

От науки к технологиям: новые тренды государственной политики

From science to technologies: new trends of government regulations

doi 10.26310/2071-3010.2020.264.10.004



И. Г. Дежина,

д. э. н., руководитель, аналитический департамент научно-технологического развития/ведущий научный сотрудник, Институт экономической политики им. Е. Т. Гайдара
✉ degina@ier.ru

I. G. Dezhina,

D. Sc., head of department/leading researcher, Institute for economic policy n. a. E. T. Gaidar



А. К. Пономарев,

к. т. н., вице-президент по связям с промышленностью/профессор, департамент образовательных программ, Институт статистических исследований и экономики знаний Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ)
✉ ponomarev@skoltech.ru

A. K. Ponomarev,

candidate of technical sciences, vice-president for industrial cooperation/professor, department of educational programs, Institute for statistical studies and economics of knowledge, National research university Higher school of economics

Сколковский институт науки и технологий
Skolkovo institute of science and technology

Статья посвящена анализу новейших изменений в государственной политике ведущих стран, касающихся пересмотра приоритетов финансирования исследований разных типов, позиции России с точки зрения потенциала следования аналогичному тренду, и предложению практических шагов для проведения политики, повышающей отдачу от науки и способствующей разработке собственных технологий. Показано, что страны разрабатывают меры по усилению поддержки трансформационных исследований, которые занимают промежуточное положение между фундаментальными исследованиями — с одной стороны и прикладными исследованиями и индустриальными разработками — с другой. В центре трансформационных исследований находятся фундаментальные идеи, которые разрабатываются как ответ на общественные потребности и при понимании возможных практических приложений. Смещение фокуса на такие исследования отражает изменения, связанные с ускорением смены технологий в мире и растущей конкуренцией между странами за научно-технологическое лидерство. В соответствии с меняющимися взглядами на роль науки разрабатываются новые механизмы организации и поддержки исследований, в том числе создаются новые или реформируются существующие государственные агентства, и акцентируются меры, направленные на кооперацию с индустрией. На фоне мировых тенденций анализ состояния российской науки показывает, что сохраняется разрыв между проводимыми исследованиями и их практическим использованием в промышленности, а трансформационные исследования не являются частью политической повестки. Наряду с этим есть «точки роста», в том числе в сегменте растущих средних технологических компаний. На этой основе предлагается последовательность шагов по усилению поддержки трансформационных исследований как части комплекса мер, направленных на рост востребованности результатов науки в предпринимательском секторе и развития на этой основе собственных разработок на новом этапе смены технологий.

The article analyzes latest changes that have occurred in the government policies in leading industrialized countries, related to growing demand for transformative research. On that background, Russia's potential to follow a similar trend is discussed, and a number of practical steps are suggested for pursuing a policy that increases the wider outcomes of scientific research aimed at the development of own technological basis.

The analysis shows that countries are developing measures to strengthen support for transformative research, which deals with fundamental ideas that are developed in response to societal needs in search of possible practical applications. The shifting focus on transformative research reflects the influence of at least two factors. The first is growing pace of technological change. The second is increasing competition among countries for scientific and technological leadership. Accent on transformative research demands changes in organizational structures and mechanisms of support. These changes are evident in developed countries, including creation of new or reforming existing government agencies supporting research and development. In Russia, the trend towards transformative research is not part of political agenda, even though science makes insufficient contribution to technological development. At the same time, there is a potential to increase the impact of science, by directing more state support to medium-sized technological companies. In their development, these companies strongly rely on technological innovations. Article suggests a sequence of steps to strengthen support for transformative research that should lead to increased demand for scientific results by industrial enterprises.

Ключевые слова: трансформационные исследования, научная политика, технологическое развитие, регулирование, зарубежный опыт, Россия.

Keywords: transformative research, science policy, technological development, regulation, foreign experience, Russia.

Введение

К началу нового десятилетия ведущие страны мира подошли с масштабными планами дальнейшего технологического развития. Эти планы связаны как с накопленными знаниями и компетенциями, так и с обострившейся международной конкуренцией во всех сферах. Планы и программы преобразований имеют ряд особенностей, отражающих политические, экономические и технические реалии. Важнейшей из таких особенностей является перенос центра тяжести с поддержки широкого круга «чистых», не ограниченных четко поставленными практическими задачами исследований, на финансирование исследований,

ориентированных на поиск подходов к разработке новых технологий, то есть исследований, дающих более четкие результаты с точки зрения достижения целей, поставленных себе отдельными государствами.

В соответствии с национальными идеологиями стран, такие цели и задачи формируются на основании различных посылов. Так, драйвером научно-технологических изменений в США стала борьба за восстановление мирового экономического лидерства. Европа сконцентрировала свои усилия на принципиальном изменении образа жизни населения, связанном с улучшением здравоохранения и медицинского обеспечения. Китай настроен на обеспечение полной технологической независимости, а Япония сочла воз-

можным направить ресурсы на решение долгосрочных проблем цивилизационного характера, сформировав оригинальную научно-технологическую повестку на период до 2050-2060 гг.

Несмотря на разность целей, у этих инициатив есть общие черты, такие как:

- конкретное формулирование задач, в терминах конечных ценностей для потребителей,
- создание новых или адаптация известных инструментов поддержки исследований и разработок, с усилением фокуса на практическую полезность проводимых исследований,
- выделение дополнительных ассигнований на трансформационные, проблемно ориентированные исследования, выполняемые в том числе в кооперации с промышленностью.

В рамках этих инициатив формируются новые направления и привлекаются новые исследователи, что в дальнейшем может повлиять на изменение пропорций между различными формами организации научно-исследовательской деятельности, в том числе за счет большего распространения работ на основе проектных команд.

Полученные за последние десятилетия достижения в целом также стимулируют такой переход. Широчайший фронт развернутых независимых исследований небольших групп, соответствующих размерам типовых грантов научных фондов, создал набор компетенций и результатов, более чем достаточный для выбора и реализации наиболее рациональных идей и подходов.

