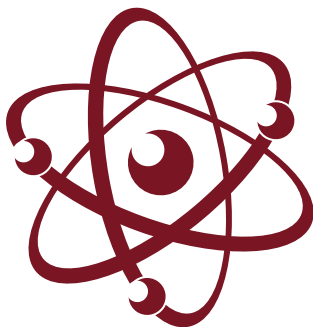
Аннотация. Целью настоящего исследования было выполнение обзора индикаторов и критериев, на основании которых зарубежные и российские компании можно отнести к числу технологически развитых и инновационных. Были сопоставлены используемые международными и отечественными аналитическими компаниями подходы к выявлению и ранжированию технологически развитых компаний, а также перечни компаний, занявших первые позиции в различных рейтингах 2017–2018 гг.

Подтверждена гипотеза об отсутствии единого методологически обоснованного подхода к выявлению высокотехнологичных компаний мира. Показано, что перечни компаний-лидеров глобальных рейтингов инновационных компаний слабо коррелируют между собой и зависят от набора используемых индикаторов.

Ключевые слова: технологически развитая компания, рейтинги компаний, расходы на НИОКР, инновации, выручка, инновационная премия, ТехУспех, рэнкинг.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-4-1-30-46

Цитирование публикации: Ерёмченко О.А. (2018) Технологически развитая компания: методологические проблемы определения статуса // Экономика науки. Т. 4. № 1. С. 30–46.



Выделение компаний-лидеров глобальной и национальной технологической гонки продиктовано необходимостью выполнения таких управленческих и коммерческих задач, как выбор объектов инвестирования, формирование страховых и инвестиционных портфелей, отбор организаций для получения льгот, субсидий или особых условий кредитования, предоставляемых государственными институтами.

Для российских реалий задача подобного ранжирования в условиях разворачивания программ поддержки высокотехнологичного бизнеса и развития несырьевого неэнергетического экспорта также имеет высокий уровень актуальности. Например, приоритетный проект поддержки частных высокотехнологических компаний-лидеров с высоким экспортным потенциалом и темпом роста выручки «Национальные чемпионы», запущенный в 2016 г. Минэкономразвития России в партнерстве с РВК, был направлен на компании, включенные в национальный рейтинг быстроразвивающихся высокотехнологичных компаний ТехУспех [1].

Целью настоящего исследования было выполнение обзора индикаторов и критериев, на основании которых зарубежные

* Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания по теме «Закономерности диверсификации промышленных компаний, основанных на использовании новых технологий»

и российские компании можно отнести к числу технологически развитых и инновационных. Гипотезой исследования стало предположение о том, что несмотря на широкое использование терминов «инновационная компания» и «технологически развитая компания» разнообразие и набор используемых критериев и индикаторов не позволяют рассматривать эти характеристики как количественно обоснованные. Выделение групп критериев происходит на основе предпочтительности отдельных факторов, с точки зрения аналитической компании, а также доступности и достоверности публичной финансовой отчетности.

Для подтверждения данной гипотезы были проанализированы наиболее авторитетные рейтинги инновационных и высокотехнологичных компаний и организаций мира, а также методология отбора участников ранкинга и алгоритм их ранжирования. Эти рейтинги охватывают компании, производящие продукцию в соответствии с четырьмя уровнями технологической сложности: высокотехнологичная (high-technology), среднетехнологичная (medium-high-technology), средне-низкотехнологичная (medium-low-technology), низкотехнологичная (low-technology). Отнесение продукции к одной из четырех групп происходит в соответствии с критерием интенсивности НИОКР в экономической деятельности, определяемым как отношение затрат на НИОКР к произведенной добавленной стоимости.

При этом в расчетах учитываются агрегированные данные по отдельным отраслям в целом. Подробный анализ динамики производства каждой из четырех вышеуказанных групп отраслей, проведенный Т. Jaegers с соав. показал, что высокотехнологичные и среднетехнологичные отрасли являются основными движущими силами промышленного роста ЕС-27 [2]. При этом в соответствии с принятой методологией расчета, в 2013 г. к числу высокотехнологичных отраслей стран ЕС-27 были отнесены лишь три: фармацевтика, компьютерная, электронная и оптическая продукция, а также воздушные и космические аппараты [2]. К среднетехнологичным производствам отнесены химия, вооружение и боеприпасы, электрооборудование, машиностроение,

автомобилестроение, транспорт (за исключением лодок, судов, воздушных и космических аппаратов), медицинские и стоматологические инструменты.

При оценке отдельных компаний используется более широкий спектр индикаторов и критериев отнесения к числу высокотехнологичных или инновационных. Этот набор зависит от ряда факторов, таких как доступность и достоверность имеющихся данных, цели проведения рейтингования, географии компаний и других.

Рассмотрим методологию составления семи глобальных рейтингов технологически развитых компаний и организаций: R&D ranking of the world top 2500 companies, The World's Most Innovative Companies, 100 Global Innovator, Global Innovation 1000, The Most Innovative Companies, The Drucker Institute's company ranking, 50 Smartest Companies.

Рейтинг ЕС: R&D ranking of the world top 2500 companies

С целью формирования векторов государственной политики в области промышленных исследований и инноваций, а также оценки средне- и долгосрочных последствий текущей ситуации в области инноваций в ЕС, Центром совместных научных исследований ЕС (Joint Research Centre) ежегодно публикуется The EU Industrial R&D Investment Scoreboard [3] – документ, аккумулирующий информацию о глобальных и региональных трендах в области НИОКР, а также рейтинги компаний, вкладывающих максимальные суммы средств в исследования и разработки. Составной частью этого документа является глобальный рейтинг компаний R&D ranking of the world top 2500 companies, в который включаются компании, имеющие максимальные расходы на НИОКР.

Единственным показателем, на основе которого формируется **R&D ranking of the world top 2500 companies**, является объем инвестиций компаний в НИОКР. Информационной базой для составления рейтинга компаний являются данные годовых отчетов, находящиеся в открытом доступе. Для обеспечения полноты и исключения двойного подсчета используются консолидированные данные материнских компаний. Объем инвестиций

в НИОКР отражает денежные потоки, которые инвестируются самими компаниями и исключают объем денежных средств, затраченных на проведение НИОКР по контрактам в интересах и по заказу сторонних компаний и организаций.

Рейтинг Forbes: The World's Most Innovative Companies

The World's Most Innovative Companies [4] – рейтинг, составляемый журналом Forbes, является одним из наиболее часто упоминаемых в СМИ и востребованных в инвестиционной и бизнес-практике. Методология его составления базируется на идентификации компаний, которые являются инновационными в текущий момент и, вероятней всего, останутся таковыми в будущем. Базисом оценки является инновационная премия компаний: разница между их рыночной капитализацией и чистой приведенной стоимостью денежных потоков (NPV, рассчитывается на основе алгоритма Credit Suisse HOLT [5]).

В выборку для составления рейтинга попадают компании, имеющие публичную финансовую отчетность в течение последних 7 лет и рыночную капитализацию не менее 10 млрд. долл. Кроме того, при составлении The World's Most Innovative Companies отсекаются компании, относящиеся к отраслям, не имеющим измеримых инвестиций в НИОКР, таких как банковский и финансовый сектор, а также добывающие и энергетические компании, рыночная стоимость которых привязана к стоимости сырья, а не инновациям [6].

Для определения места каждой компании в итоговом рейтинге выполняются следующие расчеты:

1) При помощи алгоритма HOLT выполняется текущая оценка компании, аналитики определяют объемы денежных потоков на ближайшие два года на основе доходов, выручки и инвестиций.

2) HOLT проектирует денежные потоки в будущем, не предполагая расширения инвестиционной базы. Такой подход – концепция замирания, опирается на тезис о «творческом разрушении» Й. Шумпетера: технологические изменения и динамика рынка препятствуют

сохранению чрезмерно высокой доходности компаний.

Разница между общей стоимостью предприятия (рыночной стоимостью капитала плюс общей суммой заемных средств) и базовой стоимостью существующего бизнеса составляет годовую премию за инновации, выраженную в процентах от стоимости предприятия.

Аналогичный алгоритм ранжирования используется Forbes для составления рейтинга **The World's Most Innovative Growth Companies** [7], который включает компании с рыночной капитализацией до 2 до 10 млрд. долл.

Рейтинг Clarivate Analytics: Top 100 Global Innovator

Ежегодно американская независимая компания Clarivate Analytics составляет собственный глобальный рейтинг ста наиболее инновационных организаций мира **Top 100 Global Innovator**.

Рейтинг формируется на основании анализа патентных данных, выполненного с помощью инструментов Clarivate Analytics, в том числе Derwent Innovation и Index of Dewpent World Dents (DWPI), в соответствии с методологией, апробированной на протяжении многих лет. Для идентификации организаций с максимальным коммерческим потенциалом на глобальном уровне и влиянием на внедрение инноваций оцениваются не только объемы патентования, но также успех в получении патентов, полученные внешние ссылки на патенты и другие критерии, расчет которых, в конечном счете, позволяет получить интегральный показатель, на основании которого производится ранжирование компаний.

В соответствии с методологией Clarivate Analytics [8] данные о патентах и их цитировании оцениваются по четырем основным критериям:

1) Объем. За предшествующий пятилетний период организация должна иметь не менее 100 изобретений (без учета патентов, относящихся к одной патентной семье), имеющих патентную защиту, под которыми понимаются опубликованные патентные заявки или выданные патенты. В случае если организация не

имеет столь объемного патентного портфеля, для нее не рассчитываются другие показатели.

2) Успех. Показатель успеха определяется как соотношение изобретений, описанных в опубликованных патентных заявках, и изобретений, защищенных патентами. Рассчитывается за предшествующий пятилетний период.

3) Глобализация. Защита изобретения на основных мировых рынках является показателем ценности изобретения, и при расчете этого критерия учитывается количество «четырёхугольных» патентных семей. Показатель глобализации определяется как соотношение изобретений, защищенных в четырех патентных ведомствах: Европейском патентном ведомстве (ЕПВ, англ. – European Patent Office, EPO), Ведомстве по патентам и товарным знакам Соединенных Штатов (англ. – United States Patent and Trademark Office, USPTO), Китайском патентном ведомстве (англ. – China Patent & Trademark Office) и Японском патентном ведомстве (англ. – Япония Patent Office, JPO), и общего количества изобретений за этот период.

4) Влияние. Воздействие изобретения на последующие изобретения, измеряемое частотой цитирования другими организациями. Числовое значение определяется с использованием инструмента Derwent Patents. Учитываются данные за последние пять лет за исключением самоцитирования.

Результаты ранжирования наиболее инновационных организаций мира в 2017 г. представлены в ежегодном отчете компании Top 100 Global Innovator 2017 [9].

Рейтинг MIT Technology Review: 50 Smartest Companies

Свою версию наиболее высокотехнологичных компаний мира **50 Smartest Companies** с 2010 г. составляет и журнал MIT Technology Review [10]. В данный рейтинг включаются компании, которые наилучшим образом сочетают инновационные технологии и эффективную бизнес-модель.

Публикуемый список 50 Smartest Companies принципиально отличается от других рейтингов высокотехнологичных и инновационных компаний и организаций подходом к составлению, поскольку при выборе компаний не

учитываются измеримые показатели, такие как количество патентов или расходы на НИОКР. Данный рейтинг формируется на основе экспертного мнения редакторами MIT Technology Review, которые выделяют компании, продемонстрировавшие в течение года впечатляющее сочетание технологического лидерства и деловых качеств. В рейтинг включаются компании со всего мира без ограничений по форме организации, объему капитализации, а также количеству раз попадания в 50 Smartest Companies.

Рейтинг PwC: Global Innovation 1000

При составлении рейтинга инновационных компаний мира **Global Innovation 1000** консалтингового агентства PricewaterhouseCoopers (PwC) основным критерием отбора является показатель расходов на НИОКР [11]. Доля совокупных затрат компаний рейтинга Global Innovation 1000 на НИОКР составляет 40% глобальных расходов на НИОКР, включая частные и государственные источники финансирования.

Для формирования рейтинга определяется тысяча компаний по всему миру, имеющих публичную финансовую отчетность и максимальный объем расходов на НИОКР. Для расчета места каждой компании в конечном рейтинге используются данные Bloomberg и Capital IQ за последние пять лет, включая объем продаж, валовой доход, операционную прибыль, чистую прибыль, затраты на исследования и разработки.

Рейтинг компаний BCG: The Most Innovative Companies

Свою версию рейтинга наиболее инновационных компаний мира **The Most Innovative Companies** ежегодно публикуют специалисты Boston Consulting Group (BCG).

Результаты опроса топ-менеджеров компаний, представляющих широкий спектр отраслей и работающих в области инноваций, в совокупности с некоторыми финансовыми показателями составляют информационную базу для составления рейтинга. Для достижения баланса субъективных и объективных критериев оценки, влияние различных типов

данных на конечный рейтинг распределяется следующим образом: 30% – результаты опроса респондентов, голосовавших за компании своей отрасли, 30% – результаты опроса респондентов, голосовавших за компании других отраслей, 40% – оценка финансовых показателей – трехгодичный общий доход акционеров. Показатель общего дохода акционеров учитывается для компаний с уровнем капитализации более 1 млрд. долл. и имеющих публичную отчетность. В рейтинг также могут попасть стартапы, основанные не ранее 2001 г. [12].

Рейтинг компаний Института Друкера: *Drucker Institute's company ranking*

Одним из наиболее современных инструментов оценки технологически развитых компаний, разработка которого началась в 2014 г., является **Drucker Institute's company ranking** – рейтинг Института Друкера (подразделения некоммерческого американского вуза Claremont Graduate University).

В 2017 г. была опубликованная первая версия рейтинга, куда вошли 693 компании [13]. На основании этого списка был также составлен рейтинг американских компаний с лучшим управлением и общей эффективностью **The Management Top 250 list**, публикуемый в The Wall Street Journal. В топ-250 включены компании США, акции которых торгуются на Нью-Йоркской фондовой бирже или фондовом рынке Nasdaq, и которые соответствуют критериям, связанным с их стоимостью (рыночная капитализация на 16.09.2016 г. не менее 10 млрд. долл.) и значимостью. В 2017 г. в рейтинг топ-250 по географическому признаку не могли быть включены 38 компаний из 693, поскольку в общий рейтинг входят также некоторые компании, базирующиеся в других странах.

Методология составления рейтинга Института Друкера включает получение интегрального показателя эффективности компании на основании расчета 37 индикаторов, объединенных в пять групп:

- удовлетворённость клиентов (включает 8 индикаторов),

- вовлеченность и развитие персонала (включает 7 индикаторов),
- инновации (включает 8 индикаторов),
- социальная ответственность (включает 7 индикаторов),
- финансовая устойчивость (включает 7 индикаторов).

В соответствии с методологией рейтингования, каждой из пяти групп индикаторов присваивается вес, отражающий вклад в общую эффективность компании. Максимальный вес у группы показателей «социальная ответственность» – 23%, на втором месте по значимости с вкладом 20% находятся группы «инновации» и «вовлеченность и развитие персонала», на третьем месте – «финансовая устойчивость» 19%, и наименьший вклад в интегральный показатель приносит группа индикаторов «удовлетворенность клиентов» – 18% [14].

При этом обязательным условием для включения компании в The Management Top 250 list является наличие достоверных данных, по меньшей мере, для двух индикаторов в каждой из пяти групп показателей. В 2017 г. для 48 из 693 компаний отсутствовал необходимый объем данных, что не позволило этим компаниям претендовать на попадание в список топ-250.

Рассматривая более детально группу показателей, характеризующих инновационную составляющую компаний, необходимо отметить, что выбор индикаторов для включения в методологию основан на четырех принципах, сформулированных Питером Друкером:

- 1) упорядоченный отказ от товаров, услуг, процессов и рынков, которые более не являются оптимальными для распределения ресурсов,
- 2) систематическое, постоянное совершенствование,
- 3) систематическая и непрерывная эксплуатация собственных успехов,
- 4) систематические инновации – создание завтрашнего дня, который сделает устаревшими и заменит даже самые успешные продукты дня сегодняшнего [15].

В качестве информационных источников для расчета группы индикаторов «инновации» рейтингов Института Друкера и The Management Top 250 list используются:

- данные компании Clarivate Analytics, управляющей базами данных, в т.ч. коллекциями по интеллектуальной собственности. Данные Clarivate Analytics используются в соответствии с отраслевой принадлежностью компаний, определенной Глобальным стандартом классификации отраслей (англ. – Global Industry Classification Standard, GICS),

- данные компании wRatings, специализирующейся на инвестиционных исследованиях,

- информация партнерства вузовского и индустриального сектора Supply Chain Resource Cooperative (SCRC),

- результаты рейтингов инноваций, составленных BCG, Forbes, Fast Company и MIT Technology Review.

В табл. 1 приведены индикаторы, отражающие инновационную составляющую компаний, а также порядок их расчета.

Подводя промежуточный итог анализа методологий составления семи глобальных рейтингов технологически развитых компаний, можно констатировать тот факт, что в алгоритмы отбора и ранжирования инновационных и высокотехнологичных компаний мира заложены совершенно разные подходы.

Таблица 1

**Индикаторы группы показателей «инновации»,
используемые при составлении рейтинга компаний Института Друкера**

№	Источник данных	Что измеряется	Как измеряется
1	Clarivate Analytics: количество изобретений (относительное)	Публикация патентных заявок	Соотношение количества патентных заявок компании и в среднем по отрасли
2	Clarivate Analytics: доля отказов от патентов (относительная)	Скорость с которой компания отказывается от поддержки патентов, дающая представление о том, следует ли компания принципу Друкера «не поддерживать инвестирование в продукты и услуги, которые уже устарели»	Соотношение доли отказа от патентов к среднему уровню по отрасли
3	Clarivate Analytics: заявки на регистрацию товарных знаков (относительные)	Ежегодное подаваемое количество заявок на товарные знаки	Соотношение числа заявок от компании и среднеотраслевого значения
4	Clarivate Analytics: регистрация товарных знаков (относительная)	Годовой подсчет различных регистров, в которых были зарегистрированы товарные знаки, с указанием новых каналов распространения	Соотношение количества регистров, в которых были зарегистрированы товарные знаки компании, и среднеотраслевого значения
5	Расходы на НИОКР (относительные)	Сумма расходов на исследования и разработки	Определяется как соотношение расходов на НИОКР компании к среднему значению по отрасли (с отраслями, определенными в стандарте глобальной отраслевой классификации).
6	Индекс инноваций wRatings	Потребительское восприятие деятельности компаний в области инноваций	Интегральный показатель из семи критериев, полученных из обратной связи с потребителями
7	Рейтинги самых инновационных компаний	Инновации и технологические достижения в продуктах и процессах	Инновации, названные Boston Consulting Group, Forbes, Fast Company, MIT Technology Review
8	Supply Chain Resource Cooperative: рейтинг инноваций	Метрики, связанные с управлением затратами, управлением ассортиментом по товарным категориям, стратегическим поиском и отношениями с поставщиками	Благодаря алгоритму, разработанному профессором Университета штата Северная Каролина Робертом Ханфилдом, проводится обзор общедоступной информации, а также интервью и опросы специалистов по корпоративным закупкам

Источник: Drucker Institute's company ranking

Для подтверждения или опровержения гипотезы настоящего исследования нами был проведен анализ совпадений компаний, включенных в глобальные рейтинги. Были выбраны компании и организации, включенные в 2017 г. в топ-50 шести следующих рейтингов: The Drucker Institute's company ranking (Drucker Institute), The World's Most Innovative Companies (Forbes), 50 Smartest Companies (MIT Technology Review), Global Innovation 1000 (PwC), The Most Innovative

Companies (BCG), R&D ranking of the world top 2500 companies (EU). Кроме того, поскольку компании рейтинга top-100 Global Innovator (Clarivate Analytics) не ранжируются, то для каждой компании было присвоено значение – включена она в топ-100 Global Innovator или нет.

Результаты анализа совпадений представлены в табл. 2, где оранжевым цветом отмечены компании, включенные в большую часть рейтингов.

