

**Институт экономической политики
имени Е.Т. Гайдара**

Научные труды № 181Р

И. Дежина

**Трансформационные исследования:
новый приоритет государств
после пандемии**

Издательство
Института Гайдара
Москва / 2020

УДК [001.891:616-936.21:578.834.1](100)
ББК 72.52(0)+51.9(0)+52.639.238

Д26 Дежина, Ирина Геннадьевна.

Трансформационные исследования: новый приоритет государств после пандемии / Ирина Дежина. – М.: Издательство Ин-та Гайдара, 2020. – 116 с. : ил. – (Научные труды / Ин-т эконом. политики им. Е.Т. Гайдара; № 181Р). – ISBN 978-5-93255-604-7.

Работа посвящена анализу новых, усилившихся в период пандемии тенденций в государственной научной политике ведущих стран, связанных с ростом внимания к развитию трансформационных исследований. Данные исследования занимают промежуточное положение между фундаментальными и прикладными, поскольку фундаментальная идея разрабатывается как ответ на общественные потребности и при понимании возможных практических приложений. Фокус на трансформационные исследования отражают эволюцию взглядов, в том числе теоретических, о роли науки в социально-экономическом развитии. Изменение парадигмы постепенно влечет за собой пересмотр механизмов управления исследованиями, включая принципы согласования, финансирования и мониторинга исполнения проектов. На фоне мировых тенденций анализируется современный потенциал российской науки с точки зрения перспектив поддержки трансформационных исследований и предлагаются меры, направленные на усиление практической отдачи от науки.

Автор:

Дежина Ирина Геннадиевна – д-р экон. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономики социальной сферы Института Гайдара, руководитель Департамента научно-технологического развития Сколковского института науки и технологий (Сколтех)

Irina Dezhina

Transformational research: new priority of the state after the pandemic

The work is devoted to the analysis of new tendencies in science policy of leading countries that were catalyzed by the pandemic, which are related to the development of transformational research. This type of research occupies an intermediate position between fundamental and applied research. In transformative research, the fundamental idea is developed as a response to societal needs and with an understanding of possible practical applications. The focus on transformative research reflects the evolution of views, including theoretical ones, about the role of science in socio-economic development. The paradigm shift gradually entails a revision of research management mechanisms, including the principles of coordination, financing and monitoring of project implementation. Against the background of global trends, the current potential of Russian science to support transformative research is analyzed, and measures are proposed to enhance the practical impact of science.

JEL Classification: O32, O33, O38

УДК [001.891:616-936.21:578.834.1](100)
ББК 72.52(0)+51.9(0)+52.639.238

ISBN 978-5-93255-604-7

© Институт Гайдара, 2020

Содержание

Введение	5
1. Трансформационные (интегрированные фундаментально-прикладные) исследования	9
1.1. От «квадранта Пастера» к HIBAR	13
1.2. Модель DARPA и ее тиражирование	17
2. Зарубежные планы поддержки трансформационных исследований	27
2.1. США: реформирование Национального научного фонда.....	27
2.2. Новая структура для поддержки трансформационных исследований в Великобритании.....	33
2.3. Рамочная программа ЕС «Горизонт-Европа»	35
2.4. Планирование технологического прорыва в Китае	38
2.5. Долгосрочная программа Японии	43
3. Сравнительные позиции России	51
3.1. Научный потенциал.....	51
3.2. Фокус на количественные оценки научных результатов	56
3.3. Кейс: последствия библиометрической гонки в России на примере общественных и гуманитарных наук	65
3.4. Параметры технологического развития	70
3.5. Потенциал развития: средние высокотехнологичные компании	78
3.6. Возможные направления действий	80
Заключение	83
Литература	89
Приложения	97
Приложение 1. Типология грантов ведомств США.....	97
Приложение 2. Инициатива «Геном материалов».....	100

Приложение 3. Тематические приоритеты технологического развития: сравнение ведущих стран	102
Приложение 4. Россия на перспективных высокотехнологичных рынках	103

Введение

У пандемии оказались разнообразные последствия. Сказалась она и на сфере науки. Это не только перевод научного сотрудничества, встреч и конференций в онлайн, формирование платформ для совместной работы над актуальными проблемами, но и более глубокие изменения, касающиеся отношения государств к тому, какие виды исследований надо поддерживать и какие инструменты для этого использовать. Пандемия, по сути, «высветила» то, что сложившийся после Второй мировой войны порядок организации и финансирования научных исследований уже не вполне соответствует современным потребностям общества. Начала обсуждаться новая парадигма, согласно которой наиболее перспективными являются трансформационные исследования. Они представляют собой симбиоз фундаментальных и прикладных исследований, который выражается в том, что фундаментальные, поисковые работы выполняются при ясном понимании практической цели, пусть и отдаленной. Безусловно, эта эволюция стала следствием не только пандемии; последняя, скорее, подчеркнула то, что произошло ускорение смены поколений технологий и в целом технического прогресса в последние 20–25 лет. И это надо учитывать при выстраивании научной и технологической политики.

«Переходные», трансформационные виды исследований выполнялись и раньше, особенно в больших лабораториях крупных компаний, но их доля в общем объеме исследований и разработок была мала. В частности, в университетах на трансформационные исследования приходится менее 10% объема выполняемых научных работ.

В 2020 г. сразу несколько стран обнародовали свои планы по усилению финансирования трансформационных исследований и даже по формированию новых организационных структур и механизмов, которые будут поддерживать и продвигать данный тип работ. К таким странам относятся США, Великобритания, ЕС и в некоторой степени Япония. США и Великобритания планируют создать специальные институты, ориентированные на поддержку таких исследований, и использовать

механизмы гибкого и оперативного финансирования. ЕС следует более традиционным для себя путем рамочных программ, однако в очередной, разрабатываемой в настоящее время программе также предполагается нововведение – создание совета, деятельность которого усилит акценты на инновационное развитие. Во всех этих странах ведется активное обсуждение целесообразности и условий поддержки нового типа исследований как с теоретической, так и с практической точки зрения.

Китай также усиливает поддержку в парадигме трансформационных исследований, хотя серьезных дебатов относительно терминологических тонкостей и сути понятий там не ведется в отличие от западных стран. В новом пятилетнем плане сделан акцент на развитие инфраструктуры, в том числе высокотехнологической, и планируются беспрецедентные расходы, измеряемые триллионами долларов, на развитие технологий. При этом в области поддержки фундаментальных исследований фокус смещается на те направления и тематики, которые способствуют развитию стратегических отраслей.

Расширение линейки различных типов работ не умаляет важности ни «чистой» науки, ни сугубо прикладных исследований. В ряде стран, в частности в США, наряду с поддержкой трансформационных исследований планируется дополнительное финансирование фундаментальной науки. Отчасти это политическое решение, направленное на то, чтобы сохранить некоторый баланс интересов в научном сообществе. Действительно, идеи введения новых институтов для поддержки трансформационных исследований встречают сопротивление в первую очередь в научном сообществе, поскольку наука как сфера экономической деятельности достаточно консервативна, и внедрение новых форм организации, финансирования и стимулирования воспринимается трудно и болезненно.

Россия, находясь в ряду стран, стремящихся к технологическому лидерству, отличается от конкурентов значительным уровнем государственного участия в поддержке исследований и строгом следовании традиционной парадигме разделения исследований на фундаментальные и прикладные. Пока ориентация на рост финансирования фундаментальных исследований сохраняется, помноженная на меры стимулирования именно публикационной активности, а не роста вклада науки в развитие экономики и общества. В последние 8 лет акцент был сделан на поддержке и стимулировании исследований, которые ведут

к росту числа научных статей, индексируемых в международных базах данных, без какого-либо внимания к полезности опубликованных работ.

Страны догоняющего развития, которые ранее опирались на подобный подход, начали от него отказываться, поскольку чрезмерный фокус на библиометрию оказался вредным как для естественных, так и для общественных наук. Ярким примером является Китай, прошедший путь от активного стимулирования публикаций в международных изданиях к запрету на использование библиометрии при оценке и продвижении исследователей. Там начинает распространяться система комплексной оценки, включающая в том числе измерение полезности результатов исследований для экономики и общества.

Потенциал России с точки зрения возможности проведения трансформационных исследований значительно утерян ввиду, с одной стороны, сокращения отраслевой науки, которое продолжается со времени распада СССР, а с другой – эрозии области «чистой» науки как следствие нескольких процессов, к числу которых можно отнести непоследовательную реформу РАН и давление библиометрии. В итоге наука не дает существенной практической отдачи. Вместе с тем нишевой потенциал есть – он сосредоточен в секторе средних высокотехнологических компаний, а также в тех научных организациях и вузах, которые имеют позитивный опыт партнерства с индустрией в области исследований и разработок, а в социально-гуманитарной сфере – опыт теоретико-методологических исследований, которые легли в основу важных практических решений.

В данной работе рассматриваются несколько аспектов развития трансформационных исследований. Первое – анализируются основные идеи, связанные с пересмотром типологии видов исследований и введением промежуточных категорий, представляющих собой симбиоз известных ранее видов работ (когда фундаментальная идея прорабатывается с ясным пониманием возможной практической пользы или даже сама идея появляется как отклик на существующую потребность). Второе – подробно рассматривается механизм выбора и финансирования таких исследований на примере работы американского Агентства передовых военных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA) и производных этого механизма. Третье – систематизируются планы нововведений в отношении поддержки трансформационных исследований в США, Великобритании, ЕС, Китае и

Японии. Показано, что наиболее фокусированные планы на поддержку таких исследований есть в США и Великобритании. Остальные страны также движутся в этом направлении, но переход к новым типам работ не акцентирован в системе мер научно-технологической политики. Четвертое – анализируется потенциал России с точки зрения практической отдачи науки и наличия возможностей для реализации трансформационных исследований. Анализируется цепочка от объемов научных исследований до уровня присутствия России на мировых высокотехнологичных рынках. В заключении данного раздела рассмотрены возможные направления действий, которые необходимо предпринять, чтобы как можно больше научных результатов оказывались востребованы для экономического и общественного развития.

1. Трансформационные (интегрированные фундаментально-прикладные) исследования

В настоящее время происходит движение к новой парадигме и классификации научных исследований, расширяющей и углубляющей ту концепцию, которая сформировалась после Второй мировой войны. Доминирующим механизмом поддержки «чистых», или фундаментальных, научных исследований начиная с 50-х годов XX в. стало грантовое финансирование проектов по темам, которые инициируют сами ученые, по интересным для них вопросам. Исходная парадигма состояла в том, что рано или поздно фундаментальные исследования принесут практическую пользу, поэтому возможность практической отдачи от таких исследований на этапе их инициирования не оценивалась. Одним из компонентов данной концепции было предположение о том, что фундаментальная наука играет важную роль в реализации крупномасштабных проектов [Fuller, 2020], а ее польза скажется в неопределенном будущем, время наступления которого нельзя предсказать. С наукой ассоциировалась только «чистая», фундаментальная наука, которой занимались в основном в университетах и национальных лабораториях за рубежом и в Академии наук в СССР (России) и небольшом числе ведущих российских вузов. Таким образом, фундаментальные исследования были отделены от прикладных, а также от разработок, связанных с доведением изобретений до стадии готовности и вывода их на рынок.

Основоположником идеи грантовой поддержки фундаментальных исследований считается первый советник Президента США Ф.Д. Рузвельта инженер Ванневар Буш, который предложил создать фонд для этих целей и существенно увеличить государственное финансирование науки. Доклад Буша «Наука – бесконечные границы» («Science-the Endless Frontiers») [Bush, 1945] привел к созданию в 1950 г. Национального научного фонда США (National Science Foundation) – главного федерального ведомства, отвечающего за поддержку фундаментальных научных исследований.

В 2020 г. исполнилось 75 лет с появления доклада. Эта дата стала своего рода катализатором дискуссии о том, какая модель развития науки требуется в настоящее время и насколько рационально продолжение следования прежней парадигме. Дополнительными стимулами к пересмотру принятых подходов стали следующие обстоятельства. Во-первых, Китай впервые обогнал США и по расходам на НИОКР, и по результатам научной работы, и по скорости внедрения технологий. Следовательно, действующая американская модель оказалась уже не такой эффективной. Во-вторых, скорость смены технологий возросла, и «чистая» наука стала все сильнее отдаляться от практических потребностей. Это в том числе показал и опыт борьбы с пандемией.

Вместе с тем остается много сторонников парадигмы поддержки «чистой» науки, когда тематики исследований определяют сами ученые. В первую очередь такой подход поддерживают те, кто относит себя к ученым, занимающимся фундаментальной наукой, когда возможность практического применения не принимается во внимание. В тоже время в докладе В. Буша «Наука – бесконечные границы» говорится о том, что фундаментальную науку следует поддерживать не только для прогресса общего знания, но и с целью улучшения национального благосостояния в трех областях – это здравоохранение, создание новых рабочих мест, а также обеспечение национальной безопасности. Таким образом, в докладе косвенно была обозначена связь «чистой» науки с практической пользой.

Современные критики доклада указывают, что его положения уже не соответствуют текущей ситуации. Более того, как рассуждает Д. Сейревиц [Sarewitz, 2020a], данная концепция изначально имела определенные изъяны, в частности, базировалась на предположении, что фундаментальная наука необходима, но не достаточна. Фундаментальные исследования в трактовке Ванневара Буша – это условие национального благополучия, но не его гарантия. Поэтому Сейревиц заключает, что 75-летие доклада – это «праздник некогда могущественной идеи, время которой уже прошло» [Sarewitz, 2020a, p.18].

Пандемия стала своего рода триггером, усилившим внимание к тому, какой наукой должны заниматься исследователи. Например, был поставлен вопрос: почему США, тратя миллиарды долларов в год на фундаментальную биомедицинскую науку, демонстрируют результаты, уступающие полученным в тех странах, где на биомедицинские

исследования расходуется значительно меньше средств? Аналогичный вопрос был поднят и в связи с исследованиями изменения климата – при больших затратах прогресс в решении проблемы крайне скромный. Иными словами, образовался разрыв между научными достижениями и их полезностью для общества [Pielke, 2020]. Не менее сложен и вопрос о научных приоритетах. Например, ученые-биомедики переместились в области, которые обеспечивают высокую научную продуктивность, однако эти направления совсем не обязательно имеют отношение к ключевым научным потребностям для улучшения здоровья нации. Следовательно, фокус на публикационной активности как результате фундаментальной науки ведет к замедлению получения полезных для общества знаний.

Дискуссии все больше концентрируются на том, какие именно исследования следует поддерживать, и должны ли быть заданы строго определенные приоритетные технологические области [Snyder, Walsh, 2020]. Данное обсуждение развернулось в первую очередь в США и Великобритании, затем оно распространилось на ЕС и Японию. По сути, определение того, какую науку надо поддерживать, тесно связано с проблемой составления эффективного долгосрочного плана государственного развития науки.

В определенной мере можно говорить о том, что началась реанимация концепции, предложенной американским философом науки Дональдом Стоуксом в 90-х годах XX в., названная им «квадрант Пастера» [Stokes, 1997]. Стоукс разработал матрицу 2×2, в которой рассматриваются два параметра – фундаментальность исследований и их практическая польза (*табл. 1*), и исходя из этого обосновал возможные направления научной политики США после «холодной войны». Тип исследований, которые, с одной стороны, являются фундаментальными, а с другой – приносят практическую пользу, он назвал в честь Луи Пастера, поскольку, по его мнению, Пастер занимался именно такой наукой. Еще два квадранта были также названы в честь известных ученых, чьи имена связаны либо с фундаментальной наукой (Нильс Бор), либо с сугубо прикладными разработками (Томас Эдисон). Наконец, оставшийся квадрант – работы нефундаментального характера и не имеющие ясной практической пользы – остался пустым. Стоукс отнес в него исследования по таксономии и классификации [Stokes, 1997, p. 77].

Таблица 1

Графическое представление «квадрантов Пастера» по Д. Стоуксу

Поиск фундаментальных знаний \ Практическая польза	Нет	Да
Да	«Чистая» наука (Нильс Бор)	Научное исследование, направленное на решение проблем общества (Луи Пастер)
Нет	*	Прикладные исследования (Томас Эдисон)

* Работы по классификации и таксономии.

Источник: [Stokes, 1997].

Стоукс полагал, что долгосрочный вклад Луи Пастера в науку – не в последнюю очередь в таких областях, теперь уже связываемых с пандемией, как эпидемиология и общественное здравоохранение, – это образец «прикладных» проблем, служащих для направления фундаментальных исследований, а не наоборот. Соответственно, наиболее продуктивными являются такие виды работ, в которых фундаментальные исследования осуществляются *под влиянием поиска максимальной практической пользы*. Они вносят вклад как в лучшее понимание проблем, так и в совершенствование технологий. Такой вид исследований создает синергию, поэтому он важен не менее, чем фундаментальные или прикладные исследования.

Концепция Стоукса, как и позиция Ванневары Буша, вызывает дебаты среди исследователей научной политики. Одни считают, что исследования, относящиеся к «квадранту Пастера», очень продуктивны и при этом хорошо цитируются [Tijssen, 2018], другие полагают, что «квадрант Пастера» вообще нереализуем на практике [Мамчур, 2013, с. 15], поскольку фундаментальные и прикладные исследования находятся в изоляции друг от друга [Shapiro, Kirkman, Courtney, 2007]. В свою очередь, эмпирические исследования показывают, что большинство ученых в университетах тяготеют к чисто фундаментальным исследованиям, хотя есть и те, чьи работы попадают в «квадрант Пастера» [Hughes et al., 2016; Amara, Olmos-Peñuela, Fernández-de-Lucio, 2019]¹.

¹ На примере данных по испанским ученым, ассоциированным с Национальным исследовательским советом, показано, что 1/5 ученых выполняют исследова-

Матрица Стоукса хорошо демонстрирует разнообразие возможных направлений исследований, и исследования, попадающие в «квадрант Пастера», наиболее многообещающие с точки зрения быстроты получения и важности этих результатов. Тем не менее стоит подчеркнуть, что именно наличие разных типов работ создает наилучшую базу производства научного знания. Собственно, Стоукс и не настаивал на том, что какому-то виду исследований должно быть отдано специальное предпочтение¹.

Опасения оппонентов перехода к новой парадигме поддержки науки состоят в том, что усиление государственного финансирования исследований фундаментального характера, но нацеленных на решение практических вопросов, снизит поддержку «чистой» науки, тогда так практически ориентированные исследования важно было бы финансировать и со стороны бизнеса. Вместе с тем работы последних лет говорят о том, что государственные инвестиции стимулируют частные вложения в исследования и разработки [Aristei et al., 2017; Becker, 2015].

В настоящее время в качестве преемника концепции «квадранта Пастера» можно считать тип исследований под аббревиатурой HIBAR (Highly Integrative Basic and Responsive) – интегрированных фундаментальных и прикладных исследований. Концепция HIBAR прочно входит в дискурс о государственной научной политике.

1.1. От «квадранта Пастера» к HIBAR

«Реанимация» идей, высказанных более 20 лет назад, о том, что государство должно финансировать в первую очередь те исследования, которые хотя и имеют фундаментальный характер, но выполняются для решения насущных проблем экономики и общества, привела к появлению концепции HIBAR [Whitehead, Slovic, Nelson, 2020]. Такие исследования возникают как отклик на практические потребности и общественные вызовы. Исследования типа HIBAR находятся на пересечении фундаментальных и прикладных, и до недавнего времени им уделялось недостаточно внимания со стороны государства.

Концепция HIBAR может быть описана восемью категориями/характеристиками (табл. 2), из которых четыре (выделены фоном в таблице) сложносовместимы. Авторы идеи HIBAR полагают, что именно такая

ния, которые могут быть отнесены к «квадранту Пастера» [Amara, Olmos-Peñuela, Fernández-de-Lucio, 2019].

1 Подробный разбор этой позиции Стоукса представлен в работе [Klahr, 2019].

несовместимость приводит к «творческому напряжению» и потому к высокой креативности. В частности, целый ряд исследований, за которые были вручены Нобелевские премии, относятся к типу HIBAR. Этот тип исследований можно также назвать трансформационными – данный термин используется как аналог HIBAR.

Таблица 2

Категории-характеристики «трансформационных» исследований (HIBAR)

Параметры интеграции	Прикладные исследования	Фундаментальные исследования
Мотивация	Намерение решить проблему	Стремление к открытию
Методы	Креативный дизайн	Традиционное исследование
Партнеры	Эксперты-практики	Исследователи в области фундаментальной науки
Временной интервал	Срочные	Долгосрочные

Источник: [Whitehead, Slovic, Nelson, 2020].

В XX в. «трансформационные» исследования активно поддерживались в научных лабораториях крупных корпораций (например, Bell Laboratories, Xerox, IBM, General Electric, 3M, Honeywell, DuPont). В таких лабораториях проводились серьезные фундаментальные исследования, ориентированные на практический результат. В 60-е годы XX в. научные сотрудники DuPont опубликовали в профильном «Журнале Американского физического общества» (The Journals of the American Chemical Society) больше статей, чем Массачусетский технологический институт и Калифорнийский технологический институт, вместе взятые [Southwood, 2020]. Другой яркий пример – Bell Laboratories, существовавшие с 1925 по 1985 г. и занимавшиеся «трансформационными» исследованиями. Там научные сотрудники получали стабильную и высокую зарплату, могли работать как по целевым проектам, так и по собственным тематикам. Штат лаборатории был большим – около 15 тыс. сотрудников, из которых 1,2 тыс. – со степенью PhD [Southwood, 2020]. Такой подход оказался эффективным – в Bell Labs были проведены исследования, считающиеся началом радиоастрономии, изобретены транзистор, датчик изображения CCD (прибор с зарядовой связью – специализированная аналоговая микросхема), открыты новые эффекты в физике твердого тела и т.д. По результатам исследований, выполненных в лаборатории, было присуждено 14 Нобелевских премий. При

этом проекты были мультидисциплинарными – например, транзистор был разработан в результате кооперации физиков, металлургов и химиков.

Затем крупные компании стали сокращать инвестиции в научные исследования. Соответственно, падала продуктивность: согласно [Agora, Belenzon, Patasconi, 2018], каждое десятилетие в период между 1980 и 2006 гг. число публикаций в расчете на одну компанию, занимавшуюся исследованиями и разработками, сокращалось на 20%. Такое снижение поддержки «трансформационных» исследований со стороны крупных компаний стало следствием нескольких факторов. В первую очередь оно было обусловлено сокращением интервала между изобретением и его коммерциализацией [Agora et al., 2019, p. 32], в результате чего для корпораций стало менее выгодным финансировать собственные «трансформационные» исследования. Кроме того, происходило усиление специализации компаний, что вело к снижению потребности в более широких поисковых исследованиях. Наконец, доступ к внешним источникам знаний и изобретений стал более легким. Рост компаний за счет слияний и поглощений оказался более выгодной альтернативой проведению внутрифирменных исследований, и, следовательно, потребность в таких инвестициях сократилась [Agora et al., 2019, p. 33]. В начале и середине XX в. опасения по поводу чрезмерной концентрации экономической и политической власти в руках доминирующих фирм вызвало принятие соответствующего законодательства, ограничивающего для крупных компаний возможности роста за счет слияний и поглощений. В течение этого периода, если компании стремились к укрупнению, нередко единственной стратегией было инвестирование во внутренние исследования и разработки. В 80-х годах антимонопольное давление ослабло, и рост компаний за счет поглощений снова стал действенной альтернативой внутрифирменным исследованиям. Соответственно, инвестиции в НИОКР снизились.

В настоящее время возобновилась дискуссия о необходимости возврата к старой модели, в том числе для того, чтобы крупные компании или фонды стали активнее финансировать внутренние исследования и разработки, поскольку они не могут проводиться исключительно в университетах и государственных лабораториях [Raizen, 2018]. У крупных лабораторий, принадлежащих компаниям, больше стимулов к мультидисциплинарности, поскольку, в отличие от университетов, в них нет узкой дисциплинарной специализации. В последние годы в частном

секторе появилась тенденция к восстановлению научных лабораторий, занимающихся «трансформационными» исследованиями. В частности, крупные технологичные компании, такие как Google и Facebook, вкладывают значительные средства в машинное обучение, нейронные сети и другие исследования в области искусственного интеллекта. В Google в области искусственного интеллекта специализируется 1,7 тыс. исследователей. Согласно [Southwood, 2020], они публикуют статьи, которые цитируются чаще, чем работы университетских авторов. Активизация исследовательской деятельности в таких компаниях также может быть связана с опасениями ужесточения антимонопольного законодательства, и, значит, слияния и поглощения, возможно, будут затруднены.

В свою очередь, университеты пока не являются важными игроками в области реализации «трансформационных» исследований. Там доля таких работ составляет не более 5%. Обсуждается необходимость увеличения их удельного веса до 20%, что должно повысить отдачу университетской науки в интересах экономики и общества. Такое изменение, однако, потребует существенной трансформации научной культуры в университетах, которые долгое время рассматривались как основные структуры, проводящие фундаментальные исследования. Переход от фундаментальной науки к исследованиям, инициированный практическими запросами общества, потребует изменения принципов финансирования и регулирования (т.е. решений государственного уровня), и поддержки, по крайней мере, со стороны «инициативных групп» внутри самих университетов.

Необходимо также отметить, что мощь американской инновационной системы связывают с тем, что есть прочная связь и взаимодействие между различными организациями, которые занимаются исследованиями и разработками [Viswanath, 2020]. Поэтому важно развивать «трансформационные» исследования как в университетском, так и в государственном и частном секторах.

В 2020 г. с очевидностью стало проявляться движение к поддержке HIBAR и на государственном уровне. Примечательными в этом смысле являются инициативы США, Великобритании и ЕС, в какой-то мере в этом направлении движется и Япония. Китай, в свою очередь, продолжает акцентировать внимание на технологических и инфраструктурных проектах. При этом сразу несколько стран обратилось к успешному опыту американского *Агентства передовых военных исследовательских проектов Министерства обороны США* (Defense Advanced

Research Projects Agency – DARPA). Организация работы данного агентства рассматривается как наиболее подходящий механизм для поддержки исследований типа HIBAR в связи с тем, что там исследования организованы вокруг миссии и цели, т.е. даже самые фундаментальные исследования, когда ученым предоставляется большая свобода в том, как их проводить, реализуются с определенной целью.

В связи с этим имеет смысл более подробно рассмотреть, что представляет собой DARPA, каким образом оно функционирует, а также имеющийся опыт адаптации этой формы организации отбора и финансирования исследовательских проектов другими федеральными агентствами.