Вместе с тем технологические приоритеты программ пока не конкретизированы, сделаны только первые шаги по формированию комплексных научно-технологических программ, в основном в инициативном порядке отдельными исследовательскими организациями, университетами и компаниями. Прирост бюджетных ассигнований направлен преимущественно на поддержку фундаментальной науки. Так, в течение 2021-2023 гг. доля бюджетных ассигнований на фундаментальные исследования в общем объеме ассигнований на гражданские научные исследования и опытно-конструкторские разработки (НИОКР) будет расти, и должна достигнуть, согласно проекту федерального бюджета, 48,7% против 43,3%, запланированных на 2021 г. Результаты поисковых исследований национальной промышленностью пока слабо востребованы из-за неясных приоритетов и недостаточности мотивов для развития за счет НИОКР. Де-факто, сектор исследований и разработок все еще находится в режиме «консервации», ожидая оживления высокотехнологических секторов экономики. Поэтому на данный момент в России основные инструменты поддержки направлены на фундаментальные исследования и начальные стадии работы стартапов. Дальнейшее развитие исследований, и компаний проблематично, в связи с чем ориентация на эмиграцию для реализации более масштабных профессиональных амбиций остается популярной жизненной стратегией многих талантливых ученых и технологических предпринимателей.

Целью данной статьи является систематизация новых трендов в политике государств по повышению

отдачи от науки для технологического развития, и определение потенциала и практических шагов для проведения в России политики, повышающей отдачу от науки и способствующей разработке собственных технологий. В соответствии с поставленной целью исследуются новые мировые тенденции, связанные с расширением поддержки ориентированных на практический результат поисковых исследований, анализируется ситуация в российской научно-технологической сфере с точки зрения поддержки данного вида исследований, и предлагается модель организации исследований, увязанная с шагами по дальнейшей разработке собственных технологий.

Смещение фокуса к ориентированным или «трансформационным» исследованиям

В настоящее время в ведущих технологических странах мира происходит движение к новой классификации научных исследований, расширяющей и углубляющей ту концепцию, которая сформировалась после Второй мировой войны. В рамках этой концепции научные исследования подразделяются на фундаментальные и прикладные. Последние не обязательно являются следствием первых, и проводятся для решения конкретных практических задач, для разработки технических нововведений. Доминирующим механизмом поддержки фундаментальных научных исследований, которые также называют «чистой» наукой (pure science) [1], начиная с 1950-х гг. 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 [2], поэтому возможность практической отдачи от таких исследований на этапе их инициирования не оценивалась. Одним из компонентов данной концепции было предположение, что фундаментальная наука играет важную роль в реализации крупномасштабных проектов, а ее польза скажется в неопределенном будущем, время наступления которого нельзя предсказать.

Стимулом к пересмотру давно устоявшихся взглядов стало несколько обстоятельств. Во-первых, Китай стал второй страной в мире после США по расходам и результатам НИОКР, показав тем самым, что действующая американская модель может вскоре оказаться не самой эффективной. Во-вторых, скорость смены технологий возросла, и «чистая» наука стала все сильнее отдаляться от практических потребностей. В фокусе происходящих в настоящее время обсуждений — вопрос, какие именно исследования следует поддерживать государству, и должны ли быть заданы строго определенные приоритетные технологические области. Дискуссия развернулась в первую очередь в США и Великобритании, затронув также ЕС и Японию [3-5]. По сути, определение того, какую науку надо поддерживать, тесно связано с проблемой составления эффективного долгосрочного плана государственного научно-технологического развития.

Следует отметить, что данный этап — это своего рода возврат к дискуссии 20-летней давности, но на

новом уровне осмысления. В 1990-х гг. американский философ науки Дональд Стоукс предложил систематизацию типов исследований, составив матрицу 2×2, в которой учтены два параметра — фундаментальность исследований и их практическая польза [6]. Наибольшее внимание привлек квадрант, названный им «квадрант Пастера» — тип исследований, которые с одной стороны являются фундаментальными, а с другой — приносят практическую пользу. Стоукс присвоил этому квадранту имя Луи Пастера, поскольку, по его мнению, Пастер занимался именно такими исследованиями, то есть решением «прикладных» проблем, служащих для направления «фундаментальных» исследований.

Концепция Стоукса, до сих пор вызывает дебаты среди исследователей научной политики. Одни считают, что исследования, относящиеся к «квадранту Пастера», очень продуктивны и при этом хорошо цитируются [7], другие полагают, что «квадрант Пастера» вообще не реализуем на практике [8], поскольку фундаментальные и прикладные исследования находятся в изоляции друг от друга [9]. На сегодняшний день «квадрант Пастера» получил новое название — HIBAR (Highly Integrative Basic and Responsive) — высоко интегрированных фундаментальных и отвечающих на вызовы исследований [10].

Концепция HIBAR может быть описана восемью категориями/характеристиками (табл. 1), из которых четыре (выделены фоном в табл. 1) — сложно совместимы. Авторы идеи HIBAR полагают, что именно такая несовместимость приводит к «творческому напряжению» и потому к высокой креативности. В качестве аргумента обычно приводится тот факт, что целый ряд исследований, за которые были вручены Нобелевские премии, относятся к типу HIBAR. Для краткости их можно назвать «трансформационными», понимая под этим то, что решение фундаментальной проблемы направлено на практические, трансформирующие социально-экономическую систему цели.

С точки зрения организации финансирования исследований типа HIBAR внимание политиков вновь привлек успешный опыт 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 [11] в связи с тем, что там исследования организованы вокруг миссии, то есть даже самые фундаментальные исследования, когда ученым предоставляется большая свобода в том, как их проводить, реализуются с определенной целью.