Таблица 2

**Место наиболее технологически развитых компаний
в глобальных рейтингах в 2017 г.**

	Компания	Место в топ-50 рейтинга The Drucker Institute's company ranking (Drucker Institute)	Присутствие компании в топ-100 Global Innovator (Clarivate Analytics)	Место компании в топ-50 рейтинга The World's Most Innovative Companies (Forbes)	Место компании в рейтинге 50 Smartest Companies (MIT Technology Review)	Место компании в топ-50 рейтинга Global Innovation 1000 (PwC)	Место компании в топ-50 рейтинга The Most Innovative Companies (BCG)	Место компании в топ-50 рейтинга R&D ranking of the world top 2500 companies (EU)
1	23andMe				4			
2	3M	8	+				41	
3	AbbVie Inc.					38		39
4	Accenture	12						
5	Adidas				38		35	
6	Adobe Systems	31		14				
7	Airbnb						11	
8	Airbus SE					45		45
9	Alexion Pharmaceuticals			20				
10	Alibaba				41		10	
11	Allianz						30	
12	Almarai			33				
13	Alphabet	3			5	2		2
14	Altria Group	33						
15	Amazon.com	1	+	3	3	1	4	
16	AmerisourceBergen			40				
17	Amgen					41		42
18	Amorepacific			16				
19	Ant Financial				49			
20	Apple	2	+		16	9	1	7
21	Asian Paints			8				
22	AstraZeneca PLC					21		22
23	AT&T	37					29	
24	Autodesk			15				

Продолжение таблицы 2

25	AXA					34	
26	Baidu				50		
27	BASF		+			23	
28	Bayer		+			30	27
29	Bayerische Motoren Werke					34	
30	BioMarin Pharmaceutical			12			
31	Blue Prism				43		
32	Bluebird Bio				37		
33	BMW					36	23
34	Boehringer Sohn						46
35	Boeing		+			33	36
36	Bristol-Myers Squibb	47				29	30
37	Brown-Forman	39					
38	Campbell Soup	49					
39	Carbon				18		
40	Celgene					36	33
41	Cisco Systems	9				18	16
42	Clorox	15					
43	Coca-Cola	34					
44	Colgate-Palmolive	17					
45	Coloplast			29			
46	Constellation Software			22			
47	Continental					49	48
48	CP All			21			
49	Daimler				46	16	33
50	DENSO					42	43
51	Desktop Metal				19		
52	Disney					45	
53	DJI				25		
54	Dow Chemical	13	+			28	
55	DuPont		+			43	
56	Eli Lilly	42				25	35
57	Ericsson		+				44
58	Exor					28	
59	Expedia			41			24
60	Exxon Mobil	19	+				
61	Face++				11		
62	Facebook	46	+		23	20	7
63	Fast Retailing			32			
64	Fiat Chrysler Automobiles					44	34
65	First Solar				12		

Продолжение таблицы 2

66	FleetCor Technologies			25				
67	Flipkart				36			
68	ForAllSecure				35			
69	Ford Motor	32				15		15
70	Foxconn				33			
71	Gamalon				21			
72	General Electric	21	+		40	31	18	31
73	General Motors	43				13		11
74	Genmab			39				
75	Gilead Sciences					27		32
76	GlaxoSmithKline					35		38
77	Global Payments			50				
78	Google		+				2	
79	Hermis International			35				
80	Hewlett-Packard						15	
81	Hindustan Unilever			7				
82	Hitachi		+			50		
83	Honda Motor		+			19		21
84	HP	22						
85	HTC				42			
86	Huawei		+				46	6
87	IBM				39		8	26
88	IDEXX Laboratories			31				
89	iFlytek				6			
90	Ihs Markit			36				
91	Illumina			18	22			
92	Incyte			6				
93	Intel	14	+		13	3	31	5
94	InterContinental Hotels Group						44	
95	International Business Machines	5				22		
96	Intuit	24						
97	Ionis Pharmaceuticals				20			
98	Johnson & Johnson	4	+			12	25	9
99	Jones Lang LaSalle	38						
100	JPMorgan Chase						26	
101	Jumia (Africa Internet Group)				44			
102	Kangde Xin Composite Material Group			47				
103	Keyence			49				
104	Kimberly-Clark	26						
105	Kindred AI				29			
106	Kite Pharma				7			

Продолжение таблицы 2

107	L Brands	48						
108	LG Electronics		+			48		50
109	LG Household & Health Care			28				
110	Lockheed Martin	30						
111	Marriott International	20		19			20	
112	Medtronic	23	+					
113	MercadoLibre				26			
114	Merck	44	+		17	8		16
115	Microsoft	6	+		27	6	3	3
116	M-KOPA				34			
117	Molson Coors Brewing	29						
118	Monster Beverage			13				
119	Naver			9				
120	Nestlé						50	
121	Netflix			5			13	
122	Nielsen			30				
123	Nike	11	+					
124	Nissan		+			37	37	37
125	Nokia		+			32		27
126	Novartis AG		+			10		10
127	NTT Docomo		+				32	
128	Nvidia	10			1			
129	Oracle	45	+			17		17
130	Orange						19	
131	Oxford Nanopore				32			
132	Panasonic		+			40		40
133	PepsiCo	28						
134	Perrigo			46				
135	Pfizer					14	38	14
136	Philips		+				49	
137	Procter & Gamble	7					47	
138	Qualcomm		+			26		28
139	Quanergy Systems				14			
140	Rakuten			26				
141	Red Hat			23				
142	Regeneron Pharmaceuticals			10	9			
143	Renault						40	
144	Rigetti Computing				28			
145	Robert Bosch							20
146	Roche					7		8
147	S&P Global	16						
148	Salesforce.com	36		1	47			

Продолжение таблицы 2

149	Samsung Electronics		+			4	5	4
150	Sanofi					24		24
151	SAP SE					46	42	47
152	Shanghai RAAS Blood Products			4				
153	Shimano			43				
154	Siemens					23	21	25
155	Sirius XM Radio			44				
156	Smith & Nephew			48				
157	Snap				48			
158	Sony Corporation		+			39		41
159	Sophia Genetics				30			
160	Southwest Airlines	25						
161	SpaceX				2		12	
162	Spark Therapeutics				10			
163	Starbucks	27		42				
164	Sysmex		+	27				
165	Takeda pharmaceutical							49
166	Telefonaktiebolaget LM Ericsson					43		
167	Tencent Holdings			24	8		14	
168	Tesla			2	31		6	
169	Texas Instruments	40	+					
170	Time Warner						39	
171	Toshiba		+			47		
172	Toyota Motor		+			11	17	13
173	Uber						9	
174	Udacity				24			
175	Ulta Salon Cosmetics & Fragrance			34				
176	Unicharm			37				
177	Unilever			11			22	
178	United Parcel Service	35						
179	Verisk Analytics			38				
180	Veritas Genetics				45			
181	Verizon Communications	50					48	
182	Vertex Pharmaceuticals			17				
183	Vestas Wind Systems				15			
184	Visa			45				
185	Volkswagen					5		1
186	Wal-Mart Stores	41						
187	Weyerhaeuser	18						

Источник: составлено авторами по данным Drucker Institute, Forbes, BCG, MIT Technology Review, Clarivate Analytics, PwC, EU

Таблица 3

Компании, максимальное количество раз включенные в топ-50 рейтингов технологических лидеров мира

Количество рейтингов	Компании
6 рейтингов	Amazon.com, Apple, Facebook, General Electric, Intel, Microsoft
5 рейтингов	Johnson & Johnson, Merck
4 рейтинга	Alphabet, Bayer, Cisco Systems, Daimler, Nissan, Oracle, Samsung Electronics, Toyota Motor

Источник: составлено авторами по данным Drucker Institute, Forbes, BCG, MIT Technology Review, Clarivate Analytics, PwC, EU

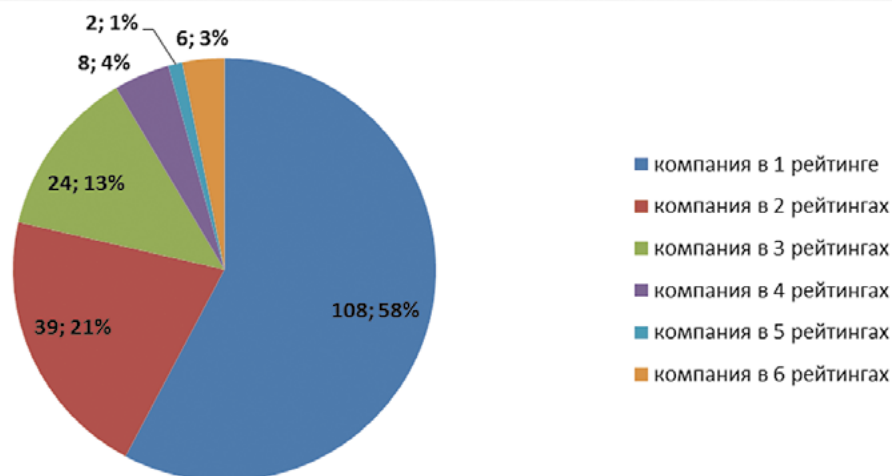


Рис. 1. Распределение технологически развитых компаний по количеству глобальных рейтингов, в которые они попали в 2017 г.*

*Примечание: Учитывались данные топ-50 рейтинга The Drucker Institute's company ranking (Drucker Institute), топ-100 Global Innovator (Clarivate Analytics), топ-50 рейтинга The World's Most Innovative Companies (Forbes), 50 Smartest Companies (MIT Technology Review), топ-50 рейтинга Global Innovation 1000 (PwC), топ-50 рейтинга The Most Innovative Companies (BCG), топ-50 рейтинга R&D ranking of the world top 2500 companies (EU)

Источник: составлено авторами по данным Drucker Institute, Forbes, BCG, MIT Technology Review, Clarivate Analytics, PwC, EU

Лидерами по числу включения в топ-50 рейтингов технологических лидеров мира являются такие компании, как Amazon.com, Apple, Facebook, General Electric, Intel, Microsoft (табл. 3). Всего в четыре и более рейтинга попали лишь 16 из 187 компаний, при этом ни одна не вошла во все семь рассмотренных ранкингов.

В целом результаты рейтингов слабо коррелируют между собой, 108 компаний (58% от общего числа) попали только в один из семи рейтингов (рис. 1).

Помимо небольшого числа компаний, попавших в большую часть глобальных рейтингов технологически развитых компаний, обращает на себя внимание присутствие в них

представителей сектора добычи и ритейла. Так, в число наиболее инновационных компаний 2017 г. по версии Forbes попали две российские компании – Магнит и Норильский Никель, заняв 53 и 63 позицию соответственно [16].

Для более детальной оценки связи результатов различных рейтингов рассчитаем для значений табл. 3 коэффициенты корреляции², отражающие связь результатов рейтингов. Полученные данные представим в табл. 4.

² Коэффициент корреляции – статистический показатель зависимости величин. Принимает значение от -1 до 1, чем ближе значение показателя к граничным значениям, тем сильнее связь между параметрами, при этом 0 – отсутствие связи между значениями.

Таблица 4

**Коэффициент корреляции топ-50 глобальных рейтингов
технологически развитых компаний**

Рейтинг 1	Рейтинг 2	Значение коэффициента корреляции
топ-50 рейтинга Global Innovation 1000 (PwC)	топ-50 рейтинга R&D ranking of the world top 2500 companies (EU)	0,975
50 Smartest Companies (MIT Technology Review)	топ-50 рейтинга Global Innovation 1000 (PwC)	0,778
топ-50 рейтинга The World's Most Innovative Companies (Forbes)	топ-50 рейтинга The Most Innovative Companies (BCG)	0,737
50 Smartest Companies (MIT Technology Review)	топ-50 рейтинга R&D ranking of the world top 2500 companies (EU)	0,644
топ-50 рейтинга The Drucker Institute's company ranking (Drucker Institute)	топ-50 рейтинга R&D ranking of the world top 2500 companies (EU)	0,609
топ-50 рейтинга Global Innovation 1000 (PwC)	топ-50 рейтинга The Most Innovative Companies (BCG)	0,589
топ-50 рейтинга The Drucker Institute's company ranking (Drucker Institute)	50 Smartest Companies (MIT Technology Review)	0,504
топ-50 рейтинга The Drucker Institute's company ranking (Drucker Institute)	топ-50 рейтинга Global Innovation 1000 (PwC)	0,487
топ-50 рейтинга The World's Most Innovative Companies (Forbes)	50 Smartest Companies (MIT Technology Review)	0,456
топ-50 рейтинга The Most Innovative Companies (BCG)	топ-50 рейтинга R&D ranking of the world top 2500 companies (EU)	0,336
50 Smartest Companies (MIT Technology Review)	топ-50 рейтинга The Most Innovative Companies (BCG)	0,324
топ-50 рейтинга The Drucker Institute's company ranking (Drucker Institute)	топ-50 рейтинга The Most Innovative Companies (BCG)	0,268
топ-50 рейтинга The Drucker Institute's company ranking (Drucker Institute)	топ-50 рейтинга The World's Most Innovative Companies (Forbes)	0,189
топ-50 рейтинга The World's Most Innovative Companies (Forbes)	топ-50 рейтинга Global Innovation 1000 (PwC)	Коэффициент корреляции не может быть рассчитан – лишь одна компания попала в оба рейтинга
топ-50 рейтинга The World's Most Innovative Companies (Forbes)	топ-50 рейтинга R&D ranking of the world top 2500 companies (EU)	Коэффициент корреляции не может быть рассчитан – ни одна компания не попала в оба рейтинга

Источник: составлено авторами по данным топ-50 рейтинга *The Drucker Institute's company ranking (Drucker Institute)*, топ-50 рейтинга *The World's Most Innovative Companies (Forbes)*, *50 Smartest Companies (MIT Technology Review)*, топ-50 рейтинга *Global Innovation 1000 (PwC)*, топ-50 рейтинга *The Most Innovative Companies (BCG)*, топ-50 рейтинга *R&D ranking of the world top 2500 companies (EU)*

Как иллюстрируют данные табл. 4, почти абсолютное совпадение мест компаний в глобальных рейтингах получены для топ-50 Global Innovation 1000 (PwC) и топ-50 R&D ranking of the world top 2500 companies (EU), значение коэффициента корреляции для них составляет почти единицу (0,975). По всей видимости, это связано с использованием единого показателя для отбора и рейтингования участников рейтинга – объема затрат на НИОКР.

Несущественные различия в присвоенных компаниям местах – результат использования разных источников данных. При этом следует отметить, что близкие результаты могут быть получены не только при использовании единой методологии и/или информационной базы. Так, совпадение рейтинга компаний 50 Smartest Companies, составленного на основании экспертного мнения редакторов журнала MIT Technology Review, в значительной

степени совпадает с топ-50 Global Innovation 1000 и топ-50 EU Scoreboard 2017 (значение коэффициента корреляции 0,778 и 0,737 соответственно).

Для большей части рейтингов полученные результаты находятся в диапазоне очень слабой или средней корреляции (от 0,189 до 0,589), а значит – использование различной методологии расчета приводит к отличиям друг от друга рейтингам компаний. Сравнение компаний топ-50 рейтинга Forbes и топ-50 рейтинга PwC выявило лишь одно совпадение – Amazon.com. Ни одна глобальная технологически развитая компания не попала в 2017 г. в топ-50 рейтинга The World's Most Innovative Companies и топ-50 рейтинга EU Scoreboard 2017 (табл. 4).

Российский опыт рейтингования

Оценку инновационного развития всех субъектов РФ с 2012 г. на ежегодной основе выполняет Ассоциация инновационных регионов России (АИРР). Ее результатом является Рейтинг инновационных регионов, используемый для целей мониторинга и управления органами власти, и отражающий изменения в инновационном развитии экономики субъектов РФ.

При составлении **Рейтинга инновационных регионов** в 2017 г. учитывались 29 индикаторов, объединенных в четыре базовых блока: научные исследования и разработки; инновационная деятельность; социально-экономические условия инновационной деятельности; инновационная активность региона [17].

Наиболее заметным рейтингом технологически развитых российских компаний является Национальный рейтинг российских быстрорастущих технологических компаний **ТехУспех**.

Методология рейтинга разработана в 2013 г. международной консалтинговой компанией PricewaterhouseCoopers (PwC) по заказу организатора ТехУспеха – Российской венчурной компании (РВК).

Принципиальным отличием идентификации технологически развитых компаний, включаемых в ТехУспех, является подготовка информационной базы для анализа. Если западные рейтинги базируются на открытой публичной финансовой и нефинансовой информации,

а также результатах опросов экспертов и менеджеров высшего звена, то для включения в ТехУспех компаниям предложено инициативно и самостоятельно заполнить анкету и предоставить данные финансовой отчетности – бухгалтерский баланс и отчет о финансовых результатах.

Входным барьером для участия в рейтинге ТехУспех являются такие показатели, как:

- возраст компании не менее 4 лет;
- выручка компании (100–800 млн. руб. для малых компаний, 800 млн. руб. – 2 млрд. руб. для средних компаний, 2–30 млрд. руб. для крупных компаний);
- среднегодовой темп роста выручки за последние 5 лет (не менее 20% для малых компаний, не менее 15% для средних компаний, не менее 10–12% для крупных компаний);
- затраты на НИОКР не менее 5% от выручки;
- вывод на российский рынок не менее одного инновационного продукта или услуги и доля выручки от ее продаж за последние три года не менее 30% для малых предприятий, не менее 25% для средних предприятий, не менее 20% для крупных предприятий;
- среднегодовой объем затрат на технологические инновации за последние три года не менее 10% от выручки [18].

Для составления итогового «Основного рейтинга» компании в трех подкатегориях (малые, средние и крупные) ранжируются по трем критериям:

- 1) темп роста выручки за последние три года – определяется методом простого ранжирования,
- 2) уровень инновационности – определяется как средневзвешенная величина оценок по параметрам доли новой продукции в выручке (10%), удельного веса расходов на НИОКР в выручке (20%), удельного веса расходов на технологические инновации в выручке (20%) и экспертной оценки (50%),
- 3) экспортный потенциал – определяется по двум параметрам: доля экспорта в выручке компании (50%) и экспертная оценка экспортного потенциала компании на основании показателей деятельности компаний (50%) [18].

В 2017 г. рейтинг ТехУспех возглавило предприятие машиностроительной отрасли АО «Концерн «Калашников», на второй позиции АО «СКТБ «Катализатор», третьей строчке – ОАО «НПО «Ангстрем».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ зарубежной и российской практики присвоения компаниям статуса технологически развитых свидетельствует о наличии значительного опыта в идентификации и ранжировании таких компаний. В целом можно отметить, что инструментальная база опирается на один из следующих подходов:

1) подход основанный на использовании финансовых индикаторов, таких как прибыль, объем выручки, инновационная премия и т.д. (Forbes);

2) подход, основанный на анализе объемов инвестирования в НИОКР и/или патентного портфолио (Clarivate Analytics, PwC, EU);

3) использование экспертных оценок (MIT Technology Review);

4) смешанный подход, основанный на комбинации подходов 1–3 (BCG, Drucker Institute).

Анализ методологии отбора российских компаний для включения в Национальный рейтинг российских быстрорастущих технологических компаний ТехУспех показал, что, во-первых, отечественный рейтинг в соответствии с методологией отбора компаний не является всеохватывающим. Если зарубежные рейтинги использует в основном публичную финансовую отчетность и чаще не привлекают компании для участия в рейтинговании, то для включения в ТехУспех обязательным является инициативная подача заявки для участия со стороны компании. Фактически, составление такого рейтинга является конкурсом, для участия в котором компании должны инициативно предоставить необходимый пакет информации. Во-вторых, для участников российского рейтинга установлено большее количество ограничений и входных барьеров, в том числе, возраст компании, среднегодовой темп роста выручки за последние 5 лет и другие.

Как показал детальный анализ компаний, занимающих лидирующие позиции в семи

глобальных рейтингах технологически развитых компаний, максимально близкие результаты дает использование единой базы для ранжирования. Вместе с тем, несмотря на отсутствие единого подхода и использование различного инструментария, некоторые рейтинги, такие, например, как 50 Smartest Companies и Global Innovation 1000, имеют очень близкие результаты.

При этом ни одна компания не включена во все семь глобальных рейтингов, а доля компаний, попавших лишь в один из них, составляет почти 60%. Таким образом, можно констатировать тот факт, что на сегодняшний день набор индикаторов, которые могли бы позволить однозначно отнести компанию к числу технологически развитых отсутствует.

Результаты выполненного анализа подтверждают сформулированную нами гипотезу о том, что компании реализуют программы технологического развития, будучи мотивированны не столько целесообразностью оптимизации производственных процессов на основе новых технологий, сколько появлением трансформирующих рынок новых технологических направлений, которые грозят сменой ключевых игроков рынка. Именно поэтому, с нашей точки зрения, в 2017 г. самые высокие расходы на НИОКР продемонстрировали компании-автопроизводители, несмотря на то, что автотпром не относится к высокотехнологичным производствам. Очевидно что использование электро- и гибридных двигателей может и неизбежно приведет к переделу глобального рынка в пользу компаний, сделавших ставку на новые технологии создания двигателей, что и вызвало повышение «технологичности компаний», лидеров существующего рынка, который находится в стадии обновления технологического дизайна.

