DOI: 10.31249/rsm/2025.01.07

Н.В. Попова

ЗАМЕДЛЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РОСТА КАК ПРОБЛЕМА И НОВАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ ДЛЯ РАЗВИТИЯ РОССИИ И МИРА

Аннотация. *В последние десятилетия многие ведущие в научно-технологическом, экономическом и политическом отношении государства, в том числе Россия, характеризуются выраженным замедлением или даже стагнацией роста показателей научно-технологического развития. Научно-технологическое замедление в значительной степени связано со снижением скорости роста населения планеты и стагнацией/снижением его численности в передовых в технологическом отношении странах. В ближайшие десятилетия возможен качественный скачок в развитии технологий за счет накопления знаний и компетенций в области компьютерных и смежных наук, однако, этому предположению слабо соответствует динамика роста соответствующих показателей в данной сфере.*

Ключевые слова: *технологический рост; замедление научно-технологического развития; научно-техническая политика России; цифровизация; международное научно-техническое сотрудничество.*

Попова Наталья Валерьевна – кандидат политических наук, первый заместитель генерального директора Негосударственного института развития «Иннопрактика». Россия, Москва.
E-mail: natalia.popova@fgp.msu.ru.

Popova N.V.

Slowdown in scientific and technological growth as a problem and a new opportunity for the development of Russia and the World

Abstract. *In recent decades, many leading states in scientific, technological, economic, and political spheres – including Russia – have experienced a pronounced slowdown or even stagnation in key indicators of scientific and technological development. This deceleration is largely attributed to a decline in global population growth rates, as well as stagnation or even decline in population numbers within technologically advanced countries.*

Although a qualitative leap in technological development is theoretically possible in the coming decades – driven by the accumulation of knowledge and competencies in computer and related sciences – this assumption appears inconsistent with the current growth dynamics of relevant indicators in these fields.

Keywords: *technological growth; scientific and technological slowdown; research and technological policy of Russia; digitalization; international scientific and technological cooperation.*

Popova Natalya Valerievna – Candidate of Political Sciences, First Deputy General Director of the Non-State Development Institute "Innopraktika". Russia, Moscow.
E-mail: natalia.popova@fgp.msu.ru.

XX век стал веком быстрого роста научных знаний и технологий, ставших основной экономического развития стран мира, что значительной степени было взаимозависимым процессом с ростом населения и экономики. Уже с 1970-х годов рост населения начал замедляться, что спустя несколько десятков лет, во всяком случае, в развитых странах должно было привести к сокращению относительного прироста и количества ученых. Теоретически это не должно представлять угрозу для скорости накопления знаний и развития науки вообще, так как современный уровень технологической оснащенности позволяет достичь более существенного роста знаний на одного исследователя. Действительно, с 1960-х годов во многих отраслях продуктивность работы одного ученого, выраженная в публикациях, выросла на порядок, однако, это не всеохватное явление. Настоящее, прорывное знание достигается лишь при глубоком осмыслении научной проблемы. В его «производстве» искусственный интеллект, несмотря на все его современные достижения, все еще не может заменить человека. Таким образом, с глобальным замедлением возникает естественное условие для замедления роста научных публикаций, и – как следствие объема научных знаний. Данное обстоятельство имеет большое значение в рамках реализации глобальной научно-технической политики России в условиях наблюдаемой трансформации мирового порядка. Снижение роста количества прорывных изобретений в последние десятилетия уже фиксировалось в исследованиях российских ученых [Grinin, Grinin, Korotayev 2020]. Вместе с тем данную гипотезу целесообразно проверить на абсолютных показателях научного развития ведущих в научном отношении стран. При этом важно, что явление глобального замедления научно-технического развития, как ни странно, практически не освещено в научной литературе.

Реальное замедление темпов научно-технологического развития достаточно трудно фиксируется и доказывается, поскольку его рост очевиден, и ученых, и исследований на глобальном уровне в отдельных странах, даже со стабильным населением, становится больше. Между тем вполне возможно, что исследований становится больше, но рост числа их реальных результатов, выраженных в конкретных технологиях и их применении, может замедляться. Если это так, то снижение результативности и числа научных исследований становится глобальной проблемой, обозначив новый предел роста. Цифровизация помо-

гает автоматизировать процессы, но пока отнюдь не заменяет человека. Человеко-машинные системы могут обеспечить резкий рост эффективности наукоемкой деятельности лишь в том случае, если человек – глубокий, мыслящий интеллектуал [Ильин 2020].

Прежде всего, рассмотрим некоторые научно-технологические и экономические показатели ряда стран в их динамике.