В XX веке исследования типа HIBAR 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. Так, Bell Laboratories, существовавшие с 1925 по 1985 гг., занимались как целевыми проектами, так и исследованиями типа HIBAR. Штат лаборатории был большим — около 15 тыс. сотруд-

ников, из которых 1,2 тыс. — со степенью PhD [12]. 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), новые эффекты в физике твердого тела и т. д., и получено четырнадцать 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 [13], 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, что сделало для корпораций менее выгодным финансировать собственные трансформационные исследования [14]. Кроме того, происходило усиление специализации компаний, что вело к снижению потребности в более широких поисковых исследованиях. Наконец, внешние источники знаний и изобретений стали более доступными. Рост компаний за счет слияний и поглощений оказался более выгодной альтернативой проведению внутрифирменных исследований, и, следовательно, потребность в таких инвестициях сократилась. В начале и середине XX века опасения по поводу чрезмерной концентрации экономической и политической власти в руках доминирующих фирм вызвали 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 1980-х гг. антимонопольное давление ослабло, и рост компаний за счет поглощений снова стал действенной альтернативой внутрифирменным исследованиям. Соответственно, инвестиции в HIBAR снизились.

В настоящее время возобновилась дискуссия о необходимости возврата к старой модели на новом уров-

Таблица 1
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: [10]

не, в том числе, чтобы крупные компании или фонды стали активнее финансировать внутренние исследования и разработки, поскольку они не могут проводиться исключительно в университетах и государственных лабораториях [15]. В последние годы в частном секторе появилась тенденция к восстановлению научных лабораторий, занимающихся трансформационными исследованиями. В частности, крупные технологические компании, такие как Google и Facebook, вкладывают значительные средства в машинное обучение, нейронные сети и другие исследования в области искусственного интеллекта. Активизация исследовательской деятельности в таких компаниях может также быть связана с опасениями ужесточения антимонопольного законодательства, и значит слияния и поглощения, возможно, будут затруднены.

Текущие мировые тенденции в области поддержки трансформационных исследований

В США Национальному научному фонду (ННФ) — главному ведомству, финансирующему на грантовой основе фундаментальные исследования в стране — планируется выделить дополнительное бюджетное финансирование и наделить новыми функциями, связанными 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) [16]. В структуре ННФ планируется создать новый Директорат по технологиям, который получит право применять методы управления, используемые в DARPA. Бюджет директората за первые четыре года должен вырасти более чем в 4 раза по сравнению с существующим бюджетом всего ННФ, который в 2020 г. составлял \$8,3 млрд. Всего фонду запланировано выделить дополнительно \$100 млрд на 5 лет и переименовать его в Национальный фонд науки и технологий (the National Science and Technology Foundation).

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 — IotF), которые будут интегрировать фундаментальные и прикладные исследования и способствовать передаче результатов исследований на коммерческие рынки [17]. Предполагается, что IotF будут специализироваться на междисциплинарных проектах, и станут своего рода реинкарнацией Bell Laboratories, ускоряя темпы проведения фундаментальных исследований и их трансформацию в новые продукты и услуги. Комитет советников рекомендовал, чтобы IotF работали на основе партнерства всех секторов экономики, используя механизм государственно-частного партнерства.

Несмотря на то, что законопроект был поддержан обеими партиями, у него немало противников. Основное опасение оппонентов состоит в том, что может быть поставлена под угрозу 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. Еще один аргумент критиков базируется на известном предположении, что финансирование разработки технологий из средств бюджета — это замещение частных средств государственными, и потому может дестимулировать индустрию к поддержке НИОКР. 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 [11].

Таким образом, планы преобразования ННФ показывают не только намерения существенно больше финансировать из федерального бюджета трансформационные исследования, но и сложности, связанные с общественным восприятием такой политики в условиях давно действующих институтов финансирования «чистой» науки. Скорее всего, наибольшее число оппонентов будет среди самих исследователей, приверженных концепции фундаментальной науки, когда интерес исследователя первичен по отношению к практической пользе.

В Великобритании правительство анонсировало планы создания нового научно-исследовательского агентства, для финансирования разработки перспективных («прорывных») технологий, которое будет построено по модели DARPA, и называться BARPA — British Advanced Research Projects Agency [18, 19]. Предполагаемый бюджет для развертывания работы Агентства — не менее 800 млн ф. ст. (\$1 млрд) на 5 лет.

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 обнародовало «дорожную карту» развития исследований и разработок (R&D Roadmap) [20], в которой зафиксирован приоритет исследований типа HIBAR и подтверждено намерение создать агентство по образцу DARPA. Такие исследования определены через 7 принципов; они 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. Опирается на области, где Великобритания является или может стать мировым лидером.
7. Генерировать значительные дополнительные преимущества.

При этом эффективность BARPA будут оценивать по степени влияния успешных проектов на экономику и общество.

В Китае на майской (2020 г.) ежегодной сессии Всекитайского собрания народных представителей было объявлено о планах перехода Китая к реализации нового плана экономического развития, в котором акцентируется внутренний товарооборот. Основным направлением, на котором Китай будет стремиться к серьезному прорыву в следующем пятилетнем плане, с 2021 по 2025 гг., и в программе развития «Сделано в Китае 2025» (Made in China 2025), станет активное наращивание внутренних мощностей для обеспечения технологической самодостаточности. При этом сохраняется и тема мирового лидерства: для его достижения планируется выделить из 10 трлн юаней (или \$1,4 трлн) в течение 5 лет (2021-2025 гг.) на развитие ключевых технологий [21]. Средства должны быть не только бюджетные, но и региональных правительств и крупных компаний — таких, как Хуавей. Наибольшие объемы финансирования планируется выделить на искусственный интеллект и дата-центры, а также высокоскоростной железнодорожный транспорт и базовые станции 5G (табл. 2).

Китай, в отличие от США и Великобритании, не меняет своего принципиального подхода, который характеризуется высокими темпами наращивания государственных инвестиций в НИОКР и акцентом на развитие инфраструктуры и прорывных технологий. Вместе с тем можно отметить некоторое смещение идеологии в части поддержки фундаментальных исследований: приоритетное финансирование планируется выделять тем из них, которые в конечном счете вносят вклад в развитие стратегических технологических направлений.

Таблица 2

Затраты на технологии в Китае, на период 2020-2030 гг.

Технология	Финансирование, \$ млрд
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: [21]

В Японии начался запуск 30-летней программы, получившей название «Moonshot» — 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 к 2050-2060 гг. Бюджет программы составляет 100 млрд иен (примерно \$1 млрд) на пять лет [22]. Планы Японии отличаются от более «приземленных» подходов стран Запада и Китая, у которых не настолько дальний 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 авантюриными. Такие исследования в большей мере относятся к типу HIBAR, нежели «чистой» науки.