Таким образом, можно говорить, что уровень технологичности компаний зависит от уровня конкурентной среды и появления технологий, трансформирующих высоко конкурентные рынки. В периоды такой трансформации компании-лидеры, пытающиеся удержать свои позиции, и компании-новички, стремящиеся захватить рыночные ниши бывших лидеров, и становятся высокотехнологичными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поддержка частных высокотехнологических компаний-лидеров «Национальных чемпионов» (2018) / PBK. https://www.rvc.ru/eco/p2/strategic_agenda/102912.
2. *Jaegers T., Lipp-Lingua C., Amil D.* (2013) High-technology and medium-high technology industries main drivers of EU-27's industrial growth // Eurostat. Statistics in Focus 1/2013. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Archive: High-technology_versus_low-technology_manufacturing#cite_note-2.
3. The 2017 EU Industrial R&D Investment Scoreboard (2018) / European Commission – Joint Research Centre. <http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard17.html>.
4. The Most Innovative Companies (2017) / Forbes. 12.08.2017. <https://www.forbes.com/innovative-companies/#36acb6fc1d65>.
5. HOLT (2018) / Credit Suisse. 14.02.2018. <https://www.credit-suisse.com/sites/holt/en.html>.
6. *Jeff D., Gregersen H.* (2017) How We Rank The Most Innovative Companies 2017 // Forbes. 08.08.2017. <https://www.forbes.com/sites/innovatorsdna/2017/08/08/how-we-rank-the-most-innovative-companies-2017/#69cb7bdd5c46>.
7. *Kauflin J.* (2017) The World's Most Innovative Growth Companies 2017 // Forbes. 17.05.2017. <https://www.forbes.com/sites/jeffkauflin/2017/05/17/the-worlds-most-innovative-growth-companies-2017/#b2731a645ca7>.
8. Methodology. 2017 Top 100 Global Innovators (2018) / Clarivate Analytics. <http://top100innovators.clarivate.com/content/methodology>.
9. Top 100 Global Innovator 2017 (2018) / Clarivate Analytics. <https://clarivate.com/wp-content/uploads/2018/01/Clarivate-Analytics-2017-Top-100-Global-Innovators.pdf>.
10. 50 Smartest Companies 2017 (2018) / MIT Technology Review. <https://www.technologyreview.com/lists/companies/2017>.
11. Strategy&s 2017 Global Innovation 1000 study Methodology (2018) / Pw C. <https://www.strategyand.pwc.com/innovation1000-UK#VisualTabs3>.
12. The Most Innovative Companies 2018 (2018) / Boston Consulting Group. http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Most-Innovative-Companies-Jan-2018_tcm27-180700.pdf.
13. Drucker Institute's company ranking – 2017 (2018) / Drucker Institute. 12.02.2018. <http://www.drucker.institute/rankings-2017>.
14. Methodology for the Management Top 250 Company Rankings (2017) / The Wall Street Journal. 05.12.2017. <https://www.wsj.com/articles/methodology-for-the-management-top-250-company-rankings-1512482700>.
15. Principles underlying The Drucker Institute's company ranking (2018) / Drucker Institute. 12.02.2018. <http://www.drucker.institute/rankings-principles>.
16. The Most Innovative Companies (2017) / Forbes. 12.08.2017. <https://www.forbes.com/innovative-companies/#36acb6fc1d65>.
17. Рейтинг инновационных регионов России: версия 2017 (2018) / АИИР. <http://www.i-regions.org/images/files/airr17.pdf>.
18. Рейтинг TexУспех 2017. Методология (2018) / TexУспех. <http://www.ratingtechup.ru/about/methodology>.

REFERENCES

1. Support for private high-tech companies – leaders of the «National Champions» (2018) / RVC. https://www.rvc.ru/eco/p2/strategic_agenda/102912.
2. *Jaegers T., Lipp-Lingua C., Amil D.* (2013) High-technology and medium-high technology industries main drivers of EU-27's industrial growth // Eurostat. Statistics in Focus 1/2013. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Archive: High-technology_versus_low-technology_manufacturing#cite_note-2.
3. The 2017 EU Industrial R&D Investment Scoreboard (2018) / European Commission – Joint Research Centre. <http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard17.html>.
4. The Most Innovative Companies (2017) / Forbes. 12.08.2017. <https://www.forbes.com/innovative-companies/#36acb6fc1d65>.
5. HOLT (2018) / Credit Suisse. 14.02.2018. <https://www.credit-suisse.com/sites/holt/en.html>.
6. *Jeff D., Gregersen H.* (2017) How We Rank The Most Innovative Companies 2017 // Forbes. 08.08.2017. <https://www.forbes.com/sites/innovatorsdna/2017/08/08/how-we-rank-the-most-innovative-companies-2017/#69cb7bdd5c46>.
7. *Kauflin J.* (2017) The World's Most Innovative Growth Companies 2017 // Forbes. 17.05.2017. <https://www.forbes.com/sites/jeffkauflin/2017/05/17/the-worlds-most-innovative-growth-companies-2017/#b2731a645ca7>.
8. Methodology. 2017 Top 100 Global Innovators (2018) / Clarivate Analytics. <http://top100innovators.clarivate.com/content/methodology>.

9. Top 100 Global Innovator 2017 (2018) / Clarivate Analytics. <https://clarivate.com/wp-content/uploads/2018/01/Clarivate-Analytics-2017-Top-100-Global-Innovators.pdf>.
10. 50 Smartest Companies 2017 (2018) / MIT Technology Review. <https://www.technologyreview.com/lists/companies/2017>.
11. Strategy&s 2017 Global Innovation 1000 study Methodology (2018) / Pw C. <https://www.strategyand.pwc.com/innovation1000-UK#VisualTabs3>.
12. The Most Innovative Companies 2018 (2018) / Boston Consulting Group. http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Most-Innovative-Companies-Jan-2018_tcm27-180700.pdf.
13. Drucker Institute's company ranking – 2017 (2018) / Drucker Institute. 12.02.2018. <http://www.drucker.institute/rankings-2017>.
14. Methodology for the Management Top 250 Company Rankings (2017) / The Wall Street Journal. 05.12.2017. <https://www.wsj.com/articles/methodology-for-the-management-top-250-company-rankings-1512482700>.
15. Principles underlying The Drucker Institute's company ranking (2018) / Drucker Institute. 12.02.2018. <http://www.drucker.institute/rankings-principles>.
16. The Most Innovative Companies (2017) / Forbes. 12.08.2017. <https://www.forbes.com/innovative-companies/#36acb6fc1d65>.
17. Rating of innovative regions of Russia: version 2017 (2018) / AIRR. <http://www.i-regions.org/images/files/airr17.pdf>.
18. TechUp Rating 2017. Methodology (2018) / TechUp. <http://www.ratingtechup.ru/about/methodology>.

UDC 330.34, 338.2

Yeremchenko O.A. Technologically advanced company: methodological problems of status determination (The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, prospect Vernadskogo, 82, Moscow, Russia, 119571)

Abstract. The purpose of this study was to perform a survey of indicators and criteria on the basis of which foreign and Russian companies can be classified as technologically advanced and innovative. We compared the approaches used by international and domestic analytical companies to identify and rank technologically advanced companies, as well as lists of companies that ranked first in the various ratings of 2017–2018.

A hypothesis was confirmed that there is no single methodologically valid approach to identifying high-tech companies in the world. It is shown that the lists of companies that are the leaders of global ratings of innovative companies in the world are weakly correlated and depend on the set of indicators used.

Keywords: *technologically advanced company, company ratings, R&D expenditures, innovation, revenue, innovation premium, TechUp, ranking.*



Продолжается подача заявок на конкурс проектов по проведению исследований в области здравоохранения по приоритетным направлениям с участием научно-исследовательских организаций и университетов стран-членов ЕС в рамках многостороннего сотрудничества в программе «Горизонт 2020». Конкурс организован в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» (мероприятие 2.2).

Целью работ является проведение исследований в области здравоохранения совместно с научно-исследовательскими и образовательными организациями ЕС в рамках многостороннего сотрудничества в программе «Горизонт 2020» для обеспечения интеграции российской науки в общеевропейскую научно-исследовательскую сферу, расширения географии международного научно-технического сотрудничества и формирования устойчивых кооперационных связей, расширение базы знаний и развитие передовых технологий.

Проект рассчитан на два года, плановая дата начала работ – 1 января 2019 г., начальная цена соглашения – 43,3 млн. руб.

Прием заявок продлится до 15 мая 2018 г. Подробную информацию о конкурсе и условиях участия можно найти на сайт федеральной целевой программы http://fcpir.ru/participation_in_program/contests/list_of_contests/1_published/2019-14-588-0001.

Источник: <https://xpir.ru/finsupports>

А.В. КОМАРОВ,

к.т.н., заместитель руководителя отдела ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, г. Москва, Россия, abkom@fcntp.ru

А.Н. ПЕТРОВ,

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

А.В. САРТОРИ,

к.ф.-м.н., специалист отдела информационно-аналитического и организационного обеспечения ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, г. Москва, Россия, sartoriandrey@gmail.com

МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ НАУЧНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ*

УДК 338.28, 378.4

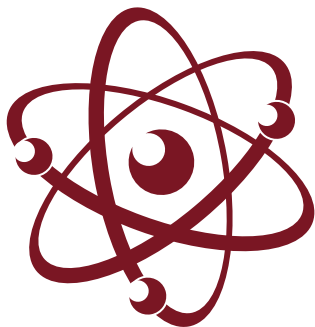
Комаров А.В., Петров А.Н., Сартори А.В. *Модель комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов* (ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, ул. Пресненский Вал, д. 19, стр. 1, г. Москва, Россия, 123557)

Аннотация. В статье описана модель комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов, являющаяся составной частью методики экспертной оценки проектов. Модель может быть использована как на этапе отбора заявок на финансирование проектов, так и для создания инструментов измерения уровня технологической готовности проектов в ходе их выполнения. Применение предложенной модели позволит сформировать единые унифицированные подходы и требования к формированию системы критериев для экспертной оценки инновационных научно-технологических проектов на различных стадиях их жизненного цикла, которые могут быть использованы различными институтами развития, а для исполнителей проектов – определить степень готовности полученных результатов к промышленному внедрению.

Ключевые слова: научно-технологический проект, уровень готовности технологии, индекс технологической готовности, TPRL, TRL, УГТ, инновация, анализ, модель.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-4-1-47-57

Цитирование публикации: Комаров А.В., Петров А.Н., Сартори А.В. (2018) Модель комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов // Экономика науки. Т. 4. № 1. С. 47–57.



В настоящее время, как в России, так и за рубежом, для оценки уровня готовности технологии используется хорошо зарекомендовавший себя подход, основанный на применении 9-ти уровневой шкалы TRL (Technology Readiness Level) [1] или ее российского аналога УГТ (Уровень Готовности Технологии), позволяющей различным группам специалистов (руководителям, менеджерам, администраторам, исследователям, конструкторам, технологам и т.д.) понимать, насколько данная технология в своем развитии продвинулась от научной идеи до практического применения. Впервые данная шкала была представлена в 80-х гг. прошлого столетия Национальным аэрокосмическим агентством США NASA [2], а ее использование оказалось успешным благодаря таким ее преимуществам, как:

- сравнение технологий – т.е. способности определять: готова ли одна технология к рынку так же, как и другая;
- последовательное улучшение результатов проекта, в т.ч. определение необходимых шагов для этого;
- проведение самооценки проекта – насколько проект соответствует портфелю проектов;
- упрощение коммуникаций – различные специалисты могут использовать единую метрику;
- адаптация шкалы под нужды конкретных отраслей или организаций с учетом их специфических требований.

В *табл. 1* приведены сведения о характеристиках уровней TRL, используемых NASA в современной практике [3].

Следует отметить, что использование данной шкалы в различных государствах или крупных компаниях в настоящее время регулируется различными национальными или отраслевыми (корпоративными) стандартами [4], в России это такие стандарты, как ГОСТ Р 56861–2016 [5] и ГОСТ Р 57194.1–2016 [6].

Анализируя данные *табл. 1* нетрудно заметить, что шкала TRL не охватывает достаточно много аспектов, которые следовало бы учитывать при оценке проекта в целом, в рамках которого разрабатывается инновационная технология, поэтому на практике при оценке проекта в целом используются подходы, основанные на шкале TRL, но описывающие также и другие уровни готовности, такие, например, как системная готовность (SRL), интеграционная готовность (IRL), производственная

готовность (MRL) и ряд других, применяемых одновременно с TRL [7]. Так, например, для оценки проектов федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям научно-технологического развития России на 2014–2020 годы» (далее ФЦП ИР) на основе метода TRL была разработана методология TPRL (Technology Project Readiness Level) [8], учитывающая такие ценности проекта, как:

- Технологическая готовность (TRL);
- Производственная готовность (MRL);
- Инженерная готовность (ERL);
- Организационная готовность (ORL);
- Преимущества и риски (BRL);
- Рыночная готовность и коммерциализация (CRL).

Преимуществом данной методологии является то обстоятельство, что при оценке уровня готовности проектов используются не только критерии, характеризующие тот или иной уровень готовности (как это принято в методе TRL), а и документы, на основании которых подтверждается выполнение данных критериев, причем эта оценка делается независимыми экспертами. Другой особенностью методологии TPRL является то, что она практически не применима на этапе отбора проектов для поддержки, в т.ч. финансовой, так как требования, предъявляемые к описанию проектов, не гармонизированы с содержанием критериев и показателей методологии TPRL, а даже наличие формализованных документов не предполагает оценку их качества, как это сделано, например, в [9], [10]. Кроме того, описания критериев и показателей,

Таблица 1

Характеристика уровней TRL

TRL	Definition
1	Basic principles observed and reported
2	Technology concept and/or application formulated
3	Analytical and experimental critical function and/or characteristic proof-of-concept
4	Component and/or breadboard validation in laboratory environment
5	Component and/or breadboard validation in relevant environment
6	System/subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment (Ground or Space)
7	System prototype demonstration in a space environment
8	Actual system completed and “flight qualified” through test and demonstration (Ground or Flight)
9	Actual system “flight proven” through successful mission operations

характеризующих различные уровни готовности TPRL, носят достаточно общий характер, что на практике может приводить к тому, что оценка уровня готовности может быть сделана с высокой погрешностью.

Отметим также, что большинство известных на сегодняшний день информационно-технологических инструментов для оценки TRL (например, такие, как [11], [12], [13]), используемых для решения узкоотраслевых задач, построены на основе модификации т.н. калькулятора AFRL [14], созданного в среде табличного редактора MS Excel.

В связи с этим, разработка модели, позволяющей проводить комплексную оценку технологической готовности научно-технологических проектов, является актуальной, т.к. она может быть основой унифицированного информационно-технологического инструмента для оценки TRL, который может применяться в различных институтах развития для проектов в различных технических дисциплинах и разделах науки.

1. Требования к разработке модели комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов

Анализ опыта апробации методологии TPRL, проведенной в рамках программы акселерации проектов ФЦП ИР [15], а также применение ее упрощенного варианта при проведении совместного исследования SAP и НП «Руссофт», посвященного анализу перспектив российских ИТ-разработок на глобальном рынке [16], позволил определить требования к разработке модели комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов. Модель должна:

- основываться на 9-ти уровней шкале оценки TRL, не исключая при этом возможности адаптации ее содержания под требования конкретной программы поддержки, реализуемой различными институтами развития;
- иметь универсальную структуру – т.е. она должна быть построена таким образом, что ее можно было бы применять для оценки технологической готовности проектов специалистами различных институтов развития и организаций и ее структура не должна быть

связана с определенной технической дисциплиной и конкретным разделом науки;

- максимально полно и точно учитывать современные технологии и стандарты разработки с учетом жизненного цикла инновационного проекта (ГОСТ Р серии 1, ГОСТ серии 2, ГОСТ серии 3, ГОСТ 4, ГОСТ 14, ГОСТ 15, ГОСТ 17, ГОСТ 19, ГОСТ 20, ГОСТ 24, ГОСТ 27, ГОСТ 28, ГОСТ 29, ГОСТ 40, ГОСТ 50, и т.п.) – это позволит, с одной стороны, формализовать требования к составу и структуре документов, подтверждающих достижение того или иного уровня технологической готовности, а с другой – разработать систему подтверждения определения уровня технологической готовности;

- реализовывать механизмы как самостоятельной оценки, проводимой разработчиками (далее самооценки), так и экспертной оценки, осуществляемой независимой третьей стороной на базе единой инфологической модели, – т.е. в ней используются единая система критериев и показателей для оценки достижения определенного уровня технологической готовности как для разработчиков, так и для экспертов;

- включать критерии и показатели для оценки уровня технологической готовности, содержание которых должно быть максимально формализовано, что позволит исключить неоднозначное понимание характеристик различных уровней технологической готовности;

- учитывать наряду с характеристиками, присущими непосредственно TRL, и другие аспекты комплексной оценки проекта – т.е. в ней должны проводиться оценки и других свойств проекта, входящих в шкалу TPRL. Отметим, что набор таких характеристик должен быть достаточно универсальным, чтобы его можно было применять для оценки проектов различными институтами развития, не исключая при этом возможности его адаптации под их специфические требования;

- иметь вероятностную оценку расчета численных показателей, основанную на экспертной оценке качества подтверждающей информации о достижении того или иного результата для последующей оценки уровня технологической готовности;

- иметь систему подтверждения правильности достижения определенных результатов, основанную на применении маркеров, учитывающих последовательность достижения определенных характеристик какого-либо уровня технологической готовности и указывающих на возможные преувеличения;
- предоставлять инструменты для мониторинга результативности и хода выполнения проектов в рамках текущего уровня технологической готовности проекта на малых временных интервалах или же рейтингования проектов при принятии решений о предоставлении им поддержки.

2. Структура модели

С точки зрения особенностей анализа и обобщения информации при определении достижимости определенного уровня технологической готовности проекта, целесообразно представить модель комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов в виде иерархической структуры, представленной на рис. 1.

Высший уровень иерархии (**Y1**) содержит дискретный **уровень технологической готовности проекта (TRL)**, значение которого изменяется от 1 до 9. Если в отношении проекта не подтвержден ни один из показателей, характеризующий уровень TRL равный 1, то значение уровня TRL принимается равным 0. Это позволяет помимо уровня технологической готовности проекта определять дробный индекс технологической готовности проекта, целая часть которого равна достигнутому уровню технологической готовности (или 0), а дробная часть характеризует динамику выполнения проекта на малых временных интервалах. Очевидно, что индекс технологической готовности проекта может быть использован как для мониторинга хода выполнения работ в рамках проекта, так и для рейтингования проектов.

На следующем уровне иерархии (**Y2**) определяются **показатели TRL** и **маркеры**, позволяющие определить правильность определения показателей TRL. Показатели TRL определяют этапы развития проекта в пределах одного уровня технологической готовности, например, «Проведен анализ

	Элементы модели	Экспертная оценка (использование элементов модели)	Самооценка (использование элементов модели)
Y1	TRL_i		
Y2	A_{ik} C		
Y3	H_{ikj}		
Y4	R_{ikjm}		
Y5	F_{ikjmn}		
Y6	D		

- первоначальная настройка элемента,
 - элемент не используется,

- элемент вычисляется,
 - элемент заполняется,
 - элемент используется

Рис. 1. Структура модели комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов

существующих на рынке решений». Если конкретный показатель выполнен, то его значение принимается равным 1, а если нет, то 0. Для достижимости конкретного уровня технологической готовности проекта, все принадлежащие ему показатели должны иметь значение 1. По степени полноты достигнутых показателей рассчитывается индекс технологической готовности. Маркеры определяют взаимосвязь показателей, построенную на основе анализа требований нормативных документов к выполнению проекта по разработке инновационной продукции (ГОСТ, ОСТ, ТУ и т.п.), например, ни один из показателей 2-го уровня TRL не может быть выполнен ранее, чем достигнут 1-й уровень TRL.

Каждый показатель TRL имеет **характеристики (Y3)**, определяющие требования к перечню задач, которые должны быть решены разработчиками для того, чтобы подтвердить выполнение этого показателя, например, для показателя «Проведен анализ существующих на рынке решений» одной из характеристик будет являться «Сформулирован облик технологии/продукта». Каждая характеристика также измеряется в виде значений 0 или 1. Если все характеристики показателя равны 1, то показатель, входящий в конкретный уровень технологической готовности, выполнен, а если хотя бы один из них равен 0, то не выполнен.