В США численность исследователей в 2000 г. составила 3496 на миллион жителей, в 2010 г. – 3885, в 2017 г. – 4412, за более поздние годы данных пока нет. Формально, рост численности исследователей даже несколько ускорился (на 11% за 2000-е годы и на 13% за 2010-е) [Science].

Расходы на исследования и разработки в США в 2000 г. составили 2,62% от ВВП, в 2010 г. – 2,74% от ВВП, в 2018–2,84%, фактически, правда они не увеличились с 2009 г., достигнув 2,81% и упав до 2,68% в 2012 г. [Science].

Число патентных заявок резидентов США достигло максимума в начале 2010-х годов и затем практически не росло. Общий рост происходит в основном за счет нерезидентов, число патентных заявок которых превысил число заявок резидентов еще в конце 2000-х годов.

Число научно-технических журнальных статей ученых США практически не растет последние десять лет. Доля высокотехнологичных товаров и услуг в экспорте снизилась с начала 2000-х годов с 34 до 20% к 2010 г. и в последнее десятилетие незначительно колеблется на уровне чуть ниже 20% (19% в 2019 г.) Объем высокотехнологичного экспорта в долларах США достиг максимума в 2006 и 2008 гг., а затем сразу снизился практически в 2 раза до примерно постоянного уровня в 150 млрд долл. Баланс платежей за использование интеллектуальной собственности также растет не так сильно в последние годы, с начала тысячелетия до 2010 г. он вырос в 2 раза, а в минувшее десятилетие – только в полтора [ibid].

Таким образом, научно-технологическая мощь США в целом укрепляется, однако, по некоторым показателям это укрепление замедляется, а по некоторым – его не происходит вовсе.

Это может показаться странным, поскольку США является относительно благополучной в плане численности молодежи страной с постоянно растущим населением. США многие десятилетия развивали науку благодаря притоку образованных мигрантов. Приток образованных или получающих образование мигрантов действительно увеличивался. Общее число иностранных студентов вузов в мире выросло с 2,1 млн в 2001 г. до 5,3 млн в 2020 г. Правда, при этом доля обучающихся в США в общемировом объеме снизилась с 28% до 21%. На 2020 г. общая численность студентов из зарубежных стран в США составила 1,1 млн человек. За последнее десятилетие число студентов резко увеличилось. Вместе с тем большинство студентов, обучающихся в США, родом из Китая и Индии. Китай является крупнейшим источником иностранных сту-

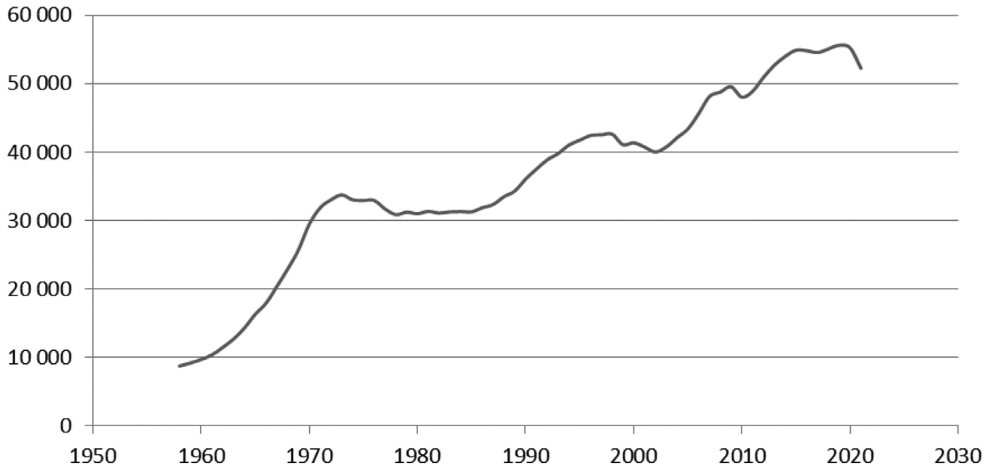


Рис. 1. Число защит докторских диссертаций в университетах и колледжах США с 1958 по 2021 гг.

Источник: [NSF 2022]

дентов, обучающихся в США. Вливание иностранных студентов на экономику США в допандемийном 2019 г. превысило 40 млрд долл. Считается, что иностранные студенты основали впоследствии 23% крупных компаний в США. С 2008 по 2018 г. численность иностранных студентов выросла на 38,6% [International Students 2022].

Весьма показательным является график числа защит докторских диссертаций (PhD) в университетах и колледжах США с 1958 г. (рис. 1).