Таким образом, все рассмотренные страны преследуют цель сохранения или обеспечения своего лидерства за счет технологического развития. 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 независимым 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. Еще один объединяющий все кейсы тренд — это усиление внимания государства к исследованиям в интересах разработки технологий, и выделение на эти цели существенных дополнительных ресурсов. Поддерживать трансформационные исследования предполагается, в том числе, в рамках новых организационных форм (например, Институтов будущего) и доказавших свою эффективность механизмов (например, DARPA).

Проецируя описанные мировые тренды на Россию, представляется важным понять:

- в какой мере затрагивают (если затрагивают) страну такие тенденции;
- есть ли спрос на трансформационные исследования, и при его наличии — какие субъекты национальной экономики могут выступать их спонсорами и бенефициариями;
- какая модель государственной поддержки, стимулирующая развитие таких исследований с участием выявленных бенефициариев может быть выстроена.

Масштабы финансирования исследований и разработок в России и типы поддерживаемых работ

Финансовые ресурсы на НИОКР, которые Россия может перераспределить в интересах развития технологий, ограничены. В России в 2017 г. расходы на НИОКР в текущих ценах по паритету покупательной способности составили \$41,9 млрд [23]. Это в 13 раз ниже, чем в США, в 12 раз меньше, чем в Китае, и в 4 раза ниже, чем в Японии. В последние годы расходы на НИОКР в долях ВВП были низкими, в 2017 г. — 1,11% и к 2018 г. упали до 0,99% [24]. Это двукратное отставание от Китая и ЕС, и трехкратное — от США и Японии [25].

Особенностью России является также то, что при низких расходах на НИОКР в относительном и абсолютном выражении, расходы на фундаментальные исследования относительно высокие (табл. 3).

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) [26].

Прирост бюджетных расходов на фундаментальные исследования происходит на фоне устойчиво низкой доли предпринимательского сектора в финансировании НИОКР. Его доля в суммарном финансировании исследований и разработок находится на уровне 30%, что практически вдвое меньше по сравнению с ведущими странами [27]. Действительно, крупные российские компании, включая госкомпании, имеют низкий уровень инновационной активности (табл. 4). Отметим, что согласно классификации ОЭСР наукоемкими (высокотехнологичными) считаются отрасли (компании), у которых доля затрат на НИОКР в выручке составляет более 3,5%.

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.

Судя по позициям России на перспективных высокотехнологичных рынках, бюджетные траты на НИОКР не дают существенной отдачи.

Таким образом, на уровне макроуровневых тенденций наблюдается смещение приоритетов государственного финансирования на фундаментальные исследования при снижающемся внимании к прикладным и трансляционным исследованиям, при незначительных масштабах частного финансирования НИОКР.

Востребованность научных результатов в российской промышленности

Естественно ожидать, что спрос на трансформационные исследования должны генерировать субъекты промышленности, вынужденные поддерживать конкурентоспособность своей продукции и услуг передовыми научными исследованиями и разработками. Однако за исключением упомянутых выше нескольких

крупных компаний (см. табл. 4), есть ли в России более масштабное сообщество таких субъектов, в интересах которых и при поддержке государства стоит такие исследования развивать?

За последние 15 лет в России различными инструментами поддержки было охвачено несколько десятков тысяч коллективов ученых, разработчиков, технологических предпринимателей. Эти инструменты позволяли реализовывать проекты стоимостью от нескольких миллионов до нескольких десятков, реже — сотен миллионов рублей. В целом масштабы поддержки исследований институтами развития достаточно скромные — составляют около 25 млрд руб. в год, по данным за 2020 г. (табл. 5). Несмотря на высокие оценки результативности работы некоторых из них — в

Россия на мировых рынках технологий

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

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), согласно данным Statista. 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.

На рынке фармацевтики доля России, по данным Statista, составляет 4% (США — 33%, ЕС — 15%, Китай — 10%, Япония — 9%).

Рынок пластмасс — по данным РБК, Россия занимает 2,2% мирового рынка (Китай — 24,8%, ЕС — 20,7%, США — 19,4%, Япония — 4,4%).

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

Таблица 3

Страна	Фундаментальные исследования	Прикладные исследования	Разработки
\$ млрд 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
В % 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

Источник: [23, 24]

первую очередь Фонда содействия инновациям [28], они не могли стимулировать серьезный рост спроса на НИОКР в промышленности.

Предполагалось, что одновременно с развитием системы государственной поддержки небольших исследовательских проектов и стартапов, будет идти активное развитие промышленности, которая в условиях конкуренции, как и во всем мире, будет использовать сделанные наработки, приобретать лицензии и стартапы для дальнейшего превращения их в конечные продукты и крупные бизнесы. В результате этого процесса российский внутренний рынок, не создавая монополий и не исключая импорт, будет постепенно заполняться и российской конкурентоспособной высокотехнологической продукцией [29].

Однако этого не произошло. Как показали исследования, размер государственной поддержки по совокупности разных инструментов оказался недостаточным для дальнейшего развития промышленных производств и крупных компаний в сфере высокотехнологических услуг [30]. У государственных компаний сохраняются слабая (в основном — административная) мотивация и нерыночные технологические компетенции. У нескольких крупнейших финансово-промышленных групп также слабая мотивация участвовать в долгосрочных проектах вне административного ресурса, при недостаточных технологических компетенциях [31]. На этом фоне выделяются средние частные технологические компании. У них есть сильная мотивация, рыночные технологические компетенции, доказанные самим существованием и развитием этих компаний, но при этом крайне ограниченный доступ к ресурсам [32]. Основной вклад в создание промышленности, базирующейся на российских компетенциях, поддерживаемых и развиваемых на вполне конкурентном мировом уровне, внесли и продолжают вносить именно технологические компании, преодолевшие барьер объемов продаж примерно в 1 млрд руб. и закрепившиеся за 15-25 лет упорной работы в отдельных нишах.