Решение каждой из задач для определения характеристики показателя TRL, должно

Таблица 2

Пример построения модели комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов на 1-м уровне TRL для ФЦП ИР

Код	Показатель		Маркер
A1.3	Проведен анализ существующих на рынке решений		Не ранее A1.4
Код	Характеристика показателя		
A1.3.1	Сформулированы ключевые преимущества технологии		
A1.3.2	Сформулирован облик технологии/продукта		
A1.3.3	Сформулирован набор(ы) ключевых слов для поиска Ru/En		
Код	Фиксируемый результат		
A1.3.3.1	Ключевые слова (Ru)		
Код	Свидетельство	Требования	Документ
A1.3.3.1.1	Ключевые слова (Ru)	1. Ключевые слова рекомендуется составлять на основе результата, полезного эффекта и назначения технологии, для последующего сравнения и оценки с более широким кругом аналогов объектов оценивания 2. Ключевые слова и синонимы должны быть проверены по профессиональным словарям, тезаурусам и классификаторам	Пояснительная записка / отчет о поиске
A1.3.3.1.2	Синонимы ключевых слов (Ru)		Пояснительная записка / отчет о поиске
A1.3.3.1.3	Ключевые слова и синонимы (Ru) проверены		Пояснительная записка / отчет о поиске
A1.3.3.2	Ключевые слова (En)		
Код	Свидетельство	Требования	Документ
A1.3.3.2.1	Ключевые слова (En)	1. Ключевые слова рекомендуется составлять на основе результата, полезного эффекта и назначения технологии, для последующего сравнения и оценки с более широким кругом аналогов объектов оценивания 2. Ключевые слова и синонимы должны быть проверены по профессиональным словарям, тезаурусам и классификаторам 3. Ключевые слова (En) не должны быть «точным» переводом с русского языка, а состоять из слов, являющихся ключевыми для соответствующей тематики (на английском языке)	Пояснительная записка / отчет о поиске
A1.3.3.2.2	Синонимы ключевых слов (En)		Пояснительная записка / отчет о поиске
A1.3.3.2.3	Ключевые слова и синонимы (En) проверены		Пояснительная записка / отчет о поиске

иметь фиксируемый **результат (Y4)**, например, одним из результатов выполнения задачи «Сформулированы ключевые слова для поиска Ru/En» будет являться следующий результат – «Ключевые слова (En)».

В свою очередь каждый из результатов, представленных на уровне 4, должен быть подтвержден в виде некоторого набора **подтверждающих свидетельств (Y5)**, например, для результата «Ключевые слова (En)» в качестве такого набора подтверждающих свидетельств будет выступать следующий набор: «Ключевые слова (En) – Синонимы ключевых слов (En) – Ключевые слова и синонимы (En) проверены».

Каждое из подтверждающих свидетельств должно быть подтверждено, т.е. описание данного свидетельства должно быть представлено разработчиком в каком-либо **документе (Y6)**, входящем в состав представляемой по проекту документации, причем к этим документам могут быть предъявлены, в свою очередь, определенные требования, например, *отчет о научно-исследовательской работе должен удовлетворять требованиям ГОСТ 7.32–2001*.

На *рис. 1* также показано, как элементы модели используются при самооценке и экспертной оценке проекта.

Пример структуры модели комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов на 1-м уровне TRL, разработанной для ФЦП ИР, представлен в *табл. 2*, в которой обозначения A1.3 и A1.4 относятся к двум различным показателям TRL.

В представленном в *табл. 2* фрагменте модели маркером является утверждение, что показатель A1.3 не может быть выполнен ранее показателя A1.4, т.е. таким образом устанавливается связь между ними на основе очередности их выполнения. Как именно эта связь учитывается в предложенной модели, будет показано ниже.

3. Количественная оценка уровня и индекса технологической готовности проекта

Оценка уровня технологической готовности проекта осуществляется на основе следующего выражения:

$$TRL_i = i - 1 + \prod_{k=1}^{K_i} A_{ik}, \quad (1)$$

где

i – номер уровня TRL , $i = \overline{1,9}$;

TRL_i – численное значение i -го уровня TRL ;

A_{ik} – численное значение k -го показателя, входящего в i -й уровень TRL

$$A_{ik} = \begin{cases} 0, & \text{если не выполнен} \\ 1, & \text{если выполнен} \end{cases}$$

k – номер показателя TRL , входящего в i -й уровень TRL , $k = \overline{1, K_i}$;

K_i – количество входящих в i -й уровень TRL показателей.

Оценка значения каждого показателя A_{ik} , входящего в выражение (1), осуществляется по его характеристикам с использованием выражения (2):

$$A_{ik} = \prod_{j=1}^J H_{ikj}, \quad (2)$$

где

j – номер характеристики показателя A_{ik} , $j = \overline{1, J}$;

J – количество характеристик, описывающих показатель A_{ik} ;

H_{ikj} – численное значение j -й характеристики

$$H_{ikj} = \begin{cases} 0, & \text{если не выполнена} \\ 1, & \text{если выполнена} \end{cases}$$

Используя выражения (1) и (2), исполнители проекта могут провести самооценку уровня технологической готовности своего проекта. Действительно, выбирая в качестве ответа на вопрос о достижимости того или иного результата, ответ «ДА» (значение 1) или «НЕТ» (значение 0), можно в итоге провести несложные вычисления и определить численное значение уровня технологической готовности TRL .

В случае же подтверждения достижимости уровня технологической готовности проекта для определения численного значения характеристики H_{ikj} используется другой алгоритм. Расчет значений характеристик показателей производится на основании оценок экспертов в отношении качества представленных

документов (множества документов D), подтверждающих наличие тех или иных свидетельств, на основе которых можно вынести суждение о достижении необходимых результатов, входящих в перечень результатов, описывающих характеристику H_{ikj} .

Характеристика H_{ikj} может быть представлена в виде множества результатов

$$H_{ikj} = \{R_{ikjm}\}, m = \overline{1, M}$$

(здесь M – количество результатов), каждый из которых, в свою очередь, описывается множеством подтверждающих свидетельств –

$$R_{ikjm} = \{F_{ijkmn}\}, n = \overline{1, N}$$

(N – количество подтверждающих свидетельств F для определенного результата). Свидетельства являются по своей сути элементарными событиями, факт выполнения (или наличия) которых может быть зафиксирован экспертом во время проведения экспертных процедур. Каждое из них не может в полной мере позволить сделать однозначный вывод о достижении определенного результата, это может быть сделано только лишь при наличии всей совокупности подтверждающих свидетельств. В рамках предлагаемой модели каждое свидетельство обладает вероятностной характеристикой $0 \leq p \leq 1$, имеющей следующий смысл: величина p характеризует ту степень уверенности (вероятность достижимости), с которой можно утверждать, что данное свидетельство подтверждает наличие в материалах проектах результата, для описания которого оно создано при условии, что остальные свидетельства, входящие в набор для этого результата, не подтверждены (или отсутствуют). Отметим, что значение этой характеристики p зависит от того, каково качество подтверждающих сведений об этом свидетельстве. Например, наличие определенного документа не гарантирует, что свидетельство будет засчитано экспертом, если содержание документа не удовлетворяет необходимым, заранее определенным, требованиям, как это делается, например, в [10]. Таким образом, эксперт может как повысить, так и понизить значение вероятности p . Такой подход к оценке достижимости результатов позволяет варьировать требования к их качеству для различных проектов или проводимых

конкурсов по их отбору по следующему правилу: если вероятность достижимости результата по совокупности входящих в него свидетельств будет больше некоторой пороговой величины $p_{\text{пор}}$, то результат может быть засчитан, и нет – в противном случае.

Отметим особо, что в предлагаемой модели рекомендуемый набор подтверждающих свидетельств формируется на этапе ее первоначальной настройки, однако, у эксперта есть возможность его расширения.

Итак, для расчета вероятности достижимости результата по совокупности входящих в него подтверждающих свидетельств будем использовать выражение (3):

$$p(R_{ijkm}) = 1 - \prod_{n=1}^N (1 - p(F_{ijkmn})) \quad (3)$$

а для расчета величины достигнутого результата выражение (4):

$$R_{ijkm} = \begin{cases} 1, & \text{если } p(R_{ijkm}) \geq p_{\text{пор}} \\ 0, & \text{если } p(R_{ijkm}) < p_{\text{пор}} \end{cases} \quad (4)$$

Тогда расчет значения величины H_{ikj} при экспертном оценивании проекта может быть выполнен по формуле (5):

$$H_{ikj} = \prod_{m=1}^M R_{ikjm} \quad (5)$$

Рассмотрим далее, каким образом строится система маркеров для проверки правильности оценивания показателей, входящих в определенный уровень технологической готовности. Поскольку построение этой системы одинаково для каждого уровня TRL, то, без ограничения общности, индекс номера уровня i будем опускать.

Построим матрицу маркеров $\hat{C} = \|c_{ij}\|, i, j = \overline{1, K}$, по следующему правилу:

$$c_{ij} = \begin{cases} 1/S_i, & A_i \text{ связан с } A_j \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (6)$$

Величина S_i равна количеству связей показателя A_i (в т.ч. с самим собой) со всеми показателями A_k . Например, для случая табл. 2, показатель A_3 связан с показателем A_4 , общее количество связей $S = 2$, поэтому, $c_{3,3} = c_{3,4} = 0.5$, а остальные значения в строке 3 будут равны 0. Выражение (6) использует

предположение, что все имеющиеся связи равнозначны, что является достаточным условием для практического использования модели. Очевидно, что если потребуется учесть то обстоятельство, что связи могут обладать весами, выражение (6) может быть модифицировано.

Приведем пример матрицы маркеров, построенной для модели комплексной оценки технологической готовности проектов для 1-го уровня TRL в ФЦП ИР (рис. 2).

Естественно считать, что состояние показателей уровня TRL, определяемых по формуле (1), с использованием выражений (2)–(5), описывается вектором в K -мерном пространстве.

Если вектор рассчитан по результатам проведенной экспертизы, то он должен быть уточнен с использованием выражения (7):

$$\vec{a} = \hat{C} \times \vec{a} \quad (7)$$

Отметим, что матрица построена таким образом, что преобразование единичного вектора также даст единичный вектор, это означает, что если уровень TRL достигнут, то все его показатели остаются равными 1. Полученный вектор, с уточненными значениями показателей уровня TRL может быть использован для определения индекса технологической готовности проекта. Для этого мы должны воспользоваться выражением (8):

$$ind(TRL) = TRL - 1 + \frac{num(\tilde{A}_k = 1, k = \overline{1, K})}{K} \quad (8)$$

В выражении (8) в числителе дроби указано количество показателей уровня TRL,

значение которых равно 1, а в знаменателе – количество всех показателей, относящихся к определенному уровню технологической готовности. Отметим также, что использование матрицы маркеров позволяет избежать контроля последовательности вопросов анкеты для исполнителей проектов в ходе проведения самооценки уровня технологической готовности, т.к. в конечном итоге именно с помощью матрицы маркеров по формуле (7) будут рассчитаны окончательные значения показателей уровня TRL.

4. Последовательность определения и подтверждения уровня и индекса технологической готовности проекта

Построенная модель, в соответствии с требованиями к ее разработке, может быть использована как для самооценки технологического уровня проекта, проводимой его исполнителями, так и для его экспертной оценки. Последовательность ее применения может быть в общем случае представлена в виде 2-х этапной процедуры.

На 1-м этапе (этапе самооценки):

- исполнитель проекта отвечает на вопросы анкеты в формате («ДА»/«НЕТ»);
- с помощью модели на основании полученных ответов на вопросы анкеты определяется уровень технологической готовности проекта, который рассчитывается по формуле (1) с использованием формулы (2) для определения значений показателей TRL. При этом выбор ответа «ДА» на вопрос анкеты в отношении какого-либо показателя означает,

$$\hat{C} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/2 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/4 & 1/4 & 1/4 & 0 & 0 & 0 & 1/4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/2 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/4 & 1/4 & 1/4 & 0 & 1/4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 1/3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 1/2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 1/2 \end{pmatrix}$$

Рис. 2. Матрица маркеров для модели комплексной оценки технологической готовности проектов для 1-го уровня TRL

что ему в модели присваивается значение 1, в противном случае – значение 0;

- если уровень технологической готовности проекта не подтвержден, осуществляется переход на предыдущий уровень;
- самооценка может продолжаться до тех пор, пока с помощью модели не будет подтвержден текущий (с точки зрения проводимой самооценки) уровень технологической готовности проекта;
- в случае подтверждения технологического уровня проекта исполнителям рекомендуется перечень документов, которые должны быть представлены для его подтверждения независимыми экспертами.

На 2-м этапе (этапе экспертной оценки):

- эксперт оценивает качество и полноту подтверждающих фактов/документов и определяет их вероятностные характеристики;
- по модели рассчитываются значения вероятностей достижимости результатов, характеристик и показателей TRL по формуле (7);
- с помощью матрицы маркеров рассчитанные значения показателей TRL корректируются;
- с помощью модели рассчитывается уровень технологической готовности проекта по формуле (7) и индекс технологической готовности проекта по формуле (8).

Если же мы говорим об экспертной оценке, то значение показателей TRL рассчитывается с использованием выражения (7), после чего определяется уровень технологической готовности по формуле (1) и индекс технологической готовности по формуле (8).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье описана модель комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов, разработанная в рамках методологии TPRL, однако в то же время расширяющая границы ее использования. В частности, данная модель предлагает единые метрики оценки проектов не только в ходе их выполнения, но и на этапе проведения конкурсного отбора проектов.

Разработка модели проведена авторским коллективом на основе требований, которые были сформулированы по итогам апробации методологии TPRL на практике.

Модель обладает как свойством универсальности, т.е. ее структура и математическая формализация не связаны с конкретными техническими дисциплинами и разделами науки, а, следовательно, могут быть использованы различными институтами поддержки, так и свойством комплексности – оценка проектов проводится не только по шкале технологической готовности, но и характеристикам других шкал готовности, среди которых:

- Производственная готовность (MRL);
- Инженерная готовность (ERL);
- Организационная готовность (ORL);
- Преимущества и риски (BRL);
- Рыночная готовность и коммерциализация (CRL).

Применение модели на практике позволяет учитывать вариативность предъявляемых требований к получаемым результатам проекта за счет использования вероятностных характеристик, связанных с оценкой качества и полноты этих результатов.

Количественные оценки уровня технологической готовности проекта, полученные с помощью модели, могут быть использованы для принятия различных управленческих решений, например, для разработки плана-графика работ, плана финансирования, в т.ч. определения соотношения долей бюджетного и внебюджетного финансирования в рамках программ, реализуемых различными институтами поддержки, а также других решений.

Модель может быть применена для формализации и оптимизации процедур экспертной оценки проектов на основе унифицированных подходов и требований к формированию системы критериев для экспертной оценки, что имеет решающее значение для комплексных научно-технических проектов, жизненный цикл которых реализуется различными институтами поддержки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Mankins J.C.* (1995) Technology readiness levels / Advanced Concepts Office of Space Access and 1995. <https://www.colorado.edu/ASEN/asen3036/TECHNOLOGYREADINESSLEVELS.pdf>.
2. *Sadin S.R., Povinelli F.P., Rosen R.* (1989) The NASA technology push towards future space mission systems // *Acta Astronautica*. V. 20. P. 73–33.
3. *Hirshorn S., Sharon J.* (2016) Final Report of the NASA Technology Readiness Assessment (TRA) Study Team. NASA. 63 p.
4. ISO 16290:2013 (2013) Space systems – Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment.
5. ГОСТ Р 56861–2016 (2016) Система управления жизненным циклом. Разработка концепции изделия и технологий. Общие положения. Москва. 11 с.
6. ГОСТ Р 57194.1–2016 (2016) Трансфер технологий. Общие положения. Москва. 9 с.
7. GAO TRA Guide: Best Practices for Evaluating the Readiness of Technology (2016) GAO-16–410G. 147 p.
8. *Петров А.Н., Сартори А.В., Филимонов А.В.* (2016) Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий // *Экономика науки*. Т. 2. № 4. С. 244–260.
9. *Тихомиров И.А., Жебель В.В., Каменская М.А., Комаров А.В.* (2017) Оценка качества патентных исследований // *Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность*. № 5. С. 47–54.
10. *Комаров А.В., Тихомиров И.А., Жебель В.В.* (2017) Информационно-аналитический сервис для обеспечения экспертной оценки качества патентных исследований // *Научный сервис в сети Интернет: труды XIX Всероссийской научной конференции*. М.: ИПМ им. М.В. Келдыша. С. 281–289.
11. TRL Worksheet (2017) NASA ESTO. https://esto.nasa.gov/files/TRL_Worksheet_11–30–10.xls.
12. TRL/CRL Calculator (2018) NYSERDA Portal. <https://portal.nyserda.ny.gov/servlet/servlet.FileDownload?file=00P00000004FyRNEA0>.
13. *Дмитренко И.П., Криворученко В.С.* (2015) Калькулятор готовности технологий (TR) // *Материалы IV Международной научно-практической конференции «Общество, наука, инновации»*. Москва.
14. *William L.N., Brian C.K., Roger J., Dziegiel Jr.* (2003) Air Force Research Laboratory (AFRL). Technology Readiness Calculator // *NDIA system engineering conference*.
15. *Сартори А.* (2016) Инновационные проекты и их внедрение: Методология определения степени готовности инновационных проектов TPRL. <https://acc.xpir.ru/assets/files/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20TPRL.pdf>.
16. Перспективы российских ИТ-разработок на глобальном рынке (2017) Руссофт. <http://www.russoft.ru/files/ITexport.pdf>.

REFERENCES

1. *Mankins J.C.* (1995) Technology readiness levels / Advanced Concepts Office of Space Access and 1995. <https://www.colorado.edu/ASEN/asen3036/TECHNOLOGYREADINESSLEVELS.pdf>.
2. *Sadin S.R., Povinelli F.P., Rosen R.* (1989) The NASA technology push towards future space mission systems // *Acta Astronautica*. V. 20. P. 73–33.
3. *Hirshorn S., Sharon J.* (2016) Final Report of the NASA Technology Readiness Assessment (TRA) Study Team. NASA. 63 p.
4. ISO 16290:2013 (2013) Space systems – Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment.
5. GOST P 56861–2016 (2016) Lifecycle management system. Development of concepts and technologies. General provisions. Moscow. 11 p.
6. GOST P 57194.1–2016 (2016) Technology transfer. General provisions. Moscow. 9 p.
7. GAO TRA Guide: Best Practices for Evaluating the Readiness of Technology (2016) GAO-16–410G. 147 p.
8. *Petrov A.N., Sartory A.V., Filimonov A.V.* (2016) Comprehensive assessment of the status scientific and technical projects using Technology Project Readiness Level // *The Economics of Science*. V. 2. № 4. P. 244–260.
9. *Tihomirov I.A., Zhebel' V.V., Kamenskaja M.A., Komarov A.V.* (2017) Evaluation of the quality of patent research // *Intellectual Property. Industrial property*. № 5. P. 47–54.
10. *Komarov A.V., Tihomirov I.A., Zhebel' V.V.* (2017) Informational and analytical service for providing expert evaluation of the quality of patent research // *Scientific service in the Internet: Proceedings of the XIX All-Russian Scientific Conference*. Moscow: Keldysh Institute of Applied Mathematics. P. 281–289.

11. TRL Worksheet (2017) NASA ESTO. https://esto.nasa.gov/files/TRL_Worksheet_11-30-10.xls.
12. TRL/CRL Calculator (2018) NYSERDA Portal. <https://portal.nyseda.ny.gov/servlet/servlet.FileDownload?file=00P0000004FyRNEAO>.
13. Dmitrenko I.P., Krivoruchenko V.S. (2015) Calculator of technology readiness (TR) // Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference: Society, Science, Innovations. Moscow.
14. William L.N., Brian C.K., Roger J., Dziegiel Jr. (2003) Air Force Research Laboratory (AFRL). Technology Readiness Calculator // NDIA system engineering conference.
15. Sartory A. (2016) Innovative projects and their implementation: Methodology for determining the degree of readiness of innovation projects TPRL. <https://acc.xpir.ru/assets/files/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20TPRL.pdf>.
16. Prospects of Russian IT developments in the global market (2017) Russoft. <http://www.russoft.ru/files/ITexport.pdf>.

UDC 338.28, 378.4

Komarov A.V., Petrov A.N., Sartory A.V. *The model of integrated assessment of technological readiness of innovative scientific and technological projects* (Directorate of State Scientific and Technical Programmes, Presnensky Val Street, 19, building 1, Moscow, Russia, 123557)

Abstract. The article describes the model of integrated assessment of technological readiness of innovative scientific and technological projects, which is an integral part of the methodology of expert evaluation of projects. The model can be used both at the stage of selection of applications for project financing, and for creating tools for measuring the level of technological readiness of projects in the course of their implementation. The application of the proposed model will make it possible to formulate unified approaches and requirements to the formation of a system of criteria for the expert evaluation of innovative scientific and technological projects at various stages of their life cycle that can be used by various development institutions, and for project implementers – to determine the degree of readiness of the results obtained for industrial implementation.

Keywords: *scientific and technological project, level of technology readiness, technological readiness index, TPRL, TRL, UGT, innovation, analysis, model.*



В рамках реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации Минобрнауки России объявлен сбор предложений по созданию проектов класса «мегасайенс».

Предложения должны быть нацелены на создание и развитие сети уникальных научных установок класса «мегасайенс» на территории Российской Федерации и участия Российской Федерации в зарубежных проектах класса «мегасайенс». Под уникальной научной установкой класса мегасайенс понимается не имеющая аналогов в мире физическая (комплекс научного оборудования) или цифровая (информационная) инфраструктура, в том числе распределенного типа, функционирующая как единое целое, и ориентированная на получение научных результатов, достижение которых невозможно на других установках мира. При этом финансирование создания и эксплуатации такой установки должно осуществляться на основе международного научно-технического сотрудничества.