1.2. Модель DARPA и ее тиражирование

Агентство DARPA было создано в 1958 г. после запуска советского спутника. Идея состояла в том, чтобы США больше никогда не столкнулись с «технологическими сюрпризами», угрожающими их национальной безопасности [Bonvillian, Van Atta, 2011]. За прошедшие годы DARPA выработало успешную систему поддержки научно-технологических проектов, в том числе в области фундаментальных и «трансформационных» исследований. Наиболее яркие результаты, которые непосредственно связаны с работой DARPA, – появление персональных компьютеров, Интернета, UNIX, протокола TCP/IP, GPS, современной робототехники, автономных автомобилей.

Позднее по образцу DARPA были созданы два агентства: в 2007 г. – IARPA (Агентство передовых исследований в сфере разведки – Intelligence Advanced Research Projects Activity) и в 2009 г. – ARPA-E (Агентство передовых исследований в области энергетики – Advanced Research Projects Agency-Energy). Идея учреждения ARPA-E принадлежит Национальной академии наук США. Результаты деятельности IARPA не представлены в открытом доступе, однако есть оценки, что оно достаточно успешно в области квантовых исследований и искусственного интеллекта [Reinhardt, 2020]. ARPA-E успехов, схожих с DARPA, пока не достигло. Из более чем 500 профинансированных за первые 7 лет проектов было закрыто чуть более 20, как не соответствовавших критериям успешности, однако цель всей работы – выведение технологий на рынок – оказалась недостигнутой. Только около 10% разработок получили частное финансирование и дальнейшее развитие после завершения поддержки по программам ARPA-E.

В свете того что предполагается дальнейшее тиражирование модели DARPA в США, а также ее планирует адаптировать Великобритания, важно рассмотреть основные параметры деятельности агентства и выделить факторы, определяющие успех его работы. Кроме того, интерес представляет ответ на вопрос, почему тиражирование успешной организации даже в рамках одной страны с теми же социально-экономическими условиями является проблемным.

Следует подчеркнуть, что DARPA – не исследовательская организация, а проектное агентство, поддерживающее и продвигающее на рынок проекты, в том числе и фундаментальных исследований, но при этом ориентированные на разработку новых технологий. В первую очередь имеются в виду передовые прорывные технологии, а не задачи по инженерной доводке нововведений. В работе [Azoulay et al., 2019] отмечается, что «модель ARPA оптимизирована для технических областей, которые находятся в зарождающихся S-кривых» (р. 88). Таким образом, исследования, поддерживаемые DARPA, можно назвать трансформационными. Они не фундаментальные, поскольку ориентированы на цель, но и не чисто прикладные, так как не сосредоточены на пошаговых совершенствованиях технологии. Важен и комплексный подход: с самого начала своей деятельности DARPA, помимо проектной деятельности, уделяло внимание развитию человеческого капитала и в 1960-х годах профинансировало создание новых факультетов информатики в различных университетах США (например, в университете Карнеги – Меллон) [Mazzucato, 2015].

Проекты DARPA в среднем длятся 3–5 лет и строго фокусируются на потребностях конечного пользователя; они не продляются – сроки работы жестко лимитированы. При этом возможно дальнейшее развитие той же самой тематики в рамках следующего проекта, однако факт прошлого финансирования как обоснование важности выделения средств именно данному коллективу в случае DARPA не имеет силы [DARPA description, 2020]. С учетом того что для поддержки выбираются высокорисковые проекты, успехи DARPA в отборе проектов впечатляющие: только около 10% проектов в год прекращаются ввиду бесперспективности их дальнейшего финансирования [Reinhardt, 2020].

Причины успеха DARPA, на наш взгляд, лежат в детальной продуманности и даже уникальности организации процессов по поиску, оценке, поддержке и реализации передовых технологий. Некоторые

правила предварительной оценки проектов стали «классикой» для исследователей, приступающих к новой работе и думающих над тем, для чего они берутся именно за этот проект. Свод правил в форме набора вопросов получил название «*Катехизисы Хейлмейера*» по имени Джорджа Хейлмейера (George H. Heilmeier), который был директором DARPA в 1975–1977 гг. Ответив на 8 составленных им вопросов, можно оценить перспективность и степень рискованности задуманного проекта:

- Что Вы собираетесь делать? Сформулируйте свои цели без использования какого-либо научного жаргона.
- Как эти вещи делаются сегодня, и в чем ограничения существующей практики?
- Что нового в Вашем подходе и почему Вы считаете, что он будет успешным?
- Кому это нужно? Если Вы добьетесь успеха, то что изменится?
- В чем состоят риски?
- Сколько это будет стоить?
- Как долго Вы будете над этим работать?
- Как на промежуточной и финальной стадиях можно проверить успешность выполнения проекта?

В настоящее время «Катехизисы Хейлмейера» стали широко известны в США за пределами DARPA. Характерно, что эти «постулаты» относятся не только к прикладным исследованиям. Те, кто берется за фундаментальную проблему, также должны задумываться, кому это надо, зачем и в чем состоят риски. «Катехизисы Хейлмейера» помогают найти «белые пятна» в существующих областях исследований и тематики, достаточно рискованные в своей непредсказуемости, за поддержку которых не готов браться бизнес. По сути, DARPA косвенно внесло вклад в долгую дискуссию о том, есть ли вообще фундаментальная наука в той форме, какой она была в прошлом веке, и показало успех трансформационных исследований.

Наиболее примечательные аспекты работы DARPA касаются того, кто и как отбирает проекты. Роль личности в данной концепции имеет критическое значение, поскольку программные менеджеры должны быть настоящими профессионалами, хорошо разбирающимися не только в своей инженерной (или естественно-научной) области, но и иметь широкий, визионерский взгляд. Как правило, у них есть опыт работы в академической среде и промышленности, в прошлом они могут быть основателями стартапов и потому хорошо знакомы с

понятием рискованных исследований. Это не классические менеджеры-универсалы, которым не важно, чем руководить. У специалистов DARPA должна быть глубокая многолетняя специализация непосредственно в области разработки технологий. Любопытно также то, что при найме программных менеджеров учитывается фактор «присутствия» соискателей в соцсетях. Не приветствуются те, кто слишком активно там участвует: предполагается, что такие люди любят играть в «статусные игры», и для них очень важно публичное признание. Для работы в DARPA такие качества не нужны – приоритет отдается способности самостоятельно принимать решения.

Программные менеджеры наделены большой свободой в поиске «белых пятен» в науке и технологиях и формировании программ. Более того, агентство пытается найти такие проекты, которые были бы взаимосвязаны между собой. Это не «сквозные», а именно взаимно дополняющие друг друга технологии, которые в итоге продвигают вперед целую область. Поэтому важная задача программных менеджеров – найти именно такие области, где можно достичь синергии и взаимосвязи по мере развития проектов, так, чтобы в итоге получились взаимодополняющие технологии.

Безусловно, программные менеджеры проводят консультации с экспертами, однако не пользуются системой реер-ревью для оценки проектов, полагая, что ей свойственны консерватизм и осторожность. А это может выводить из числа победителей действительно новаторские рискованные проекты. Более того, нередко эксперты-рецензенты имеют слабое представление о науке и технологиях за пределами своей узкой области, а при высоком уровне конкурсности система реер-ревью начинает давать сбой и даже становится средством избавления от конкурентов.

В DARPA есть технический Совет, куда входят специалисты в соответствующих программных областях. Совет выполняет сугубо консультативную роль и не принимает никаких решений. По сути, это форма специализированной профессиональной поддержки для программных менеджеров.

Второй важный кадровый аспект в DARPA – это мобильность. Программные менеджеры должны меняться каждые 4–5 лет. Это обеспечивает свежий взгляд, возможность не заикливаясь на определенных тематиках. При этом работа считается престижной, несмотря на относительно скромную зарплату проектных менеджеров: по данным

на 2017 г., средняя зарплата проектного менеджера составляла 90 тыс. долл. в год, в то время как специалист в области технических наук со степенью PhD тогда же получал более 170 тыс. долл. в год [Reinhardt, 2020]. Скромная зарплата имеет свои плюсы и минусы. С одной стороны, вряд ли такая работа будет привлекательна для специалистов, которые очень высоко себя ценят. С другой стороны, такую должность согласятся занять те, кто не работает «только за деньги». Но вопрос об оплате остается дискуссионным.

Третий принцип работы – гибкое взаимодействие с исполнителями проектов, т.е. с теми, кого профинансировало DARPA. При этом агентство поддерживает и академические исследования, и проекты малых компаний, и «изолированные разработки» (skunk works) исследовательских подразделений крупных компаний. Изначально выделяется краткосрочное финансирование на апробацию перспективных концепций с возможностью прекратить поддержку в случае неработающих идей.

Программные менеджеры постоянно участвуют в управлении проектами. Они регулярно встречаются с исполнителями, обсуждают с ними технические подходы к реализации проекта и при необходимости помогают их скорректировать. Они могут не только рекомендовать изменить состав исполнителей, но и помочь найти и нанять нужных для реализации проекта специалистов. Таким образом, одна из основных задач работы DARPA состоит в формировании сетей и связей – причем между представителями разных структур – государственных организаций, университетов, стартапов, крупных компаний. Для этой цели в том числе организуются небольшие закрытые конференции для исполнителей проектов. Там участники обмениваются мнениями о том, какие подходы работают, а какие неудачны, и там же образуются связи между исполнителями, чтобы они могли взаимодействовать независимо от проектных менеджеров.

Штат DARPA составляет около 230 человек, из них 140 – технические специалисты. Считается, что агентство и должно быть такого размера, поскольку его численность соответствует числу Данбара. Число Данбара устанавливает ограничение на количество постоянных социальных связей, которые может поддерживать один человек. Оптимальный диапазон находится в интервале от 100 до 230. Иными словами, поскольку DARPA – горизонтальная организация,

эффективное поддержание контактов возможно только при небольшой ее численности.

Для поиска оптимального решения DARPA имеет возможность финансировать многочисленные и часто конкурирующие друг с другом проекты. Кроме того, у программных директоров есть возможность быстрой передислокации ресурсов в том случае, если они видят, что какой-то проект не достигает намеченных результатов или оказался провальным. Это в какой-то мере демпфирует риски, связанные с выбором проектов, разрабатывающих «подрывные» технологии. Следует отметить, что DARPA может позволить себе такую гибкую систему в части выделения и перераспределения средств, так как бюджет агентства составляет около 3 млрд долл. в год [National Academies, 2017]. По данным на 2020 г., бюджет DARPA еще более вырос и составил 3,6 млрд долл. [Behrens, 2019]. При этом значительное финансирование выделяется теперь на такие тематики, как машинное обучение и технологии искусственного интеллекта.

Для ARPA-E повторить успех DARPA было бы сложно, практически невозможно, несмотря на схожесть ряда формальных параметров организации работы двух агентств (табл. 3).

Таблица 3

Основные характеристики организации и финансирования DARPA и ARPA-E

Параметр	DARPA	ARPA-E
Горизонтальная организационная структура	Да	Да
Бюджет	Примерно 3 млрд долл. в год	Примерно 280 млн долл. в год
Наличие непосредственного рынка для технологий	Да, Департамент обороны США	Нет
Число программных директоров	Около 100	Примерно 15
Длительность работы программных директоров	4–5 лет	3 года
Автономность программных директоров при принятии решений о финансировании	Да, и отсутствует peer-review	Да, программные директора используют peer-review, но только принимая к сведению его результаты
Постоянное управление проектами в ходе их реализации	Да	Да

Параметр	DARPA	ARPA-E
Регулярные контакты с исполнителями проектов	Да	Да
Возможность закрытия проекта (go/no go) при оценке промежуточных этапов	Да	Да, и это требуется на законодательном уровне (квартальные проверки хода выполнения проектов)

Источник: [National Academies, 2017, p. 76–79].

Первое – это принципиально иной размер бюджета ARPA-E (около 280 млн долл. в год) и более краткие сроки выполнения проектов. Второе, не менее важное, – специфика энергетического рынка. В отличие от DARPA, у ARPA-E нет гарантированного заказчика в лице профильного министерства, энергетический рынок очень консервативен, в нем давно сложилась устойчивая технико-технологическая парадигма. Инновации в энергетическом секторе затрагивают сложившиеся крупные комплексы, поэтому воспринимаются там с трудом. Агентство с самого начала должно было принимать во внимание отраслевую специфику и искать новые способы внедрения перспективных технологий. Поэтому, опираясь на модель DARPA, агентство было вынуждено искать новые управленческие подходы.

Во главу угла было поставлено «технологическое предвидение», направленное на поиск перспективных ниш, включая более активную работу с венчурными инвесторами. Для этого было создано специальное подразделение по продвижению технологий. При этом перспективные ниши выявляют всеми возможными способами – путем анализа литературы, посещения университетов и компаний, заказа исследований внешним подрядчикам, участия в конференциях.

Детальная оценка ARPA-E, проведенная в 2017 г. Национальной академией наук США, показала, что, хотя прорывных результатов не было получено, закрывать агентство не стоит, поскольку 6 лет, прошедших с начала его работы, недостаточны для того, чтобы можно было оценить реальные результаты работы организации. Коммерциализация проектов и получение от них экономического эффекта требуют значительно большего времени. При этом есть и яркие примеры успеха, когда технологии находят применение сразу в нескольких областях, т.е. действительно становятся «сквозными». Так, NASA использует в своих «землеходах» созданные по проекту ARPA-E инновационные аккумуляторы, для передвижения на тяжело преодолимых участках. Затем

такие аккумуляторы стали применяться и в быту после оптимизации землехода-робота к движению по Земле, а позже инженеры NASA переделали его в управляемый джип¹.

Таким образом, для успеха важна роль заказчика, обеспечивающего своего рода гарантированный спрос. В ARPA-E его не было, и потому агентство стало значительно больше внимания уделять работе с венчурными инвесторами и нанимать программных директоров с опытом венчурного инвестирования. Кроме того, оба агентства наглядно дают ответ на вопрос о том, кто такой «квалифицированный заказчик»: это профессионал в определенной технологической области, с глубокими знаниями и опытом работы в организациях разных типов – академических и промышленных, т.е. в тех, которые, собственно, и занимаются исследованиями и разработками, более того, профессионал с видением, широким взглядом на развитие технологической области.

Таким образом, опыт DARPA показывает, что это структура в своем роде уникальная, у нее много нюансов, в первую очередь касающихся найма программных менеджеров и правил, регулирующих их работу. Важно также отметить, что организация сильно эволюционировала: когда-то она начиналась со штата в 10 человек, которые неформально общались друг с другом, и постепенно росла. Одновременно развивались и адаптировались внутренние процессы принятия решений, причем часто на основе прецедентов. Это тоже факторы, обеспечившие выигрышную позицию по сравнению со структурами, которые сразу создавались с большим штатом. И одновременно это причина, почему опыт DARPA так сложно повторить.

Безусловно, не все у DARPA складывалось идеально – проблемой остается трансфер созданных технологий на рынок. Были ситуации, когда созданная технология оказывалась ненужной заказчику и ее использование откладывалось на многие годы. Отчасти это связано с тем, что DARPA предпочитает проекты вне устоявшихся парадигм, по темам, о которых еще «никто не думал». Именно поэтому со временем стали теснее связи DARPA с венчурными структурами, а в 2017 г. было создано новое подразделение, занимающееся коммерциализацией технологий. Агентство приспосабливается к развивающейся экосистеме, где более важную роль начинают играть стартапы, финансируемые за счет венчурного капитала.

1 NASA создали собственный «землеход». URL: <http://www.novate.ru/news/3468/>.

В целом в условиях, когда крупные фирмы в массовом порядке не готовы восстанавливать или учреждать внутренние исследовательские подразделения, важность агентств, ориентированных на миссии, в поддержке государственных и частных исследований будет расти.

2. Зарубежные планы поддержки трансформационных исследований

2.1. США: реформирование Национального научного фонда

Планируется дофинансировать Национальный научный фонд (ННФ) США – главное ведомство, финансирующее на грантовой основе фундаментальные исследования в стране – и придать ему новые функции, связанные с задачей поддержания глобального лидерства США в инновационной сфере. Соответствующий законопроект был инициирован в 2020 г. и получил название «Закон о бесконечных рубежах» (The Endless Frontiers Act – S. 3832)¹ [Ambrose, 2020].

Законопроект предполагает крупную реорганизацию ННФ путем создания в его структуре Директората по технологиям. Бюджет нового директората за 4 года должен вырасти более чем в 4 раза по сравнению с существующим бюджетом всего ННФ, который составляет 8 млрд долл. Всего предлагается выделить фонду дополнительно 100 млрд долл. на 5 лет и переименовать его в Национальный фонд науки и технологий (The National Science and Technology Foundation). При этом директор нового научно-технологического подразделения одновременно получает статус заместителя директора ННФ.

Название законопроекта – «Закон о бесконечных рубежах» – это, по сути, цитирование названия доклада советника президента по науке Ванневара Буша, который он представил в 1945 г. с обоснованием необходимости федеральной поддержки фундаментальных исследований, что организационно было реализовано в форме создания ННФ.

Суть нового законопроекта прорабатывалась длительное время, и начиналась она с предложения ННФ о реализации «10 больших идей» («NSF's 10 Big Ideas»)². Основной посыл состоял в том, что надо поддерживать исследования, которые дадут результаты для развития экономики и общества.

1 Данные на сентябрь 2020 г.

2 URL: https://www.nsf.gov/news/special_reports/big_ideas/.

Причины институциональной трансформации

Предлагаемую трансформацию ННФ связывают с необходимостью вернуть лидерство в области исследований и разработок, поскольку впервые по ряду научных показателей на первое место в мире вышел Китай. Быстрый рост технологических инноваций в Китае рассматривается как прямая угроза национальной безопасности и экономическому процветанию США. Действительно, в настоящее время США держат приоритет в биомедицинских исследованиях, но Китай стал мировым лидером по ряду научных направлений, которые признаются критически важными для технологического прогресса, – в области химии, новых материалов и компьютерных наук [Baker, 2020]. Следует отметить, что в законопроекте напрямую Китай не упоминается, однако говорится о том, что есть иностранные конкуренты, ворующие интеллектуальную собственность и коммерческую тайну.

Предлагаемые в законопроекте направления финансирования и пропорции в распределении средств

В законопроекте предлагается, что новый Директорат получит первоначальное финансирование на 2021 г. в размере 2 млрд долл., а затем бюджет вырастет до 35 млрд долл. в 2024 и 2025 финансовых годах с общим пятилетним бюджетом в 100 млрд долл. В рамках этого бюджета предполагается распределить финансирование в следующих пропорциях [Ambrose, 2020]:

- **университетские технологические центры** получают не менее 35% средств, которые должны быть направлены на разработку доказательства работоспособности концепции (proof of concept) и создание прототипов, чтобы снизить стоимость, время и риск коммерциализации новых технологий;
- **существующие семь научных Директоратов** ННФ получают не менее 15% бюджета для проведения исследований в направлениях, которые могут способствовать прогрессу в ключевых технологических областях. При этом не исключается и поддержка социальных, поведенческих и экономических наук для исследования вопросов, которые могут повлиять на разработку, эксплуатацию или на социальные и этические последствия в ключевых технологических областях;

- на **программы стипендий** будет направлено не менее 15% финансирования для поддержки исследований и стажировок студентов и аспирантов;
- **испытательные стенды (testbeds)** получат не менее 10% направляемых средств;
- **программа «от лаборатории к рынку»** получит не менее 5% бюджета для поддержки различных мероприятий по коммерциализации технологий.

Помимо перечисленного, будет реализована Программа **региональных технологических центров** под управлением Администрации экономического развития США и Национального института стандартов и технологий, находящегося в ведении Департамента торговли. При рекомендованном бюджете в 10 млрд долл. на 5 лет программа будет финансировать от 10 до 15 консорциумов, расположенных в регионах, имеющих потенциал и ресурсы для развития ключевых технологических областей, но еще не ставших ведущими технологическими центрами.

Каждый консорциум должен включать вуз, представителей местного и государственного управления и организацию экономического развития. В их состав также могут входить некоммерческие организации, частные компании, федеральные лаборатории и институты. Законопроект предусматривает, что консорциумы должны обеспечивать соответствующее финансирование, при этом доля федерального бюджета должна снизиться с 90 до 75% в течение 4 лет.

Разрешенные виды использования средств включают обучение и переподготовку кадров, формирование внутренних цепочек поставок, создание региональных венчурных фондов и займы для целей коммерциализации технологий. Финансирование также можно использовать для дальнейшей разработки технологий, которые были созданы **университетскими технологическими центрами**, профинансированными новым Фондом.

В проекте закона определены **10 основных областей**, на развитие которых будет направлено финансирование нового Директората ННФ:

- 1) искусственный интеллект и машинное обучение;
- 2) высокопроизводительные вычисления, полупроводники и современное компьютерное оборудование;
- 3) квантовые вычислительные и информационные системы;
- 4) робототехника, автоматизация и современное производство;

- 5) предотвращение стихийных или антропогенных катастроф;
- 6) передовые коммуникационные технологии;
- 7) биотехнология, геномика и синтетическая биология;
- 8) передовые энергетические технологии;
- 9) технологии кибербезопасности, хранения и управления данными;
- 10) материаловедение, инженерные исследования, а также изучение других важных технологических направлений.

Развитие пяти из перечисленных выше областей (искусственный интеллект, квантовая информатика, современное производство, передовые коммуникации (5G и выше) и биотехнология), согласно предложению Комитета советников президента по науке и технологиям (The President's Council of Advisors on Science and Technology), будет осуществляться институтами «индустрий будущего» (Industries of the Future – lotF), которые будут интегрировать фундаментальные и прикладные исследования и способствовать передаче результатов исследований на коммерческие рынки [The President's Council, 2020]. Предполагается, что lotF будут специализироваться на междисциплинарных проектах и в какой-то мере станут реинкарнацией Bell Laboratories, ускоряя темпы проведения фундаментальных исследований и их трансформацию в новые продукты и услуги. Комитет советников рекомендовал, чтобы lotF работали на основе партнерства всех секторов экономики, используя механизм государственно-частного партнерства.

Таким образом, в предлагаемой схеме примечательны как минимум 2 подхода: 1) постепенное снижение бюджетного финансирования по мере развития проектов, 2) фокус на регионы, которые имеют потенциал, но в своем развитии еще не достигли уровня ведущих технологических центров.

Изменения в управлении Фондом

Новый Директорат получит право применять методы управления, используемые в DARPA. Как было показано выше, DARPA известно тем, что дает программным менеджерам значительную свободу действий. Ожидается также, что, как и в DARPA, может быть введен более жесткий контроль над финансируемыми проектами, включая ежемесячные отчеты о результатах, чтобы вовремя прекратить финансирование бесперспективных работ. Расширятся и возможность краткосрочного привлечения внешних экспертов.

Директорат по новым технологиям получит более высокий статус по сравнению с остальными семью Директоратами ННФ. Конгресс будет назначать Совет внешних экспертов, состоящий из 12 человек, которые будут давать рекомендации новому Директорату и периодически обновлять перечень приоритетных технологий. Назначение экспертов будет производиться раз в 3 года следующим образом: 4 члена определяются палатой представителей, 4 – сенатом и оставшиеся 4 – директором Фонда. При этом назначаемый президентом страны Национальный совет по науке (National Science Board) будет продолжать осуществлять надзор за всем Фондом и, как минимум, ежегодно проводить совместные заседания с Советом внешних экспертов по новым технологиям.

Главный вопрос, связанный с предложенной конструкцией, состоит в том, как в одном ведомстве сможет работать по новым правилам только один Директорат, тогда как остальные директораты остаются в русле прежней философии ННФ. А философия ННФ опирается на концепцию Ванневары Буша, согласно которой ученые должны быть свободны в выборе и изменении направления своих исследований, в зависимости от промежуточных – не всегда ожидаемых – результатов, и практическая отдача от любого исследовательского проекта часто может быть получена через десятилетия.

Вместе с тем опыт сочетания грантов на фундаментальные исследования с грантами на практико-ориентированные проекты есть у ряда американских ведомств. В качестве примера можно привести систему грантов Национальных институтов здоровья и Департамента энергетики (*Приложение 1*). Однако ННФ, выстроенный в идеологии дисциплинарной поддержки по областям наук, может испытывать серьезные трудности в попытке совместить два подхода к финансированию и оценке проектов.

Аргументы сторонников и критиков законопроекта

Законопроект поддержали Рафаэль Рейф, президент Массачусетского технологического института, и Мэри Сью Колман, президент Ассоциации американских университетов, консорциума из 65 ведущих исследовательских вузов страны.

По мнению сторонников, предлагаемое изменение не умаляет роли фундаментальных исследований, а докапитализация ННФ производится с тем, чтобы ликвидировать пробелы, появившиеся в приклад-

ных исследованиях, и стимулировать инновации, а значит, поддерживать глобальную конкурентоспособность страны [Mervis, 2020].

При этом другим вариантом было бы создание нового агентства специально для поддержки развития технологий, однако это более долгосрочный процесс. На формирование ННФ ушло 5 лет; сейчас у США нет возможности так долго строить новую организацию. Гораздо быстрее можно создать новый Директорат внутри уже существующей структуры.

Есть и противники законопроекта – например, один из бывших директоров ННФ Арден Бемент (был директором ННФ в 2004–2010 гг.). Основное опасение оппонентов состоит в том, что под угрозу может быть поставлена историческая миссия ННФ по проведению фундаментальных исследований, в которых не принимаются во внимание возможные коммерческие применения. Тем более что у ННФ уже есть программы, поддерживающие исследования и разработки на ранних этапах развития технологий. Действительно, на сегодняшний день ННФ поддерживает все направления фундаментальных исследований в естественных и инженерных науках, причем на Фонд приходится 85% бюджетного финансирования фундаментальных исследований в стране.

Второй аргумент критиков состоит в том, что финансирование разработки технологий из средств бюджета – это замещение частных средств государственными. Прикладные исследования и разработки должны финансироваться соответствующими ведомствами (помимо ННФ, например, через Национальный институт стандартов и технологий) и исходить из потребностей государства или бизнеса. Примером такого подхода может служить программа «Геном материалов» (*Приложение 2*). Это межведомственная инициатива в области материаловедения, в рамках которой гранты выделяются теми ведомствами, которые в ней участвуют, по принятым внутри ведомств процедурам и в соответствии со стандартами финансирования каждого конкретного ведомства.

Наконец, критикуется и выбор 10 приоритетных технологических областей. В процессе их определения не участвовали представители широкой общественности, выбор был сделан кулуарно, и идентифицированные области в слабой мере способствуют устранению неравенства и расслоения американского общества, что в настоящее время относят к числу самых насущных проблем [Sarewitz, 2020b].