Представление о численности и характеристике таких компаний дает ежегодно составляемый рейтинг «ТехУспех» — национальный рейтинг российских быстрорастущих технологических компаний. В него попадают наукоемкие компании, имеющие высокие темпы роста выручки и экспортный потенциал. За последние 5 лет более 400 частных высокотехнологических 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

Таблица 4
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
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: [33] (данные за 2018 г.)

110 компаний разного размера, с суммарной выручкой 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%).

Средняя выручка на одного работника по крупнейшим частным высокотехнологическим предприятиям — участникам рейтинга «ТехУспех» в 2019 г. достигла 5,7 млн руб. в год. Этот показатель в 4 раза превосходит средние показатели выручки высокотехнологических компаний на 1 работника в России, и средние показатели выручки на одного занятого в высокотехнологических 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

Таблица 5
Финансирование разработки технологий (НИОКР) институтами развития, млрд руб.

Организация	2020	2021	2022
Фонд содействия инновациям	9,4	12,0	14,4
Национальная технологическая инициатива	10,6	8,8	8,1
Субсидии фонда «Сколково»	5,1	4,1	4,1
Субсидии Фонда инфраструктурных и образовательных программ*	1,5	0,9	0,9

Примечание: * — только некоммерческим организациям.

Источник: пояснительная записка и приложение 12 к Федеральному закону «О Федеральном бюджете на 2021 г. и на плановый период 2022 и 2023 гг.».

компаний рейтинга на НИОКР составляла 13% при медианном значении 6%.

Стоит отметить, что в большинстве своем средние технологические компании ориентированы на работу для бизнеса (модель B2B). При этом для многих важных крупные компании в качестве партнеров. Так, по оценкам Института менеджмента инноваций НИУ ВШЭ, около 2/3 таких компаний имеют устойчивые связи с крупным бизнесом. Согласно опросу, проведенному среди компаний рейтинга «ТехУспех» 2018 г., 31% средних компаний отметили, что крупнейшие компании были их партнерами; чуть меньше — 27% — сотрудничали с НИИ и вузами, а у 24% компаний партнерами были такие же средние компании.

На основе рейтинга «ТехУспех» был сформирован еще один пул компаний, получивших название «Национальные чемпионы» (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 технологических компаний, растущая темпами, превышающими европейские. Их общая численность, согласно рейтингам, составляет около 400 компаний. С учетом того, что не все средние технологические 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 сильно разнятся по годам, поэтому дан такой большой диапазон). Таким образом, наукоемкость таких компаний выше принятого порогового значения в 3,5%, и есть возможности роста, если оценивать расходы в динамике.

Потенциал технологического развития в России сосредоточен именно в этой группе компаний, что не исключает кооперацию с крупным бизнесом. Проблема заключается в мотивации крупных структур, обладающих достаточным инвестиционным потенциалом, а также в готовности регуляторов поддерживать специальными мерами соответствующие проекты.

Государственное регулирование, в том числе в парадигме рассмотренных мировых трендов, имеет высокую значимость в связи с тем, что возможности развития российской средних высокотехнологичных компаний сегодня ограничены. Их размер не позволяет собственными силами, на основе лишь кредитных ресурсов и небольшого финансирования от институтов развития, переходить от нишевых продуктов и сервисов к производству продукции для более масштабных рынков с сильной конкуренцией импорта внутри страны и нарастающими внешнеполитическими ограничениями для экспорта. Примерами таких проблемных для роста областей являются производство микроэлектроники, телекоммуникационного оборудования, электротехнического оборудования.

Естественным для развитых зарубежных рынков является приобретение таких компаний стратегическими инвесторами, как правило из профильного или смежных бизнесов, обеспечивающими соответствующее

масштабирование технологических проектов. В России рассматриваемая группа компаний работает в областях, где крайне редки профильные крупные национальные корпорации. В свою очередь иностранные компании заинтересованы преимущественно в собственном экспорте на российский рынок, поэтому у них нет мотивации вкладываться в российских «национальных чемпионов».

В этих условиях российским компаниям приходится искать модели развития на базе расширения объемов НИОКР, необходимых для сохранения конкурентоспособности на средне- и долгосрочную перспективу. Именно для последней задачи столь привлекательными представляются возможности, обусловленные обсуждаемыми мировыми трендами на усиление государственной поддержки трансформационных исследований. Для дизайна таких мер в России, с учетом сложившейся традиции жесткой регламентации и фрагментарности мер поддержки (например, выделение грантов на конкретные НИОКР, не позволяющие закупать оборудование, необходимое для серийного производства, или инвестиции исключительно на закупку оборудования и т. п.), особенно важно выстроить концепцию модели поддержки, чтобы иметь возможность в дальнейшем прогнозировать масштабы спроса на те или иные инструменты стимулирования и оценивать их эффективность.

Движение от науки к технологиям: возможная модель развития для средних высокотехнологических компаний

Мы полагаем, что амбиции развития собственных технологических компетенций и повышение уровня технологической независимости могут быть реализованы лишь при восприятии основных мировых достижений, включения в их развитие и постепенное наращивание собственных технологических разработок уже в глобальной конкуренции.

В сфере НИОКР в качестве заделов для решения такой задачи можно рассматривать:

- наличие значительного числа пока еще разрозненных, но вполне современных групп исследователей и разработчиков;
- формирующийся кадровый резерв образованных в ведущих университетах молодых специалистов, включенных в активный «технологический» поиск (например, в рамках Национальной технологической инициативы);
- слой пока плохо востребованных стартапов;
- наличие финансового резерва, позволяющего формировать систему долгосрочного финансирования (инвестиций и кредитования) крупных проектов технологической модернизации/смены поколений.

Важно при этом приобретение полных лицензий на технологии, позволяющих вести дальнейшую разработку самостоятельно, уже обладая собственными продуктами в следующем технологическом поколении. Такие лицензии предполагают передачу не только собственно технологий и технической документации по их работе, но и исходные параметры их создания, а также

обучение инженеров и техников. Следует отметить, что такие лицензии сложно приобрести: это требует последовательных и вероятно длительных согласований с зарубежными владельцами технологий.