Правительственной комиссией по высоким технологиям и инновациям ранее уже получили одобрение на реализацию на территории Российской Федерации 6 проектов класса мегасайенс: Комплекс сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжёлых ионов NICA («Комплекс NICA»); Международный центр нейтронных исследований на базе высокопоточного исследовательского реактора ПИК (МЦНИ ПИК); Токамак с сильным магнитным полем (Игнитор); Ускорительный комплекс со встречными электрон-позитронными пучками (Супер Чарм-Тау фабрика); Международный центр исследований экстремальных световых полей (ЦИЭС); Рентгеновский источник синхротронного излучения четвертого поколения (ИССИ-4).

Предложения по созданию проектов класса «мегасайенс» на территории России и присоединения к проектам, реализуемым за рубежом, могут подаваться как от организации, так и от коллектива ученых и должны направляться в электронном виде на адрес электронной почты: mega@mon.gov.ru до 26 апреля 2018 г.

Контактное лицо: Мастерских Евгений Сергеевич, тел.: (495) 530-68-44, mega@mon.gov.ru.

Источник: <https://xpri.ru/news>

В.В. ЖЕБЕЛЬ,

ведущий специалист ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, г. Москва, Россия, zhebel@isa.ru

А.В. КОМАРОВ,

к.т.н., заместитель руководителя отдела ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, г. Москва, Россия, abkom@fcntp.ru

К.А. КОМАРОВ,

ведущий специалист ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, г. Москва, Россия, kirill.080789@gmail.com

К.В. ШУРТАКОВ,

руководитель отдела ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, г. Москва, Россия, shurtakov@fcntp.ru

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ НАУЧНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ*

УДК 338.28, 378.4

Жебель В.В., Комаров А.В., Комаров К.А., Шуртаков К.В. Программное средство для комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов (ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, ул. Пресненский Вал, д. 19, стр. 1, г. Москва, Россия, 123557)

Аннотация. В статье описано программное средство для комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов, используемое для экспертной оценки проектов Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям научно-технологического развития России на 2014–2020 годы». Программное средство разработано на основе клиент-серверных технологий и реализовано в виде Web-системы в сети Интернет. Функционал программного средства реализует модель комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов. Представлена схема бизнес-процесса использования программного средства как исполнителями проектов для самостоятельной оценки уровня технологической готовности проекта, так и для его экспертной оценки. Программное средство может быть использовано для создания информационной системы или может быть интегрировано в существующие инструментальные системы распределенного доступа, в которых проводятся количественные оценки технологической готовности проектов.

Ключевые слова: программное средство, научно-технологический проект, уровень готовности технологии, индекс технологической готовности, TPRL, TRL, УГТ, модель данных.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-4-1-58-68

Цитирование публикации: Жебель В.В., Комаров А.В., Комаров К.А., Шуртаков К.В. (2018) Программное средство для комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов // Экономика науки. Т. 4. № 1. С. 58–68.



ВВЕДЕНИЕ

С момента своего появления 9-ти уровневая шкала TRL (Technology Readiness Level) рассматривалась как система измеримых показателей, поддерживающая оценку зрелости конкретной технологии, а также последовательную оценку зрелости конкретной технологии с технологиями других типов [1] (в оригинале:

Technology Readiness Levels are a systematic metric/measurement system that supports assessments of the maturity of a particular technology and the consistent comparison of maturity between different types of technology). Пример подобной шкалы TRL, используемой в современной практике NASA [2], приведен в табл. 1.

Как нетрудно заметить, сама по себе шкала TRL не содержит никаких количественных значений, кроме номера уровня TRL. Проблема количественного оценивания уровней TRL была решена созданием целого класса инструментальных средств (калькуляторов) ([5], [3], [4]), которые на основе ответов пользователей на ряд вопросов в формате «Да/Нет», получали количественные оценки уровня TRL. Вопросы в них имели отношение не только к шкале готовности TRL, но и касались таких уровней

готовности, как MRL (Manufacturing Readiness Levels) и PRL (Programmatics Readiness Levels), причем в некоторых случаях анкетированные могли вводить и численные значения, которые, на их взгляд, наилучшим образом характеризовали процент завершенности работ, относящихся к конкретному вопросу. Эти калькуляторы были разработаны в среде Microsoft Excel, в силу чего получили широкое распространение, т.к. количество установленных копий этого программного продукта в мире весьма значительно, а знание MS Excel позволяет легко модифицировать калькулятор для использования в конкретной технологической сфере.

Оригинальный алгоритм количественной оценки уровня TRL (графический вид), разработанный William Nolte [5], используемый в этих инструментальных средствах приведен на рис. 1.

Таблица 1

Характеристика уровней TRL

TRL	Definition
1	Basic principles observed and reported
2	Technology concept and/or application formulated
3	Analytical and experimental critical function and/or characteristic proof-of-concept
4	Component and/or breadboard validation in laboratory environment
5	Component and/or breadboard validation in relevant environment
6	System/subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment (Ground or Space)
7	System prototype demonstration in a space environment
8	Actual system completed and "flight qualified" through test and demonstration (Ground or Flight)
9	Actual system "flight proven" through successful mission operations

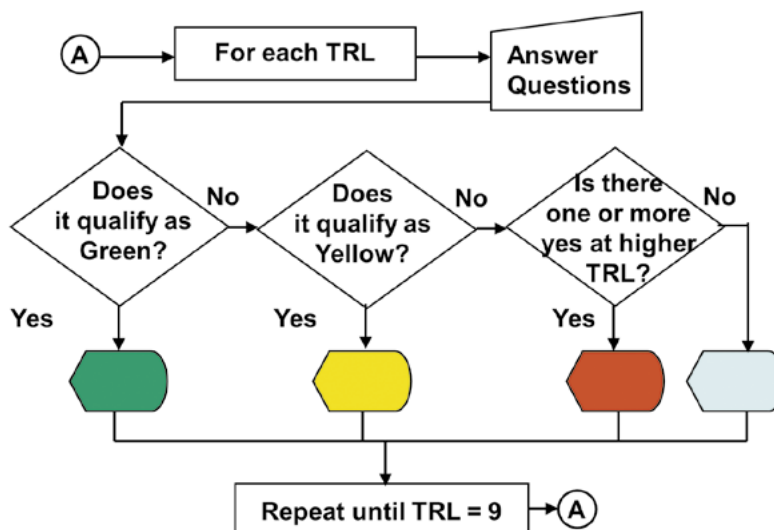


Рис. 1. Алгоритм оценки уровня TRL

В графическом представлении алгоритма использованы зеленый, желтый, красный и голубой цвета, их обозначения приведены в *табл. 2*.

Алгоритм, приведенный на *рис. 1*, описывает циклическую процедуру ответов на вопросы анкет, относящихся к разным уровням TRL от 1-го до 9-го уровня.

Анализируя подобные калькуляторы, можно увидеть их основные недостатки, ограничивающие их применение в современной практике комплексной научно-технологической оценки инновационных проектов:

- они предназначены только для оценивания одной технологии и не позволяют оценить технологическую готовность комплексного проекта;
- они являются индивидуальными инструментальными средствами и не обладают возможностями для коллективной (распределенной) работы;
- они не предназначены для проведения экспертной оценки достигнутых результатов с точки зрения оценки качества результатов и сведений, их подтверждающих;
- они предназначены для решения узкоотраслевых задач, т.е. не являются универсальными;
- несмотря на то, что пользователь может ввести при расчете численное значение процента завершения для некоторых работ, как показано в [6], результаты расчета не только уровня готовности TRL, но также уровня готовности производства (MRL) и программ (PRL) напрямую не зависят от процента выполнения работ.

Частично эти недостатки были устранены в модифицированных калькуляторах TRL, таких, например, как в калькуляторе, представленном

в [7], а также в отечественном калькуляторе TR повышенной точности [8]. Отечественный калькулятор TR лег в основу т.н. устройства с сетевым доступом для расчета и мониторинга готовности технологий, созданного базе портала Microsoft Sharepoint Server, обеспечивающего коллективную работу с заполненными файлами MS Excel, содержащими калькуляторы, созданные на базе одинакового шаблона, для различных технологий.

Известны также инструментальные решения оценки уровней готовности технологии, разработанные на основе Интернет-технологий, в частности, это такие системы как CCSI Technology Readiness Levels Likelihood Model [9] и система оценки TRL [10], созданная средствами корпоративного портала Alfresco. Однако и эти системы не смогли устранить все указанные выше недостатки. Они являются системами ограниченного доступа, адаптированы для оценки технологий в конкретных отраслях и не предназначены для проведения экспертных оценок проектов напрямую.

Как было показано в работе [11], в которой описана методология TPRL (Technology Project Readiness Level), для полноценного описания проекта необходимо использовать не только шкалы TRL и MRL, но и такие ценности проекта, как:

- Инженерная готовность (ERL);
- Организационная готовность (ORL);
- Преимущества и риски (BRL);
- Рыночная готовность и коммерциализация (CRL).

Развитием данной методологии послужила разработка модели комплексной оценки технологической готовности [12], обладающей следующими чертами:

Таблица 2

Цвета, используемые в калькуляторе TRL

Цвет	Описание
Голубой	Данные для этого уровня (а также для уровня выше) не введены
Красный	Некоторые данные для этого уровня (а также для уровня выше) были введены, но их недостаточно, чтобы сделать вывод о достижимости данного уровня
Желтый	Остаются еще вопросы, на которые не были получены ответы для данного уровня (а также уровня ниже), но их важность не влияют на вывод о достижимости данного уровня
Зеленый	Уровень достигнут

- модель использует адаптированную 9-ти уровневую шкалу оценки TRL;
- модель имеет универсальную структуру, что означает, что в зависимости от информационного наполнения, программное средство может настраиваться на оценку проектов в различных технических дисциплинах и разделах науки;
- модель максимально полно и точно учитывает современные технологии и стандарты разработки с учетом жизненного цикла инновационного проекта (ГОСТ Р серии 1, ГОСТ серии 2, ГОСТ серии 3, ГОСТ 4, ГОСТ 14, ГОСТ 15, ГОСТ 17, ГОСТ 19, ГОСТ 20, ГОСТ 24, ГОСТ 27, ГОСТ 28, ГОСТ 29, ГОСТ 40, ГОСТ 50, и т.п.);
- модель имеет встроенную систему подтверждения определения уровня технологической готовности, выстроенную на основе т.н. маркеров;
- модель содержит инструменты для самостоятельной оценки, проводимой разработчиками (далее самооценка) и экспертной оценки, осуществляемой независимой третьей стороной, причем эти инструменты используют единую информационную базу и механизмы работы с ней;
- модель включает критерии и показатели для оценки уровня технологической готовности, содержание которых максимально формализовано, что позволяет исключить неоднозначное понимание характеристик различных уровней технологической готовности;
- модель проводит комплексную оценку уровня технологической готовности с учетом характеристик различных уровней готовности, входящих в TPRL [11];
- расчет численных показателей модели основан на экспертной оценке качества подтверждающей информации о результатах проектах, представленной в документации по проекту;
- модель позволяет организовать мониторинг результативности и хода выполнения проектов в рамках текущего уровня технологической готовности проекта на малых временных интервалах или же рейтингования проектов при принятии решений на предоставление им поддержки.

Перечисленные выше характеристики модели комплексной оценки технологической готовности проектов не только устраняют все недостатки, присущие используемым для количественной оценки уровня TRL инструментальным средствам, но и создают новые возможности для оценки проектов, и именно поэтому программная реализация модели привела к созданию программного средства для комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов.

1. Технические и архитектурные особенности программного средства

Программное средство реализовано в форме Web-приложения, размещенного в сети Интернет, доступ к которому осуществляется по протоколу HTTP. Структура программного средства представлена на *рис. 2*.

Сервер IIS (Internet Information Server) обеспечивает размещение программной части Web-сервера программного средства и доступ к ней в сети Интернет.

Web-сервер реализует функциональность программного средства.

Сервер БД реализует инфологическую модель модели комплексной оценки технологической готовности проекта, основными структурными элементами которой являются следующие информационные элементы [12]:

- уровень технологической готовности (TRL);
- показатели уровня технологической готовности (A);
- характеристики показателя уровня технологической готовности (H);
- результат для определения характеристики показателя уровня технологической готовности (R);
- свидетельства, подтверждающие достижение результата (F);
- документы (D), содержащие свидетельства.

В качестве основной технологии для разработки Web-сервера была использована технология ASP.Net MVC, которая обладает следующими отличительными возможностями:

- использование .Net Framework значительно ускоряет процесс разработки и повышает

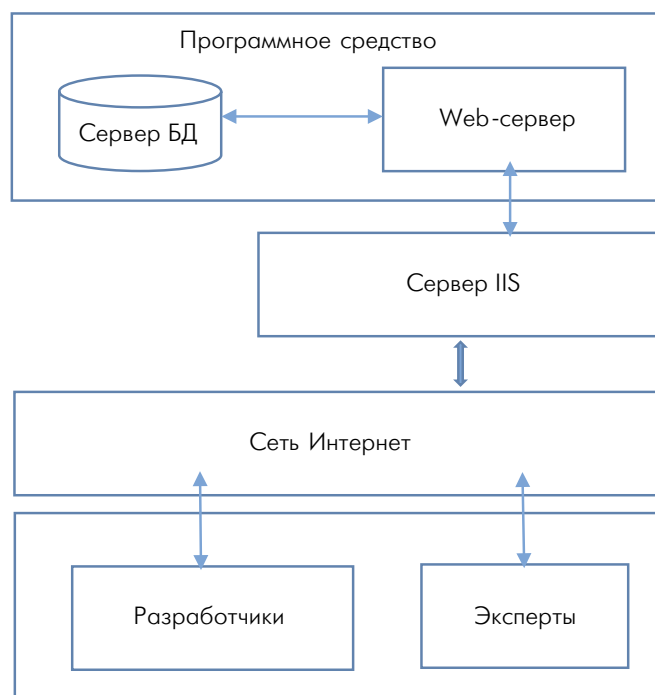


Рис. 2. Схема программного средства

надёжность ресурса, используемая в рамках .Net Framework среда CLR зарекомендовала себя с точки зрения защиты памяти;

- исходный код ресурса проходит компиляцию, что значительно повышает конечную производительность ресурса в сравнении с интерпретируемыми языками и технологиями;
- ASP.Net MVC обладает встроенной поддержкой AJAX;
- данная технология позволяет структурно разделить данные, управляющий код и отображения (или представления), что значительно упрощает процесс модернизации системы, а также позволяет добиться эффекта «чистого кода».

Интерфейс взаимодействия с сервером БД создан на основе ADO.Net Entity Framework, который является ORM (object-relational mapping) решением в рамках .Net Framework.

Для реализации представлений (внешнего вида динамически формируемых страниц), нами были использованы следующие технологии:

- движок представлений Razor, который предоставляет компактный и гибкий синтаксис шаблонов страницы представления ресурса;

- JavaScript библиотека JQuery, фокусирующаяся на взаимодействии JavaScript и HTML и значительно уменьшающая время разработки адаптивной интерактивной вёрстки;
- свободно распространяемый пакет инструментов Twitter Bootstrap, значительно упрощающий процесс проектирования и реализации адаптивного веб-интерфейса ресурса;
- AJAX для реализации асинхронного взаимодействия веб-интерфейса и сервера. В качестве формата разметки данных при этом был использован JavaScript Object Notation (JSON).

Сервер БД разработан в среде СУБД MS SQL Server, позволяющей создавать высокопроизводительные масштабируемые БД в высоконагруженных распределенных системах и обладающей такими отличительными чертами, как:

- поддержка БД практически неограниченного размера;
- повышенная эффективность работы в семействе операционных систем Windows;
- чрезвычайно высокие показатели скорости обработки транзакций;

- встроенные возможности построения кластеров БД;
- дружественная среда разработки;
- наличие процедурного расширения языка SQL – Transact-SQL;
- расширенные возможности интеграции с приложениями, использующими в качестве технологической платформы .Net Framework.

Структура БД, содержащая таблицы и отражающая связи между ними, представлена на рис. 3.

2. Основная функциональность программного средства

Основная функциональность программного средства определяется возможностями модели комплексной оценки технологического уровня проектов по проведению самооценки и экспертной оценки технологического уровня проекта, обобщенная модель бизнес-процессов которых показана на рис. 4.

Первым шагом рассматриваемого бизнес-процесса является создание исполнителем проекта в БД нового проекта (блок И1 на рис. 2), который может содержать в своем

составе несколько технологий, в отношении которых нужно провести оценку, т.е. в рамках программного средства любой проект рассматривается как комплексный проект, содержащий несколько технологий.

Расчет значения TRL такого проекта осуществляется на основе подхода, аналогичному подходу, изложенному в [13]. Создавая проект, состоящий из нескольких технологий, исполнитель для каждой из них должен определить ее важность (вклад) с точки зрения проекта в целом в соответствии с табл. 3.

Как именно рассчитывается значение уровня технологической готовности для проекта, состоящего из нескольких технологий, покажем далее.

Забегая вперед, отметим, что одним из полей таблицы Checks (см. рис. 2), содержащей информацию о проверке уровня TRL для выбранной технологии, является поле Created, содержащее дату проведения проверки. Это дает возможность для создания системы мониторинга динамики уровня технологической готовности проекта как каждой входящей в проект технологии, так и проекта в целом

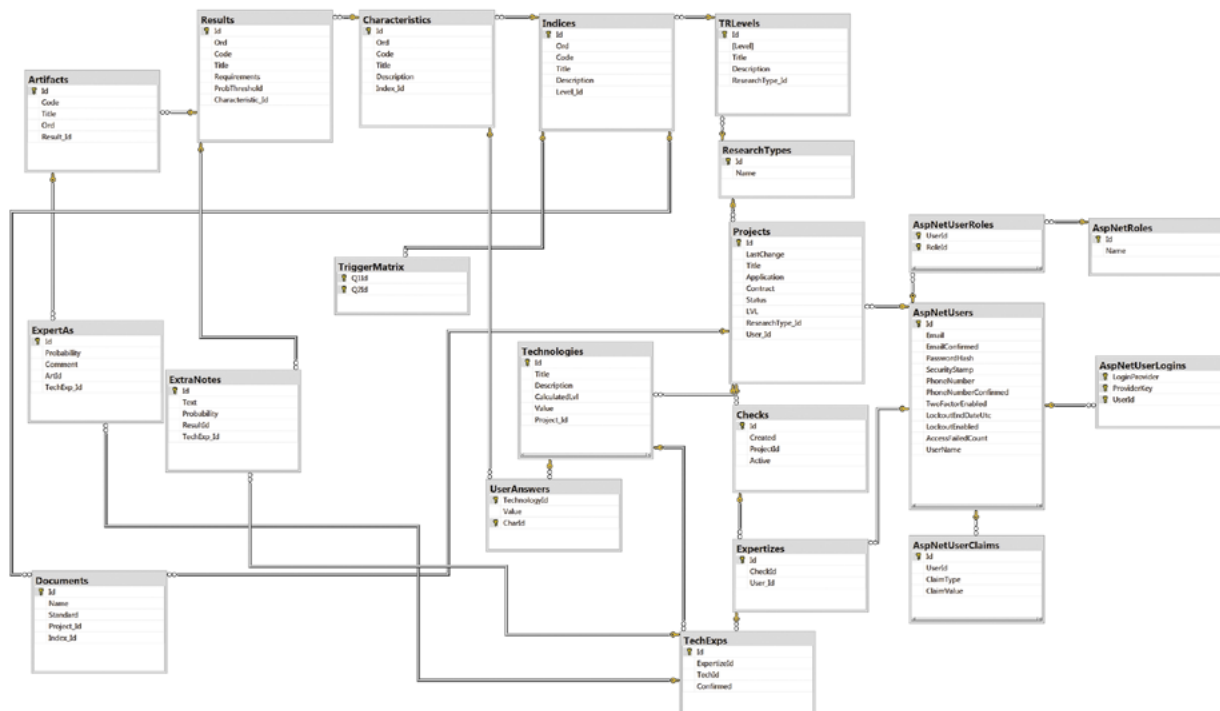


Рис. 3. Схема БД программного средства

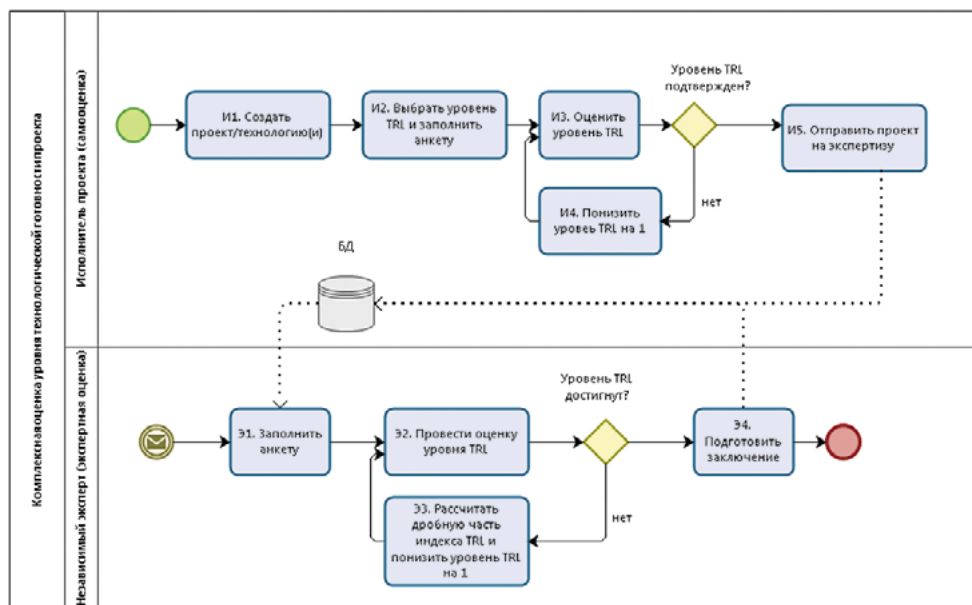


Рис. 4. Модель бизнес-процессов, реализуемых при самооценке и экспертной оценке технологического уровня проектов

во время его выполнения в рамках программного средства.