Выбор приоритетов всегда сложен, и консенсус достичь практически невозможно. Однако если решения принимаются узкой группой экспертов, то более широким кругам, в том числе исследователям, важно понимать, какие факторы/критерии учитывались при их выделении из широкого круга возможных технологических областей.

Таким образом, на примере планов реформирования ННФ очевидны сложности имплантации новой концепции поддержки трансформационных исследований при наличии давно действующих институтов финансирования «чистой» науки. Скорее всего, наибольшее число оппонентов будет именно среди самих исследователей, привыкших и приверженных многолетней концепции фундаментальной науки, когда интерес исследователя первичен по отношению к практической пользе.

2.2. Новая структура для поддержки трансформационных исследований в Великобритании

В октябре 2019 г. правительство Великобритании анонсировало планы создания нового научно-исследовательского агентства для финансирования разработки перспективных (прорывных) технологий. Агентство будет построено по модели американского агентства DARPA и называться BARPA – British Advanced Research Projects Agency [Stokstad, 2020]. Предполагаемый бюджет для развертывания работы агентства – не менее 800 млн ф.ст. (1 млрд долл.) на 5 лет. Средства уже подтверждены в бюджетном плане на 2021 г., но пока нет окончательного решения по поводу того, когда агентство начнет работу и какое место оно будет занимать в структуре правительства.

Эксперты предлагают сформировать новую организацию в структуре Британского агентства по финансированию исследований и инноваций (UK's Research and Innovation Funding Agency – UKRI) [Visions of ARPA, 2020]. В настоящее время его бюджет составляет 7 млрд ф.ст. в год. Средства направляются на поддержку исследований и разработок в университетах, государственных научно-исследовательских организациях и частных компаниях.

Амбиции в данном случае, как и в США, подстегиваются конкуренцией. Предполагается, что благодаря BARPA Великобритания станет своеобразным экспериментальным испытательным стендом (testbed) для научного регулирования за пределами 3 основных блоков – США, ЕС и Китая. 1 июля 2020 г. правительство Великобритании обнародо-

вало «дорожную карту» развития исследований и разработок (R&D Roadmap) [UK Research and Development Roadmap, 2020], где в качестве главной цели определяется стремление стать научной супердержавой, поддерживать такие исследования и разработки, которые внесут вклад в экономический рост и общественное развитие и позволят создать фундамент для индустрий будущего. Для достижения этой цели предполагается увеличить расходы на исследования до 22 млрд ф.ст. в 2024–2025 гг.

В «дорожной карте» зафиксирован приоритет трансформационных исследований, несмотря на то что у них и больше шансов на провал. В то же время они «могут принести долгосрочную выгоду, особенно в сочетании с поддержкой прикладных исследований и разработок» [UK Research and Development Roadmap, 2020, p. 6]. При этом 7 принципов определяют, что такое трансформационные исследования. Такие исследования должны:

- 1) вдохновлять общественность, научные круги и промышленность;
- 2) помогать решить важную социальную проблему;
- 3) быть по-настоящему прорывными и новаторскими;
- 4) относиться к тем областям, где исследования находятся на стадии, когда крупный прорыв осуществим;
- 5) конкретно определять, что планируется достичь, с четкими сроками завершения работ;
- 6) опираться на области, где Великобритания является или может стать мировым лидером;
- 7) генерировать значительные дополнительные преимущества.
- 8) Планируется, что BARPA будет финансировать исследования, которые приведут к разработке технологий, перспективных на горизонте 10–15 лет. При этом поддерживаться будут проекты, которые находятся ровно посередине между фундаментальными исследованиями и разработками, уже готовыми к рынку. Должна измениться также идеология финансирования НИОКР, поскольку, как и в DARPA, предполагается возможность провалов. Если свыше половины проектов завершатся успешно, это будет слишком осторожным, а потому неверным подходом (этому же учит опыт ARPA-E). Эффективность BARPA будут оценивать по степени влияния успешных проектов на экономику и общество.

Возможные области поддержки:

- машинное обучение, робототехника;
- энергетика;
- нейробиология;
- генетика;
- когнитивные технологии.

Таким образом, новое подразделение или агентство Великобритании – BARPA – призвано финансировать трансформационные исследования по тематикам, существенно пересекающимся с приоритетными областями поддержки, выделенными в США. Определение трансформационных исследований сильно перекликается с идеологией выбора и поддержки проектов, практикуемых DARPA. Что существенно, в «дорожной карте» подтверждено намерение создать агентство по образцу DARPA [UK Research and Development Roadmap, 2020, p. 17] для финансирования разработки революционных технологий в сочетании с фундаментальными исследованиями. Области специализации нового агентства должны быть такими, где Великобритания может получить конкурентные преимущества и стать лидером в создании новых технологий. При этом подчеркивается, что, хотя бюджет агентства – 800 млн ф.ст. – является относительно небольшой долей в общих государственных расходах на НИОКР, он будет важным компонентом «инвестиционного портфеля Великобритании».

Как в любой новой инициативе, есть критики идеи, которые полагают, что BARPA может «привести к хаосу» [Henke, 2020]. Тем не менее правительство Великобритании решилось на попытку адаптации механизма DARPA и усиление поддержки трансформационных исследований.

2.3. Рамочная программа ЕС «Горизонт-Европа»

Текущая рамочная программа «Горизонт» завершается в 2020 г. Ее бюджет составил 77 млрд евро (80 млрд долл.), и в ее рамках финансируются все направления исследований. В ЕС 7-летний бюджетный цикл, что позволяет заранее начинать подготовку к следующей программе.

Изначально планировалось, что в новой программе **«Горизонт-Европа»** (2021–2027 гг.) бюджет будет существенно больше – 94,4 млрд евро¹. Ключевая цель новой программы была определена как ускорение инновационного развития. Поэтому на развитие технологий, от-

¹ Данные на май 2020 г. Более раннее предложение Европейской комиссии – 100 млрд долл. URL: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_

вечающих на глобальные вызовы и обеспечивающих рост европейской индустриальной конкурентоспособности, планируется направить вдвое больше средств, чем на финансирование «чистой» науки.

Вместе с тем позднее бюджет новой программы был сокращен до 76 млрд евро, не считая дополнительных 5 млрд евро, которые будут выделены из фонда восстановления после пандемии [Wallace, 2020]. При этом сокращения по сравнению с ранее планировавшимся бюджетом коснутся в первую очередь фундаментальных исследований, поскольку фокус на инновации в новой программе является приоритетным.

В мае 2020 г. Европейская комиссия представила доклад, согласно которому Европейский союз находится на втором месте по числу наиболее цитируемых научных публикаций: на него приходится 20% таких публикаций, на США – 31,3% и на Китай – 17,5%. При этом была отмечена такая проблема, что столь высокие научные результаты пока не способствуют появлению высокотехнологичных производств (так называемый «европейский парадокс»¹). В частности, на одну компанию-единорога европейского происхождения приходится 4 китайских единорога и 8 американских². Заметим, что ситуация с появлением новых единорогов очень динамичная. Так, по данным на декабрь 2019 г., в Китае уже насчитывалось больше компаний-единорогов, чем в США [Стрелавина, 2020].

Поскольку цель инновационного развития ставится ЕС уже не в первый раз, новую программу «Горизонт-Европа» можно считать эволюционной, а не революционной по отношению к программе «Горизонт-2020». В новой программе будет 6 основных «кластеров» – исследовательских и инновационных направлений:

- 1) здравоохранение;
- 2) культура, креативность и инклюзивное общество;
- 3) гражданская безопасность для общества;
- 4) цифровые технологии, индустрия и космос;
- 5) климат, энергетика и мобильность;
- 6) продукты питания, биоэкономика, природные ресурсы, сельское хозяйство и окружающая среда [Horizon-Europe, 2020].

[innovation/strategy_on_research_and_innovation/presentations/horizon_europe_en_investing_to_shape_our_future.pdf](#).

1 Похожая ситуация характерна и для России.

2 Компания-единорог – компания-стартап, получившая рыночную оценку стоимости размером свыше 1 млрд долл.

Таким образом, в отличие от США и Великобритании, приоритетные тематики формулируются в терминах не технологических направлений, а, скорее, областей их применения.

Есть и новшества в программе: в ней появляются миссии. Миссии – это четко определенные цели, которые надо достичь в установленный период времени. При этом остаются базовые принципы, такие как «наука для граждан», трансдисциплинарность исследований и др.

Всего определено 5 миссий – исследовательских направлений, имеющих особое значение для Европы:

- борьба с онкологическими заболеваниями;
- охрана здоровья граждан от всех видов загрязнений;
- независимые от климата и умные города;
- защита морей и океанов;
- безопасность продовольствия и восстановление почв.

Постулируется необходимость роста инноваций, в том числе путем привлечения малых компаний через Европейский инновационный совет (European Innovation Council). Европейский инновационный совет – это новый институт, создаваемый в рамках программы «Горизонт-Европа». Он должен способствовать разработке самых современных инноваций, базирующихся на искусственном интеллекте и глубоких технологиях (deep tech). Совет должен ускорить коммерциализацию разработок и содействовать росту малых инновационных фирм [European Commission, 2020]. При этом 70% бюджета Совета предназначено для поддержки малых и средних компаний. Им будет выделяться два типа грантов: на разработку технологий от исследований до докоммерческой стадии и на работы от докоммерческой стадии до вывода на рынок и масштабирования технологий.

Критики новой программы «Горизонт-Европа» полагают, что все рамочные программы, по сути, имели одну и ту же идеологию догоняющего развития: сначала – за Японией, потом – за США, теперь – за Китаем. И в этой конструкции деньги налогоплательщиков просто растрачиваются: в каждой новой программе постулируется необходимость инноваций, вкладываются гигантские средства, а когда программа проваливается, формируется следующая программа с еще большим финансированием.

Вместе с тем в новой программе примечателен акцент на трансформационные исследования и коммерческие приложения результатов науки даже в условиях сокращаемого финансирования. Ранее

в безусловно приоритетном положении были фундаментальные исследования.

2.4. Планирование технологического прорыва в Китае

В Китае реформы последних лет проводились с намерением усилить децентрализацию принятия решений, развить сетевые взаимодействия и сосредоточиться на поддержке таких исследований, которые приносят очевидную социально-экономическую пользу. Можно выделить три ключевых направления изменений [Rahman, 2020].

Первое – была введена новая система финансирования научных учреждений, стимулирующая ученых выполнять исследования на основе контрактов с частными предприятиями, предлагать им консультационные услуги и заниматься предпринимательской деятельностью так, чтобы наука приносила больше экономической отдачи. В части фундаментальных исследований государственное финансирование было переориентировано на направления, важные для стратегических высокотехнологичных отраслей.

Второе – были приняты меры для улучшения менеджмента исследований и разработок: осуществлена децентрализация процесса принятия решений, изменены критерии оценки эффективности организаций, стимулировалась конкуренция между организациями и диверсификация их деятельности.

Третье направление было связано с развитием эффективных связей. Было выделено финансирование компаниям обрабатывающих отраслей для того, чтобы они развивали внутренние исследовательские подразделения, а также расходовали средства на привлечение технической экспертизы со стороны университетов и исследовательских институтов.

Рост ВВП Китая также базировался на существенных инвестициях в образование: Китай ежегодно отправляет около 600 тыс. студентов в ведущие университеты мира, и около 500 тыс. человек ежегодно возвращаются после получения докторской степени или прохождения постдокторской подготовки.

В итоге, по мнению экспертов «Валдайского клуба» [Стоякин, 2020], сегодня имеет смысл говорить не о «Cору-to-China» (традиционное копирование западных и российских образцов), а о «Cору-from-China». Китай активно развивает собственные научные компетенции. При этом китайские компании стали вкладывать больше средств в исследова-

ния и разработки: совокупный рост их расходов увеличился за 2019 г. на 21,88% [Стрелавина, 2020]. В целом в Китае расходы на НИОКР постоянно растут как в абсолютном выражении, так и в долях от ВВП (табл. 4, рис. 1), однако темпы прироста финансирования относительно предыдущего года сильно различаются по видам исследований. Несмотря на значимость фундаментальной науки, постепенно более приоритетными становятся прикладные исследования при достаточно ровных темпах прироста расходов на разработки (рис. 2). Важно также принимать во внимание, что доля государства в финансировании НИОКР в Китае составляет около 20% (по данным за 2018 г.) [Ратай, 2020а], а именно государство в основном финансирует фундаментальную науку.

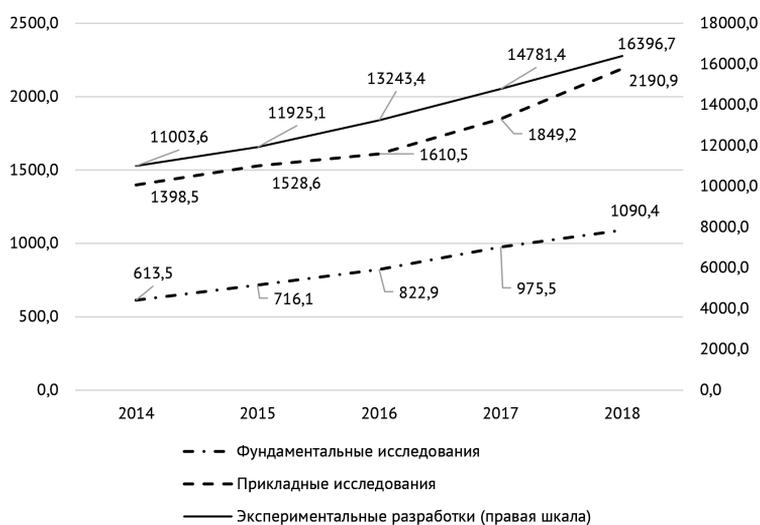


Рис. 1. Динамика расходов на НИОКР в Китае, 100 млн юаней

Источник: China Statistical Yearbook 2019. URL: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/nds/2019/indexeh.htm>.

Несмотря на быстрые фактические темпы роста расходов на НИОКР, Китай закладывает в пятилетних планах еще более высокие целевые значения. Так, в текущем 13-м пятилетнем плане экономического развития Китая на 2016–2020 гг. расходы на НИОКР в ВВП были запланированы на уровне 2,5%, а де-факто (по данным на 2019 г.) этот показатель составил 2,19% ВВП.

Таблица 4

Расходы Китая на НИОКР по видам исследований

	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Всего расходы, 100 млн юаней	13 015,6	14 169,9	15 676,7	17 606,1	18 677,9
Расходы, % ВВП	2,03	2,07	2,12	2,15	2,19
Фундаментальные исследования, 100 млн юаней	613,5	716,1	822,9	975,5	1 090,4
Прикладные исследования, 100 млн юаней	1 398,5	1 528,6	1 610,5	1 849,2	2 190,9
Экспериментальные разработки, 100 млн юаней	11 003,6	11 925,1	13 243,4	14 781,4	16 396,7

Источник: China Statistical Yearbook 2019. Table 20-1. Basic Statistics on Scientific and Technological Activities. URL: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2019/indexeh.htm>.



Рис. 2. Расходы на НИОКР в Китае, % к предыдущему году

Источник: China Statistical Yearbook 2019. URL: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2019/indexeh.htm>.

Планы технологического развития

Майская (2020 г.) ежегодная сессия Всекитайского собрания народных представителей определила, что приоритетными становятся вложения в инфраструктуру, включая ее высокотехнологичные виды – сети 5G и заправочные станции для электромобилей.

Председатель КНР Си Цзиньпин анонсировал, что Китай планирует перейти к реализации нового плана экономического развития, в котором «доминирующую роль будет играть внутренний товарооборот» [Оганесян, 2020]. Согласно опубликованному агентством «Синьхуа» цитатам из обращения Си Цзиньпина к советникам, *«в будущем мы должны рассматривать внутренний спрос как отправную точку, точку опоры, призванную ускорить создание полноценной системы внутреннего потребления, и активно стимулировать инновации в науке, технологиях и других областях»*. Таким образом, предложен принципиальный пересмотр генеральной экономической стратегии, которая на протяжении последних трех десятилетий была довольно жестко ориентирована на приоритетный рост экспортного производства. При этом основным направлением, на котором Китай будет стремиться к серьезному прорыву в следующем пятилетнем плане – с 2021 по 2025 г., и в программе развития «Сделано в Китае 2025» («Made in China 2025») станет активное наращивание внутренних технологических мощностей для обеспечения технологической самодостаточности.

Си Цзиньпин обозначил ряд конкретных **технологических и научных приоритетов** [Оганесян, 2020]:

- цифровая экономика;
- интеллектуальное промышленное производство;
- здравоохранение и науки о жизни;
- создание новых материалов.

Финансовые ориентиры

Согласно китайскому государственному Центру развития информационной индустрии (Center for Information Industry Development), Китай планирует вложить 10 трлн юаней (или 1,4 трлн долл.) в течение 5 лет (2021–2025 гг.) в развитие ключевых технологий, чтобы достичь мирового лидерства [China's Got a New Plan, 2020] и снизить зависимость страны от зарубежных технологий. Указано, что средства должны быть не только бюджетные, но и региональных правительств и крупных компаний – таких, как «Хуавей». При этом *Morgan Stanley* прогнозирует рост затрат Китая на новую инфраструктуру до 2 трлн долл. в 2020–2030 гг. Структура затрат на развитие основных технологий показывает, что наибольшее финансирование планируется выделить на искусственный интеллект и дата-центры, а также на высокоскоростной железнодорожный транспорт и базовые станции 5G (табл. 5, рис. 3).

Таблица 5

Затраты на технологии в Китае на период 2020–2030 гг.

Технология	Финансирование, млрд долл.
Искусственный интеллект и дата-центры	57
Высокоскоростной железнодорожный транспорт	46
Базовые станции 5G	35
Промышленный Интернет вещей	27
Ультравысоковольтные линии	8
Заправочные станции для электромобилей	5

Источник: оценки *Morgan Stanley* [Стрелавина, 2020].

Более 20 китайских провинций уже объявили о готовности вложить более 1 трлн юаней с участием частного капитала (табл. 6).

Таблица 6

Новые инвестиционные проекты провинций Китая в области технологической инфраструктуры, 2021–2025 гг.

Провинция, муниципалитет, город	Области инвестиций	Финансирование, млрд юаней
Чжэцзян	Сети 5G, дата-центры, камеры и датчики	540
Шанхай	Около 50 проектов, которые будут реализованы в течение 5 лет	270
Гуанчжоу	В начале мая 2020 г. объявлено о начале реализации более 70 проектов, в том числе по искусственному интеллекту и большим данным	180
Чунцин	Планы строительства в сфере высоких технологий	105
Юньнань	Планы строительства, связанные с проектом 5G	59

Источник: [China's Got a New Plan, 2020].

Таким образом, Китай, в отличие от США, Великобритании и стран ЕС, не меняет принципиально подхода, характеризующегося высокими темпами наращивания государственных инвестиций в НИОКР и фокусом на развитие инфраструктуры и прорывных технологий. Вместе с тем можно отметить некоторое смещение идеологии в части поддержки фундаментальных исследований: приоритетное финанси-

ние планируется выделять тем из них, которые в конечном счете вносят вклад в развитие стратегических технологических направлений.

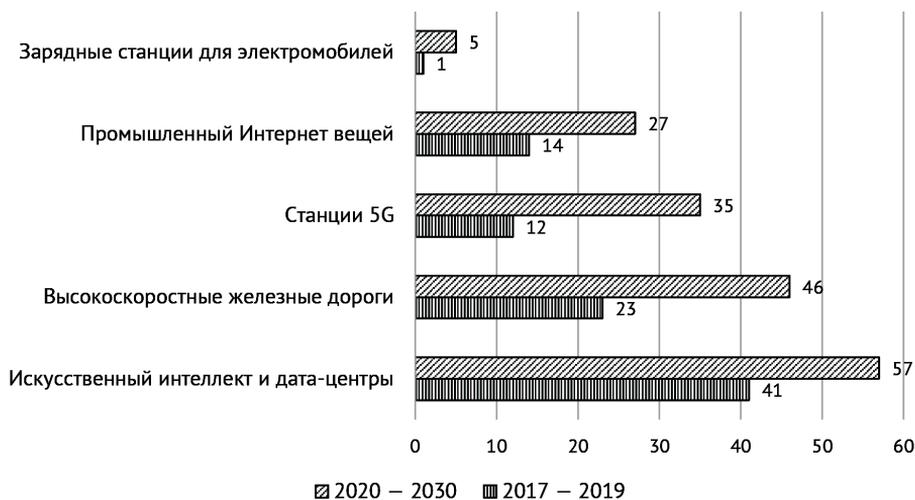


Рис. 3. Планируемый рост инвестиций Китая в новые технологии, млрд долл.

Источник: [Стрелавина, 2020].

2.5. Долгосрочная программа Японии

В Японии начался запуск 30-летней программы, получившей название «Moonshot»¹, для проведения научных исследований и разработки радикально новых технологий, направленных на решение наиболее острых проблем человечества. Суть программы – техно-социальная трансформация через достижение 25 амбициозных целей. Краткое описание программы было представлено в мае 2020 г. президентом компьютерных научных лабораторий корпорации Sony (Sony Computer Science Laboratories), который входит в состав «визионерского» Совета программы².

1 «Moonshot» может переводиться как «авантюрные исследования», т.е. такие, которые в настоящее время кажутся неосуществимыми.

2 Видео по адресу: URL: https://carnegieendowment.org/2020/05/28/setting-moonshots-on-target-u.s.-japan-strategies-for-national-technology-investment-event-7335?mkt_tok=eyJpIjoiWVROaU5XTmxPR1F6WWpsbCIlnQioiIldk00d25qODJlcWtxZUS0aXZFaTZNV3lyOXQ1dWpBZmk2WEhaeSs0emlsYUJpWURvQjJScVRmVlRqNlIHa3lHN

Несмотря на то что по некоторым направлениям уже объявлен конкурс проектов, продолжается обсуждение программы, в котором участвуют представители как публичного, так и частного сектора. При этом есть четкое разделение вопросов и обязанностей между этими двумя секторами. Публичный сектор больше вовлечен в разработку процедур, на него возложена задача формирования консенсуса, а также обеспечение принятия программы обществом. Частный сектор привносит свое видение развития технологий и их связность.

В программе обозначены три миссии:

- 1) решение проблем стареющего общества – превращение его в инновационное и устойчивое через диверсификацию и социально-экономическую трансформацию;
- 2) спасение Земли для сохранения цивилизации – решение вопросов, влияющих на будущее цивилизации;
- 3) визионерские исследования в области науки и технологий – поиск подрывных технологий.

Миссия 1 преследует цели здоровья и инклюзивности общества. Так, указано, что «каждый желающий должен дожить до 100 лет», а индустриальные инновации должны проводиться за счет полной автоматизации.

Миссия 2 – снизить потребности в ресурсах, использовать возобновляемые материалы и энергетику, восстановить глобальное биоразнообразие. Возобновляемые материалы и энергетика разделяются на 4 направления: 100%-ная энергетическая эффективность на основе устойчивых источников энергии (необходимо достичь к 2060 г.), система безотходного использования ресурсов и материалов и устранение загрязнения поверхности Земли (к 2050 г.), ликвидация продовольственных потерь (также к 2050 г.). Восстановление глобального разнообразия подразумевает формирование модели города, нейтрального по отношению к окружающей среде, гармонизацию сельского хозяйства и биоразнообразия, разработку технологии терраформации¹ (к 2050 г.).

mkybTJxTFFyT1wvN25SeG5sdkhUUzY5Y3hoRFNNMhQVzNHAgk0cFwvYk5WdlwvODMzNDRUOXpza0hGeUVSRVpwQSI9.

1 Терраформация планеты, луны или другого тела – это гипотетический процесс планомерного изменения атмосферы, температуры, рельефа и экологии этого тела, с тем чтобы сделать его по образцу Земли и, соответственно, пригодным для жизни.

Миссия 3 – интенсивное и интегрированное развитие технологий и создание ресурсов для ускорения научных открытий. Уровни – квантовый, молекулярный, живых организмов, Земли, Космоса. Обозначен также вызов получения Нобелевской премии, а именно – к 2050 г. разработать системы искусственного интеллекта, которые будут делать основные научные открытия, заслуживающие присуждения Нобелевских премий в области физиологии и медицины.

25 целей в развитие трех миссий

Список из 25 предложенных целей сформулирован также весьма амбициозно и на первый взгляд нереалистично:

1. Установить киборг-технологии к 2050 г. для поддержки инвалидов.
2. Создать к 2040 г. транспорт, который не ограничивается гражданскими перевозками.
3. Сделать доступными через аватары человеческое поведение и опыт – к 2040 г.
4. Значительно улучшить качество жизни пожилых людей – к 2035 г.
5. Внедрить основные профилактические и оздоровительные мероприятия для улучшения жизни людей – к 2040 г.
6. Обеспечить доступ к медицинскому обслуживанию, где бы ни находился человек, – к 2040 г.
7. Осуществить автоматизацию сельского, лесного и рыбного хозяйства – к 2040 г.
8. Полностью автоматизировать все работы в строительстве – к 2040 г.
9. Промышленное производство должно быть близко к безотходному – производить 1/100 от текущих отходов и экономно использовать ресурсы, поддерживая текущий уровень жизни, – к 2050 г.
10. Снизить потребление энергии в ИКТ до 1/1000 от текущего уровня – к 2040 г.
11. Добиться энергетической независимости через устойчивые и возобновляемые источники энергии – к 2060 г.
12. Добиться безотходной переработки ресурсов и материалов – к 2050 г.

13. Добиться отсутствия пищевых отходов и рационализации доставки продовольствия людям – к 2050 г.
14. Устранить пластиковые отходы на Земле – к 2050 г.
15. Создать экологически нейтральные города с высоким уровнем жизни – к 2050 г.
16. Разработать методы ведения сельского хозяйства, способствующие глобальному биоразнообразию, – к 2050 г.
17. Внедрить технологии терраформации для обитания в ранее необитаемых местах – к 2050 г.
18. Создать системы искусственного интеллекта, делающие научные открытия на уровне Нобелевской премии, – к 2050 г.
19. Оцифровка и создание модели биологической жизни, предназначенной для репродукции, диагностики и фармацевтики, – к 2050 г.
20. Внедрить технологии искусственного сна с целью продления продолжительности жизни здорового человека – к 2050 г.
21. Разработать полную цифровую модель мозга, нервной системы и связанных органов для моделирования и понимания взаимозависимостей – к 2050 г.
22. Реализовать квантовую компьютерную сеть общего назначения – к 2050 г.
23. Мониторинг океанов и подземных пространств – к 2050 г.
24. Мониторинг Солнечной системы и создание системы возврата образцов из космоса – к 2050 г.
25. Разработать высокопроизводительных и автономных роботов и спутников для космоса – к 2045 г.