Отталкиваясь от рассмотренных тенденций за рубежом и в России, можно предложить следующую логику и последовательность стимулирования трансформационных исследований, в контексте дальнейшей поддержки на их основе перспективных средних высокотехнологичных компаний.

1. Расширение направлений исследований и работ университетского уровня, максимально близких к технологическим областям, являющимся для страны критически важными, и, в то же время, в которые действуют упомянутые выше компании уровня «национальных чемпионов». Усиление акцента на поддержку именно трансформационных исследований в этих направлениях. Важным элементом является штучная подготовка специалистов при выполнении университетами таких исследований, проведение стажировок, а также наем экспертов из профильных зарубежных компаний. Это зона использования инструментов государственного финансирования университетских (академических) исследований промышленной направленности.
2. Создание в технологических компаниях на этапе их роста и выхода на большие объемы продаж научно-технологических центров выбранного профиля, при финансовой поддержке государства через систему институтов развития. Такие центры должны обеспечивать, в том числе, связь с достижениями «чистой» науки, использование результатов и дальнейшее финансирование (софинансирование) трансформационных исследований. Комплектация таких центров может происходить как за счет перетока части исследователей из других секторов науки, так и за счет кооперации с исследователями из научных организаций и вузов на основе контрактов. В какой-то мере данный компонент модели перекликается с ведущейся в мире дискуссией о восстановлении научных подразделений в компаниях по тому типу, как это было организовано в Bell Labs и других ведущих компаниях.
3. Проведение в Центрах сфокусированных исследований по формированию технологий и продуктов (или их элементов) собственной разработки, синхронизированные с программами приобретения (лицензирования) доступных импортных технологий и оборудования. В условиях отставания от мирового уровня компетенций в ряде областей, это позволит избежать характерных для предыдущих лет ошибок, заключавшихся в приобретении импортных технологий без создания собственной сопровождающей системы исследований и работ. Это создавало интеллектуальную зависимость от иностранного партнера, одновременно снижая стимулы к проведению собственных исследований. Программы лицензирования, по мере развития сбыта, должны в значительной степени финансироваться из доходов соответствующих компаний. Однако на этапе выхода компаний на

рынки вряд ли удастся обойтись без инструментов государственной поддержки соответствующих НИОКР.

4. Постепенное усиление «локализации» технологий, переход к выпуску продукции на основе собственных разработок. Создание и развитие программы поддержки отечественных поставщиков ключевых элементов/материалов, если это признается целесообразным. Выход проектов на эту стадию должен означать создание конкурентоспособных и устойчивых технологических компаний на внутреннем рынке, расширяющих экспорт. Такие компании будут предъявлять растущий спрос на университетские исследования, снижая их зависимость от бюджетных источников. С точки зрения государственного регулирования на этом этапе компаниям нужны прежде всего традиционные меры обеспечения равных условий конкуренции.

Реализация такой модели должна способствовать росту востребованности результатов НИОКР не только внутри предпринимательского сектора, но и исследований, выполняемых в университетах и научных организациях страны.

Проекты по комплексированию приобретения зарубежных технологий и развитию, с их использованием, собственных разработок могут оказаться наиболее реалистичным механизмом снижения темпов технологического отставания России в перспективных направлениях мирового развития, обеспечивая повышение уровня технологической независимости, и позволят реализовать значительную часть накопленного на сегодняшний день потенциала в рамках программ исследований и разработок и поддержки технологического предпринимательства.

Выводы

В мире вектор научных политик связан с усилением акцента на поддержку трансформационных исследований, когда фундаментальная проблема исследуется как отклик на запросы экономики и общества. Отличие 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 исследований типа 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.

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 исследований типа HIBAR планируется дополнительное финансирование фундаментальной науки. Отчасти это политическое решение, направленное на то, чтобы сохранить 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 воспринимаются трудно и болезненно.

В России есть потенциал развития трансформационных исследований, и они актуальны, так как пока практическая отдача от науки невысокая. 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. При относительно низких вложениях крупного бизнеса в НИОКР спроса с его стороны на более фундаментально ориентированные исследования ожидать не следует. Однако отсутствует политическая повестка, которая бы ставила задачу развития исследований типа HIBAR.

Основания для разработки такой повестки есть. Наряду с крупными компаниями сформировался

сектор средних быстрорастущих технологических 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, при том что именно в секторе средних технологических 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. Предлагаемая модель развития собственных технологий с задействованием потенциала средних технологических компаний базируется на предположении о возможности покупки полных лицензий на действующие технологии, создание и укрепление исследовательских центров, занимающихся исследованиями типа HIBAR, что вместе создает основу для применения собственных разработок на следующем этапе цикла технологического развития.