Блок **И2** аккумулирует процедуры, связанные с заполнением анкеты в отношении характеристик показателей выбранного исполнителем проекта уровнем TRL, достижение которого он собирается подтвердить. Фрагмент анкеты для самооценки проекта показан на рис. 5.

В блоке И3 в соответствии с правилами определения показателей уровня TRL, определенными в модели комплексной оценки технологического уровня проекта, производится расчет их численных значений. Напомним, что для того, чтобы можно было

утверждать, что определенный уровень TRL достигнут, необходимо, чтобы значение каждого из них было равно 1. Если же значение хоть одного из показателей выбранного уровня TRL окажется равным 0, то программное средство предложит исполнителю проекта понизить подтверждаемый уровень TRL на 1 (блок **И4**). В этом случае исполнитель должен будет ответить на вопросы анкеты для нового подтверждаемого им уровня TRL (блок И3). Как только уровень TRL будет подтвержден, программное средство сформирует исполнителю рекомендации по составу документов с описанием результатов проекта, а также к формам их представления, заданными на

Таблица 3

Коэффициенты важности технологий

Коэффициент важности (С)		Значение
Значимость	Значение	
Высокая	3	Технология определяет основную функциональность продукта и не может быть заменена с сохранением его работоспособности
Средняя	2	Технология играет решающую роль в функциональности продукта, однако существуют решения, которые могут быть использованы вместо нее для обеспечения работоспособности продукта
Низкая	1	Технология повышает производительность, эффективность и т.д. и т.п., однако существуют альтернативные решения, одно из которых может быть использовано как ее замена

Уровни технологической готовности

Мои проекты
Заявки
Заявки на проверку
Пользователи
Анкеты
Реестр проектов

Анкета для проверки 2 уровня TRL

Пожалуйста, ответьте на следующие вопросы, чтобы проверить, что технология соответствует заявленному уровню.

Сформулированы предлагаемые критические преимущества продукта для потребителя и наиболее перспективные области его применения ?

Характеристика

Поиск и анализ информации по открытым источникам НТИ/аналогов технологий, продуктов/услуг, производимых/оказываемых на основе существующих аналогов технологий, их владельцев и производителей

Проведен подробный анализ НТД/НТИ/аналогов на аналогичные решения, в т.ч. в смежных областях ?

Выбраны и описаны численно критические элементы технологии, обеспечивающие решение, востребованное потенциальным потребителем ?

Определены численные целевые значения критических элементов технологии ?

Построены аналитические/эмпирические модели, проведены численные оценки (моделирование), результаты показали возможность реализации ?

Да Нет

Да Нет

Да Нет

Да Нет

Да Нет

Рис. 5. Фрагмент анкеты для самооценки проекта

этапе первоначальной настройки программного средства в рамках комплексной модели оценки технологической готовности проектов, которые он должен представить для подтверждения уровня TRL. Результаты оценки будут помещены в БД, а пользователи системы с функциональной ролью «эксперт» получат сообщения, что в БД появилась новая оценка уровня TRL.

Оценивая качество результатов, представленных в документах по проекту, эксперт отвечает на вопросы анкеты (блок 31), фрагмент которой представлен на рис. 6.

Нажимая на одну из кнопок – «Полностью подтверждено», «Подтверждено не полностью», «Не подтверждено» – в качестве одного из ответов, эксперт тем самым задает значения вероятностной характеристики, характеризующей качество свидетельства, представленного

в материалах проекта для доказательства получения определенного результата. Отметим, что, если в качестве ответа выбраны варианты «Подтверждено не полностью» или «Не подтверждено», эксперт должен будет дать комментарии, почему он сделал такой выбор.

После заполнения экспертом анкеты происходит автоматическая оценка достижимости уровня TRL, указанного исполнителем проекта (рис. 7).

Если уровень не достигается (с учетом проверки с использованием матрицы маркеров, настраиваемой на этапе первоначальной настройки программного средства (рис. 8)), то определяется дробная часть индекса технологической готовности (см. [12]), значение оцениваемого уровня понижается автоматически на 1, а процедура экспертной оценки повторяется до тех пор, пока один из уровней TRL не

Построены аналитические/эмпирические модели, проведены численные оценки (моделирование), результаты показали возможность реализации ?

Результат	Свидетельства	Требования
Описание моделей (аналитических/эмпирических)/алгоритмов, используемых для проверки критических элементов технологии/продукта	Описание моделей и алгоритмов для проведения проверки физических методов и характеристик	1.Д.б. представлено в отчете по НИР 2.М.б. представлены в публикациях

Полностью подтверждено

Подтверждено не полностью

Не подтверждено

Дополнительные свидетельства:

Добавить свидетельство

Рис. 6. Фрагмент анкеты для экспертной оценки проекта

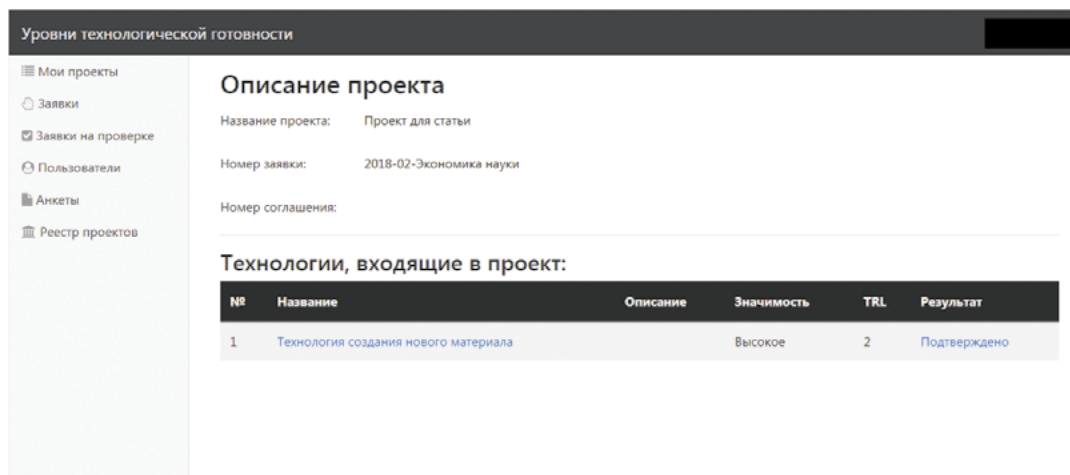


Рис. 7. Страница с результатами автоматической оценки достижимости уровня TRL

будет подтвержден, после чего будет сформировано экспертное заключение. По окончании процедуры экспертного оценивания значение уровня TRL, подтвержденное экспертом, будет доступно для исполнителя проекта. Очевидно, что подтвержденное экспертом значение уровня TRL может оказаться ниже того значения, которое получил исполнитель проекта во время проведения процедуры самооценки.

Покажем теперь, каким образом рассчитывается численное значение уровня TRL. Предполагая, что каждая i -я технология проекта характеризуется коэффициентом важности C_i , для расчета уровня TRL комплексного проекта по значениям TRL_i в программном средстве используется формула:

$$TRL = \frac{\sum TRL_i \times C_i}{\sum C_i} \quad (1)$$

Если, например, в проекте указаны 3 технологии, текущая оценка уровня TRL каждой из них равна 1, 3 и 4, а коэффициенты важности 3, 2 и 1 соответственно, то итоговая оценка уровня TRL такого проекта будет равна:

$$TRL = \frac{1 \times 3 + 3 \times 2 + 4 \times 1}{3 + 2 + 1} = 2.17 \quad (2)$$

Выражение (1) демонстрирует значимость для окончательной оценки уровня TRL комплексного проекта коэффициента важности каждой из входящих в проект технологий.



Рис. 8. Режим настройки матрицы маркеров программного средства

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье описано программное средство для количественной оценки уровня технологической готовности инновационных научно-технологических проектов, основная функциональность которого основана на преимуществах, предоставляемых моделью для комплексной оценки технологической готовности проектов.

Использование данного программного средства во время подготовки проекта к конкурсным процедурам и в ходе выполнения проекта позволит проводить обоснованные

оценки уровня технологической готовности проектов, выполняющихся в различных программах поддержки, реализуемых различными институтами поддержки, для принятия обоснованных управленческих решений.

Решения, принятые при разработке программного средства, позволяют, как создавать на его основе полноценные информационные системы, так и интегрировать его в существующие информационные системы, предназначенные для обработки информации о научно-технологических проектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Mankins J.C.* (1995) Technology readiness levels / Advanced Concepts Office of Space Access and 1995. <https://www.colorado.edu/ASEN/asen3036/TECHNOLOGYREADINESSLEVELS.pdf>.
2. *Hirshorn S., Sharon J.* (2016) Final Report of the NASA Technology Readiness Assessment (TRA) Study Team / NASA. 63 p.
3. TRL Worksheet – NASA ESTO (2017) / NASA. https://esto.nasa.gov/files/TRL_Worksheet_11-30-10.xls.
4. TRL/CRL Calculator (2018) / NYSERDA Portal. <https://portal.nyseda.ny.gov/servlet/servlet.FileDownload?file=00P0000004FyRNEA0>.
5. *William L., Nolte P.E.* (2003) CQE Sensors Directorate Air Force Research / Technology Readiness Level Calculator NDIA Systems Engineering Conference. 20.10.2003.
6. *Дмитренко И.П., Гуляева Е.М.* (2015) Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития современного общества (материалы XVI международной научно-практической конференции) / Устройство с сетевым доступом для расчета и мониторинга готовности технологий. Москва. С. 38–51.
7. *Altunok T., Cakmak T.* (2010) A technology readiness levels (TRLs) calculator software for systems engineering and technology management tool // Journal Advances in Engineering Software. V. 41. № 5. P. 769–778.
8. *Дмитренко И.П., Криворученко В.С.* (2015) Калькулятор готовности технологий (TR) / Материалы IV Международной научно-практической конференции «Общество, наука, инновации». Москва.
9. *Engel D.W., Dalton A.C., Sivaramakrishnan C., Lansing C.* (2013) CCSI Technology Readiness Levels Likelihood Model (TRL-LM) User's Guide / Pacific Northwest National Laboratory. https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-22374.pdf.
10. *Engel D.W., Dalton A.C.* (2014) TRL Computer System User's Guide / Pacific Northwest National Laboratory. https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-23149.pdf.
11. *Петров А.Н., Сартори А.В., Филимонов А.В.* (2016) Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий // Экономика науки. Т. 2. № 4. С. 244–260.
12. *Комаров А.В., Петров А.Н., Сартори А.В.* (2018) Модель комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов // Экономика науки. Т. 4. № 1. С. 47–57.
13. *Hicks B., Larsson A., Culley S., Larsson T.* (2009) A Methodology for Evaluating Technology Readiness During Product Development / International Conference of Engineering Design. Stanford, USA. V. 3. P. 157–168.

REFERENCES

1. *Mankins J.C.* (1995) Technology readiness levels / Advanced Concepts Office of Space Access and 1995. <https://www.colorado.edu/ASEN/asen3036/TECHNOLOGYREADINESSLEVELS.pdf>.
2. *Hirshorn S., Sharon J.* (2016) Final Report of the NASA Technology Readiness Assessment (TRA) Study Team / NASA. 63 p.
3. TRL Worksheet – NASA ESTO (2017) / NASA. https://esto.nasa.gov/files/TRL_Worksheet_11-30-10.xls.

4. TRL/CRL Calculator (2018) / NYSERDA Portal. <https://portal.nyserda.ny.gov/servlet/servlet.FileDownload?file=00P10000004FyRNEA0>.
5. William L., Nolte P.E. (2003) CQE Sensors Directorate Air Force Research / Technology Readiness Level Calculator NDIA Systems Engineering Conference. 20.10.2003.
6. Dmitrienko I.P., Gulyaeva E.M. (2015) Integration of science and practice as a mechanism for the effective development of modern society (Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference) / Device with network access for calculating and monitoring of technology readiness. Moscow. C. 38–51.
7. Altunok T., Cakmak T. (2010) A technology readiness levels (TRLs) calculator software for systems engineering and technology management tool // Journal Advances in Engineering Software. V. 41. № 5. P. 769–778.
8. Dmitrienko I.P., Krivoruchko V.S. (2015) Technology Readiness Calculator (TR) / Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference: Society, Science, Innovations. Moscow.
9. Engel D.W., Dalton A.C., Sivaramakrishnan C., Lansing C. (2013) CCSI Technology Readiness Levels Likelihood Model (TRL-LM) User's Guide / Pacific Northwest National Laboratory. https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-22374.pdf.
10. Engel D.W., Dalton A.C. (2014) TRL Computer System User's Guide / Pacific Northwest National Laboratory. https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-23149.pdf.
11. Petrov A.N., Sartory A.V., Filimonov A.V. (2016) Comprehensive assessment of the status scientific and technical projects using Technology Project Readiness Level // The Economics of Science. V. 2. № 4. P. 244–260.
12. Komarov A.V., Petrov A.N., Sartory A.V. (2018) The model of integrated assessment of technological readiness of innovative scientific and technological projects // The Economics of Science. V. 4. № 1. C. 47–57.
13. Hicks B., Larsson A., Culley S., Larsson T. (2009) A Methodology for Evaluating Technology Readiness During Product Development / International Conference of Engineering Design. Stanford, USA. V. 3. P. 157–168.

UDC 338.28, 378.4

Jebel' V.V., Komarov A.V., Komarov K.A., Shurtakov K.V. *Software for integrated assessment of technological readiness of innovative scientific and technological projects* (Directorate of State Scientific and Technical Programmes, Presnensky Val Street, 19, building 1, Moscow, Russia, 123557)

Abstract. The article describes a software tool for the integrated assessment of technological readiness of innovative scientific and technological projects used for expert evaluation of the projects of the Federal Target Program «Research and Development in Priority Areas of Russia's Scientific and Technological Development for 2014–2020». The software is developed on the basis of client-server technologies and implemented as a Web-system in the Internet. The functionality of the software implements a model of integrated assessment of technological readiness of innovative scientific and technological projects. The scheme of the business process of using the software as by the executors of projects for an independent assessment of the level of technological readiness of the project, and for its expert evaluation is presented. The software can be used to create an information system or can be integrated into existing distributed access tool systems in which quantitative assessments of the technological readiness of projects are carried out.

Keywords: software, scientific and technological project, level of technological readiness, index of technological readiness, TPRL, TRL, LTR, data model.

О.В. ЧЕРЧЕНКО,

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

ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МЕДИЦИНЕ: АНАЛИЗ КОНКУРЕНТНОГО ЛАНДШАФТА*

УДК 631/635

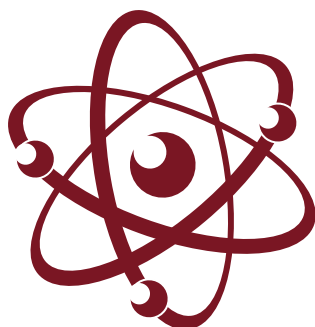
Черченко О.В. Технологии дополненной и виртуальной реальности в медицине: анализ конкурентного ландшафта (ФГБНУ «Дирекция НТП» Минобрнауки России, ул. Пресненский Вал, д. 19, стр. 1, г. Москва, Россия, 123557)

Аннотация. Для оценки потенциала развития технологий виртуальной и дополненной реальности, а также конкурентоспособности российских разработок проведен патентно-конъюнктурный анализ одного из динамично развивающихся технологических направлений, внесенных в программу «Цифровое здравоохранение». Результаты выполненного патентного исследования позволяют охарактеризовать направление «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине» как перспективное, но далекое от генерации рыночных продуктов и услуг, которые бы могли в течение 3–5 лет сформировать новый рынок. Российская Федерация, несмотря на большой интерес к цифровым технологиям и новому дизайну экономики, ими созданным, занимает пока 11-ое место в мире по патентной активности в области виртуальной и дополненной реальности в медицине, очевидно, недооценивая тот факт, что первые позиции рейтинга компаний мира по объему патентных портфелей уже занимают такие опытные рыночные игроки как Philips, Sony, Samsung Electronics, Siemens healthcare, General Electric и Microsoft technology licensing.

Ключевые слова: цифровое здравоохранение, технологии виртуальной реальности, технологии дополненной реальности, патентная активность, компании, технологическое лидерство, научно-технологические заделы, Российская Федерация.

DOI 10.22394/2410-132X-2017-4-1-69-80

Цитирование публикации: Черченко О.В. (2018) Технологии дополненной и виртуальной реальности в медицине: анализ конкурентного ландшафта // Экономика науки. Т. 4. № 1. С.69–80.



В январе 2018 г. правительство РФ приступило к разработке плана изменений в законодательстве для перехода на цифровую экономику, в том числе в сфере здравоохранения [1]. В Национальном медицинском исследовательском центре им. Алмазова в феврале 2018 г. подписан меморандум о создании национального консорциума «Цифровое здравоохранение», в который вошли холдинг «Швабе» («Ростех»), Министерство связи и массовых коммуникаций России, «Русатом Хэлскеа», НМИЦ им. В.А. Алмазова, МГУ им. М.В. Ломоносова, Университет ИТМО, инжиниринговый центр «ЭлТех СПб» и компания АО «Р-Фарм».

Консорциум призван развивать и внедрять цифровые технологии в здравоохранение, обеспечивать рост конкурентоспособности компаний Российской Федерации на мировом рынке. Одновременно с созданием высокотехнологичных продуктов и услуг участники консорциума намерены разработать меры господдержки и регулирования в области их внедрения. Ключевой задачей консорциума объявлена разработка инновационных решений, которые смогут

* Публикация выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России за счёт средств субсидии на выполнение государственного задания № 074-00522-18-02.

обеспечить технологический прорыв в сфере цифровизации здравоохранения, а также их внедрение в практическую область в виде готовых продуктов, услуг и проектов. Минсвязи рассчитывает обеспечить координацию работы консорциума с программой «Цифровая экономика» и организовать внутрироссийское и международное сотрудничество по вопросам стандартизации в технологических и операционных процессах [2].

Эксперты полагают, что появление в программе «Цифровая экономика» направления «Цифровое здравоохранение» даст новый импульс развитию инновационных медицинских проектов по диагностике и лечению наиболее важных заболеваний [3]. В перечень технологий, которым, как ожидается, будет уделено особое внимание в рамках подпрограммы «Цифровое здравоохранение», будут включены технологии дополненной (AR - Augmented Reality) и виртуальной реальности (VR - Virtual Reality), которые не покидают списки топ-10 самых перспективных технологий в течение последних трех лет.

Так, аналитики Boston Consulting Group (BCG) выделили 9 ключевых технологических достижений, составляющих базис Четвертой промышленной революции, объединение которых в рамках единой концепции Индустрии 4.0. приведет к полной трансформации производства, позволив создать интегрированный и оптимизированный технологический поток со значительно большей эффективностью на всех его этапах и изменить отношения не только между производителями и заказчиками, но и между человеком и машинами. В число этих технологий включены системы виртуальной и дополненной реальности, позволяющие расширить информацию об окружающем физическом мире посредством добавления аудио, видео и другой информации для более полного ознакомления пользователя с продуктом или задачей. Данные технологии только начали развиваться. Специалисты прогнозируют, что в будущем такие системы станут широко использоваться для предоставления пользователям актуальной информации, для помощи в принятии решений в режиме реального времени и выполнении различных задач [4].