Периодизация развития ряда обозначенных технологий представлена в *табл. 7*.

Таблица 7

Периоды развития технологий согласно программе «Moonshot»

Характеристика	Технологии		
	2000 г.	2020 г.	2030–2050 гг.
Свобода от ограничений мозга	Распознавание общих объектов. Машинный перевод. Мультиагентные системы	Принятие решений. Формирование консенсуса	Интерфейсы мозг-компьютер

Характеристика	Технологии		
	2000 г.	2020 г.	2030–2050 гг.
Свобода от ограничений тела	Коммуникационные роботы. Сервисные роботы. Голосовые взаимодействия	Искусственные мускулы	
Свобода от ограничений пространства и времени	Дополненная и виртуальная реальность	–	Беспилотные автомобили
Общие технологии	Глубокое обучение	Интернет вещей	Расширенный искусственный интеллект. Вычислительные науки о мозге

Источник: составлено по данным из: Japanese government proposes cyborgs and robotic avatars for all by 2050. 13.05.2020. URL: <https://japantoday.com/category/tech/japanese-government-proposes-cyborgs-and-robotic-avatars-for-all-by-2050>.

Финансовые ориентиры и механизм реализации

Бюджет программы составляет 100 млрд иен (примерно 1 млрд долл.) на пять лет [Jacob, 2019]. Реализация программы будет проходить через Японское агентство по науке и технологиям (The Japan Science and Technology Agency) и Организацию по развитию новых энергетических и промышленных технологий (The New Energy and Industrial Technology Development Organization). Они будут организовывать конкурсы предложений для реализации конкретных проектов. Планируется поэтапный выход государства из проекта: финансирование из бюджета будет на срок до 10 лет.

В феврале 2020 г. были объявлены конкурсы в рамках программы по 4 темам¹:

- создание отказоустойчивого универсального квантового компьютера, который революционизирует экономику, промышленность и безопасность, – к 2050 г.;
- создание роботов на основе искусственного интеллекта, которые самостоятельно обучаются, адаптируются к окружающей среде, развиваются интеллектуально и действуют параллельно с людьми, – к 2050 г.;

¹ Объявления о конкурсах можно найти на URL: <https://www.jst.go.jp/moonshot/en/application/index.html>

- раннее прогнозирование и вмешательство на ранней стадии заболевания – к 2050 г.;
- формирование общества, в котором люди могут быть свободными от ограничений тела, мозга, пространства и времени, – к 2050 г.

Таким образом, планы Японии отличаются от более «приземленных» подходов стран Запада и Китая, имеющих и менее долгосрочный горизонт планирования. Тем не менее и в планах Японии можно усмотреть тренд к поддержке исследований, которые приведут к решению задач, кажущихся на сегодняшний день фантастическими и даже авантюрными. Соответственно, это скорее трансформационные, чем какие-либо еще, типы исследований. Механизмы финансовой поддержки, как и в Китае, предполагают постепенный выход государства из проектов.

* * *

Рассмотренные планы преобразований в США, Великобритании, ЕС, Китае и Японии свидетельствуют об усилении тренда на инвестирование в разработку и совершенствование технологий, в том числе технологической инфраструктуры (5G, для новых видов транспорта и энергетики). При этом государственные средства в рекомендательном (США) или обязательном (Китай, Япония) порядке дополняются частным финансированием. Если рассматривать инфраструктурные аспекты планов, то там участие бизнеса и регионов в финансировании является обязательным.

Тематические приоритеты стран показывают достаточно пеструю картину, поскольку в каждой из них ключевые цели и задачи сформулированы в разных терминах (в ЕС – миссии, в Японии – цели, в США и Великобритании – наименования технологий). Тем не менее очевидны и пересекающиеся между странами приоритетные направления (*Приложение 3*): цифровые технологии, робототехника и автоматика, биотехнологии и геномика, передовые энергетические технологии, а также технологии, обеспечивающие качество и продолжительность жизни.

Следует также отметить, что все рассмотренные страны следуют парадигме сохранения или обеспечения своего лидерства. США хотят вернуть мировое лидерство в науке и инвестициях в НИОКР и независимо развивать технологии; Великобритания ищет те ниши, где она окажется лидером развития технологий; Китай стремится стать не-

зависимым от американских технологий, переориентируется на внутренний спрос и обозначает зоны мирового технологического лидерства; Япония возвращается к долгосрочным амбициозным планам во имя развития человечества, что де-факто также выглядит как заявка на восстановление лидерства. ЕС развивается в своей традиционной парадигме, но предпринимает очередную попытку стать более технологически инновационной системой. Для достижения своих целей страны планируют опираться на разные виды исследований и разработок, однако более отчетливым становится фокус на поддержку трансформационных исследований, в том числе в рамках новых институтов.

3. Сравнительные позиции России

3.1. Научный потенциал

Позиции России с точки зрения потенциала развития фундаментальных, прикладных и трансформационных исследований можно рассмотреть в разных аспектах. Первое – это сложившийся научный потенциал и практики финансирования. Второе – акценты научной политики, связанные с разделением исследований на фундаментальные и прикладные и со стимулированием публикационной активности российских ученых.

В сравнительном контексте расходы на НИОКР увеличиваются во всех ведущих странах, беспрецедентный рост в абсолютном выражении – у Китая и стран БРИС (Бразилия, Россия, Индия и ЮАР) (табл. 8). В России в 2017 г. расходы на НИОКР в текущих ценах по паритету покупательной способности составили 41,9 млрд долл. [S&E Indicators, 2020, table 4.5]. Это в 13 раз ниже, чем в США, в 12 раз меньше, чем в Китае, и в 4 раза ниже, чем в Японии.

Таблица 8

Суммарные расходы на НИОКР за счет всех источников финансирования, в ценах 2010 г., по паритету покупательной способности, млрд долл.

Страна	2000 г.	2010 г.	2014 г.	2017 г.	Темп прироста 2017 г./2000 г., %
США	254	314	338	370	45,7
ЕС	159	207	226	246	54,7
Китай	31	163	264	338	990
БРИС	47	87	96	95	102

Источник: [European Commission, 2020, p. 259].

Не менее серьезное отставание России от ведущих стран и в относительном измерении. В последние годы расходы на НИОКР в долях ВВП были низкими, в 2017 г. – 1,11% и к 2018 г. упали до 0,99% [Наука.

Технологии. Инновации, 2020, с. 36]. Это двукратное отставание от Китая и ЕС и троекратное – от США и Японии (*табл. 9*).

Таблица 9

Расходы на НИОКР в ведущих странах мира, % ВВП

Страна	2000 г.	2010 г.	2014 г.	2017 г.	2018 г.
Япония	2,91	3,14	3,40	3,21	3,26
США	2,63	2,74	2,72	2,81	2,83
ЕС	1,81	1,97	2,10	2,13	2,19
Китай	0,89	1,71	2,03	2,15	2,19

Источник: [European Commission, 2020, p. 260].

При этом российский ВВП, несмотря на то что небольшой (*табл. 10*), демонстрировал рост (*рис. 4*), хотя прогнозы на 2020 г. могут не оправдаться как для России, так и для остальных стран.

Таблица 10

Динамика ВВП по странам, трлн долл. по паритету покупательной способности

Страна	2020 г.	2019 г.	2015 г.
Китай	29,5	27,3	19,7
США	22,3	21,4	18,2
Япония	5,9	5,7	5,1
Германия	4,6	4,4	3,9
Россия	4,5	4,3	3,8

Источник: данные Международного валютного фонда. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2019/02/weodata/weorept.aspx?pr.x=73&pr.y=13&sy=2015&ey=2018&scsm=1&ssd=1&sort=country&ds=.&br=1&c=924%2C922%2C134%2C158%2C111&s=PPPGDP&grp=0&a=>

Таким образом, финансовые ресурсы на НИОКР, которые Россия может перераспределить в интересах развития технологий, ограничены. В то же время при изыскании финансирования на НИОКР за пределами государственного бюджета (с учетом позитивного тренда в изменении ВВП) возможности для маневра возрастают.

Особенностью России является также то, что при низких расходах на НИОКР в относительном и абсолютном выражении расходы на фундаментальные исследования относительно высокие (*табл. 11*), и их доля растет. Если в 2017 г. доля расходов на фундаментальные исследования составляла 14,9%, то в 2018 г. – уже 17,6%.

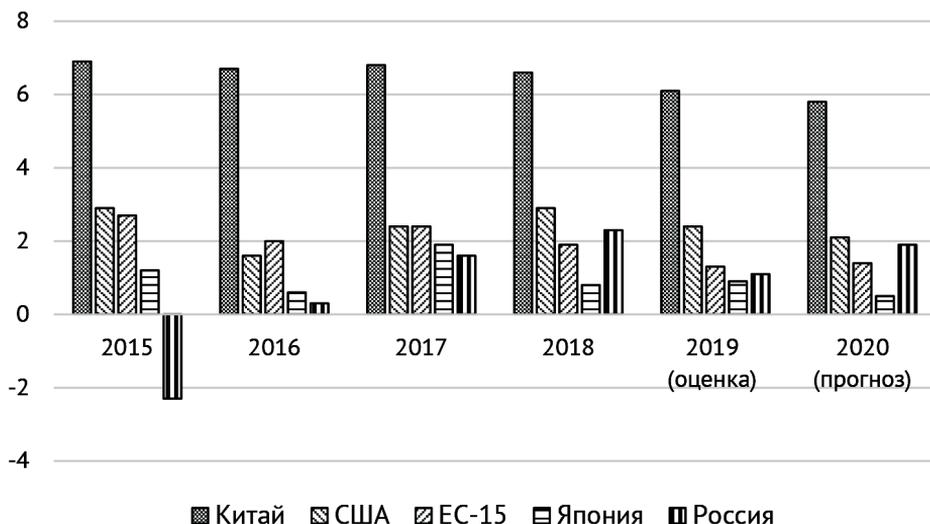


Рис. 4. Динамика изменения ВВП в национальной валюте, % к предыдущему году

Источник: данные Международного валютного фонда. URL: https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2019/02/weodata/weorept.aspx?sy=2015&ey=2020&scsm=1&ssd=1&sort=country&ds=.&br=1&pr1.x=87&pr1.y=11&c=924%2C922%2C134%2C158%2C111&s=NGDP_R%2CNGDP_RPCH&grp=0&a=.

Таблица 11

Распределение расходов на НИОКР по видам исследований, по данным за 2017 г.

Страна	Фундаментальные исследования	Прикладные исследования	Разработки
млрд долл. по паритету покупательной способности			
США	91,5	108,8	347,6
Китай	27,5	52,1	416,4
Япония	22,4	31,9	109,2
% к общим расходам на НИОКР			
США	16,7	19,8	63,3
Китай	5,5	10,5	84,0
Япония	13,1	18,7	63,9
Россия	14,9	18,2	67,0

Источники: Россия – [Наука. Технологии. Инновации, 2020, с.45]; остальные страны – [S&E Indicators, 2020, table 4.8]. URL: <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20203/cross-national-comparisons-of-r-d-performance>.

Если рассматривать планы бюджетных ассигнований на НИОКР в России, то планируется, что расходы на фундаментальные исследования будут расти в течение трехлетнего периода в абсолютном и относительном выражении (табл. 12), хотя пандемия может внести существенные коррективы в размеры и направления бюджетных ассигнований на 2021–2023 гг.

Таблица 12

Планируемые бюджетные ассигнования на фундаментальные исследования

Вид расходов	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Фундаментальные исследования (подраздел ФКР), млрд руб.	190,7	216,3	250,7
<i>Доля в общих расходах на гражданские НИОКР, %</i>	<i>37,7</i>	<i>41,7</i>	<i>46,4</i>
Российский фонд фундаментальных исследований, млрд руб.	22,9	23,9	24,7
Российский научный фонд, млрд руб.	9,3	21,8	22,4

Источник: Приложения 11 и 14 к Федеральному закону от 02.12.2019 г. № 380-ФЗ «О федеральном бюджете на 2020 г. и на плановый период 2021 и 2022 гг.», расчеты автора.

В 2019 г. по сравнению с предыдущим годом абсолютная величина ассигнований на гражданскую науку из средств федерального бюджета в постоянных ценах возросла преимущественно на фундаментальные исследования (+24%). Объем ассигнований на прикладные исследования также вырос, но только на 5,5%, а в предыдущие годы (2014–2018 гг.) постоянно снижался (в среднем на 9% ежегодно в постоянных ценах) [Ратай, 2020b].

В текущих ценах существенный рост расходов на фундаментальные исследования начался с 2017 г. Ранее, в период с 2010 г., прирост был минимальным, наблюдалось практически плато [Ратай, 2020b]. В 2017 г. рост расходов на фундаментальные исследования составил 11% к предыдущему году, в 2018 г. – 28%, а в 2019 г. – 29%.

В отношении поддержки фундаментальной науки последовательную политику, направленную на обоснование необходимости роста ее государственного финансирования, поддерживает Российская академия наук (РАН). Ее руководство предлагает последовательно и существенно наращивать ассигнования, ориентируясь на следующие целевые показатели [Пензина, Хужина, 2020]:

- 2020 г. – 0,19% ВВП;
- 2021 г. – 0,25% ВВП;
- 2022 г. – 0,3% ВВП.

Принимая во внимание, что такой прирост требует серьезного сокращения финансирования других видов исследований, и с учетом меняющихся приоритетов, вызванных борьбой с коронавирусом, данное предложение вряд ли реализуемо, и, более того, целесообразность столь существенного наращивания именно фундаментальных исследований неочевидна.

На июньском 2020 г. общем собрании РАН президент академии А.М. Сергеев высказал мнение, что финансирование фундаментальных исследований должно быть увеличено до 386,1 млрд руб. (вместо заложенных в бюджете 250,7 млрд руб. – см. *табл. 12*), однако не было обосновано, по каким причинам финансирование должно увеличиться более чем на 50% по сравнению с запланированным и откуда должны быть взяты ресурсы на это. Одно из направлений, действительно требующих дополнительных инвестиций, – обновление приборной базы науки в бывших академических институтах. Для самой РАН также запрошено почти двукратное увеличение бюджета – с текущих 5,2 млрд до 9,2 млрд руб. к 2022 г. [Волчкова, 2020]. С учетом того что функционал РАН существенно сокращен, необходимость такого прироста финансирования академии должна быть публично обоснована.

В свою очередь, руководство Министерства науки и высшего образования высказывается за более радикальное, чем ранее, разделение на фундаментальную и прикладную науку, закрепляя его намерением разделить вузы на те, что получают средства на фундаментальные исследования и на прикладные. В частности, согласно проекту постановления, которым вводятся условия и механизмы 10-летней (до 2030 г.) инициативы, названной «Программа стратегического академического лидерства» (ПСАЛ)¹, учреждаются две категории университетов: национальных исследовательских, которым будет выделяться дополнительное финансирование на фундаментальные исследования, и национальных опорных, которые будут получать средства на при-

1 «О мерах государственной поддержки российских образовательных организаций высшего образования в целях научного, технологического и кадрового обеспечения экономики и социальной сферы, повышения глобальной конкурентоспособности системы высшего образования и регионального развития». URL: <https://regulation.gov.ru/p/106593>.

кладные научные исследования¹. При этом эффективность работы университетов первого типа будет оцениваться по публикационной активности и месту в международных рейтингах, а развитие технологий и реализация практико-ориентированных работ при таком подходе могут игнорироваться.

Таким образом, пока на государственном уровне доминирует парадигма 75-летней давности, а о трансформационных исследованиях речь не идет. Более того, акцентируется институциональное разделение университетов, выполняющих фундаментальные и прикладные исследования. В свою очередь, усиление поддержки фундаментальной науки происходит на фоне библиометрической гонки, которая продолжается в России с начала 2010-х годов.

3.2. Фокус на количественные оценки научных результатов

Проблемы, появившиеся в связи с установкой органов власти измерять результативность науки именно числом публикаций, рецензируемых в базах данных Web of Science / Scopus, и в ряде случаев местом публикации статьи (определяемым квартилем, к которому отнесен журнал, и, соответственно, его импакт-фактором), особенно явно стали проявляться в последние пять лет и привели в конечном счете к своеобразному рекорду: к лидерству России по числу «мусорных» публикаций (т.е. публикаций в изданиях, не использующих систему рецензирования, с низким или отсутствующим импакт-фактором) [Аптекарь, 2019]. А согласно результатам, обнародованным в августе 2020 г. Комиссией РАН по противодействию фальсификации научных исследований по итогам анализа 94 «хищнических» журналов, индексируемых в Scopus, российские авторы опубликовали в них почти 24 тыс. статей (по состоянию на середину февраля 2020 г.) [Комиссия РАН, 2020] и заняли второе место по этому параметру, уступив только авторам из Индии. Кроме того, исследование 2019 г., опубликованное в журнале *Nature*, показало, что Россия, наряду с Украиной, находится на первом месте среди стран по уровню самоцитирования авторов² [Van Noonden, Chawla, 2019, p. 578–579]. Если медианный уровень самоцитирования составляет 15,5%, то в России он достиг 36%

1 Минобрнауки планирует увеличить госзадание по науке для вузов. 22.07.2020. URL: <https://nauka.tass.ru/nauka/9029451>

2 Анализ был проведен по 7 млн авторов, опубликовавших 5 статей и более, проиндексированных в базе данных Scopus.

(на Украине – 38%). Для сравнения: в США этот показатель составляет около 12%, в Великобритании – 13%, в Китае – 15,6%.

Фокус на формальные показатели нарастал постепенно и со временем стал избыточным. А это, как показывают исследования, приводит к снижению продуктивности научной работы [Sarewitz, 2016]. В частности, в то время как число публикаций растет, индивидуальная продуктивность исследователей (число публикаций в расчете на одного уникального автора) падает, поскольку в погоне за публикациями ученые все чаще объединяются в группы, и таким образом достигается участие в большем числе публикаций [Gasson, Herbert, Ponsford, 2019]. При этом растет число так называемых «подарочных авторств» («gift» authorship), когда специалист, не участвовавший в подготовке публикации или внесший в нее незначительный вклад, тем не менее включается в число соавторов. Относительно большое число статей в расчете на автора сохраняется в общественных и гуманитарных науках, экономике и финансах, а также в математике – там по-прежнему много индивидуальных авторских исследований.

Формальный подход к оценке результативности популярен в российских ведомствах и фондах, поскольку оценка по числу публикаций проста и удобна для управления. Числом публикаций теперь оцениваются работа вузов, успех проектов, финансируемых ведомствами и по грантам фондов. Российский научный фонд выставляет требования по минимально требуемому количеству статей, ежегодно индексируемых в базах данных Web of Science / Scopus. В итоге распределение статей в «хищнических» журналах, приведенное в упомянутом докладе Комиссии РАН, по финансирующим агентствам (на основе выраженных в статьях благодарностей) показывает, что такими публикациями авторы активно отчитываются за средства, полученные от научных фондов и Министерства науки и высшего образования (*табл. 13*).

Настоящий «расцвет» некачественных публикаций отчасти связан с тем, что профессорско-преподавательский состав в большинстве своем воспринимает необходимость публиковаться как неприятную обязанность [Ловаков, 2015], а не как компонент научной деятельности, касающийся стремления сделать публичными результаты своей работы. В итоге появился целый арсенал «приемов», позволяющих достичь требуемых показателей результативности. Помимо статей в «хищнических» журналах, можно выделить еще несколько методов наращивания числа публикаций.

Таблица 13

**Распределение статей российских авторов,
опубликованных в «журналах-хищниках»,
по финансирующим организациям**

Финансирующая организация	Количество статей в «журналах-хищниках» Scopus	Количество статей в «журналах-хищниках» Wos	Всего статей в «журналах-хищниках»
Минобрнауки	735	39	774
Российский фонд фундаментальных исследований	439	116	555
Российский научный фонд	171	38	209
Совет по грантам Президента Российской Федерации	79	2	81
Российский гуманитарный научный фонд	70	3	73
Всего	1741	202	1943

Источник: [Комиссия РАН, 2020, с. 39].

Первый состоит в «покупке» публикаций за счет заключения контрактов с высокопродуктивными учеными из других стран [Poldin et al., 2017].

Второй метод использует фактор международного соавторства и заключается в попытках опубликовать как можно больше статей с зарубежными коллегами. С ними проще попасть в требуемые журналы. В ряде университетов зарубежные ученые привлекаются именно с целью повышения публикационной активности. Как показывают исследования, доля таких публикаций в портфеле университета может достигать до 30% [Дьяченко, Нефедова, Стрельцова, 2017, с. 137]. При этом может быть и позитивный обучающий эффект для российских сотрудников: по тому, во-первых, как следует писать статьи в иностранные журналы, и, во-вторых, как следует оформлять такие тексты. Однако российский прессинг библиометрии почувствовали и зарубежные коллеги, сотрудничающие с российскими учеными. Результаты опроса, посвященного особенностям российско-французской научной кооперации [Dezhina, 2018], показали, что давление необходимости опубликовать заданное число статей в год сказывается на зарубежных партнерах. Российские ученые просят своих иностранных коллег написать

совместно как можно больше статей и включить в число соавторов как можно больше российских специалистов. По мнению зарубежных партнеров, российские требования по количеству публикаций мешают нормальному исследовательскому процессу.

Третий подход состоит в том, что материал искусственно разделяется на несколько небольших фрагментов и на основе каждого публикуется отдельная статья (так называемые салями-публикации). Изначально именно этот подход был наиболее распространен, но затем популярность его упала в тех вузах, где предъявляются требования не только к количеству статей, но и к импакт-фактору журналов, в которых они опубликованы.

Четвертый подход – активное инициирование конференций с публикацией тезисов, которые индексируются в базе данных Scopus. Исследование НИУ ВШЭ подтвердило, что в России наблюдается настоящий «конференционный взрыв» [Стерлигов, 2019]. При этом следует отметить, что частое участие в конференциях, как показывают зарубежные исследования, не влечет автоматического роста продуктивности и качества научной работы. Так, исследование, проведенное на базе университета Британской Колумбии, показало отсутствие связи между числом опубликованных конкретным исследователем статей и частотой его поездок на конференции [Wynes, 2019].

Пятый прием наращивания «видимости» состоит в участии в статьях с большим (более 100) числом соавторов. Если в странах ОЭСР доля таких работ составляет менее 1%, то в России на данный тип публикаций приходится уже 17,2% [Стерлигов, Савина, Чичкова, 2019]. Более того, именно ведущие университеты взяли на вооружение этот подход, поскольку результаты исследований больших коллабораций, как правило, публикуются в журналах с высоким импакт-фактором. В результате у некоторых университетов такие статьи составляют более половины публикаций в престижных журналах. Так, например, доля публикаций в журналах Nature Index с 100+ авторами составляла, по данным за 2017 г., 82% в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете, 73% – в МИФИ, 72% – в Новосибирском государственном университете, 58% – в Томском государственном университете, 57% – в МФТИ, 51% – в МГУ. Как видно из этого списка, не только технические, но и классические университеты практикуют участие в таких проектах.

Публикационная гонка не только негативно влияет на этические основы представления результатов исследований, но и снижает уровень инновационного мышления, поскольку часто наиболее «проходные» публикации – это те, которые находятся в мейнстриме научной мысли. Об этой опасности предупреждал Хорхе Хирш [Congou, 2020] – автор известного индекса Хирша, в настоящее время широко используемого в России в качестве показателя «ценности» ученого. Недавнее (2020 г.) исследование продуктивности российских университетов, проведенное аналитическим центром «Эксперт», подтвердило правильность таких опасений. Оказалось, что увлечение написанием статей в последние 10 лет привело к снижению инновационной активности вузов. Доля вузов в общем числе российских публикаций, индексируемых в международных базах данных, существенно возросла (с 2012 по 2019 г. с 5% до почти 48%), а патентная активность снизилась. Удельный вес полученных российскими вузами за тот же период времени патентов снизился с 17 до 4% от общего числа российских патентов [Ермак и др., 2020]. При этом фокусирование на публикационную активность мало способствовало росту качества. По данным для России в целом, за последние 8 лет среди 5% наиболее цитируемых статей мира доля российских публикаций возросла на 0,1%, а в топе-1% их вес снизился с 0,4 до 0,3%.

Вместе с тем нельзя не отметить несколько позитивных аспектов, связанных с наращиванием публикационной активности. Первое – это усиление связей между академической и вузовской наукой, выражающееся в соавторстве научных публикаций. Второй позитивный аспект касается развития сотрудничества с представителями русскоязычной научной диаспоры, которые могут обучить правильной работе над статьей, поскольку, зная зарубежные правила, они одновременно лучше иностранцев понимают особенности российской культуры изложения научных результатов. В частности, именно представители научной диаспоры не раз отмечали, что в России происходит эрозия научного процесса, так как написание обширных отчетов для финансирующих ведомств способствует потере квалификации, необходимой для написания статьи в международный журнал. Очень ограниченное число исследователей хорошо владеют английским языком, единицы участвуют в работе международных редакций. Соответственно, у российских исследователей нет навыков доступного и красивого изложения своих результатов, что сразу отрезает возможность публикации в наиболее

престижных журналах. Тем более что в настоящее время меняются технологии публикационной деятельности в направлении большей ясности и открытости изложения не только результатов, но и исходных данных. Это проходит в русле движения за воспроизводимость экспериментов, что особенно актуально для естественных, инженерных наук и медицины. Поэтому статьи могут быть достаточно лаконичными, тогда как приложения к ним – в 3–4 раза больше по объему [Кабанов, 2019]. Требуется также новый уровень технологии сбора, хранения, очистки, защиты и обмена данными. Следует отметить, что диаспора, по сути, заменяет работу служб, которые есть в зарубежных университетах. Они занимаются помощью в улучшении статьи, для чего в штате есть профессиональные научные писатели (scientific writers).

Третий позитивный аспект касается повышения внимания руководства ряда вузов к качеству научных работ. Для оценки результативности научных исследований стали применяться комплексные показатели, учитывающие не только публикационную активность. Например, в Новосибирском государственном университете надбавка за публикации снижается, если публикации представляют собой тезисы конференций или статьи, опубликованные в недобросовестных журналах. Началась и селекция конференций: если престиж мероприятия невысок, то сотруднику не рекомендуется туда ездить [Ермак и др., 2018]. Похожие тренды есть в НИУ ВШЭ и МИСиС – например, в этих университетах за публикацию статей в журналах третьего и четвертого квартилей надбавка к заработной плате не выплачивается.