Список использованных источников

1. П. Л. Капица. О науке и ее организации в СССР/Под ред. П. Е. Рубинина//Научные труды. Наука и современное общество. М.: Наука, 1998. С. 24-48.
2. V. Bush. Science — The Endless Frontier: A Report to the President on a Program for Postwar Scientific Research. U. S. Office of Scientific Research and Development. 1945. https://openlibrary.org/books/OL5840568M/Science_the_endless_frontier.
3. N. Amara, J. Olmos-Peñuela, I. Fernández-de-Lucio. Overcoming the «lost before translation» problem: An exploratory study//Research Policy. 2019. Vol. 48. № 1. P. 22-36.
4. P.-E. Anckaert, D. Cassiman, B. Cassiman. Fostering practice-oriented and use-inspired science in biomedical research//Research Policy. 2020. Vol. 49. № 2.
5. F. Wilczek. Beautiful, Impractical Physics//The Wall Street Journal, Eastern edition. New York, N. Y., 2020. P. 4.
6. D. E. Stokes. Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation. Washington, DC: Brookings Institution Press, 1997.
7. R. J. W. Tijssen. Anatomy of use-inspired researchers: From Pasteur's Quadrant to Pasteur's Cube mode//Research Policy. 2018. Vol. 47. № 9. P. 1626-1638.
8. Е. А. Мамчур. О понятии «Теоретический ресурс технологических инноваций»//Электронный философский журнал Vox. Голос. 2013. № 15. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-ponyatii-teoreticheskiy-resurs-tehnologicheskikh-innovatsiy>.
9. D. L. Shapiro, B. L. Kirkman, H. G. Courtney. Perceived causes and solutions of the translation problem in management research//The Academy of Management Journal. 2007. Vol. 50. № 2. P. 249-266.
10. L. A. Whitehead, S. H. Slovic, J. E. Nelson. Re-Invigorating HIBAR Research for the 21st Century: Enhancing Fundamental Research Excellence in Service to Society//Technology and Innovation. 2020. Vol. 21. P. 153-167.
11. D. Sarewitz. The Science Policy We Deserve//Issues in Science and Technology. 2020. Vol. 36. № 4. P. 20-24.
12. B. Southwood. The rise and fall of the industrial R&D lab. 28.08.2020. 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.
13. A. Arora, S. Belenzon, A. Pataconi. The decline of science in corporate R&D//Strategic Management Journal. 2018. Vol. 39. № 1. P. 3-32.
14. A. Arora, S. Belenzon, A. Pataconi, J. Suh. The Changing Structure of American Innovation: Some Cautionary Remarks for Economic Growth. National Bureau of Economic Research. Working Paper 25893. 2019. <http://www.nber.org/papers/w25893>.
15. M. Raizen. Let's re-create Bell Labs!//Physics Today. 2018. Vol. 71. № 10. P. 10-11.
16. M. Ambrose. Lawmakers Propose Dramatic Expansion of NSF to Boost US Technology//FYI Bulletin. American Institute of Physics. 2020. № 53. https://www.aip.org/fyi/2020/lawmakers-propose-dramatic-expansion-nsf-boost-us-technology?utm_medium=email&utm_source=FYI&dm_i=1ZJN,6W289,E29D5V,R0786,1.
17. 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.
18. E. Stokstad. UK cues big funding increases for R&D//Science. 2020.
19. Visions of ARPA. Embracing Risk, Transforming Technology/Ed. by Iain Mansfield and Geoffrey Owen. Policy Exchange, 2020. <https://policyexchange.org.uk/wp-content/uploads/Visions-of-Arpa.pdf>.
20. UK Research and Development Roadmap. HM Government. Department for Business, Energy & Industrial Strategy. July 2020. <https://www.gov.uk/government/publications/uk-research-and-development-roadmap/uk-research-and-development-roadmap>.
21. China's Got a New Plan to Overtake the U.S. in Tech. 21.05.2020. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-05-20/china-has-a-new-1-4-trillion-plan-to-overtake-the-u-s-in-tech>.
22. M. Jacob. Japan identifies 25 candidate Moonshot goals. 30.08.2019. <https://sweden-science-innovation.blog/tokyo/japan-identifies-25-candidate-moonshot-goals>.
23. S&E Indicators-2020. National Science Board, 2020. <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20201>.
24. Наука. Технологии. Инновации: 2020: краткий статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2020. https://issek.hse.ru/news/379773821.html?utm_source=issek_newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=issek_nti_173.
25. European Commission. Science, Research and Innovation Performance of the EU 2020. A fair, green and digital Europe. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/srip/2020/ec_rtd_srip-2020-report.pdf.
26. Т. Ратай. Ассигнования на гражданскую науку из средств федерального бюджета в России и за рубежом. Экспресс-информация «Наука. Технологии. Инновации». М.: НИУ ВШЭ, 2020. <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/379773248.pdf>.
27. Т. Ратай. Финансирование исследований и разработок в России и за рубежом. Экспресс-информация «Наука. Технологии. Инновации». М.: НИУ ВШЭ, 2020. <https://issek.hse.ru/news/370442403.html>.
28. И. Г. Дежина, Д. С. Медовников, С. Д. Розмирович. О государственной поддержке малых инновационных компаний Фондом содействия инновациям//Социологические исследования. 2019. № 11. С. 110-119.
29. I. Dezhina, A. Ponomarev. Approaches to the Formulation of Russia's Technological Priorities//Foresight and STI Governance. 2016. Vol. 10. № 1. P. 7-15.
30. Ю. В. Симачев, М. Г. Кузык. Государственная поддержка предприятий: бенефициары и эффекты//Вопросы экономики. 2020. № 3. С. 63-83.
31. А. А. Яковлев, Н. В. Ершова, О. М. Уварова. Каким фирмам государство оказывает поддержку: анализ изменения приоритетов в кризисных условиях//Вопросы экономики. 2020. № 3. С. 47-62.
32. Д. С. Медовников, Т. К. Оганесян, С. Д. Розмирович. Кандидаты в чемпионы: средние быстрорастущие компании и программы их поддержки//Вопросы экономики. 2016. № 9. С. 50-66.
33. https://raex-rr.com/country/RAEX-600/innovative_companies.