Здравоохранение входит в число наиболее динамично растущих сегментов рынка устройств на основе технологий VR и AR. По оценкам аналитической компании Research and Markets, в 2017 г. AR- и VR-технологии медицинского назначения обеспечили выручку в размере 769,2 млн. долл. К 2023 г. объем рынка вырастет почти в 6,5 раз и достигнет 4,99 млрд. долл. С учетом этого ожидается, что среднегодовой темп роста (CAGR) на рассматриваемом рынке в семилетний период составит 36,6% [5]. По прогнозам аналитиков, использование технологий VR и AR в 2020 г. принесет системе здравоохранения прибыль в размере 1,2 млрд. долл., в 2025 г. – 5,1 млрд. долл. Большую часть прибыли, как ожидается, будет приносить продажа специализированных программных продуктов и технических решений. Стоимость годовой подписки на пакет программного обеспечения для решения подобных задач сегодня колеблется от 1 до 5 тыс. долл. Количество медицинских работников, использующих технологии VR и AR, должно вырасти с 0,8 млн. в 2020 г. до 3,4 млн. человек в 2025 г. [7].

Среди основных факторов, которые могут обеспечить позитивную динамику развития направления, специалисты называют расширение в системе здравоохранения подключенных устройств, растущую необходимость оптимизации медицинских расходов и увеличение инвестиций в технологии AR и VR. Ограничивающим фактором может стать отсутствие корпуса врачей с необходимыми компетенциями [8].

Аналитики компании Research and Markets полагают, что AR- и VR-решения могут быть полезны для организации дистанционных консультаций пациентов с врачами. Кроме того, применение AR- и VR-систем позволит повысить эффективность работы диагностических лабораторий. В частности, с их помощью лаборатории смогут дистанционно вести сбор образцов и оперативных данных в удаленных регионах, а небольшим и средним лабораториям сервисы на базе технологий дополненной и виртуальной реальности позволят автоматизировать проведение исследований и организовать дистанционный мониторинг оборудования [9].

Среди крупных компаний, которые проявляют заметный интерес к формирующемуся рынку и уже создали прототипы первых рыночных продуктов, следует отнести Google, Facebook, Sony, Microsoft и Nokia.

Компания Google создала очки Google Glass. Группа хирургов использовала Google Glass для изучения результатов компьютерной томографии и МРТ. При помощи новейших технологий врачи смогли быстро получить доступ ко всей необходимой информации: данным о пациенте и результатам анализов. Google Glass применялись для лечения пациентов с расстройствами личности. Врачи создавали в виртуальном пространстве различные стрессовые ситуации, помимо этого, технологию использовали для облегчения реабилитации пациентов [7].

Компания Microsoft представила в феврале 2018 г. систему виртуальной реальности – Canetroller, которая позволит людям со слабым зрением ориентироваться в пространстве [10].

В июне 2017 г. компания Nokia сообщила о проведении первой в мире прямой видеотрансляции нейрохирургической операции в формате дополненной реальности. Партнером финской компании в этом проекте стала Хельсинкская университетская центральная больница (Helsinki University Hospital, HUH). Операция снималась на панорамные камеры Nokia OZO и транслировалась через интернет-сервис Nokia OZO Live. Дополнительно на экран были выведены интерактивный микроскоп и другая информативная графика [8].

Команда нейрохирургов из Лондона провела операцию на открытом мозге пациента, записав весь процесс на камеру с эффектом погружения в виртуальную реальность [9]. В операционной было установлено две камеры: одну разместили на стене кабинета, она работала в режиме панорамной съемки на 360 градусов, а другую закрепили на лбу врача, чтобы процесс записывался от первого лица. Затем видеозапись смонтировали и урезали, оставив в итоговом пятиминутном ролике только основные стадии операционного процесса. Каждую стадию операции и действия хирургов на видеозаписи комментирует закадровый

консультант. Подобные видео могут помочь будущим врачам и студентам, когда они начнут проводить тренировочные операции в виртуальной реальности. Видео является частью образовательной платформы Brainbook, которая через социальные медиа помогает специалистам со всего мира получать актуальную информацию в области нейрохирургии и лечения заболеваний головного мозга [9].

В ноябре 2016 г. бразильские ученые продемонстрировали технологию 3D-визуализации ребенка в утробе матери. Новая разработка, построенная на виртуальной реальности, позволяет видеть плод с высокой точностью. Авторы изобретения соединили метод ультразвукового исследования с магнитно-резонансной томографией, проводя сканирование отдельных участков внутренней поверхности матки и тела плода. В результате строится трехмерное изображение, которое можно оживить, надев шлем виртуальной реальности. Для усиления эффекта присутствия к моделям добавляли звуки сердцебиения плода, полученные при УЗИ [8].

Приложение Phantom MD, разработанное ярославскими изобретателями Идиловым и Федуловым, предназначено для пациентов, страдающих от патологического болевого синдрома. После ампутации чувство боли в удаленной части тела возникает у 72% пациентов, а у 60% сохраняется на протяжении нескольких лет. С помощью Phantom MD, а также очков виртуальной реальности, недостающую часть тела можно смоделировать, а затем и «увидеть». В результате человеческий мозг получает нужную визуальную информацию, и болевые ощущения снижаются. Стартап поддерживает региональная Корпорация развития малого и среднего предпринимательства [9].

Компания ООО «Интеллект и инновации» разработала программную платформу Rehabunculus, которая помогает осуществить реабилитацию пациентов, перенесших инсульт. Платформа представляет апробированный комплекс упражнений, который можно выполнять как дома, так и в условиях стационара. Использование датчика kinect и искусственного интеллекта позволяют уже сейчас выполнять бесконтактную передачу данных

о движении пациента врачу в реальном времени, индивидуальную настройку сложности и виртуальной среды для наибольшей эффективности выполнения упражнений, предсказание движений человека по работе здоровой конечности или предиктивной модели для того, чтобы пациент выполнял движения максимально верным способом, ведется активная работа по направлению интеграции виртуальной реальности в работу данной платформы [5].

Аналитики Technavio представили список малых и средних высокотехнологичных компаний, которые создали наиболее интересные научно-технологические заделы в области технологий виртуальной и дополненной реальности для здравоохранения. Среди них компания DeepStream, предлагающая решение для обезболивания путем погружения в виртуальную реальность, компания VirtaMed, разрабатывавшая компьютерный симулятор, для хирургов, а также компании EON Reality, Vuzix, Virtualis, WorldViz [9].

Целью настоящего исследования было построение патентного ландшафта для области технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине. Информационную базу исследования сформировали 1738 патентных семейств, отобранных с использованием следующего поискового образа из патентной БД Orbit Intelligence:

((((VR OR AR) W (CONDITION+ OR SCENARIO+ OR TRAIN+ OR HEADSET+ OR SIMULAT+)) OR ((VR OR AR) 5W (REALIT+ OR (ARTIFIC+ W INTELLIGENC+) OR (MOTION+ W CAPTUR+) OR (FULL+ W IMMERSION+) OR (HAPTIC+ W TECHNOLOG+) OR (BOD+ W PRESENC+) OR (VIS+ W CUE+) OR (VIS+ W TACTIL+ W INTERACT+) OR BIOFEEDBACK+ OR (FORC+ W FEEDBACK+) OR (MOTOR+ W CONTROL+) OR (LIFE-LIK+ W EXPERIENC+))) OR (VIRTUAL+ W REALIT+) OR (AUGMENT+ W REALIT+) OR (VIRTUAL+ W ENVIRONMENT+) OR (COMPUTER-GENERAT+ W ENVIRONMENT+) OR (HEAD+ W MOUNT+ W DISPL+) OR (MIX+ W REALIT+) OR (MICROSOFT W KINECT+)) AND (+SURGER+ OR MEDIC+ OR TELEMED+ OR CLINIC+ OR ((+MEDIC+ OR TREAT+ OR DIAGNOS+ OR HEALTH+ OR PATIENT+ OR THERAP+) AND (PHOB+ OR PAIN+ OR BRAIN+ OR REHAB+ OR STROK+ OR NEUR+ OR DRUG+ OR EPIDEM+ OR EMBRYO+ OR DESEAS+ OR ILLNESS+))))/TI/AB/IW/CLMS NOT (UNIVERSAL D DISPLAY)/PA/OPA/PAH/OWR/REAS

Распределение патентных семейств по годам публикации за последние двадцать лет (1998–2018 гг.) показывает, что активное развитие направление началось в 2014 г. и за последующие три года (2015–2017 гг.) патентная активность увеличилась в два раза: если в 2014 г. патентными ведомствами мира было

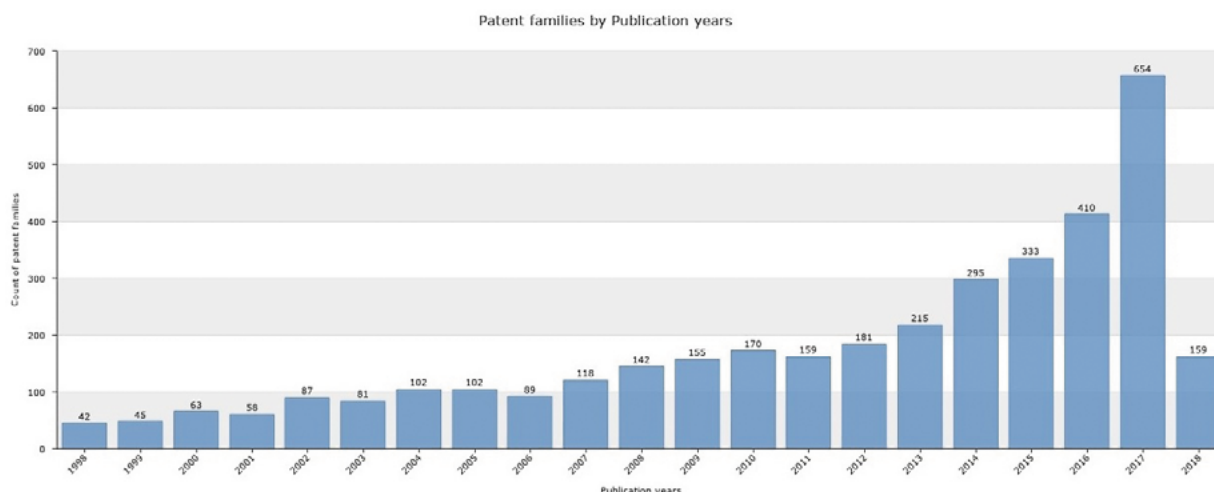


Рис. 1. Распределение патентных семейств в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине» по годам публикации, 1998–2018 гг.

Источник: Orbit Intelligence, данные на 17.03.2018 г.

выдано 295 патентных семейств, то в 2017 г. уже 654 (рис. 1).

В качестве страны публикации лидирующие позиции занимают США (786 патентных семейств, 45,22%), Китай (649, 37,34%), Япония (286, 16,46%) и Южная Корея (226, 13,00%). На территории Российской Федерации опубликованы патентные документы из 49 (2,82%) патентных семейств, что ставит ее на 11-ое место среди других стран (рис. 2).

Использование аналитического приложения к БД LexisNexis – PatentStrategies позволяет

визуализировать распределение патентных семейств по годам публикации и по патентным ведомствам (рис. 3). Отчетливо видно, что, начиная с 2017 г., наибольшее количество патентных семейств регистрируется уже не в США, а в национальном патентном ведомстве Китая.

В качестве страны приоритета лидирующие позиции занимают те же самые страны: США (721 патентное семейство, 41,48%), Китай (485, 27,91%), Южная Корея (156, 8,98%) и Япония (107, 6,16%). Российская Федерация является страной приоритета для патентных

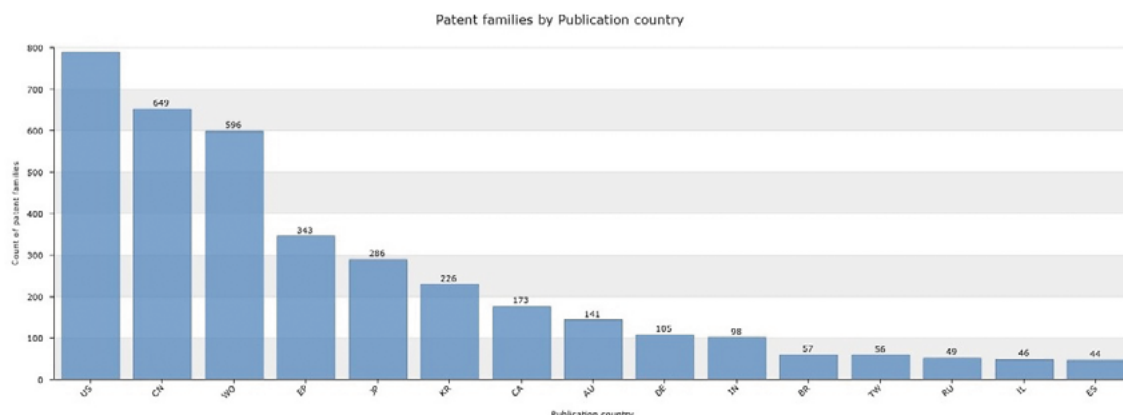


Рис. 2. Топ-15 стран по количеству опубликованных патентных семейств в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине»

Источник: Orbit Intelligence, данные на 17.03.2018 г.

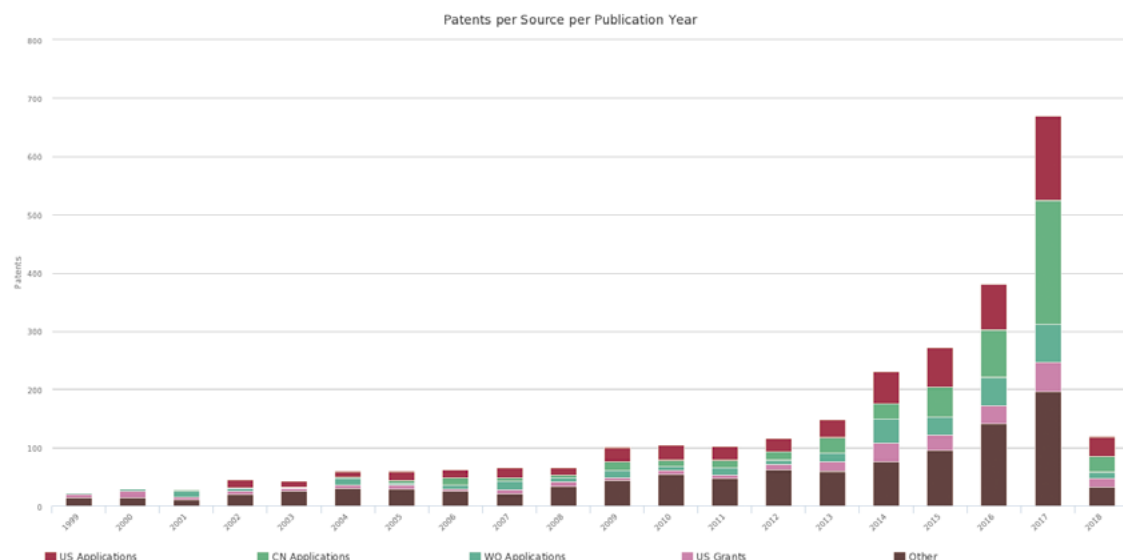


Рис. 3. Распределение патентных семейств в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине» по патентным ведомствам и по годам публикации

Источник: LexisNexis PatentStrategies, данные на 17.03.2018 г.

документов из 20 (1,15%) патентных семейств, что снова ставит ее на 11-тое место среди других стран (рис. 4).

Большая часть (77,3%) патентных семейств в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине» по правовому статусу являются действующими (рис. 9). Однако распределение патентных семейств по персентиям патентной силы дает основание заключить, что большая часть патентных документов из них относится к так называемым «weak patent», т.е. патентам, плохо защищающим права патентообладателя (рис. 5). Патентная

сила (PatentStrength™) представляет из себя расчётный показатель, величина которого говорит о том, насколько силен каждый конкретный патентный документ. В основе алгоритма расчета патентной силы лежит работа John R. Allison и др. [6]. В LexisNexis PatentStrategies доработанный полный алгоритм расчета намеренно скрыт, но открыто говорится о том, что он включает размер формулы изобретения (чем больше, тем более широкая защита у запатентованной технологии), количество ссылок внутри патентного документа (увеличение данного компонента указывает на более широкую

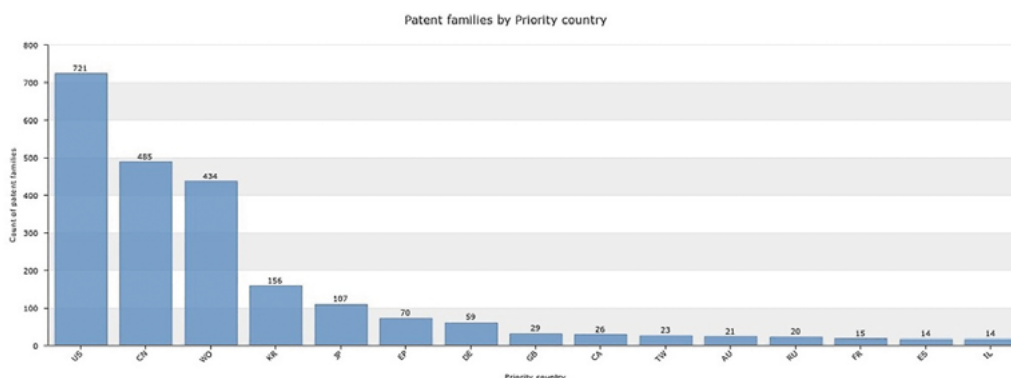


Рис. 4. Топ-15 стран, заявленных в качестве страны приоритета в патентных семействах в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине»

Источник: Orbit Intelligence, данные на 17.03.2018 г.

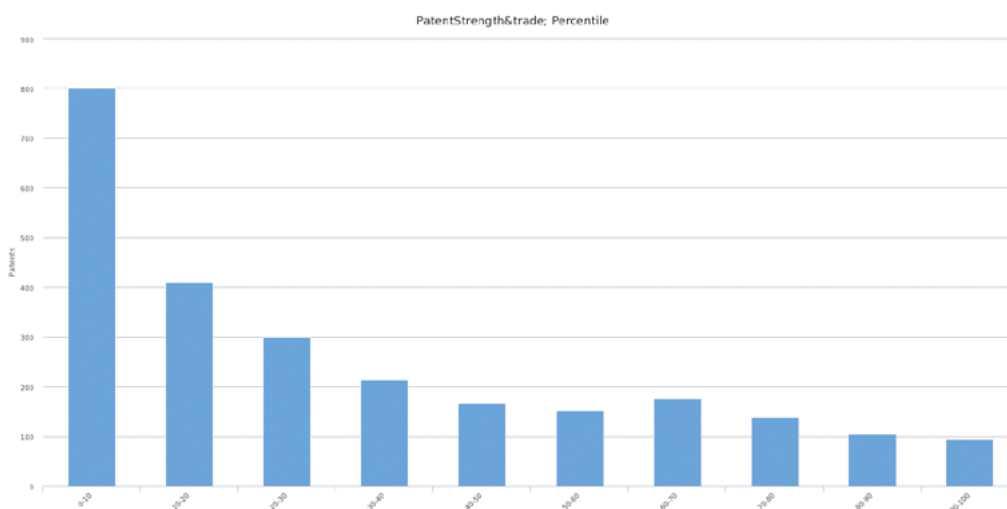


Рис. 5. Распределение патентных семейств в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине» по персентиям патентной силы

Источник: LexisNexis PatentStrategies, данные на 17.03.2018 г.

технологическую базу), количество цитирований патентного документа (чем выше, тем более основополагающим является патентный документ), количество судов (чем более ценен патентный документ, тем больше владельцы защищают его) за вычетом факта того, что у патентного документа истек срок действия (если данный факт имеет место быть; отсутствие ценности патентного документа может быть причиной нежелания продления его срока действия). Величина патентной силы варьируется от 0 до 100, чем она выше, тем сильнее патентный документ. Благодаря этому, данный показатель легко делить на персентили (проценты).

Данные анализа технологических доменов, выделяемых аналитическим алгоритмом Orbit Intelligence на основе классов международной патентной классификации (МПК), дают основание утверждать, что в анализируемой области доля медицинских технологий является максимальной (26,33%) и превышает долю компьютерных технологий (22,68%), технологий контроля (10,29%), аудио-визуальных технологий (7,74%), оптики (7,26%) и ИТ-методов для управления (6,58%) (рис. 6).

Специальный алгоритм Orbit Intelligence позволяет идентифицировать тематические концепции, представленные в выборке патентных семейств, и объединить их в кластеры. Концепции в каждом кластере имеют одни и те же классы классификации и окрашены в один и тот же цвет. В патентных семействах

в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине» выделяются концепции, связанные как с отдельными видами медицинской помощи, так и с определенными техническими решениями.

Концептуальный анализ патентных семейств позволяет выделить следующие направления, по которым создаются охраноспособные решения в области «технологии виртуальной и дополненной реальности»: реабилитация, технологии, направленные на работу с головным мозгом, использование 3D визуализации в хирургии, работа с пациентами и медицинским персоналом, диагностика, использование шлема виртуальной реальности, работа с данными пациента, беспроводные, мобильные и симуляционные технологии при работе с жестами и другими движениями (рис. 7).