Однако главная проблема состоит в привязке количественных результатов научной работы к дополнительной оплате, которая может в несколько раз превышать должностной оклад. При этом основной мерой по стимулированию научной продуктивности выступают именно доплаты за статьи, опубликованные в изданиях, попадающих в базы данных Web of Science / Scopus. В российских условиях ввиду низкой базовой зарплаты публикации становятся средством повышения личных доходов. Это также приводит к тому, что ученые не имеют возможности отвлечься от написания статей, взять тайм-аут для спокойного проведения исследований и экспериментов или сбора материалов для книги (в общественных и гуманитарных науках).

Данная тенденция противоречит тому, что происходит в мире – как в развитых странах, так и в странах догоняющего развития. Зарубежные исследования показывают, что рост продуктивности происходит

до некоей точки перелома, после чего дальнейшее давление приводит к снижению продуктивности [Schuelke-Leech, 2013]. Неслучайно в странах, где публикационная активность становилась объектом контроля, число публикаций росло, но их цитируемость падала [Butler, 2003]. Кроме того, финансовые стимулы влияют по-разному на высоко- и низкомотивированных ученых. У кого мотивация была низкой, финансовые стимулы могут ее повысить, а если она уже была высокой, то дополнительное финансовое поощрение уже не в состоянии сделать публикационную активность еще выше [Smith, 1995]. Соответственно, страны начинают отказываться от такой практики «повышения результативности». В частности, в Пакистане, где размер оплаты зависел от числа статей и кварталов журналов, в которых они были опубликованы, признано низкое влияние результатов науки на развитие экономики и общества. Более того, такой подход негативно влияет на «психологическое состояние» в академической среде [Shah, 2020]. Другим примером являются Нидерланды, где Нидерландская организация по научным исследованиям (The Netherlands Organization for Scientific Research) запретила использовать индексы Хирша и импакт-факторы журналов в процедурах оценки исследователей.

Китай, который ранее делал значительный акцент на библиометрические характеристики результатов научной работы, также планирует существенно изменить практику оценки. В феврале 2020 г. два министерства – Министерство образования и Министерство науки и технологий Китая – официально уведомили об отказе использовать данные индекса научного цитирования (SCI – Science Citation Index) в системе оценки университетов и академических учреждений [Yaobin, 2020], а индекс цитирования в социальных науках (SSCI – Social Science Citation Index) – при оценке результативности исследований в общественных науках. Такое решение связано, в частности, с тем, что ориентация ученых-обществоведов на международные издания привела к игнорированию внутренних проблем страны и к фокусировке на тематиках, которые могут заинтересовать в первую очередь редакции зарубежных журналов. Соответственно, сократилось число исследований, посвященных глубокому изучению проблем китайского общества [Lau, 2020]. В связи с отмеченными проблемами библиометрические данные больше не будут использоваться для принятия решений при найме, продвижении и материальном поощрении исследователей. Кроме того, вузам предлагается не устанавливать требования по коли-

честву публикуемых статей как для отдельных исследователей, так и для кафедр, а для аспирантов не должно быть критерия числа публикаций для допуска к защите диссертации.

Отдельные правила вводятся в Китае для оценки фундаментальных и прикладных исследований. При оценке результатов фундаментальной науки главными критериями становятся оригинальность и научная ценность работы, а не количество статей и импакт-факторы журналов. Что принципиально, более трети результатов фундаментальных исследований должно быть опубликовано в отечественных журналах, а число статей не имеет значения [Тао, 2020]. Для прикладных работ главным итогом является применение полученных результатов в экономической и/или социальной сфере.

В целом данным уведомлением двух китайских министерств начат переход к более комплексной оценке результатов как по количественным, так и по качественным параметрам. Китай снижает публикационную гонку и одновременно переориентируется на развитие отечественных научных журналов. Скорее всего, число публикаций китайских авторов в международных изданиях снизится, однако качество исследований может возрасти, поскольку больше не будет потребности публиковать большое число статей и этим отнимать время от проведения исследований.

Одна из серьезных проблем, выявленная в ряде эмпирических исследований и связанная с системой оценки, заключается в росте бюрократизации научной деятельности. Именно использование показателей результативности привело к существенной бюрократизации, выраженной в формализации работы управленческих структур, когда содержательный компонент ускользает от внимания [Бабинцев, 2014; Бугаева, Сиразитдинова, 2016].

С точки зрения места библиометрии в оценке результатов научных исследований примечательна система, введенная в Великобритании, получившая название REF (Research Excellence Framework – «*Рамки исследовательского превосходства*»). REF представляет собой комплексную систему оценки, в которой библиометрические индикаторы играют второстепенную роль.

Результаты REF служат основанием для распределения государственного финансирования между университетами – на основе REF распределяется почти 70% «базового» финансирования исследований в университетах [Arnold et al., 2018, p. 9].

Уровень оценивания в REF – это факультеты. Качество исследовательской работы определяется по трем компонентам: outputs (результаты), impact (влияние на экономику и общество), environment (условия для ведения исследовательской деятельности). Комбинированно используются количественные и качественные показатели, а также метод кейсов. Соотношение между тремя компонентами составляет 60% : 25% : 15%.

Результаты могут включать, но не ограничиваются показателями печатных или электронных публикаций, материалов, устройств, изображений, артефактов, изделий, конфиденциальных или технических отчетов, патентов, выступлений, заметок в Интернете, экспонатов или событий [REF 2021, 2019]. Таким образом, результат – значительно более широкое понятие, чем просто те или иные публикации, индексированные в международных базах данных. Цитирование работ может приниматься во внимание, но это вспомогательный показатель для оценки.

«Эффекты» описываются в форме кейсов, показывающих, как полученные результаты влияют на экономику, общество, культуру, государственную политику, здоровье, окружающую среду, качество жизни. Одним словом, оценивается влияние университета за пределами академических кругов.

Третий параметр – это условия для ведения исследовательской деятельности (environment). Они интегрально оцениваются через такие преимущественно количественные характеристики университета, как:

- число защищенных диссертаций, постдокторские позиции, равенство и разнообразие;
- участие в программах подготовки исследователей;
- структура академических единиц, механизмы поощрения взаимодействия, междисциплинарность;
- инфраструктура, здания, оборудование, характер их использования (например, совместное использование, загрузка научного оборудования);
- внебюджетное финансирование и полученная помощь in-kind (т.е. в виде материальных объектов).

Перечисленные показатели не сводятся к некоей формуле или таблице, а представляются в виде нарратива.

Таким образом, в системе оценки REF библиометрия становится вторично-третичным показателем, особенно для общественных наук.

Следует отметить, что главными критиками REF выступают академические работники, которые настаивают, что чисто экспертная оценка была бы предпочтительнее, а такая система приравнивает университеты к структурам, производящим простые товары [Agyemang, Broadbern, 2015]. Еще одно направление критики состоит в том, что происходит усиление неравномерности распределения средств в результате использования REF. Сильные становятся сильнее, а слабые – еще слабее. Действительно, по итогам оценки 2014 г., 10 университетов получили 50% дополнительно распределяемого финансирования, а на группу «Рассел» (Russel Group – 24 наиболее престижных университета Великобритании) пришлось 71% финансирования [Research Excellence Framework, 2018]. Тем не менее системы оценки, где библиометрические показатели не являются основными, а акцент сделан на оценке «третьей миссии» университетов, были адаптированы в нескольких странах.

В данном контексте научная политика в России отстает от мировых тенденций. По-прежнему приоритет отдан мерам, направленным на рост числа публикаций в журналах, включенных в базы данных Web of Science / Scopus, и связывающим публикационную активность с дополнительным материальным стимулированием работников. Оценки влияния научных результатов на экономику и общество не проводятся, поэтому реальная их полезность неизвестна. Осознание проблем, связанных с акцентом на публикационную активность как мерилу результативности отдельных исследователей и целых институтов, только начинается, и то в очень ограниченном числе организаций, где стали принимать меры по иному измерению качества научных результатов. Вместе с тем в государственных инициативах и среди индикаторов, устанавливаемых ведомствами для оценки успешности их реализации, вес публикационной активности остается высоким, причем применительно ко всем научным дисциплинам.

3.3. Кейс: последствия библиометрической гонки в России на примере общественных и гуманитарных наук

В отношении к оценке результативности научной работы по библиометрическим показателям мнения чиновников и научного сообщества расходятся. Выборочно мнения представителей научного сообщества о принятой системе оценки научных результатов и последствиях ее применения были выяснены в результате проведения слабоструктури-

рованных интервью с 10 экспертами, работающими в области общественных и гуманитарных наук. Это позволило не только уточнить имеющиеся в литературных источниках сведения и оценки, но и понять специфику социогуманитарных областей¹. С точки зрения распределения по областям наук два респондента представляют юридические науки и два – философские. По остальным областям наук (филология, литературоведение, история, психология, политология, экономика) было по одному респонденту.

Все опрошенные эксперты имели степень кандидата или доктора наук либо степень PhD, работали в ведущих московских вузах (50% имели степень доктора наук, 30% – кандидата наук, 20% – PhD). В дополнение к научной работе все они были менеджерами среднего звена (занимая должности деканов, руководителей кафедр, научных центров и групп), поэтому имели представление не только о научном процессе, но и об управлении исследованиями. С точки зрения возрастной структуры практически все эксперты находились в продуктивном среднем возрасте, на пике своей карьеры. Они имели опыт преимущественно постсоветской работы в университетах. Половина респондентов были в возрасте 50–56 лет, около 20% – в возрасте 36–45 лет, 30% – 60–66 лет. Поэтому стоит подчеркнуть, что опросы, где было бы больше ученых в возрасте от 60 лет, которые из своего личного опыта способны проводить параллели между прошлой и современной системами организации науки, или молодых возрастных групп, которые уже адаптировались к современным ценностям, связанным с использованием библиометрии, могут дать иные результаты.

При анализе персональных интервью использовался нарративно-дискурсивный подход (*narrative-discursive approach*) [Davis, Harre, 1990]. Он состоит в учете не только смысла сказанного респондентами, но и используемой ими лексики (слов, конструкций и форм речи), что является отражением социальной и дискурсивной реальности [Tapanila, Siivonen, Filander, 2018, p. 4]. Таким образом, при данном подходе анализируется:

- что говорится;
- какими словами;

1 Подробно дизайн проведенных интервью, анализ ответов респондентов на вопросы и другие аспекты исследования изложены в работе, поддержанной Институтом общественных наук РАНХиГС, НИР «Неформальные механизмы научной политики в ведущих российских вузах» (2019 г.).

- какие выражения и обороты встречаются чаще всего.

Интервью показали, что, по мнению респондентов, оценка результатов научной работы по количеству публикаций и выстраивание на этой основе системы надбавок к заработной плате негативно влияют на научный климат и возможности получить серьезные научные результаты в среднесрочной и даже в долгосрочной перспективе. Проблема заключается не только в том, что гонка за публикациями приводит к известным подтасовкам и мошенничествам вокруг библиометрических показателей и к связанному с такой системой вознаграждения чувству неопределенности и нестабильности материального положения, но и в размывании основы научной производительности – в распаде коллективов, в некоторых случаях даже в исчезновении среды общения – той, благодаря которой рождаются новые идеи. В критике отчетности по публикациям звучали такие характеристики состояния научной среды, как «имитация», «профанация», «жульничество», «плагиат», «мошенничество».

Библиометрия породила много жульничества. Не исключено, что как минимум половина всех новых показателей – это накрутка (философ, кандидат наук).

Репутационные вещи в науке погибают. Факт плагиата уже не преступление. Это стало нормализованной деятельностью (политолог, доктор наук).

Спускаются цифры по листажу. Листаж привязывается к зарплате. Базовой зарплаты нет – все получают по госзаданию. ... Надбавки не дают гарантии, это чувство неопределенности, отсутствие стабильности (литературовед, PhD).

Люди платят деньги, чтобы опубликоваться в квазижурналах, чтобы иметь возможность подать на гранты. Чтобы иметь надбавки... Вузы стремятся в рейтинги, и растет мошенничество. На работу берут тех, кто покажет больше impact. Метрика – это коррозия, она все разъедает (юрист, доктор наук).

Упор все больше делается на наукометрию. ...идея в том, чтобы перейти с подсчета статей в Scopus в подсчет их по Web of Science, потому что Scopus скомпрометировал себя коммерческой деятельностью по включению в базу слабых журналов. При переходе на подсчеты по Web of Science надбавок лишатся примерно 2/3 из тех, кто их сейчас получает. Экономия средств (экономист, кандидат наук).

Несмотря на то что перекосы в библиометрии действительно могут порождать и порождают разного рода приемы по наращиванию научного «выхода», значительно более серьезные последствия связаны с исчезновением продуктивной научной среды. Речь идет о распаде научных коллективов и о сокращении научного общения.

Растет разъединение людей, а науку нельзя делать в одиночку. Это все происходит потому, что есть привязка вознаграждения к импакту, то есть ученые превращаются в продавчиков с KPI... Это, по сути, сдельная работа и полная неопределенность на будущее. Такая ситуация индивидуализирует. Совместные статьи не означают наличие коллективности! Это просто впахивание людей в число соавторов. Это коммерческие отношения. Это решение проблем, но не коллективная работа. ...Менеджеры науки не понимают, что происходит атомизация (философ, кандидат наук).

Происходит исчезновение среды общения. В нашей области с наукой пустынно (психолог, доктор наук; политолог, доктор наук).

В анализе ситуации сказалась и специфика общественно-гуманитарных областей. В частности, для этих профессий монографии играют не меньшую, если не большую роль, чем статьи, и, кроме того, ряд престижных журналов в области гуманитарных наук даже не индексируются в зарубежных базах данных, а именно по этим базам проводится оценка продуктивности.

Не учитываются для гуманитариев монографии. Обсуждается, но никто не реагирует. Для гуманитариев монография престижнее статьи. И в некоторых гуманитарных областях нет рейтинговых журналов (литературовед, PhD).

Монографии не ценятся. А ведь если ты пишешь раздел в монографии хорошего издательства, значит, ты признан международным сообществом (филолог, доктор наук).

Респонденты высказали также свои мнения о том, какой должна быть отчетность исследователей. Условно-усредненное мнение состоит в том, что измерять результаты работы нужно по широкому кругу параметров, а не только по числу публикаций или написанных страниц текста. В том числе оцениваться должна работа с аспирантами, а также **полезность научных проектов для общества.**

Оценки должны быть сверху вниз – что дает наука для общества и потом декомпозиция на вузы. Публикации – это хорошо, но какой

вклад они дают в экономику и благосостояние? ... То есть нужны индикаторы влияния науки на другие сферы (философ, доктор наук).

Должны быть требования по функциям. То есть надо отчитываться по параметрам – работа с аспирантами, публикации в WoS / Scopus (юрист, доктор наук).

Должна быть комбинация принципов оценивания – не только публикации. Но и книги, экспертиза и др. И, конечно, есть оценки по гамбургскому счету – ученые сами должны решать, кто чего стоит. Это будет частично сектантство и закрытость, но с этим можно бороться (философ, кандидат наук).

Надо отделить ученых от профанаторов. Признак ученого: есть международное признание и статус в сообществе (психолог, доктор наук).

Высказанные мнения свидетельствуют о том, что нет жесткого отрицания оценки результатов научной работы по публикациям, но есть разница между простым подсчетом статей, в том числе с учетом импакт-факторов журналов, и оценкой по статьям, которые опубликованы в качественных журналах и признаны коллегами (хорошо цитируются). Что немаловажно, признается значимость такого параметра, как вклад исследований в развитие экономики и общества. Возможно, что в какой-то мере научное сообщество готово принять новый подход к оценке, который сейчас обсуждается в ведущих странах мира.

В целом данный экспертный опрос подтвердил распространение недобросовестных практик наращивания публикационной активности как реакции на давление количественных параметров оценки результатов работы. В частности, указывалось на распространенность плагиата, имитаций и профанаций. Рассуждения респондентов о распаде научных коллективов и «механическом» объединении исследователей в «группу соавторов» стыкуются с результатами исследований, показавших, что погоня за публикациями приводит к формированию временных альянсов, а не научных партнерств, в результате чего индивидуальная продуктивность ученых падает [Gasson, Herbert, 2019]. Таким образом, распады научных коллективов и замена их «группами в интересах публикации научных статей» приводят к разрушению среды производства научного знания. Особенность результатов, полученных в данном опросе, состоит в том, что был выражен серьезный пессимизм, и дана максимально жесткая оценка происходящему снижению

этических и научных норм. По всей вероятности, это отражение специфики происходящего именно в гуманитарных и общественных науках.

При этом респонденты в целом принимают систему оценки по результатам, однако считают важным скорректировать ее так, чтобы было больше «качественных» параметров, и они рассматривались бы комплексно. Они признают при этом важность оценки практической пользы результатов исследований, выражающейся в измерении степени влияния на социально-экономическое развитие, т.е. трансформирующего воздействия науки.

3.4. Параметры технологического развития

Российская научно-технологическая сфера постсоветского периода характеризуется слабым участием бизнеса в финансировании НИОКР. Доля бизнеса в суммарном финансировании исследований и разработок остается на уровне 30%, что практически вдвое меньше по сравнению с ведущими странами (рис. 5).

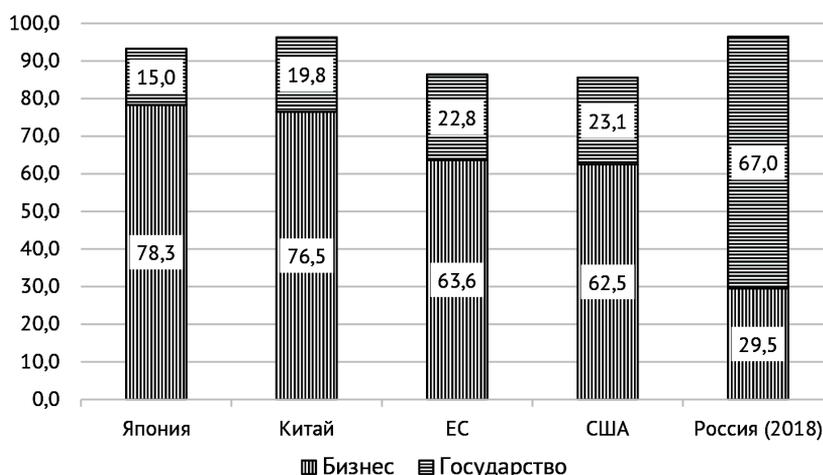


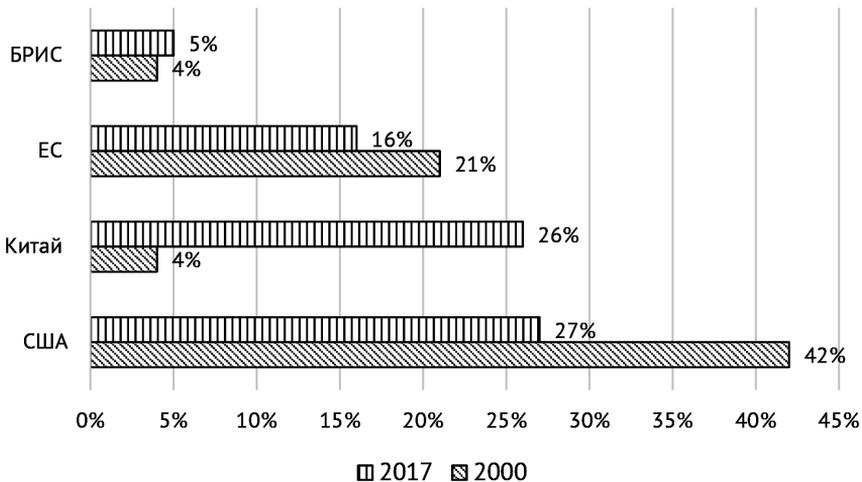
Рис. 5. Доля бизнеса и государства в финансировании НИОКР, % (2017 г.)

Источники: По ЕС – [European Commission, 2020, p. 274; 264]. По США, Японии и Китаю – URL: <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20203/cross-national-comparisons-of-r-d-performance#country-and-regional-patterns-in-total-national-r-d>. По России – [Наука. Технологии. Инновации, 2020, с. 40].

Находясь по суммарным расходам на НИОКР в абсолютном выражении на 10-м месте в мире (по данным за 2018 г.), Россия занимает

1-е место по удельному весу государственного финансирования среди топ-10 стран с долей бюджетного финансирования в общих расходах на НИОКР, достигающей 67% [Ратай, 2020а]. Ближайшая к России страна по данному параметру – Индия, находящаяся на 7-м месте в мире (63,2% бюджетных средств в суммарных расходах на НИОКР). При этом среди 65 стран с наибольшими расходами на НИОКР бюджетные ассигнования (в процентном исчислении) превышают российский уровень только в ряде стран СНГ (Армения, Азербайджан, Молдова, Киргизия, Таджикистан), а также в Аргентине, Мексике, Египте, Индонезии и Ираке.

Следует отметить, что в мировой структуре бизнес-расходов на НИОКР США и Китай достигли паритета, и в совокупности на эти две страны приходится 53% мировых расходов бизнеса на исследования и разработки (рис. 6).



Примечание. БРИС – Бразилия, Россия, Индия и ЮАР.

Рис. 6. Изменение позиции стран в мировых расходах бизнеса на НИОКР, % к суммарному мировому объему финансирования НИОКР со стороны бизнес-сектора (2000 г. / 2017 г.)

Источник: [European Commission, 2020, p. 268].

При низких расходах бизнеса на НИОКР в России, финансирование технологических инноваций (включая выполнение исследований и

разработок) в основном осуществляется за счет собственных средств компаний (рис. 7).

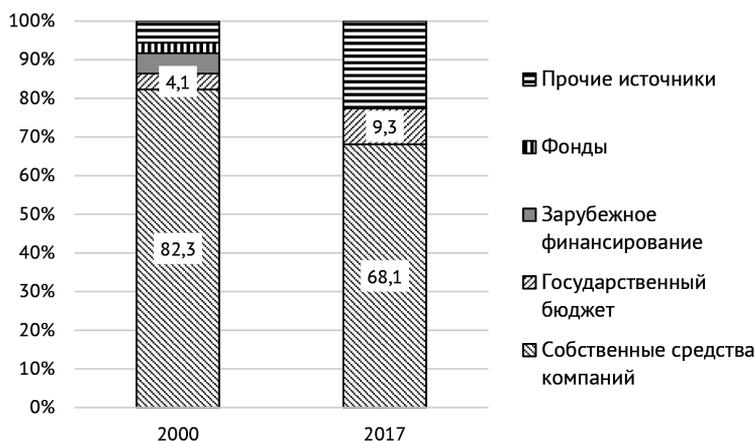


Рис. 7. Финансирование технологических инноваций в российской промышленности: структура источников, %

Источник: [Индикаторы инновационной деятельности, 2019, с. 83].

Данные в динамике показывают, что за 2000–2017 гг. доля собственных средств организаций, инвестируемых ими в создание технологий, снизилась, и вдвое вырос удельный вес финансирования из государственного бюджета. Расчет темпов роста вложений собственных средств компаний и бюджетных средств, проведенный по данным о суммарных затратах в промышленности на технологические инновации¹, показывает, что за рассматриваемый период бюджетные ассигнования в абсолютном исчислении возросли в 5,8 раза, а инвестиции из собственных средств компаний – в 2 раза. К сожалению, здесь нельзя дать однозначной оценки, произошло ли замещение частных средств государственными или у компаний сократились возможности вкладывать средства в технологическое развитие.

Некоторые косвенные оценки активности государства в поддержке технологического развития компаний можно сделать, опираясь на данные о доле компаний, получивших поддержку от государства (рис. 8).

¹ В постоянных ценах 1995 г. Источник: [Индикаторы инновационной деятельности, 2019, с. 63].



Рис. 8. Государственная поддержка инновационной деятельности компаний за 2014–2016 гг., % от числа компаний в каждой группе

Источник: [OECD 2019 Innovation Indicators tables].

Как следует из приведенных на рис. 8 данных, в России государство достаточно активно поддерживает компании, уступая среди рассматриваемых стран только Японии, а также Германии в части поддержки крупных компаний. Вместе с тем в России суммарные объемы финансирования от государства и его распределение между компаниями показывают, что приоритетную поддержку получает крупный бизнес определенных отраслей. При этом крупные российские компании, включая госкомпании, имеют низкий уровень инновационной активности (табл. 14). Отметим, что, согласно классификации ОЭСР, наукоемкими (высокотехнологичными) считаются отрасли (компании), у которых доля затрат на НИОКР в выручке составляет более 3,5%.

Таблица 14

Рейтинг топ-20 инновационных компаний среди 600 крупнейших российских компаний по версии «Эксперт-РА»

Название компании	Расходы на инновационную деятельность в выручке в 2018 г., %
«Яндекс»	17,7
«Соллерс», группа	8,13
«Русэлпром», концерн	4,92
Росатом	3,0
ОАК	1,81

Название компании	Расходы на инновационную деятельность в выручке в 2018 г., %
«Транснефть»	1,41
«Силовые машины»	1,13
«Российские сети»	1,07
ПАО «АвтоВАЗ»	1,04
НПК «ОВК»	0,8
СО ЕЭС, группа	0,58
ПАО «НК «Роснефть»	0,46
«СИБУР» холдинг	0,42
Mail.ru Group	0,39
РЖД	0,33
«АЛРОСА», АК	0,32
«РусГидро»	0,28
Объединенная судостроительная корпорация	0,2
«Совкомфлот»	0,19
«Госкорпорация по ОрВД», ФГУП	0,17

Источник: Данные за 2018 г. Последнее обновление – 2018 г. URL: https://raex-rr.com/country/RAEX-600/innovative_companies.

Для сравнения: топ-10 наиболее инновационных компаний мира тратят на инновационную деятельность (в выручке) от 25,4% (Merck) до 5,1% (Apple). Таким образом, на мировом уровне инновационных расходов находятся только три крупные российские компании.

Рейтинг топ-500 компаний по объемам выручки, который составляет РБК, показывает, что из них только 46 компаний в 2017 г. имели затраты на НИОКР. Данные по НИОКР были извлечены из бухгалтерской отчетности РСБУ, где такие расходы учитываются отдельной строкой¹. Данные о затратах на НИОКР свидетельствуют о том, что с 2014 г. в компаниях наблюдается постепенный спад этого вида расходов. На достаточно высоком уровне он остается там, где НИОКР в компании в значительной степени финансирует государство (например, в ОАО «Вертолеты России» – 50% затрат на НИОКР финансируется государством) [Вершинин, Корнилов, Байков, 2018]. В целом компаниями – лидерами по расходам на НИОКР были ПАО «АвтоВАЗ», ОАО «Вертолеты России», ПАО «Ростелеком» и ПАО «НК «Роснефть» (табл. 15).