References

1. P. L. Kapitsa. O nauke i ee organizatsii v SSSR [About Science and its Organization in USSR]/Ed. P. E. Rubinin//In: Nauchnye trudy. Nauka i sovremennoe obshchestvo. M.: Nauka, 1998. P. 24-48.
2. V. Bush. Science — The Endless Frontier: A Report to the President on a Program for Postwar Scientific Research. U. S. Office of Scientific Research and Development. 1945. https://openlibrary.org/books/OL5840568M/Science_the_endless_frontier.
3. N. Amara, J. Olmos-Peñuela, I. Fernández-de-Lucio. Overcoming the «lost before translation» problem: An exploratory study//Research Policy. 2019. Vol. 48. № 1. P. 22-36.
4. P.-E. Anckaert, D. Cassiman, B. Cassiman. Fostering practice-oriented and use-inspired science in biomedical research//Research Policy. 2020. Vol. 49. № 2.
5. F. Wilczek. Beautiful, Impractical Physics//The Wall Street Journal, Eastern edition. New York, N. Y., 2020. P. 4.
6. D. E. Stokes. Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation. Washington, DC: Brookings Institution Press, 1997.
7. R. J. W. Tijssen. Anatomy of use-inspired researchers: From Pasteur's Quadrant to Pasteur's Cube mode//Research Policy. 2018. Vol. 47. № 9. P. 1626-1638.
8. E. A. Mamchur. O ponyatii «Teoreticheskiy resurs tekhnologicheskikh innovatsiy» [About Definition «Theoretical Resource of Technological Innovations»]//Elektronnyy filosofskiy zhurnal Vox. Golos. 2013. № 15. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-ponyatii-teoreticheskiy-resurs-tehnologicheskikh-innovatsiy>.
9. D. L. Shapiro, B. L. Kirkman, H. G. Courtney. Perceived causes and solutions of the translation problem in management research//The Academy of Management Journal. 2007. Vol. 50. № 2. P. 249-266.
10. L. A. Whitehead, S. H. Slovic, J. E. Nelson. Re-Invigorating HIBAR Research for the 21st Century: Enhancing Fundamental Research Excellence in Service to Society//Technology and Innovation. 2020. Vol. 21. P. 153-167.
11. D. Sarewitz. The Science Policy We Deserve//Issues in Science and Technology. 2020. Vol. 36. № 4. P. 20-24.
12. B. Southwood. The rise and fall of the industrial R&D lab. 28.08.2020. 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.
13. A. Arora, S. Belenzon, A. Pataconi. The decline of science in corporate R&D//Strategic Management Journal. 2018. Vol. 39. № 1. P. 3-32.
14. A. Arora, S. Belenzon, A. Pataconi, J. Suh. The Changing Structure of American Innovation: Some Cautionary Remarks for Economic Growth. National Bureau of Economic Research. Working Paper 25893. 2019. <http://www.nber.org/papers/w25893>.
15. M. Raizen. Let's re-create Bell Labs!//Physics Today. 2018. Vol. 71. № 10. P. 10-11.
16. M. Ambrose. Lawmakers Propose Dramatic Expansion of NSF to Boost US Technology//FYI Bulletin. American Institute of Physics. 2020. № 53. https://www.aip.org/fyi/2020/lawmakers-propose-dramatic-expansion-nsf-boost-us-technology?utm_medium=email&utm_source=FYI&dm_i=1ZJN,6W289,E29D5V,R0786,1.
17. 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.
18. E. Stokstad. UK cues big funding increases for R&D//Science. 2020.
19. Visions of ARPA. Embracing Risk, Transforming Technology/Ed. by Iain Mansfield and Geoffrey Owen. Policy Exchange, 2020. <https://policyexchange.org.uk/wp-content/uploads/Visions-of-Arpa.pdf>.
20. UK Research and Development Roadmap. HM Government. Department for Business, Energy & Industrial Strategy. July 2020. <https://www.gov.uk/government/publications/uk-research-and-development-roadmap/uk-research-and-development-roadmap>.
21. China's Got a New Plan to Overtake the U.S. in Tech. 21.05.2020. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-05-20/china-has-a-new-1-4-trillion-plan-to-overtake-the-u-s-in-tech>.
22. M. Jacob. Japan identifies 25 candidate Moonshot goals. 30.08.2019. <https://sweden-science-innovation.blog/tokyo/japan-identifies-25-candidate-moonshot-goals>.
23. S&E Indicators-2020. National Science Board, 2020. <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20201>.
24. Nauka. Technologii. Innovatsii: 2020: kratkiy statisticheskiy sbornik. [Science. Technologies. Innovations: 2020: Short Statistical Overview]. Moscow: NRU HSE, 2020. https://issek.hse.ru/news/379773821.html?utm_source=issek_newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=issek_nti_173.
25. European Commission. Science, Research and Innovation Performance of the EU 2020. A fair, green and digital Europe. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/srip/2020/ec_rtd_srip-2020-report.pdf.
26. T. Ratay. Assignovaniya na grazhdanskuyu nauku iz sredstv federal'nogo byudzheta v Rossii i za rubezhom [Appropriations on Civilian Science from the Federal Budget in Russia and Abroad]. Ekspres-informatsiya «Nauka. Tekhnologii. Innovatsii». M.: NRU HSE, 2020. <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/379773248.pdf>.
27. T. Ratay. Finansirovanie issledovaniy i razrabotok v Rossii i za rubezhom [Financing of Research and Development in Russia and Abroad]. Ekspres-informatsiya «Nauka. Tekhnologii. Innovatsii». M.: NRU HSE, 2020. <https://issek.hse.ru/news/370442403.html>.
28. I. G. Dezhina, D. S. Medovnikov, S. D. Rozmirovich. O gosudarstvennoy podderzhke mal'kh innovatsionnykh kompaniy Fondom sodeystviya innovatsiyam [State Support of Small Innovative Companies by the Fund for Assistance to Innovations]//Sotsiologicheskie issledovaniya [Sociological Studies]. 2019. № 11. P. 110-119.
29. I. Dezhina, A. Ponomarev. Approaches to the Formulation of Russia's Technological Priorities//Foresight and STI Governance. 2016. Vol. 10. № 1. P. 7-15.
30. Yu. V. Simachev, M. G. Kuzyk. Gosudarstvennaya podderzhka predpriyatiy: benefitsiary i efekty [State support of enterprises in Russia: Beneficiaries and effects]//Voprosy Ekonomiki. 2020. № 3. P. 63-83.
31. A. A. Yakovlev, N. V. Ershova, O. M. Uvarova. Kakim firmam gosudarstvo okazyvaet podderzhku: analiz izmeneniya prioritetov v krizisnykh usloviyakh [What kind of Russian firms get state support? The analysis of changes in priorities under crisis conditions]//Voprosy Ekonomiki. 2020. № 3. P. 47-62.
32. D. Medovnikov, T. Oganesyan, S. Rozmirovich. Kandidaty v chempiony: srednie bystrorastushchie kompanii i programmy ikh podderzhki [Candidates for the championship: Medium-sized high growth companies and state-run programs for their support]//Voprosy Ekonomiki. 2016. № 9. P. 50-66.
33. https://raex-rr.com/country/RAEX-600/innovative_companies.