Анализ топ-20 патентообладателей в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине» (табл. 1) не позволяет выделить явных лидеров по объему патентных портфелей. Даже компании, занявшие первые позиции рейтинга, владеют не более 11% от найденных патентных семейств (PHILIPS – 181 патентное семейство, 10,42%; SONY – 172, 9,9%; SAMSUNG ELECTRONICS – 136, 7,81%; SIEMENS HEALTHCARE – 100, 5,73%).

Роспатентом зарегистрировано 49 патентных семейств, только 20 (40,81%) из них с российским приоритетом, у 19 (38,78%) страной приоритета является США (рис. 8).

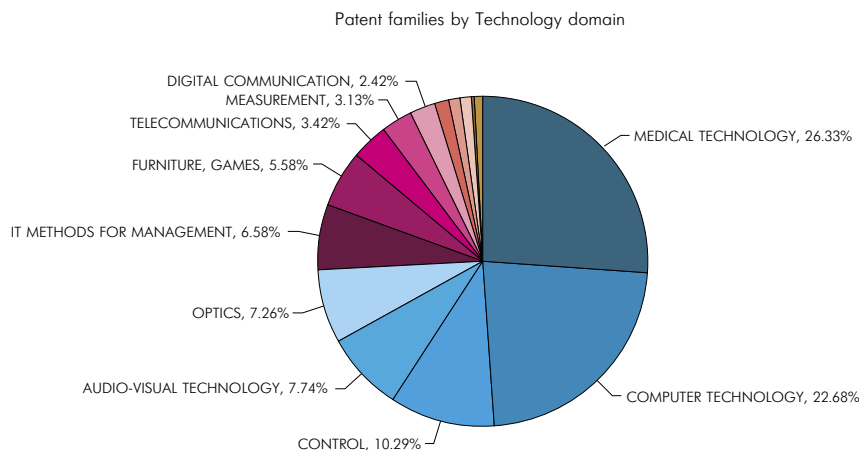


Рис. 6. Технологические домены патентных семейств в области «технологии виртуальной и дополненной реальности»

Источник: Orbit Intelligence, данные на 27.03.2018 г.

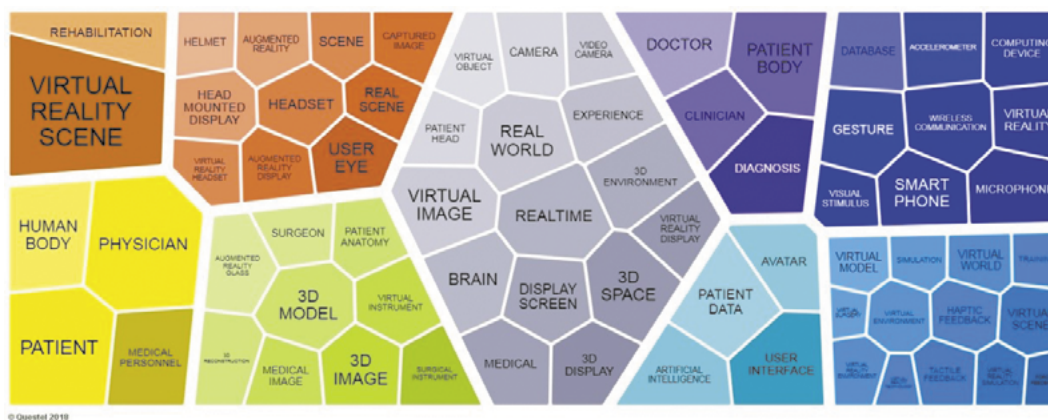


Рис. 7. Концепции патентных семейств в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине»

Источник: Orbit Intelligence, данные на 27.03.2018 г.

Таблица 1

Топ-20 патентообладателей в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине»

Патентообладатель	Количество патентных семейств	Процент от общего количества патентных семейств в выборке, %
PHILIPS	181	10,42
SONY	172	9,90
SAMSUNG ELECTRONICS	136	7,81
SIEMENS HEALTHCARE	100	5,73
ELWA	91	5,21
NATWORKS	91	5,21
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	91	5,21
SOUTHEAST UNIVERSITY NANJING	91	5,21
BEIHANG UNIVERSITY OF AERONAUTICS & ASTRONAUTICS	82	4,69
SEIKO EPSON	82	4,69
CARL ZEISS	72	4,17
SYNAPTIVE MEDICAL	72	4,17
UNIVERSITY OF CALIFORNIA	72	4,17
GENERAL ELECTRIC	63	3,65
MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING	63	3,65
SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS USA	63	3,65
DALIAN VINCENT SOFTWARE TECHNOLOGY	54	3,13
GUANGZHOU XIAOKANG MEDICAL TECHNOLOGY	54	3,13
INVENTION SCIENCE FUND I	54	3,13
SHANGAHAI JIAO TONG UNIVERSITY	54	3,13

Источник: Orbit Intelligence, данные на 27.03.2018 г.

Из 20 патентных семейств, зарегистрированных в РФ, больше половины (11 или 55%) являются недействующими, для сравнения, соотношение действующих и недействующих патентных семейств в мире составляет: 77,3% к 22,7% (рис. 9). Не может не вызывать тревогу и эпизодичность патентной активности в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине», демонстрируемой под небом Российской Федерации: в 2011–2016 гг. в этой области подавалось по 1–2 патентному документу с приоритетом РФ и только в 2017 г. активность патентования увеличилась до 6 патентных семейств (рис. 10). На основании полученных

нами данных не удастся выделить и ведущих отечественных изобретателей, имеющих к настоящему времени солидные по объему патентные портфели (рис. 11). Роженцов Валерий Витальевич является автором 4 патентных семейств, большая же часть российских изобретателей имеет лишь по одному семейству.

Анализ технологических доменов патентных семейств с приоритетом РФ, позволяет зафиксировать приоритетность (70,83%) для отечественных изобретателей медицины и здравоохранения как области применения технологий виртуальной и дополненной реальности (рис. 12).

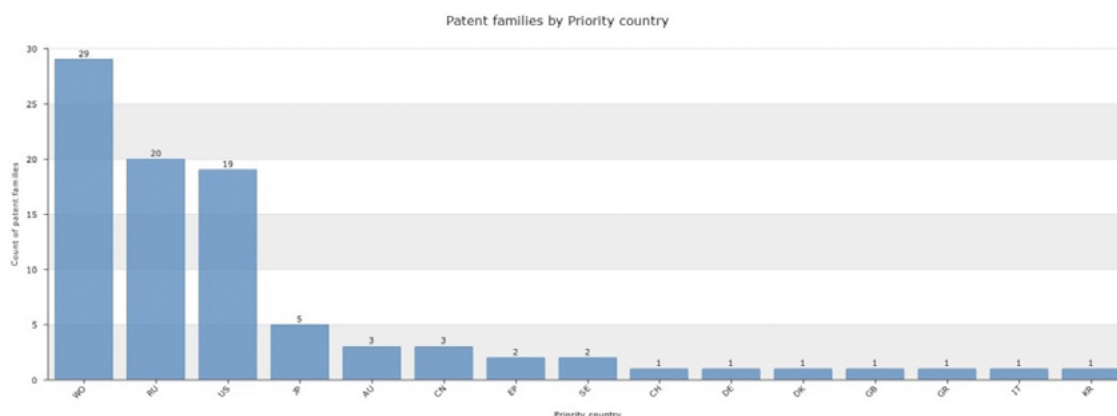


Рис. 8. Распределение опубликованных в Российской Федерации патентных семейств в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине» по странам приоритета

Источник: Orbit Intelligence, данные на 27.03.2018 г.

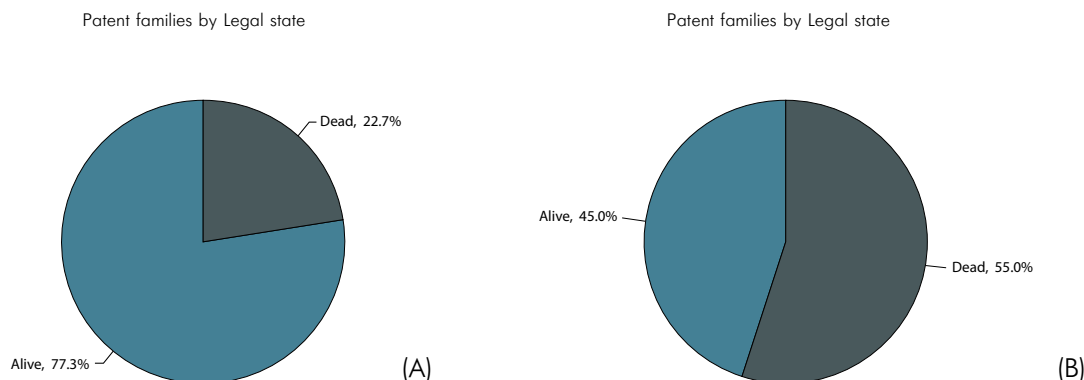


Рис. 9. Правовой статус патентных семейств в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине» в мире (А) и в Российской Федерации (страна приоритета Российская Федерация) (В)

Источник: Orbit Intelligence, данные на 27.03.2018 г.

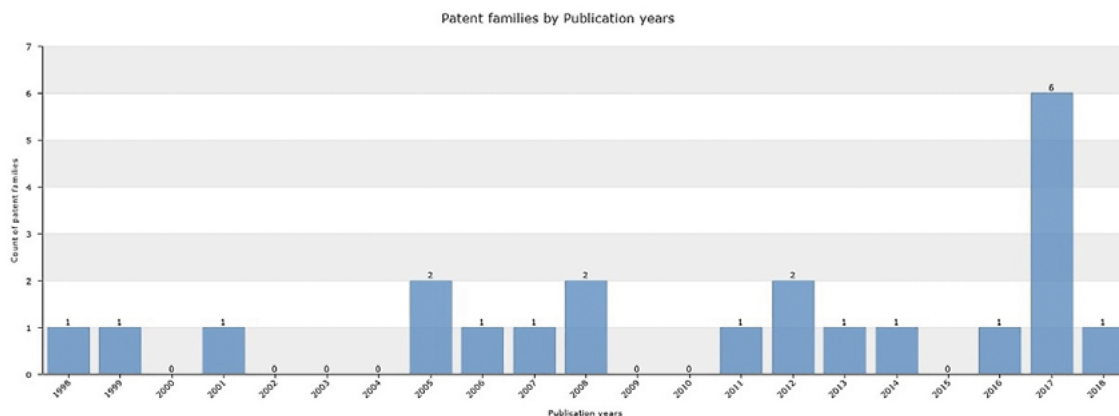


Рис. 10. Распределение патентных семейств в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине» с приоритетом РФ по годам публикации, 1998–2018 гг.

Источник: Orbit Intelligence, данные на 27.03.2018 г.

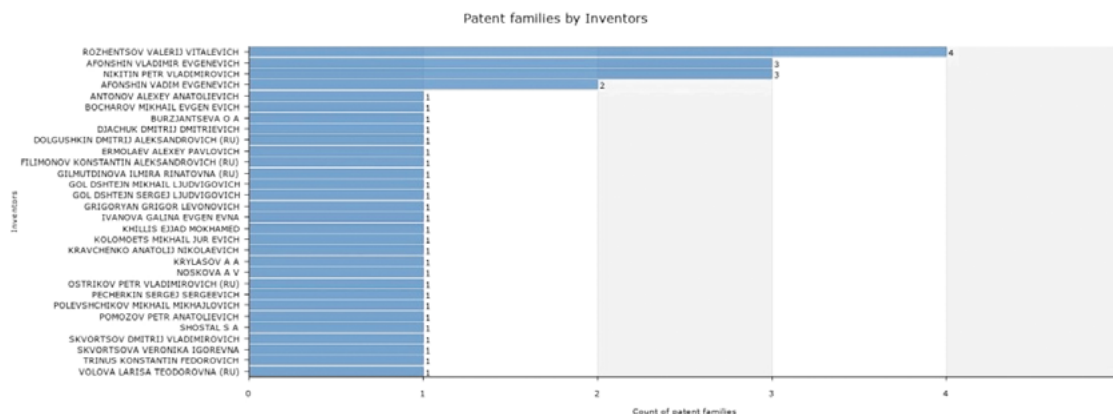


Рис. 11. Авторы патентных семейств в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине» с приоритетом РФ

Источник: Orbit Intelligence, данные на 27.03.2018 г.

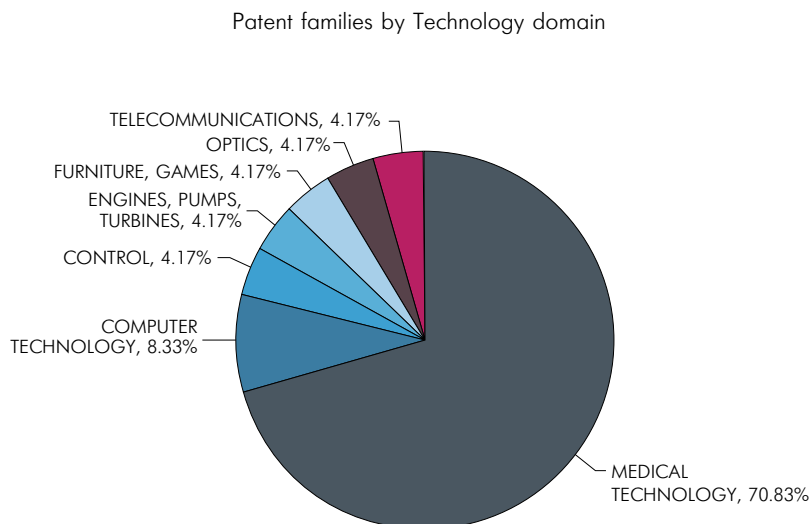


Рис. 12. Технологические домены патентных семейств с приоритетом РФ в области «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине»

Источник: Orbit Intelligence, данные на 27.03.2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненного патентного исследования позволяют охарактеризовать направление «технологии виртуальной и дополненной реальности в медицине» как перспективное, но далекое от генерации рыночных продуктов и услуг, которые бы могли в течение 3–5 лет сформировать новый рынок.

Крупные промышленные компании ведут НИОКР в этой области и даже представили на рынке несколько новых продуктов, основанных на использовании AR и VR, однако первые неудачи показывают, что формирование рынка является реальностью более долгих горизонтов планирования.

Российская Федерация, несмотря на большой интерес к цифровым технологиям и новому дизайну экономики, ими созданным, занимает пока 11-ое место в мире по патентной активности в области виртуальной и дополненной реальности в медицине, очевидно, недооценивая тот факт, что первые позиции рейтинга компаний мира по объему патентных портфелей уже занимают такие опытные рыночные игроки как компании Philips, Sony, Samsung Electronics, Siemens healthcare, General Electric и Microsoft technology licensing.

ЛИТЕРАТУРА

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (2018) Ход реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации» / Официальный сайт Правительства России. <http://government.ru/rugovclassifier/614/main>.
2. Сидорова М., Мыльников М. (2018) В России создан консорциум «Цифровое здравоохранение» / Vademecum. 16.02.2018. <https://vademec.ru/news/2018/02/16/v-rossii-sozdan-konsortsium-po-perekhodu-na-tsifrovoe-zdravookhranenie>.
3. Балашова А., Канаев П., Парфентьева И. (2018) В программу цифровой экономики впишут транспорт и здравоохранение / РБК. 16.02.2018. https://www.rbc.ru/technology_and_media/16/02/2018/5a86c7799a794769552c83d3.
4. Gerbert P., Lorenz M., RьЯmann M., Waldner M., Justus J., Engel P., Harnisch M. (2015) Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries / BCG. 09.04.2015. https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries.
5. Продукты. Rehabunculus (2018) / IISCI. <http://www.iisci.ru/dobro-pozalovat/products>.
6. Allison J.R., Lemley M.A., Moore K.A., Trunkey R.D. (2004) Valuable Patents // Georgetown Law Journal. V. 92. P. 435.
7. Очкова Л. (2016) 9 сфер применения виртуальной реальности: размеры рынка и перспективы / Vc.ru. 25.02.2016. <https://vc.ru/13837-vr-use>.
8. Виртуальная реальность в медицине (2017) / Zdrav.Expert. http://zdrav.expert/index.php/Статья:Виртуальная_реальность_в_медицине#2016.
9. Виртуальная реальность в медицине (2017) / Tadviser. 01.12.2017. http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Виртуальная_реальность_в_медицине#cite_note-0.
10. В Microsoft создали систему виртуальной реальности для слепых (2018) / Newsru. 16.02.2018. <https://hi-tech.newsru.com/article/16feb2018/msblind>.

REFERENCES

1. The program «Digital Economy of the Russian Federation» (2018) Progress in implementation of «Digital Economy of the Russian Federation» / Official web-site of the Russian Government. <http://government.ru/rugovclassifier/614/main>.
2. Sidorova M., Mul'nikov M. (2018) A consortium «Digital Healthcare» was created in Russia / Vademecum. 16.02.2018. <https://vademec.ru/news/2018/02/16/v-rossii-sozdan-konsortsium-po-perekhodu-na-tsifrovoe-zdravookhranenie>.
3. Balashova A., Kanaev P., Parfent'eva I. (2018) The program of digital economy will include transport and healthcare / RBC. 16.02.2018. https://www.rbc.ru/technology_and_media/16/02/2018/5a86c7799a794769552c83d3.
4. Gerbert P., Lorenz M., RьЯmann M., Waldner M., Justus J., Engel P., Harnisch M. (2015) Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries / BCG. 09.04.2015. https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries.

- content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries.
5. Products. Rehabunculus (2018) / Iisci. <http://www.iisci.ru/dobro-pozalovat/products>.
 6. Allison J.R., Lemley M.A., Moore K.A., Trunkey R.D. (2004) Valuable Patents // Georgetown Law Journal. V. 92. P. 435.
 7. Ochkova L. (2016) 9 spheres of virtual reality application: market size and prospects / Vc.ru. 25.02.2016. <https://vc.ru/13837-vr-use>.
 8. Virtual Reality in Medicine (2017) / Zdrav.Expert. http://zdrav.expert/index.php/Статья:Виртуальная_реальность_в_медицине#2016.
 9. Virtual Reality in Medicine (2017) / Tadviser. 01.12.2017. http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Виртуальная_реальность_в_медицине#cite_note-0.
 10. Microsoft created a virtual reality system for the blind (2018) / Newsru. 16.02.2018. <https://hitech.newsru.com/article/16feb2018/msblind>.

UDC 631/635

Cherchenko O.V. *Augmented and virtual reality in medicine: the analysis of competitive landscape* (Directorate of State Scientific and Technical Programmes, Presnensky Val Street, 19, building 1, Moscow, Russia, 123557)

Abstract. To assess the potential for the development of virtual and augmented reality technologies, as well as the competitiveness of Russian developments, a patent-market analysis of one of the dynamically developing technological areas introduced in the program «Digital Healthcare» was done. The results of the completed patent study allow us to characterize the direction of «virtual and supplemented reality in medicine» as a promising, but far from generating market products and services that could form a new market within 3–5 years. Despite the great interest in digital technologies and the new design of the economy that they created, the Russian Federation still occupies the 11th place in the world for patent activity in the field of virtual and augmented reality in medicine, and obviously underestimating the fact that the first positions of the world companies rating by the volume of patent portfolios are already occupied by such experienced market players as Philips, Sony, Samsung Electronics, Siemens healthcare, General Electric and Microsoft technology licensing.

Keywords: digital healthcare, virtual reality technologies, augmented reality technologies, patent activity, companies, technological leadership, scientific and technological achievements, the Russian Federation.



публикованы результаты первого международного рейтинга вузов российского происхождения Round University Ranking (RUR). В 2018 г. в рейтинг включены 783 университета из 74 стран мира, при этом по количеству университетов-участников Россия заняла второе место в мире, уступив только США. Всего от России в RUR-2018 участвуют 70 университетов.

В рамках RUR Rankings университеты оцениваются по 20 индикаторам, распределенным по 4 направлениям: преподавание (40% от оценки вуза), качество исследований (40%), уровень интернационализации (10% от оценки вуза), уровень финансовой устойчивости (10%). В отличие от большинства других рейтингов, «веса» индикаторов внутри групп измерения равны между собой.

Лидирующую позицию рейтинга второй год подряд занимает Гарвардский университет, на втором месте Чикагский университет, на третьем – Калифорнийский институт технологий. Всего в топ-10 RUR-2018 вошли 8 американских вузов и два университета Великобритании.

Наивысшую позицию среди российских вузов занял Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (153 место), на второй и третьей позициях – Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» и Томский государственный университет (224 и 240 место соответственно). Также в число лидирующих отечественных вузов вошли Московский физико-технический институт (256 место), Новосибирский государственный университет (329 место), Санкт-Петербургский государственный университет (385 место), Российский университет дружбы народов (440 место).

Источник: https://ria.ru/abitura_world/20180409/1518203272.html

**ЭКОНОМИКА
НАУКИ** ▶

**THE ECONOMICS
OF SCIENCE**