1 Измеритель несовершенный, так как учитываются только НИОКР, не приведшие к появлению объектов интеллектуальной собственности. В противном случае такие затраты учитываются в составе нематериальных активов. Несмотря на неполноту учета фактических затрат на НИОКР, этот показатель в бухгалтерской отчетности единственный, обособленно показывающий корпоративные затраты на НИОКР.

Таблица 15

Топ-компании по затратам на НИОКР, входящие в рейтинг РБК-500

Компания	Объем НИОКР, млн руб. в 2016 г.
Машиностроение и ОПК	
ОАО «Вертолеты России»	8 681,5
АО НПК «Уралвагонзавод»	2 329,2
ПАО «Силовые машины»	174,9
Автомобилестроение	
ПАО «АвтоВАЗ»	10 150
ОАО «КамАЗ»	922,6
Нефтегазовый сектор	
ПАО «НК «Роснефть»	3 344,7
ПАО «Газпром»	2 592,5
ПАО «Татнефть»	632,1
ПАО «Транснефть»	185,7
ОАО «Сургутнефтегаз»	143,4
АО «Зарубежнефть»	51,1
Транспорт	
ОАО «РЖД»	979,0
«Аэрофлот»	547,0
Химия и нефтехимия	
ПАО «Сибур Холдинг»	1 632,3
ОАО «Нижекамскнефтехим»	503,5
ПАО «Уралкалий»	203,6
Космическая индустрия	
ОАО РКК «Энергия»	1 433,1
АО «Информационные спутниковые системы»	325,1
Информационно-коммуникационные технологии	
ПАО «Ростелеком»	7 614,0

Источник: [Вершинин, Корнилов, Байков, 2018].

Сопоставление данных *табл. 14* и *15* позволяет заключить, что компании с максимальными абсолютными расходами на НИОКР не являются наиболее наукоемкими: ОАО «Вертолеты России», ПАО «Ростелеком» имеют наукоемкость менее 0,17%, поэтому не входят в рейтинг «Эксперт-РА», наукоемкость ПАО «АвтоВАЗ» составляет 1,04% и ПАО «НК «Роснефть» – 0,46%.

Помимо общих объемов финансирования, значение имеют формы поддержки исследований в бизнес-секторе. Институты развития, включая Фонд содействия инновациям и Национальную технологическую инициативу (НТИ), инвестируют всего около 25 млрд руб. в год, по данным на 2020 г. (*табл. 16*).

Таблица 16

Финансирование разработки технологий (НИОКР) институтами развития, млрд руб.

Организация	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Фонд содействия инновациям	9,4	10,9	17,6
Национальная технологическая инициатива	10,6	9,6	8,8
Субсидии фонда «Сколково»	5,1	4,6	4,5
Субсидии Фонда инфраструктурных и образовательных программ*	1,5	1,0	1,0

* Только некоммерческим организациям.

Источники: Пояснительная записка к проекту Федерального закона «О федеральном бюджете на 2020 г. и на плановый период 2021 и 2022 гг.»; Приложение 11 к Федеральному закону «О федеральном бюджете на 2020 г. и на плановый период 2021 и 2022 гг.».

Еще около 15 млрд руб. – это венчурное финансирование портфельных компаний Российской венчурной компании (РВК). В 2019 г. сумма одобренных инвестиций в 24 портфельные компании РВК составила 1,4 млрд руб. При этом на цифровой платформе РВК с доступом к поддержке бизнеса зарегистрировано свыше 2,5 тыс. компаний, а общее число проинвестированных фондами РВК компаний – 273 [Что такое Российская венчурная компания, 2020].

Более существенное государственное финансирование прикладных НИОКР выделяется через различные отраслевые программы (табл. 17). Распределение средств через механизм отраслевых программ менее прозрачно, чем через институты развития. Таким образом, *вопрос не только в масштабах финансирования НИОКР в предпринимательском секторе, но и в том, кому поступают средства и какие продукты получают в результате их расходования.*

Таблица 17

Динамика ассигнований на научные исследования и разработки по ряду отраслевых государственных программ, млрд руб.

Название государственной программы	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Наுகоемкие программы			
Космическая деятельность России	109,1	95,1	83,9
Развитие авиационной промышленности	44,8	39,8	39,8
Развитие здравоохранения	41,4	43,6	39,9
Программы по приоритетным технологическим областям			
Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности	9,7	10,5	10,5

Название государственной программы	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Экономическое развитие и инновационная экономика	7,8	7,5	7,4
Государственная программа РФ «Развитие рыбохозяйственного комплекса»	6,7	4,6	4,9
Государственная программа РФ «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия»	1,8	1,9	2,0
Государственная программа РФ «Развитие экономики»	1,5	1,6	1,2

Источник: Приложение 8 к Пояснительной записке к проекту Федерального закона «О федеральном бюджете на 2020 г. и на плановый период 2021 и 2022 гг.»; расчеты автора.

Судя по позициям России на перспективных высокотехнологичных рынках, бюджетные траты на НИОКР не дают существенной отдачи (см. вставку 1, более подробно данные представлены в *Приложении 4*).

Вставка 1: Россия на мировых рынках технологий

По оценкам консалтинговых компаний IDC и «Гартнер», доля российского ИТ-рынка составляет 0,6% мирового (24 млрд долл. при 4 трлн долл. мирового рынка)¹. Эксперты полагают, что в 2020 г. российский рынок ИТ упадет на 5–10%, а восстановление отрасли начнется не раньше, чем к началу 2022 г. [Мельникова, 2020].

*На рынке **электроники** Россия находится на 10-м месте в мире с объемом 44 млрд евро (для сравнения: Китай – 1557,7 млрд евро, США – 575,1 млрд евро, Япония – 286,3 млрд евро)². Среди крупных рынков доля России оценивается примерно в 1,5%. Эксперты считают, что долю российской электроники на мировом рынке возможно увеличить только до 3% к 2035 г.³.*

1 Данные за 2019 г. URL: http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%A2-%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8#.D0.9E.D0.B1.D1.8A.D1.91.D0.BC_.D1.80.D1.8B.D0.BD.D0.BA.D0.B0

2 Данные за 2017 г. URL: <https://www.statista.com/statistics/268398/market-size-of-the-global-electronics-industry-by-country/>

3 Электронная промышленность получит стратегию. Июнь 2019 г. URL: <https://www.comnews.ru/content/120486/2019-06-28/elektronnaya-promyshlennost-poluchit-strategiyu>.

На рынке **фармацевтики** доля России составляет 4% (США – 33%, ЕС – 15%, Китай – 10%, Япония – 9%)¹.

На рынке **пластмасс** Россия занимает 2,2% мирового рынка (Китай – 24,8%, ЕС – 20,7%, США – 19,4%, Япония – 4,4%)².

Вывод о низкой отдаче от НИОКР подтверждается также статистикой о размерах платежей по импорту технологий и поступлений от экспорта технологий. По данным за 2017 г. (последние имеющиеся статистические данные), поступления от экспорта технологий составили в России 1181,2 млн долл., а выплаты по импорту технологий – 3305,2 млн долл. Для сравнения: аналогичные показатели для США составили 130 834 млн и 88 891 млн долл., в Германии – 718 365,5 млн и 53 734,3 млн долл., в Великобритании – 41 060,6 млн и 21 280,4 млн долл., в Израиле – 15 371,5 млн и 3512,8 млн долл. [Индикаторы науки, 2019, с. 320]. При сравнении с Россией примечателен не только разрыв в масштабах экспорта и импорта технологий, но и превышение экспортных поступлений над оплатой за импорт технологий в этих странах.

3.5. Потенциал развития: средние высокотехнологичные компании

Потенциал развития прорывных технологий в России есть, и он преимущественно сосредоточен в секторе средних быстрорастущих компаний. Представление о числе и характеристике таких компаний дает ежегодно составляемый рейтинг «ТехУспех» – национальный рейтинг российских быстрорастущих технологичных компаний³. В данный рейтинг попадают наукоемкие компании, имеющие высокие темпы роста выручки и экспортный потенциал. За последние 5 лет более 400 частных высокотехнологичных компаний, совокупная выручка которых составляет более 700 млрд руб. и около 70% которых представлены на мировом рынке, попадали в рейтинг «ТехУспех». В последний рейтинг «ТехУспех», который был составлен в 2019 г. и обнародован в начале 2020 г., вошло 110 компаний разного размера с суммарной выручкой

1 URL: <https://www.statista.com/statistics/784420/share-of-worldwide-pharma-revenue-by-country/>.

2 Данные за 2018 г. URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/11129/>

3 О рейтинге. URL: <http://ratingtechup.ru/>

220 млрд руб. При этом затраты на технологические инновации составили в среднем 17%, а расходы на НИОКР – 14% (собственные средства компаний) от выручки (при норме расходов на НИОКР, необходимой для попадания в рейтинг, – 5%). Самое большое число компаний работают в сфере информационных технологий (29% от общего числа участников рейтинга) и в машиностроении (23%)¹. При этом только 17 компаний из 110 ориентированы на определенные на данный момент рынка Национальной технологической инициативы, т.е. находятся в мейнстриме государственных представлений о приоритетных технологических областях.

Средняя выручка на одного работника по крупнейшим частным высокотехнологичным предприятиям – участникам рейтинга «ТехУспех» в 2019 г. достигла 5,7 млн руб. в год. Этот показатель в 4 раза превосходит средние показатели выручки высокотехнологичных компаний на 1 работника в России и средние показатели выручки на 1 занятого в высокотехнологичных секторах любой страны Европы (например, Чехии – в 3,5 раза, Великобритании и Италии – более чем в 2 раза).

Годом ранее суммарная выручка компаний предыдущего рейтинга «ТехУспех» составила 205,4 млрд руб., а затраты на НИОКР – 9% выручки (18,5 млрд руб.). При этом простая средняя доля затрат компаний рейтинга на НИОКР составляла 13% при медианном значении 6%.

На основе рейтинга «ТехУспех» был сформирован еще один пул компаний, получивших название «Национальные чемпионы»² (на осень 2020 г. статус «национального чемпиона» имела 81 компания). По группе этих компаний средняя доля затрат на НИОКР составила столько же, сколько и у компаний рейтинга «ТехУспех» за 2018 г., – 9% (медианная – 5%).

Таким образом, в стране сформировалась относительно небольшая группа средних технологичных компаний, растущая темпами, превышающими европейские. Их общее число, согласно рейтингам, составляет около 400. С учетом того что не все средние технологичные компании, демонстрирующие быстрый рост, вошли в рассмотренные рейтинги, общее число средних быстрорастущих компаний можно оценить примерно в 1000. У этих компаний затраты на НИОКР из собственных средств достигают в среднем 9–14% от выручки (данные

1 Объявлены лидеры национального рейтинга «ТехУспех – 2019». 15.01.2020. URL: <http://ratingtechup.ru/news/3161/>

2 Национальные чемпионы. URL: <http://national-champions.ru/>.

сильно разнятся по годам, поэтому дан такой большой диапазон). Таким образом, уровень наукоемкости таких компаний выше принятого порогового значения в 3,5%, и есть потенциал роста, если оценивать расходы в динамике. При этом по уровню инновационности данные компании превышают показатели самых инновационных крупных компаний рейтинга «Эксперт-РА» (за исключением только «Яндекса» – см. *табл. 14*). В связи с этим можно заключить, что потенциал технологического развития в России сосредоточен именно в этой группе компаний, что не исключает кооперацию с крупными компаниями и даже является необходимым в случае, если крупный бизнес выступает заказчиком технологических решений.

Вместе с тем для средних высокотехнологичных компаний многие рынки внутри страны закрыты либо госкомпаниями, либо импортом, и именно поэтому начиная с 2019 г. стал очевиден тренд на переход средних растущих компаний в иные юрисдикции, где у них больше шансов расширять рынки сбыта. Особенно наглядна эта тенденция среди ИТ-компаний, которые важны для развития в стране цифровых технологий. Так, например, компания Conundrum (внедряет на крупных иностранных предприятиях программные решения для предотвращения поломки сложного оборудования) теперь позиционируется как британская, компания Transas (производитель навигационного программного обеспечения и оборудования для морского пароходства) поглощена финским машиностроительным концерном Wärtsilä (для развития там Smart Marine Ecosystem), компанию Parallels поглотила канадская корпорация Corel (для развития виртуализации), компания Luxoft перешла под контроль американской ИТ-корпорации DXC Technology.

3.6. Возможные направления действий

Исходя из уровня развития научного и технологического потенциала возможными направлениями действий, необходимых для развития в России трансформационных исследований, которые способствуют появлению прорывных технологий, могут быть следующие:

- 1) в области научной политики важно не усугублять разделение между теми, кто выполняет фундаментальные и прикладные исследования, тем более по институциональному признаку, – тренд, наметившийся в 2020 г. в университетском секторе науки, который может затронуть и государственный сектор науки;
- 2) необходимо сфокусировать часть бюджетных средств на транс-

формационные исследования, которые будут выполнять средние растущие технологичные компании, в том числе в партнерстве с научными организациями и вузами. Зарубежный опыт показывает, что такие исследования наиболее эффективны именно на базе наукоемких компаний. Инструментом финансирования может выступать Национальная технологическая инициатива. Она положила начало выбору перспективных рынков. С учетом развития мировых тенденций и профиля российских средних компаний возможно сосредоточиться на небольшом числе критически важных для страны технологий, которые бы развивались с участием средних компаний и их консорциумов. Примерами таких перспективных направлений могут быть технологии 5G/6G, развитие электротранспорта, агротехнологии, включая генетику и биотехнологии, технологии искусственного интеллекта. Выбор именно Национальной технологической инициативы как инструмента реализации проектов связан с тем, что в ее рамках налажена неформальная кооперация научных и образовательных организаций с компаниями, и она может быть поддержана и усилена для того, чтобы развивались интегрированные фундаментально-прикладные исследования;

- 3) в то же время трансформационные исследования могут выполняться научными организациями и вузами без партнерства с компаниями. Финансировать такие проекты можно через научные фонды. В частности, возможно грантовое финансирование через Российский фонд фундаментальных исследований, который имеет опыт реализации проектов ориентированных фундаментальных исследований. Ориентированные фундаментальные исследования выполнялись в интересах разработки технологий, признанных приоритетными на государственном уровне (например, цифровые технологии, новые материалы, экологически чистая и ресурсосберегающая энергетика, персонализированная медицина и др.). Опыт реализации таких проектов может быть учтен при разработке процедур финансирования трансформационных исследований.

Заключение

Модель «линейного развития» научного знания от фундаментальных исследований к технологическим инновациям, в которой принималось, что фундаментальные исследования должны выполняться без учета возможных практических применений, поскольку рано или поздно они дадут результат, доминировала в концепциях научной политики со времени окончания Второй мировой войны. Исходя из этого представления о функционировании науки и ее конечной пользе принимались решения о выделении бюджетного финансирования. При этом в статистическом учете принято жесткое разделение на «фундаментальные исследования», «прикладные исследования» и «разработки».

Фундаментальные исследования, как правило, инициируются самими учеными, ими же оцениваются с точки зрения новизны и значимости (система peer-review) и реализуются преимущественно на основе грантов, т.е. безвозмездных средств от государства, которые не возвращаются в бюджет в случае неуспеха проекта. Такая схема инициирования и оценки фиксирует рамки дисциплинарного подхода, при котором сложно получить поддержку междисциплинарным и мультидисциплинарным проектам, а также проектам, находящимся на стыке «науки» и «практики» (последние часто признаются экспертами недостаточно фундаментальными). Поэтому как система разделения исследований на фундаментальные и прикладные, так и подход к их оцениванию на основе peer-review все больше подвергаются критике. Система оценивания проектов на основе peer-review особенно неоднозначна в странах со скромным научным потенциалом, где нет критической массы признанных ученых в каждой из областей наук. Если при этом конкуренция за финансовые ресурсы высокая, то использование системы peer-review дает возможность экспертам устранять конкурентов. В мировой науке действуют ряд институтов, где отказались от такой системы. Характерным примером в рассматриваемом контексте является американское агентство DARPA. Модель этой организации в настоящее время все больше становится

ориентиром, и ее планируется использовать более широко не только в США, но и в других странах.

Помимо доказанной эффективности данной модели для поддержки целевых, но при этом фундаментальных проектов, интерес к DARPA связан с переосмыслением концепции того, какие именно виды исследований и в каких пропорциях стоит поддерживать государству и частному бизнесу. Идея о том, что фундаментальные исследования рано или поздно приведут к новым технологиям, становится менее популярной, поскольку скорость технологических открытий возросла, и уже сложно ждать десятилетия, чтобы увидеть воплощение фундаментальных принципов в конкретном продукте. За последние 30 лет во многих отраслях сменилось 2–3 поколения техники. Исследования «на будущее» уже не так эффективны, поэтому коэффициент полезного действия «чистой» науки снижается. Этим объясняется не только усиление акцентов на содействие государствам технологическому развитию, но и изменение политики в отношении учета результатов фундаментальных исследований. Характерной иллюстрацией является система REF Великобритании, где все большее значение приобретает вклад университетов в развитие за пределами академической среды. Показателен и пример Китая, где до недавнего времени особая важность придавалась показателям публикационной активности и импакт-факторов журналов. Теперь в Китае наблюдается уход от данной практики оценки результативности науки, усиливается внимание к эффектам науки в экономике и обществе, а фундаментальные исследования планируется оценивать только в части наиболее важных результатов. В мире в целом, помимо более активного вовлечения университетов в трансформационные исследования, наблюдается начало процесса восстановления научных подразделений в крупных компаниях, где разработка фундаментальных идей приводит к сравнительно быстрому их практическому воплощению.

В мире общий вектор развития связан с изменением пропорций между тем, что принято называть фундаментальной наукой, и остальными видами исследований (прикладные, поисковые, трансляционные и т.д.) и с усилением акцента на поддержку трансформационных исследований. Отличия фундаментальных исследований от других: непредсказуемость результата, высокая возможность провала исходной идеи, неочевидная полезность и, соответственно, отсутствие заказчика, который будет использовать потенциальный результат. На смену жесткому

разделению между фундаментальной и остальной наукой пришла концепция трансформационных исследований или HIBAR – интегрированных фундаментальных и прикладных исследований, которые направлены на поиск фундаментальных закономерностей, однако тематика таких исследований инспирирована практическими нуждами. Этот тренд отражает и общественную потребность яснее видеть пользу от науки. Данный процесс перехода к новой модели ускорила пандемия. Она фактически показала, что нужны не только поисковые исследования, но и возможность быстро трансформировать их в необходимые продукты. Для этого должны быть практико-ориентированные научные результаты, инновационно-активный бизнес и инфраструктура. Только при таких многокомпонентных ресурсах можно рассчитывать на получение решений для борьбы с глобальными проблемами и катастрофами.

В России есть некоторый потенциал развития трансформационных исследований, однако нет политической повестки, которая бы ставила задачу развития такого типа исследований. В целом в России наблюдается небольшая позитивная динамика расходов на НИОКР в абсолютном выражении, но сохраняется стагнация с точки зрения расходов на исследования и разработки в ВВП ввиду низких расходов бизнеса на эти цели. Сам ВВП России до 2020 г. хотя и незначительно, но рос, в том числе в сравнении с темпами изменения ВВП в последние три года в Японии и Германии. При этом в бюджетных ассигнованиях на НИОКР растет доля финансирования фундаментальных исследований. Пока средства для технологического развития малы и не возрастают, а довольно существенное финансирование прикладных исследований, выделяемое в рамках отраслевых программ, имеет неизвестную и, видимо, неоцениваемую результативность.

Судя по данным статистики, в предпринимательском секторе науки наибольшие расходы на НИОКР – в крупных госкомпаниях, не в последнюю очередь благодаря существенным бюджетным инвестициям. При этом данные компании в подавляющем большинстве имеют низкую наукоемкость. В целом при относительно низких вложениях крупного бизнеса в НИОКР спроса с его стороны на более фундаментально-ориентированные исследования ожидать не следует. Однако наряду с крупными компаниями сформировался сектор средних быстрорастущих технологичных компаний. Он относительно небольшой (видимая его часть входит в рейтинг «ТехУспех»),

однако динамично развивается, демонстрируя высокие темпы роста выручки и объемов экспорта. Такие компании не являются главными бенефициарами бюджетных инвестиций в НИОКР, притом что именно в секторе средних технологичных компаний можно ожидать появления трансформационных исследований (типа HIBAR). У средних компаний уже могут быть средства на такие работы, но недостаточен доступ к административному ресурсу, позволяющему решать проблемы конкуренции, минуя инновации. В России пока не проводится политика по специальной финансовой поддержке НИОКР в таких компаниях. По контрасту в США поддержка проектов таких компаний практикуется давно, в том числе через грантовые программы Национальных институтов здоровья и Департамента энергетики.

В университетском секторе науки России наметились планы государства учитывать вклад в экономическое развитие страны, но только в отношении категории университетов, которые получают статус национальных опорных, но не национальных исследовательских, если судить по проекту программы ПСАЛ. В ней будут участвовать около 30 национальных исследовательских университетов, стремящихся к мировому лидерству, и около 80 опорных университетов, которые будут развивать новые технологии. Для опорных вузов более значимым становится взаимодействие с индустрией, или так называемая «третья миссия». Однако в целом трансформационные исследования не входят в число основных задач, связанных с развитием науки, ни в университетском, ни в государственном секторе.

Сложившаяся структура финансирования НИОКР в России закладывает догоняющий характер развития. Из-за низкой наукоемкости крупного бизнеса надежда на повторение того, что удалось Китаю, – почти в 1000 раз нарастить расходы на НИОКР за 17-летний период (2000–2017 гг.) – для России представляется маловероятным сценарием. «Приживаемость» модели DARPA также пока неочевидна. Препятствиями являются проблемы с качеством управленческих кадров для сферы науки, поскольку очень немногие имеют опыт работы сразу в нескольких секторах – в государственном, университетском и бизнесе. Политика инбридинга в университетском секторе и отчасти в государственном секторе науки препятствует мобильности и потому появлению таких профессионалов. Пока взаимодействие государ-

ственного и университетского секторов развито значительно сильнее, чем кооперация с индустрией.

Тем не менее можно рассмотреть несколько направлений дальнейших действий, направленных на расширение поддержки трансформационных исследований. Первое из них касается развития трансформационных исследований на базе средних быстрорастущих технологических компаний, в том числе через инструмент Национальной технологической инициативы. Второе направление – стимулирование развития таких исследований в государственном и университетском секторах науки путем их кооперации с бизнесом. Проекты трансформационных исследований можно финансировать через Российский фонд фундаментальных исследований, имеющий опыт поддержки ориентированных фундаментальных исследований. Важно также в системе государственного управления постепенно уходить от модели жесткого разделения на исследования фундаментальные и прикладные, поскольку такой подход тормозит развитие и самой науки, и практической реализации результатов исследований.

Литература

Аптекарь П. Лидеры научного мусора // Ведомости. 2019. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2019/04/24/800011-rossiya-liderom-musornim>.

Бабинцев В.П. Бюрократизация регионального вуза // Высшее образование в России. 2014. № 2. С. 30–37.

Бугаева О., Сиразитдинова Ю. Оценка и анализ научной среды университета // Университетское управление: практика и анализ. 2016. №105 (5). С. 90–99. DOI: 10.15826/umj.2016.105.047

Вершинин И., Корнилов А., Байков С. Результаты мониторинга затрат на исследования и разработки российских компаний-участников рейтинга РБК 500 // Общество и экономика. 2018. № 6. С. 50–74. URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/228809335.pdf>.

Волчкова Н. Воля к силе. Академия наук нацелена на укрепление позиций // Поиск. 26.06.2020. URL: <https://www.poisknews.ru/science-politic/volya-k-sile-akademiy-nauk-naczelena-na-ukreplenie-poziczij/>.

Дьяченко Е., Нефедова А., Стрельцова Е. Наем иностранных ученых в российские научные организации и вузы: возможности и барьеры // Университетское управление: практика и анализ. 2017. Т. 21. № 5. С. 132–143.

Ермак С., Кузнецов П., Толмачев Д., Чукавина К. Хватит кормить зверя // Эксперт. № 20. 14.05.2018. URL: <http://expert.ru/expert/2018/20/hvatit-kormit-zverya/>.

Ермак С., Кузнецов П., Толмачев Д., Юровских П. Внутренняя вселенная вузовской науки // Эксперт. № 17. 20.04.2020. URL: <https://expert.ru/expert/2020/17/vnutrennyaya-vselennaya-vuzovskoj-nauki/>.

Индикаторы инновационной деятельности: 2019. Статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 378 с.

Индикаторы науки: 2019. Статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 330 с.

Кабанов А. Именно репутационные аспекты будут определять буду-

щее научных журналов // Индикатор. 15.04.2019. URL: <https://indicator.ru/article/2019/04/15/budushee-nauchnyh-zhurnalov/>.

Комиссия РАН по противодействию фальсификации научных исследований. Иностранные хищные журналы в Scopus и WoS: переводной плагиат и российские недобросовестные авторы. М., 2020. 64 с. URL: <https://kpfran.ru/wp-content/uploads/plagiarism-by-translation-2.pdf>.

Ловаков А. Приверженность вузу и приверженность профессии у преподавателей российских вузов // Вопросы образования. 2015. № 2. С. 109–128. DOI: 10.17323/1814-9545-2015-2-109-128.

Мамчур Е.А. О понятии «Теоретический ресурс технологических инноваций» // Электронный философский журнал Vox/Голос. Вып. 15. Декабрь 2013 г. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-ponyatii-teoreticheskiiy-resurs-tehnologicheskikh-novatsiy>.

Мельникова Ю. ИТ-рынок надеется на лучшее, но готовится к худшему // Comnews. 21.05.2020. URL: <https://www.comnews.ru/content/207219/2020-05-21/2020-w21/it-rynok-nadeetsya-luchshee-no-gotovitsya-k-khudshemu>.

Наука. Технологии. Инновации: 2020: краткий статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2020. URL: https://issek.hse.ru/news/379773821.html?utm_source=issek_newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=issek_nti_173.

Оганесян Т. Технологическая самодостаточность Поднебесной // Стимул: журнал об инновациях в России. 28.05.2020. URL: <https://stimul.online/articles/sreda/tehnologicheskaya-samodostatochnost-podnebesnou/>.

Пензина А., Хужина Я. 23 июня – прямая трансляция общего собрания РАН // Научная Россия. URL: <https://scientificrussia.ru/articles/23-iyunya-ryamaa-translyatsiya-obshchego-sobraniya-ran>.

Ратай Т. (2020а). Финансирование исследований и разработок в России и за рубежом. Экспресс-информация «Наука. Технологии. Инновации». М.: НИУ ВШЭ. 04.06.2020. URL: <https://issek.hse.ru/news/370442403.html>.

Ратай Т. (2020б). Ассигнования на гражданскую науку из средств федерального бюджета в России и за рубежом. Экспресс-информация «Наука. Технологии. Инновации». М.: НИУ ВШЭ. 15.07.2020. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/379773248.pdf>.

Стерлигов И., Савина Т., Чичкова А. Scopus vs Web of Science, РФФИ vs РНФ: исследование грантовой поддержки российских публикаций в

ведущих международных журналах. Препринт. М.: НИУ ВШЭ, 2019. URL: https://tgstat.ru/channel/@science_policy.

Стерлигов И. Российский конференционный взрыв. Возможные причины и последствия. М.: НИУ ВШЭ. 23.04.2019. URL: https://conf.rasep.ru/files/conferences/1/materials/2019.04.23_Sterlingov.pdf.

Стоякин В. Клуб «Валдай» о трансформации экономической политики Китая. 03.05.2020. URL: <https://ukraina.ru/exclusive/20200503/1027599683.html>.

Стрелавина Д. Стартап для единорога: как вырастить стартап в Китае. 05.06.2020. URL: <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/sreda-dlya-edinoroga-kak-vyrastit-startap-v-kitae/>.

Что такое Российская венчурная компания. 03.06.2020. URL: https://www.kommersant.ru/doc/4365825?from=doc_vrez.

Agyemang G., Broadbent J. (2015). Management Control Systems and Research Management in Universities: An Empirical and Conceptual Exploration // Accounting Auditing & Accountability Journal. No. 28(7). P. 1018–1046. DOI: 10.1108/AAAJ-11-2013-1531.

Amara N., Olmos-Peñuela J., Fernández-de-Lucio I. (2019). Overcoming the “lost before translation” problem: An exploratory study // Research Policy. Vol. 48. Iss. 1. P. 22–36. DOI: 10.1016/j.respol.2018.07.016.

Ambrose M. Lawmakers Propose Dramatic Expansion of NSF to Boost US Technology // FYI Bulletin. American Institute of Physics. No. 53. 28 May 2020. URL: https://www.aip.org/fyi/2020/lawmakers-propose-dramatic-expansion-nsf-boost-us-technology?utm_medium=email&utm_source=FYI&dm_j=1ZJN,6W289,E29D5V,RO786,1.

Aristei D., Sterlacchini A., Venturini F. (2017). Effectiveness of R&D subsidies during the crisis: Firm-level evidence across EU countries // Economics of Innovation and New Technology. Vol. 26. No. 6. P. 554–573.

Arnold E., Simmonds P., Farla K., Kolarz P., Mahieu B., Nielsen K. Review of the Research Excellence Framework. Evidence Report. Technopolis group. October 2018. 116 p.

Arora A., Belenzon S., Pataconi A. (2018). The decline of science in corporate R&D // Strategic Management Journal. Vol. 39. Iss. 1. P. 3–32. DOI: 10.1002/smj.2693.

Arora A., Belenzon S., Pataconi A., Suh J. (2019). The Changing Structure of American Innovation: Some Cautionary Remarks for Economic Growth.

National Bureau of Economic Research. Working Paper 25893. URL: <http://www.nber.org/papers/w25893>.

Azoulay P., Fuchs E., Goldstein A.P., Kearney M. (2019). Funding breakthrough research: promises and challenges of the ARPA Model // *Innovation Policy and the Economy*. Vol. 19(1). P. 69–96.

Baker S. US and China battle for supremacy in hot research areas // *Times Higher Education*. 27.08.2020. URL: <https://www.timeshighereducation.com/news/us-and-china-battle-supremacy-hot-research-areas>.

Becker B. (2015). Public R&D policies and private R&D investment: A survey of the empirical evidence // *Journal of Economic Surveys*, Vol. 29. No. 5, P. 917–942.

Behrens J. FY20 Budget Request: DOD Science and Technology // *American Institute of Physics Bulletin “Science Policy News from AIP”*. 28 March 2019. URL: <https://www.aip.org/fyi/2019/fy20-budget-request-dod-science-and-technology>.

Bonvillian W., Van Atta R. (2011). ARPA-E and DARPA: Applying the DARPA model to energy innovation // *The Journal of Technology Transfer*. Vol. 36(5). P. 469–513. DOI: 10.1007/s10961-011-9223-x.

Bush V. (1945). *Science—The Endless Frontier: A Report to the President on a Program for Postwar Scientific Research*, U.S. Office of Scientific Research and Development. URL: https://openlibrary.org/books/OL5840568M/Science_the_endless_frontier

Butler L. (2003). Explaining Australia’s Increased Share of ISI Publications – the Effects of a Funding Formula Based on Publication Counts // *Research Policy*. Vol. 32. No.1. P. 143–155. DOI: 10.1016/S0048-7333(02)00007-0.

China’s Got a New Plan to Overtake the U.S. in Tech. 21.05.2020. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-05-20/china-has-a-new-1-4-trillion-plan-to-overtake-the-u-s-in-tech>.

Conroy G. What’s wrong with the H-index, according to its inventor // *Nature Index*. 24 March 2020. URL: <https://www.natureindex.com/news-blog/whats-wrong-with-the-h-index-according-to-its-inventor>.

DARPA description. URL: <https://federallabs.org/labs/defense-advanced-research-projects-agency-darpa>.

Davies B., Harré R. (1990). Positioning: The Discursive Production of Selves // *Journal for the Theory of Social Behavior*. Vol. 20 (1). P. 43–63.

Dezhina I. (2018). *Russian-French Scientific Collaboration: Approaches*

and Mutual Attitudes // *Sociology of Science and Technology*. Vol. 9. No. 1. P. 101–115.

European Commission (2020). *Science, Research and Innovation Performance of the EU 2020. A fair, green and digital Europe*. 774 p. URL: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/srip/2020/ec_rtd_srip-2020-report.pdf.

Fuller S. Blue-sky research rarely casts the most light. 28 April 2020. URL: <https://www.timeshighereducation.com/opinion/blue-sky-research-rarely-casts-most-light>.

Gasson K., Herbert R., Ponsford A. (2019). *Fractional Authorship & Publication Productivity // ICSR Perspectives*. DOI: 10.2139/ssrn.3392302.

Henke D. Why Dominic Cummings, the Goddess of Chaos, won't quit. 31.05.2020. URL: <https://davidhencke.com/tag/arpa/>.

Horizon-Europe. The Next EU Research & Innovation Investment Programme (2021–2027). URL: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/presentations/horizon_europe_en_investing_to_shape_our_future.pdf.

Hughes A., Lawson C., Salter A., Kitson M., Bullock A., Hughes R.B. (2016). 'The Changing State of Knowledge Exchange: UK Academic Interactions with External Organisations 2005–2015'. NCUB, London.

Jacob M. Japan identifies 25 candidate Moonshot goals. 30.08.2019. URL: <https://sweden-science-innovation.blog/tokyo/japan-identifies-25-candidate-moonshot-goals/>.

Japanese government proposes cyborgs and robotic avatars for all by 2050. 13.05.2020. URL: <https://japantoday.com/category/tech/japanese-government-proposes-cyborgs-and-robotic-avatars-for-all-by-2050>

Klahr D. (2019). *Learning Sciences Research and Pasteur's Quadrant // Journal of the Learning Sciences*. Vol. 28. No. 2. P. 153–159. DOI: 10.1080/10508406.2019.1570517.

Lau J. Research relevant to China 'cast aside in race for citations' // *Times Higher Education*. 05.08.2020. URL: <https://www.timeshighereducation.com/news/research-relevant-china-cast-aside-race-citations>.

Mazzucato M. (2015). *The entrepreneurial state: debunking public vs. private sector myths*. New York, NY: Public Affairs.

Mervis J. U.S. lawmakers unveil bold \$100 billion plan to remake NSF // *Science*. 26.05.2010. DOI: 10.1126/science.abd0102. URL: <https://www>.

sciencemag.org/news/2020/05/us-lawmakers-unveil-bold-100-billion-plan-remake-nsf.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2017. An Assessment of ARPA-E. Washington, DC: The National Academies Press. DOI: <https://doi.org/10.17226/24778>.

Pielke J.R. (2020). A “Sedative” for Science Policy // *Issues in Science and Technology*. 37. No. 1. P. 41–47.

Poldin O., Matveeva N., Sterligov I., Yudkevich M. (2017). Publication Activities of Russian Universities: The Effects of Project 5-100 // *Educational Studies*. No. 2. P. 5–100. URL: <https://ideas.repec.org/a/nos/voprob/2017i2p5-100.html>.

Rahman A.-U. Lessons from China. 22.01.2020. URL: <https://www.thenews.com.pk/print/602149-lessons-from-china>

Raizen M. (2018). Let’s re-create Bell Labs! // *Physics Today*. Vol. 71. Iss. 10. URL: <https://physicstoday.scitation.org/doi/full/10.1063/PT.3.4033>

Reinhardt B. Why does DARPA work? June 2020. URL: https://benjaminreinhardt.com/wddw?utm_medium=email&utm_source=FYI&dm_i=1ZJN,6XLJA,E29D5V,RVO5A,1.

REF 2021. Research Excellence Framework. Guidance on Submissions. – 124 p. URL: <https://www.ref.ac.uk/publications/guidance-on-submissions-201901/>.

Research Excellence Framework (REF) Review: Building on Success and Learning from Experience. An Independent Review of Research Excellence Framework. July 2016. Last updated 31 December 2018. 56 p.

Sarewitz D. (2016). The pressure to publish pushes down quality // *Nature*. Vol. 533. P. 147.

Sarewitz D. (2020a). Necessary but not Sufficient? // *Issues in Science and Technology*. Vol. 36. No. 2. P. 17–18.

Sarewitz D. (2020b). The Science Policy We Deserve // *Issues in Science and Technology*. Vol. 36. No. 4. P. 20–24.

Schuelke-Leech B.A. (2013). Resources and Research: An Empirical Study of the Influence of Departmental Research Resources on Individual STEM Researchers Involvement with Industry // *Research Policy*. Vol. 42. Iss. 9. P. 1667–1678.

S&E Indicators-2020. National Science Board. 2020. URL: <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20201>.

Snyder A., Walsh B. The next frontier for Big Science. 29 February 2020.

URL: <https://www.axios.com/the-next-frontier-for-big-science-fb51a4f4-0657-43f1-911f-8777ab2aec7e.html>.

Shah T.H. Pakistan's publication counting adds up to too little // Times Higher Education. 21 July 2020. URL: <https://www.timeshighereducation.com/opinion/pakistans-publication-counting-adds-too-little>.

Shapiro D.L., Kirkman B.L., Courtney H.G. (2007). Perceived causes and solutions of the translation problem in management research // The Academy of Management Journal. Vol. 50. Iss. 2. P. 249–266. DOI: 10.5465/AMJ.2007.24634433.

Smith P. (1995). On the Unintended Consequences of Publishing Performance Data in the Public Sector // International Journal of Public Administration. Vol. 18. No. 2. P. 277–310.

Southwood B. The rise and fall of the industrial R&D lab. 28.08.2020. URL: https://worksinprogress.co/issue/the-rise-and-fall-of-the-american-rd-lab/?utm_medium=email&utm_source=FYI&dm_i=1ZJN,70NM6,E29D5V,SAN2Q,1.

Stokes D.E. (1997). Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation. Brookings Institution Press. Washington DC, USA.

Stokstad E. UK cues big funding increases for R&D // Science. 11 March 2020. URL: <https://www.sciencemag.org/news/2020/03/uk-cues-big-funding-increases-rd>.

Tao T. New Chinese Policy Could Reshape Global STM Publishing // The Scholarly Kitchen. 27 February 2020. URL: <https://scholarlykitchen.sspnet.org/2020/02/27/new-chinese-policy-could-reshape-global-stm-publishing/>.

Tapanila K., Siivonen P., Filander K. (2018). Academics' social positioning towards the restructured management system in Finnish universities // Studies in Higher Education. DOI: 10.1080/03075079.2018.1539957.

Tijssen R.J.W. (2018). Anatomy of use-inspired researchers: From Pasteur's Quadrant to Pasteur's Cube mode // Research Policy. Vol. 47. Iss. 9. P. 1626–1638. DOI: 10.1016/j.respol.2018.05.010.

The President's Council of Advisors on Science and Technology // Recommendations for Strengthening American Leadership in Industries of the Future. A Report to the President of the United States of America. June 2020. 46 p. URL: https://science.osti.gov/-/media/_/pdf/about/pcast/202006/PCAST_June_2020_Report.pdf.

UK Research and Development Roadmap. HM Government. Department for Business, Energy & Industrial Strategy. July 2020. URL: <https://www>.

gov.uk/government/publications/uk-research-and-development-roadmap/uk-research-and-development-roadmap.

Van Noorden R., Chawla D.S. (2019). Hundreds of extreme self-citing scientists revealed in new database // *Nature*. Vol. 572. P. 578–579. DOI: 10.1038/d41586-019-02479-7 URL: <https://www.nature.com/articles/d41586-019-02479-7>.

Visions of ARPA. Embracing Risk, Transforming Technology / ed. by I. Mansfield, G. Owen. Policy Exchange, 2020. 68 p. URL: <https://policyexchange.org.uk/wp-content/uploads/Visions-of-Arpa.pdf>.

Viswanath K. Why Corporate America Gave Up on R&D. 7 July 2020. URL: <https://marker.medium.com/why-corporate-america-gave-up-on-r-d-43238193c29b>.

Wallace N. EU leaders slash science spending in €1.8 trillion deal // *Science*. 21 July 2020. DOI:10.1126/science.abd8830. URL: <https://www.sciencemag.org/news/2020/07/eu-leaders-slash-science-spending-18-trillion-deal>.

Whitehead L.A., Slovic S.H., Nelson J.E. (2020). Re-Invigorating HIBAR Research for the 21st Century: Enhancing Fundamental Research Excellence in Service to Society // *Technology and Innovation*. Vol. 21. P. 153–167 (online). DOI: 10.21300/21.2.2020.153.

Wynes S. (2019). Do the best academics fly more? URL: <https://blogs.lse.ac.uk/impactofsocialsciences/2019/06/21/do-the-best-academics-fly-more/>.

Yaobin H. China to move away from Science Citation Index in academic evaluation. February 25, 2020. URL: <https://news.cgtn.com/news/2020-02-25/China-to-move-away-from-Science-Citation-Index-in-academic-evaluation--Onk82wPOLW/index.html>.

Zimmer M. For 75 Years, The US Had an ‘Endless Frontier’ of Science. Now It’s Coming to an End. 20 March 2020. URL: <https://www.sciencealert.com/in-1945-the-us-successfully-planned-for-75-years-of-science-research-what-s-next>.

Приложения

Приложение 1. Типология грантов ведомств США

«Классический» научный фонд, действующий в форме государственного ведомства и выделяющий гранты на фундаментальные исследования, – Национальный научный фонд (ННФ). Гранты на фундаментальные научные исследования внешним организациям выделяют и другие ведомства, в первую очередь Национальные институты здоровья (National Institutes of Health – NIH), одновременно проводя собственную научную работу. Средний грант на биомедицинские исследования, выделяемый NIH, значительно выше, чем в других областях наук, которые финансирует ННФ.

Грантовые программы реализуют и другие американские ведомства. В зависимости от программы гранты выделяются либо отдельным коллективам (университетам), либо партнерствам университетов с компаниями. Типология грантов в США разнообразна, и, как показано ниже на примере грантов Департамента энергетики США, их размер может также значительно варьироваться в зависимости от тематики исследований, по которым проводится конкурс.

Ниже представлены некоторые данные по размерам грантов американских ведомств.

Национальный научный фонд

Согласно данным за 2018 г.¹, ННФ получает ежегодно более 40 тыс. заявок на гранты и присуждает около 8 тыс. грантов. Таким образом, средняя доля поддержанных проектов составляет менее 20%. Медианный размер гранта ННФ – 141 тыс. долл., средний размер гранта – 178,6 тыс. долл., а средняя продолжительность проекта составляет 2,9 года.

1 NSF Funding Profile. URL: https://www.nsf.gov/about/budget/fy2018/pdf/04_fy2018.pdf.

В зависимости от области специализации различаются медианные значения размеров грантов (по данным за 2019 г.)¹ (табл. П1).

Таблица П1

Название директората	Медианный размер гранта, долл.
Директорат образования и человеческих ресурсов	199 309
Директорат биологических наук	175 054
Директорат компьютерных наук и информационных систем	159 594
Директорат геологических наук	148 501
Директорат инженерных наук	128 009
Директорат математических и физических наук	114 671
Офис директора (в том числе разнообразие и инклюзивность)	99 846
Директорат социальных, поведенческих и экономических наук	81 850

Национальные институты здоровья

Общая характеристика масштабов грантового финансирования и размеров грантов на исследовательские проекты представлена в табл. 2².

Таблица П2

	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Прирост в 2019 г. относительно 2018 г., %
Число заявок	54 220	54 005	54 834	54 903	0,13
Число новых или продленных грантов	10 372	10 123	11 071	11 035	-0,33
Доля поддержанных проектов	19,1%	18,7%	20,2%	20,1%	-0,50
Средний размер гранта, тыс. долл.	499,2	520,4	535,2	553,7	3,45
Суммарный объем финансирования в форме грантов на исследовательские проекты, млн долл.	17 138	18 321	19 870	21 589	8,65

1 Funding Rate by State and Organization, NSF< FY2018-2019. URL: <https://dellweb.bfa.nsf.gov/awdfr3/default.asp>.

2 NIH Extramural Investments in Research: FY 2019 By the Numbers. URL: [https://nexus.od.nih.gov/all/2020/05/05/extramural-investments-in-research-fy-2019-by-the-numbers/#:~:text=The%20application%20success%20rate%20was,6.92%25%20increase\)%2C%20respectively.](https://nexus.od.nih.gov/all/2020/05/05/extramural-investments-in-research-fy-2019-by-the-numbers/#:~:text=The%20application%20success%20rate%20was,6.92%25%20increase)%2C%20respectively.)

Согласно информации о грантодержателях, выполняющих исследовательские проекты, размер грантов в разрезе организаций-получателей, по данным за 2019 г., варьировалась от 11 тыс. до 3 млн долл.¹. Эти цифры характеризуют не размер выданных в данном году грантов, а объем финансирования по всем имеющимся у данной организации грантам на год оценки. Так, например, Центр наук о здоровье Университета Колумбия имел в 2019 г. 671 грант на сумму около 378 млн долл., т.е. в среднем размер гранта составил около 563 тыс. долл. У Калифорнийского технологического института было 106 грантов на сумму 60 млн долл., т.е. в среднем 560 тыс. долл. на грант. Университет Карнеги – Меллон получил 57 грантов на сумму около 23 млн долл., в среднем 400 тыс. долл. на грант. Национальная лаборатория «Колд Спринг Харбор» работала по 48 грантам на сумму 47 млн долл., в среднем 980 тыс. долл. на грант.

Грант размером в 1–3 млн долл. – редкость, как и грант размером 11–50 тыс. долл.

Самые крупные гранты получают **коммерческие компании**. Например, грант в 3 млн долл. получила консалтинговая компания в области биотеха ARTYS BIOTECH, LLC. Грант в 2,8 млн долл. был выделен биофармацевтической компании ADYNXX, Inc., специализирующейся на клинической стадии исследований и выводящей на рынок новые противовоспалительные и болеутоляющие лекарства.

Гранты скромных размеров выделяются, как правило, университетам, не входящим в топ рейтингов. Например, единственный грант размером 11 тыс. долл. получил Калифорнийский государственный университет в г. Лонг-Бич.

Департамент энергетики

У Департамента энергетики (Department of Energy – DOE) большое разнообразие грантовых проектов, и объемы финансирования сильно варьируются в зависимости от темы исследования. По каждой из тем может быть выделено от одного до десятков грантов. Предполагается, что по грантам не только проводятся научные исследования, но разрабатывается прототип или даже организуется опытное производство.

1 URL: <https://report.nih.gov/award/index.cfm?ot=&fy=2019&state=&ic=&fm=RP&orgid=&distr=&rfa=&om=n&pid=>

Примеры объявленных в настоящее время (2020 г.) грантовых тематик и размеры грантов:

- «Хранение энергии для генерации энергии из извлекаемых запасов» (Energy Storage for Fossil Power Generation) – максимальный размер гранта 800 тыс. долл.¹;
- «Наука об атмосфере и разработка проектов в области энергии морского ветра» (Offshore Wind Energy Atmospheric Science and Project Development) – гранты в границах от 5 до 10 млн долл.²;
- «Разработка маломасштабных систем твердооксидных топливных элементов и гибридных электролизеров» (Small-Scale Solid Oxide Fuel Cell Systems and Hybrid Electrolyzer Technology Development) – 30 млн долл.³.

Приложение 2. Инициатива «Геном материалов»

Инициатива «Геном материалов» (Material Genome Initiative) началась в США в 2011 г. Это межведомственная программа, в которой участвуют 18 правительственных агентств. Проектный офис находится в Национальном институте стандартов и технологий Департамента торговли США (National Institute of Standards and Technology – NIST)⁴. Идея инициативы заключается в создании новых материалов по цепочке от научных исследований до ускоренного вывода продуктов на рынок. На основе консенсуса экспертов было определено 6 областей поддержки, ориентированных на практические приложения: 1) материалы для здравоохранения и потребительских приложений; 2) материалы для информационных технологий; 3) новые функциональные материалы; 4) материалы для эффективных процессов сепарации; 5) материалы для производства энергии и катализа; 6) многокомпонентные материалы и аддитивное производство.

Были определены следующие основные задачи Инициативы:

- разработка новых инструментов экспериментальной работы, в том числе работы с данными;
- разработка новых методов определения характеристик материала;
- открытые стандарты и базы данных для оптимизации материалов,

1 URL: <https://www.grants.gov/search-grants.html?agencyCode=DOE>.

2 См. там же.

3 См. там же.

4 New frontiers for the material genome initiative. 5 April 5 2019. URL: <https://www.nature.com/articles/s41524-019-0173-4>.

производственных процессов и дизайна компонентов задолго до начала производства;

- более дешевый ввод современных материалов в производство в США.

Таким образом, в Инициативе объединены исследования в области материаловедения, а также создание инфраструктуры для хранения, анализа больших объемов данных о свойствах материалов, экспериментах и компьютерном моделировании материалов¹.

По программе выделяются в том числе исследовательские гранты университетам и компаниям. При этом каждое ведомство выделяет свои «типичные» гранты. Например, ННФ США – 3–4-летние гранты со средним размером 280 тыс. долл. в год. Таким образом, в данной Инициативе решается задача финансирования трансформационных исследований совместными усилиями ведомств, без создания новых институтов или организаций.

В 2017 г. ННФ провел исследование, которое показало, что научные достижения есть во всех шести направлениях разработки материалов. Вместе с тем есть и критики программы, особенно со стороны практических специалистов и инженеров-исследователей. Она состоит в том, что «выход» этой программы в расчете на затраченный доллар низкий, так как фокус инициативы смещен в сторону поддержки фундаментальной науки, поэтому еще ни один используемый материал не был предсказан из расчетов. Исходя из этого такая программа – это уход от решения реальных проблем материаловедения. Вместе с тем для фундаментальной науки Инициатива оказалась полезной, так как способствовала развитию и улучшению методов исследования материалов. Многие исследователи в области фундаментальных наук видят в этой программе источник финансирования предсказательной аналитики, чтобы можно было сконструировать материалы с новыми свойствами, пусть пока и не готовые к практическому применению.

1 Campo E. Materials Genome Initiative. June 30, 2016. URL: <https://spie.org/news/spie-professional-magazine-archive/2016-july/materials-genome-initiative-to-expedite-development-commercialization-of-advanced-materials-?SSO=1#:~:text=The%20program%20has%20grown%20into,%2C%20experiments%2C%20and%20computational%20modeling.>

Приложение 3. Тематические приоритеты технологического развития: сравнение ведущих стран

Таблица ПЗ

США (приоритетные технологии Директората по технологиям ННФ)	Япония (технологии для достижения 25 целей «Moonshot»)	Китай (план экономического развития на 2021–2025 гг.)	ЕС (основные исследовательские кластеры в Программе «Горизонт-Европа»)
Искусственный интеллект и машинное обучение, передовые коммуникационные технологии	Цифровые технологии (искусственный интеллект, полная цифровая модель мозга, нервной системы и связанных органов)	Цифровая экономика (искусственный интеллект и дата-центры, базовые станции 5G)*	Цифровые технологии, индустрия и космос (независимые от климата и умные города)**
Высокопроизводительные вычисления, полупроводники и современное компьютерное оборудование			
Технологии кибербезопасности, хранения данных и управления данными			
Квантовые вычислительные и информационные системы	Квантовые компьютерные сети		
Робототехника, автоматизация и современное производство	Робототехника и автоматизация (киборг-технологии для медицинских приложений, автономные роботы и спутники для космоса, автоматизация сельского, лесного и рыбного хозяйства, автоматизация строительства); безотходное производство и рационализация доставки продовольствия	Интеллектуальное промышленное производство (промышленный Интернет вещей)	
Предотвращение стихийных или антропогенных катастроф			Гражданская безопасность для общества

США (приоритетные технологии Директората по технологиям ННФ)	Япония (технологии для достижения 25 целей «Moonshot»)	Китай (план экономического развития на 2021–2025 гг.)	ЕС (основные исследовательские кластеры в Программе «Горизонт-Европа»)
Биотехнология, геномика и синтетическая биология	Биоразнообразие; мониторинг океанов, подземных пространств, Солнечной системы		Продовольствие, биоэкономика, природные ресурсы, сельское хозяйство и окружающая среда (защита морей и океанов, безопасность продуктов питания и восстановление почв)
Передовые энергетические технологии	Устойчивые и возобновляемые источники энергии	Транспорт (заправочные станции для электромобилей, высокоскоростной железнодорожный транспорт)	Климат, энергетика и мобильность
	Качество жизни	Здравоохранение и науки о жизни	Здравоохранение (борьба с онкологическими заболеваниями; охрана здоровья граждан от всех видов загрязнений)
Материаловедение, инженерные исследования, а также изучение других важных технологических направлений			
			Культура, креативность и инклюзивное общество
	Экологически нейтральные города с высоким уровнем жизни		

* Китай – здесь и далее в скобках указаны важнейшие инфраструктурные проекты.

** ЕС – здесь и далее в скобках указаны особые «миссии».

Приложение 4. Россия на перспективных высокотехнологичных рынках

Согласно данным Всемирной организации интеллектуальной собственности (World Intellectual Property Organization), в 2018 г.

(последние доступные данные) всего в мире было подано 3,3 млн патентных заявок. Из этого числа 46,4% были поданы в Китае, 18% – в США, 9,5% – в Японии, 6% – в Южной Корее, 5% – в Европейский патентный офис. Доля России составила чуть больше 1%¹. Наибольшее число заявок на патенты было подано по областям: компьютерные технологии, цифровые коммуникации и медицинские технологии, электрические машины, измерения. В сумме на них пришлось 28,9% от общего числа заявок на патенты.

Таким образом, по патентуемым технологиям Россия занимает скромное место в мире, что означает как слабое отечественное патентование новых разработок, так и недостаточный интерес зарубежных компаний, имеющих изобретения, обеспечивать в России их патентную защиту.

Для более детального анализа места России на современных технологических рынках, связанных с обеспечением основных потребностей (энергетика, транспорт, связь, продовольствие, материалы), рассмотрим следующие высокотехнологичные направления:

- телекоммуникационное оборудование (связь 5G);
- искусственный интеллект;
- электромобили;
- генетические технологии в сельском хозяйстве;
- композиционные материалы.

Рынок телекоммуникационного оборудования

Технология 5G включает три компонента: ядро сети, транспортную сеть и сеть доступа. В мобильной сети России удельные веса трех названных компонентов в суммарной стоимости составляют приблизительно 10%, 30%, 60%. Доля импорта по каждому из этих компонентов очень высокая. Импорт по таким компонентам телекоммуникационного оборудования, как базовые станции и ядро сети для гражданского применения, составляет практически 100%. Основные компетенции российских компаний лежат в сфере оборудования для транспортной сети – соответственно, долю импорта в данном сегменте можно оценить в 70%.

¹ Балашова А., Губернаторов Е., Старостина Ю. Иностранцам владельцам патентов предложили оплатить исследования в России // РБК. 15.07.2020. URL: https://www.rbc.ru/business/15/07/2020/5f0dd5099a79479aca50b948?from=column_3.

Китай является главным в мире поставщиком телекоммуникационного оборудования: две ведущие компании – Huawei и ZTE – в 2018 г. занимали 37% мирового рынка¹, объем которого достиг 175 млрд долл.². Американские компании Cisco и Siena занимают на мировом рынке около 13%³. Также крупными игроками остаются Ericsson, Nokia и Samsung. По оценкам Ассоциации российских разработчиков и производителей электроники, в целом доля отечественных производителей на российском рынке телекоммуникационного оборудования операторского класса составляет 6%, а в сегменте мобильной связи практически равна нулю⁴. Соответственно, Россия закупает телекоммуникационное оборудование преимущественно в Китае. Совместно с Тайванем из Китая в Россию импортируется 2/3 всего телекоммуникационного оборудования. Импорт из США составляет 5% российских закупок, из Малайзии – 4%, из Германии – 3%⁵.

Технологии искусственного интеллекта

Рынок технологий искусственного интеллекта (далее – ИИ) оценивается как быстрорастущий и перспективный. Более того, по мнению IDC (компания, проводящей регулярные оценки рынка ИИ), пандемия стимулирует рост расходов на ИИ, поскольку резко увеличился спрос на такие решения. Драйвером развития являются два встречных процесса: рост спроса на технологии ИИ вследствие увеличения числа бизнесов и производств, где есть автоматизация процессов, и появление

- 1 Dell'Oro Group (2019) Key Takeaways – Worldwide Telecom Equipment Market 2018. URL: <https://www.delloro.com/telecom-equipment-market-2018-2/> (дата обращения: 20.07.2019).
- 2 Capacity Media (2019) Nokia and Ericsson flat in infrastructure market as Huawei hits 29%, says Dell'Oro. URL: <https://www.capacitymedia.com/articles/3823275/nokia-and-ericsson-flat-in-infrastructure-market-as-huawei-hits-29-says-delloro> (дата обращения: 20.07.2019).
- 3 Более подробные данные по рынку телекоммуникационного оборудования можно найти в профильных отраслевых отчетах – например, Market Research Future (2019) Telecom Equipment Market Research Report – Global Forecast up to 2023. URL: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/telecom-equipment-market-4441> (дата обращения: 20.07.2019).
- 4 Механик А. Это сладкое слово – 5G // Эксперт. 24.08.2020. № 35. URL: <https://expert.ru/expert/2020/35/eto-sladkoe-slovo---5g/>.
- 5 Данные таможенной статистики внешней торговли. Источник: ФТС России. База данных ФТС. URL: <http://stat.customs.ru/apex/f?p=201:2:4201345773515950::NO> (дата обращения: 08.03.2019).

новых алгоритмов, технологий обработки данных (в первую очередь машинного (Machine Learning) и глубокого (Deep Learning) обучения).

По оценкам аналитиков международной консалтинговой компании Frost & Sullivan, к 2022 г. суммарный объем рынка технологий ИИ увеличится до 52,5 млрд долл., или в 4 раза по сравнению с уровнем 2017 г. (13,4 млрд долл.), а объем глобального рынка товаров и услуг на основе технологии ИИ возрастет на 15,7 трлн долл.¹. Лидером по сумме инвестиций в развитие технологий ИИ с большим отрывом от остальных стран являются США (около 48%) и Китай (38%), за которыми следует Великобритания (4%). Согласно анализу исследовательского агентства Tractica, индустрии с быстрой отдачей от внедрения ИИ – это телекоммуникации, автомобилестроение, здравоохранение, реклама, потребительские (интернет-услуги), бизнес-услуги и розничная торговля.

Показательна динамика роста инвестиций в стартапы, специализирующиеся на технологиях ИИ: по данным частной компании бизнес-аналитики CB Insights, в 2019 г. стартапы, специализирующиеся на технологиях ИИ, привлекли рекордные вложения – 26,6 млрд долл., тогда как в 2018 г. инвестиции составили 22,1 млрд долл., а годом раньше – 16,8 млрд долл.² (прирост 20–30% в год). Число ИИ стартапов стоимостью более 1 млрд долл. увеличилось в мире с 5 в 2015 г. до 24 в 2019 г., причем все новые компании-миллиардеры базируются в трех странах – в США, Китае и Великобритании. Наиболее привлекательные отрасли для инвестирования – здравоохранение, финансы и розничная торговля. С точки зрения технологий наибольшие частные инвестиции в 2019 г. были в беспилотное вождение, исследования в области лекарственных средств, финансовые технологии ИИ и технологии распознавания лиц.

Согласно аналитикам IDC, российские компании в 2019 г. инвестировали 172,5 млн долл. в развитие ИИ, что намного меньше ЕС, в свою

1 К 2022 г. объем мирового рынка технологий искусственного интеллекта составит 52,5 млрд долл. 29.01.2020. URL: <https://ww2.frost.com/news/press-releases/k-2022-godu-obъем-mirovogo-rynka-технолог/>.

2 CB Insights: AI startup funding hit new high of \$26.6 billion in 2019. 20.01.2020. URL: <https://venturebeat.com/2020/01/22/cb-insights-ai-startup-funding-hit-new-high-of-26-6-billion-in-2019/>.

очередь, находящегося на 3-м месте в мире по объему инвестиций в ИИ (более 7 млрд долл.)¹.

Венчурный рынок финансирования ИИ в России развит слабо. Согласно отчету Стэнфордского института «AI index 2019», если в мире в 2019 г. инвесторы совершили 2755 сделок на общую сумму более 78 млрд долл., то в России было произведено 50 сделок на сумму 226 млн долл. (т.е. 0,3% мирового объема инвестиций). Препятствием для развития в значительной мере является низкий спрос крупных компаний и ведомств на разработки малых и средних компаний. В итоге рынок остается неконкурентным.

По оценкам компании TRACXN, в России насчитывается 168 стартапов в области ИИ², тогда как в США – 6903³ и в Китае – 1013⁴. Следует отметить, что оценки по России могут быть немного завышены, так как в подсчет были включены и компании с 20–30-летней историей (например, АBBYY).

Научная база тоже пока недостаточна для прорыва в области ИИ. Согласно данным Центра компетенций НТИ в области ИИ, действующего на базе МФТИ⁵, в 2019 г. лидерами по числу публикаций по тематике ИИ были США, Китай и ЕС. Российских публикаций было только 2% от мирового потока. Это меньше среднероссийского уровня суммарно по всем областям наук (более 2,5% мирового потока публикаций). Пока в области ИИ доминируют работы, связанные с адаптацией научных результатов в приложениях. С точки зрения патентной активности ситуация еще хуже: число российских патентных заявок на изобретения в области нейротехнологий и искусственного интеллекта составляет 0,3% от общемирового⁶.

Определенный потенциал есть для решения прикладных задач в промышленных проектах (у крупных, инициированных «Яндексом», Сбербанком, Mail.ru Group, и у стартапов – можно привести примеры

1 Российские компании инвестировали в ИИ больше 170 млн долл. COMNEWS. Апрель 2020. URL: <https://www.comnews.ru/content/205551/2020-04-13/2020-w16/rossiyskie-kompanii-investirovali-ii-bolshe-170-mln>.

2 URL: <https://tracxn.com/explore/Artificial-Intelligence-Startups-in-Russia>.

3 URL: <https://tracxn.com/explore/Artificial-Intelligence-Startups-in-United-States>.

4 URL: <https://tracxn.com/explore/Artificial-Intelligence-Startups-in-China>.

5 Альманах «Искусственный интеллект». Итоги 2019 г. // Аналитический сборник. № 4. Март 2020 г. ЦК НТИ на базе МФТИ. URL: https://aireport.ru/ai_results_2019.

6 Абдрахманова Г.И., Вишневецкий К.О., Гохберг Л.М. и др. Индикаторы цифровой экономики – 2020. Статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2020. С. 322.

iPavlov, itSeez3D, Dasha.ai, Cognitive Technologies, Clover Group)¹. Это в первую очередь такие направления, как автопилот, компьютерное зрение, промышленная и предиктивная аналитика, анализ медицинских данных, дополненная и виртуальная реальность. Пока масштабы таких работ относительно скромные, особенно очевиден дефицит стартапов, если принять во внимание размеры страны.

Как показывает опыт развитых стран, важно параллельное развитие смежных технологий, в том числе 5G и Интернета вещей. Особо следует отметить многогранную связь ИИ и новых поколений беспроводной связи (неслучайно Китай наряду с ИИ делает ставку на 5G и беспилотный электрический транспорт). Распространение 5G приводит к многократному увеличению количества датчиков и объема собираемых и передаваемых ими данных. Потребности в совершенствовании ИИ требуют постоянной установки новых датчиков, что дает толчок развитию технологий 5G (видеонаблюдение, безопасность, игры, управление системами электропитания и т.д.)².

Электромобили

При рассмотрении рынков электромобилей важно принимать во внимание, что страны, в которых производится основной объем продукции, необязательно являются держателями технологий. По объемам производства электромобилей лидируют Китай (с большим отрывом от остальных стран), США, Япония. Запасы электромобилей по странам составляют:

- Китай – 45%;
- США – 22%;
- Япония – 5%;
- Норвегия – 5%;
- Великобритания – 4%³.

Распределение инвестиций в производство автомобилей по странам их происхождения и странам-реципиентам свидетельствует о том, что основное производство электромобилей планируется в Китае,

1 Дополнительные сведения о стартапах есть в источнике: Top 22 AI startups in Russia. 01.08.2020. URL: <https://www.ai-startups.org/country/Russia/>.

2 Taulli T. How 5G Will Unleash AI. 08.05.2020. URL: <https://www.forbes.com/sites/tomtaulli/2020/05/08/how-5g-will-unleash-ai/#59af77948c3e>.

3 Данные за 2018 г. Источник: Global EV Outlook 2019. URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>.

Германии, США, Южной Кореи и Японии. Китай планирует вложить 57 млрд долл., Германия инвестирует в Китай 67,8 млрд долл. – почти столько же, сколько внутри самой Германии (71,7 млрд долл.). США планируют проинвестировать 39 млрд долл., из которых 34 млрд долл. – в производство внутри страны. Инвестиционные планы Японии и Южной Кореи – 24,3 млрд и 20 млрд долл.¹ соответственно.

По данным аналитического агентства «Автостат», на долю России приходится около 0,06% всех электромобилей в мире². В России производители гибридов пока не видят больших перспектив развития рынка электромобилей. Аргументируют это отсутствием правительственной поддержки, большими географическими границами и акцентом на сырьевую экономику. Существенной проблемой также является резкое сокращение пробега машины при включении обогрева от аккумулятора в зимнее время. Поэтому рынок электромобилей в России растет медленно. В конце 2018 г. в стране было зарегистрировано около 3000 авто с электрическим двигателем, в основном это были подержанные машины, импортированные из Японии, США и стран ЕС³.

Согласно сообщениям СМИ, в 2020 г. в России начнется серийное производство российского электромобиля. Он разработан российской инжиниринговой компанией Zetta, которая специализируется на нестандартных технических решениях в области электромеханики и силовых агрегатов⁴. Следует отметить, что создание этой модели базируется в том числе на импорт аккумуляторных батарей из Китая, а они составляют от трети до половины стоимости электромобиля. При этом основные заказчики электромобиля находятся в Казахстане, ОАЭ, Иордании, Кувейте, а также в некоторых странах Северной Африки, поскольку в России интерес к электромобилям остается низким.

1 Объемы заявленных инвестиций автопроизводителей в производство электромобилей и батарей по странам-донорам и реципиентам // Reuters Analysis. 2019.

2 Почему в России не спешат пересаживаться на электромобили. URL: <https://www.dw.com/ru/почему-в-россии-не-спешат-пересаживаться-на-электромобили/a-19550258>.

3 Электромобили (рынок России). URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Электромобили_\(рынок_России\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Электромобили_(рынок_России)).

4 Первый российский электромобиль поступит на рынок в 2020 г. URL: <https://www.dw.com/ru/первый-российский-электромобиль-поступит-на-рынок-в-2020-году/a-51381806>.

Рынок генетических технологий в сельском хозяйстве

Объем мирового рынка сельскохозяйственных технологий (за исключением сегмента доставки) в 2018 г. составил почти 191 млрд долл. и вырастет, по прогнозам, более чем до 390 млрд долл. к 2025 г.¹. В части генетических технологий для новых сортов и видов растений прогнозируемые объемы рынков к 2030 г. достигнут 6 млрд долл., а мяса животных от генетически модифицированных пород – 60 млрд долл.². Самыми быстрыми темпами будет расти рынок инновационных продуктов питания, Интернет вещей применительно к сельскому хозяйству, а также биотехнологии (рис. П1).

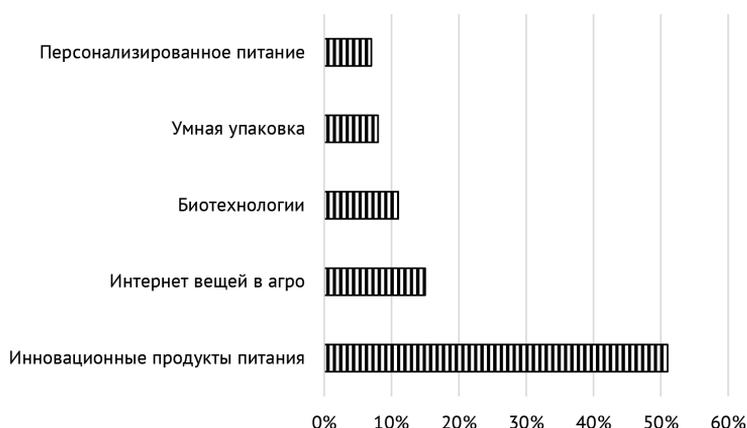


Рис. П1. Темпы роста мирового рынка агротехнологий по ключевым направлениям

Источник: Jason & Partners Consulting (на основе данных Zion Market Research, Markets and Markets, Orbis Research, Allied Market Research, Smithers Pira, Marketstudyreport, Axiom Market Research & Consulting).

Ожидается, что мировой рынок сельскохозяйственных биотехнологий к 2025 г. составит 67,01 млрд долл., поскольку в 2018–2019 гг. он

- 1 Аналитический отчет «Исследование российского и мирового рынка FoodTech: ключевые тренды, ограничения и перспективы». Jason & Partners Consulting. Май 2020 г. URL: https://json.tv/ict_telecom_analytics_view/issledovanie-rossiyskogo-i-mirovogo-rynka-foodtech-klyuchevye-trendy-ogranicheniya-i-perspektivy-20200527010059.
- 2 Дятловская Е. В России путем геномного редактирования создадут 30 растений и животных // Агроинвестор. 23.04.2019. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/news/31643-v-rossii-sozdadut-30-rasteniy-i-zhivotnykh/>.

демонстрировал средние ежегодные темпы роста на уровне 10,7%. Более половины прогнозируемого роста мирового рынка сельскохозяйственных биотехнологий обеспечат США, в том числе благодаря своей одобрительной законодательной политике в области генной инженерии. Среди европейских стран, инвестирующих в биотехнологическую отрасль, можно выделить Францию, Германию, Данию, Швейцарию и Швецию. Кроме того, наиболее быстрорастущими биотехнологическими рынками в ближайшие 5 лет станут страны Азиатско-Тихоокеанского региона, в частности, Китай и Индия¹.

По оценкам исследователей сельскохозяйственной отрасли, так называемая «большая шестерка» (компании *Monsanto, Syngenta, DuPont, BASF, Bayer, Dow*) совместно контролирует более 75% глобального агрохимического рынка, 63% рынка семян, почти 2/3 инвестиций в исследование и разработки, относящиеся к рынку семян и пестицидов². На рынке ГМО-семян более половины мировых продаж (53%) приходится на трех международных производителей: *Monsanto (26%), DuPont (18%) и Syngenta (9%)*³.

На сегодняшний день российский агропромышленный комплекс представляет собой «большой цех по отверточной сборке конечных продуктов, использующий генетический материал, технологии и оборудование преимущественно зарубежного происхождения»⁴. Согласно расчетам, проведенным ООО ИК «Аберкейд», по итогам 2018 г. уровень импортозависимости в секторе сельскохозяйственных биотехнологий составляет свыше 80%, в сегменте функциональных пищевых биодобавок – до 95%, высока также доля в подавляющем большинстве других сегментов. В отчете консалтинговой компании *Jason & Partners*, подготовленном в мае 2020 г., приводятся еще более высокие показатели импортозависимости: доля импорта по ряду аминокислот,

1 Аналитический отчет «Исследование российского и мирового рынка FoodTech: ключевые тренды, ограничения и перспективы». *Jason & Partners Consulting*. Май 2020 г. URL: https://json.tv/ict_telecom_analytics_view/issledovanie-rossiyskogo-i-mirovogo-rynka-foodtech-klyuchevye-trendy-ogranicheniya-i-perspektivy-20200527010059.

2 Современные агротехнологии. Экономико-правовые и регуляторные аспекты / ред. Д.Ю. Каталевский, А.Ю. Иванов. М.: НИУ ВШЭ, 2018. С. 15.

3 Там же. С. 84.

4 Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России. *Agriculture 4.0*. Доклад к XXI Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. Москва, 2020 г. М.: НИУ ВШЭ, 2020. С. 59.

используемых в производстве кормов для сельскохозяйственных животных, близка к 100%, ферментов – 70–80%¹.

Новые материалы: композиты

Мировой рынок композитов (композитные/композиционные материалы) в последние годы динамично развивается: по оценкам международных экспертов, мировой рынок композитов в 2016 г.² составил более 82 млрд долл. в стоимостном выражении и около 11 млн т в натуральном выражении. В период до 2022 г. рынок композитов будет расширяться на 8% в год и по стоимости возрастет до 15,43 млрд долл.³. Основные производственные мощности по выпуску композиционных материалов сосредоточены в Китае, Японии, США и Европе (рис. П2 и П3).

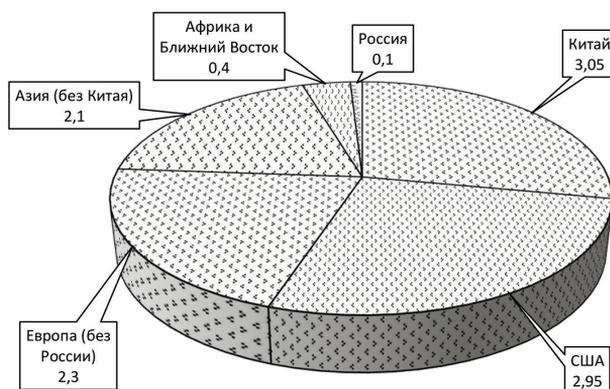


Рис. П2. Мировой рынок композитов по объему, млн т (по данным за 2016 г.)

Источник: Гавриленко В.А. Композиты XXI века: возможности и реальность. Ноябрь 2019 г. URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/pererabotka/504745-kompozity-21-veka-vozmozhnosti-i-realnost/>.

- 1 Аналитический отчет «Исследование российского и мирового рынка FoodTech: ключевые тренды, ограничения и перспективы». Jason & Partners Consulting. Май 2020 г. URL: https://json.tv/ict_telecom_analytics_view/issledovanie-rossiyskogo-i-mirovogo-rynka-foodtech-klyuchevye-trendy-ogranicheniya-i-perspektivy-20200527010059.
- 2 Данные, доступные по состоянию на ноябрь 2019 г.
- 3 Гавриленко В.А. Композиты XXI века: возможности и реальность. Ноябрь 2019 г. URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/pererabotka/504745-kompozity-21-veka-vozmozhnosti-i-realnost/>.

Прогнозные экспертные данные по рынку композитов в России следующие: к 2030 г. рынок достигнет 100 млрд руб., в то время как в 2018 г. этот показатель составил 15 млрд руб.¹. Основными потребителями будут отрасли авиации и космоса, ветроэнергетики, чуть меньше – строительная отрасль и судостроение. Композитные материалы необходимы также для производства спортивных товаров.

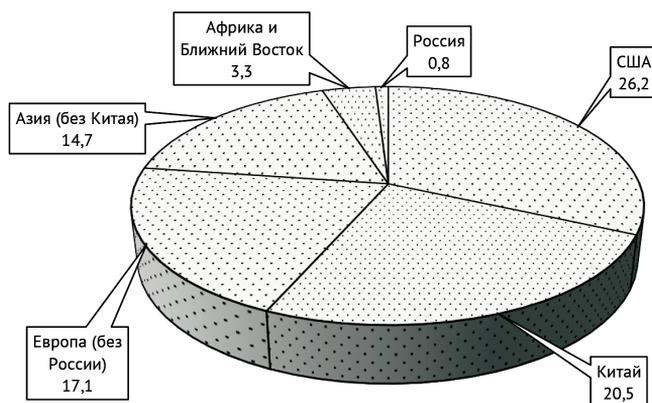


Рис. П3. Мировой рынок композитов по стоимости, млрд долл. (по данным за 2016 г.)

Источник: Гавриленко В.А. Композиты XXI века: возможности и реальность. Ноябрь 2019 г. URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/pererabotka/504745-kompozity-21-veka-vozmozhnosti-i-realnost/>.

Согласно «Прогнозу научно-технологического развития России – 2030», утвержденному Председателем Правительства РФ 3 января 2014 г. № ДМ-П8-52, состояние заделов в области композиционных материалов медицинского назначения оцениваются как 1 по 5-балльной шкале (где 1 – самая слабый уровень разработанности), и только композиционные материалы для челюстных/зубных имплантов были оценены экспертами в 5 баллов. По другим видам композитов оценки не приводятся.

Следует отметить ограничения статистической оценки в области композитов. При высокой степени агрегации нельзя определить, производятся композиты на основе новых или давно используемых

1 URL: <https://stimul.online/news/rynok-kompozitov-vyrastet-pochti-v-sem-raz/>.

2 Прогноз научно-технологического развития России – 2030 / под ред. Л.М. Гохберга. М.: Министерство образования и науки РФ; НИУ ВШЭ, 2014. URL: https://prognoz2030.hse.ru/data/2014/12/25/1103939133/Prognoz_2030_final.pdf.

технологий. Скорее всего, при агрегировании до уровня «компози́ты всех видов» учитываются вместе как новые виды композитов, так и давно производимые.

* * *

Приведенные примеры присутствия России на перспективных технологических рынках показывают, что оно незначительное, а уровень импортозависимости высокий, в том числе в областях, которые имеют важное значение для развития смежных технологий (телекоммуникационное оборудование, композиционные материалы). Научная база для развития рассмотренных технологических областей либо недостаточна (пример: агротехнологии), либо фрагментарна (исследования в области искусственного интеллекта).

**Институтом экономической политики имени Е.Т. Гайдара
с 1996 года издается серия “Научные труды”.
К настоящему времени в этой серии вышло в свет
более 180 работ.**

**Последние опубликованные работы в серии
“Научные труды”**

№180Р А. Полбин, С. Синельников-Мурылев. **Оценка простой модели системы одновременных уравнений для российских макроэкономических показателей.** 2020.

№179Р Кол. авторов. **Некоторые подходы к моделированию отдельных макроэкономических показателей.** 2019.

№178Р Кол. авторов. **Малый и средний бизнес как фактор экономического роста России.** 2019.

№177Р А. Зубарев, М. Казакова, К. Нестерова. **Мультирегиональная вычисляемая модель общего равновесия с перекрывающимися поколениями для российской экономики и остального мира.** 2018.

№176Р А. Золотарева, А. Киреева. **Анализ механизмов государственной поддержки негосударственных некоммерческих организаций.** 2018.

№ 175Р А. Божечкова и др. **Построение моделей денежного и валютного рынков.** 2018.

№174Р В. Барина. **Зарубежный опыт развития социального предпринимательства и возможность его применения в России.** 2018.

№173Р А. Божечкова, А. Мамедов, С. Синельников-Мурылев, М. Турунцева. **Стабилизационные свойства трансфертов, выделяемых регионам России из федерального бюджета.** 2018.

№172Р А. Абрамов. **Российский финансовый рынок: факторы развития и барьеры роста.** 2017.

№171Р Д. Алексеевич. **Опыт реформ финансовых рынков в странах – конкурентах России на глобальном рынке капитала.** 2016.

№170Р А. Дерюгин и др. **Актуальные проблемы в сфере бюджетной политики.** 2016.

Трансформационные исследования: новый приоритет государств после пандемии

*Редакторы: Н. Главацкая, К. Мезенцева, А. Шанская
Компьютерный дизайн: В. Юдичев*

125993 г. Москва,
Газетный пер., д. 3–5, стр. 1
Тел. (495) 629-4713, fax (495) 691-3594
E-mail: info@iep.ru
www.iep.ru



Подписано в печать 22.10.2020
Тираж 300 экз.

ISBN 978-5-93255-604-7



9 785932 155604 7