Согласно этим данным, в настоящий момент имеет место достаточно длительный период стагнации числа защит диссертаций в США, начавшийся еще в конце 2000-х годов. Однако такие периоды, даже большие по длительности, уже были в американской истории, в частности, с начала 1970-х годов практически по начало 1990-х ежегодное число диссертаций не увеличивалось. В то же время необычно бурный рост ежегодного числа защит наблюдался в 1960-е годы, когда их число выросло более чем в 3 раза. Можно предположить, что в волнах нарастающего интереса к научной деятельности большую роль играют миграционные притоки, в том числе, связанные с продолжением обучения в США иностранных студентов. Действительно, за десятилетие с 2011 по 2021 годы ежегодное число защит докторских диссертаций в США изменилось с 49 до 52 тыс., притом, что число защитившихся граждан США в эти два года было практически одинаковым – 31,7 и 31,6 тыс. человек соответственно. Таким образом, в последние годы более трети новых докторов наук в США –

иностранные граждане. За указанное десятилетие число защитившихся граждан Китая выросло с 4 до 6,1 тыс. человек (на втором месте – Индия с 2,2 тыс. защитами в 2021 г.) [NSF 2022].

В настоящее время на страны «Группы двадцати» приходится 9/10 расходов на исследования, исследователей, публикации и патенты. Хотя в период с 2014 по 2018 г. расходы на исследования выросли в большинстве регионов, но все же 80% стран по-прежнему инвестируют менее 1% ВВП в НИОКР. Благодаря становлению национальных наук в развивающихся странах в период с 2014 по 2018 гг. число исследователей росло в 3 раза быстрее (13,7%), чем население мира (4,6%). Это эквивалентно 8,854 млн исследователей, занятых полный рабочий день (ЭПЗ). Без Китая рост числа исследователей (11,5%) только вдвое превысил бы темпы роста населения (5,2%). В 2018 г. на Китай приходилось 21,1% мировых исследователей, что немного меньше доли всего ЕС (23,5%), а на США приходилось лишь 16,2% (2017 г.) [UNESCO 2021].

Таким образом, скорость увеличения численности исследователей лишь незначительно замедлилась в последние несколько лет. При этом следует учитывать, что сбор данных по численности исследователей производился в рамках ЮНЕСКО в эквиваленте полной занятости.

В период с 2014 по 2018 г. расходы на исследования в России упали на 6% в постоянных ценах, а количество исследователей (в FTE) сократилось на 9,5% [UNESCO 2021]. К 2018 г. средний возраст российских исследователей составлял 47 лет, и почти каждый четвертый достиг пенсионного возраста. Введение политики роста заработной платы и различных программ исследовательских грантов, ориентированных на более молодую возрастную группу, призвано обратить эту тенденцию вспять. По относительному числу исследователей на 10 тыс. занятого населения у России 27-е место, при этом позиция страны ухудшается [Парламентские слушания 2021]. Как отметил академик А. Сергеев «За 15 лет у нас сокращение на 17,5% в то время, как практически во всех странах мира – рост от 30 до 130%» [Число … 2022].

В Канаде уровень расходов на НИОКР упал с начала тысячелетия с 2% до 1,56% в 2018 г. Число патентных заявок резидентов достигло максимума в 5,5 тыс. в 2006 г. и далее снижалось, в 2018 г. их было всего 4,2 тыс. С 2008 г. число патентных заявок снижалось от нерезидентов – с 37 до 32 тыс. Значительно снизилось число техников в НИОКР (в относительных величинах) – с почти 2 тыс. в 2007 г. до 1,25 тыс. в 2018 г. Доля высокотехнологичных продуктов в экспорте колебалась между 13 и 18% с 1990 г., и сейчас составляет около 17%. Плата за использование интеллектуальной собственности (баланс платежей) достигла насыщения в 2012–2013 гг., аналогичное американскому, прошло насыщение и в ежегодной численности научно-технических статей. Число исследователей (в расчете на миллион человек) также достигло насыщения в конце 2000-х годов и с тех пор несколько снизилось.

В Великобритании также наблюдается аналогичная картина стагнации развития научно-технической деятельности, в частности, по числу исследователей. Расходы на НИОКР увеличивались незначительно, проходили через некоторые спады и подъемы. Существенно снижается в последние годы число патентных заявок резидентов и нерезидентов. В последнее десятилетие снижается ежегодное число научно-технических статей. Наряду со снижением общего объема экспорта, в нем сокращается доля высокотехнологичных товаров. Вместе с тем показатели баланса платежей за использование ИС несколько выросли в последние годы [Science].

В Германии высокое число исследователей (5212 по состоянию на 2018 г.) и оно продолжает расти, однако ежегодное число публикаций в периодических изданиях и число патентных заявок резидентов стагнирует. При этом расходы на НИОКР продолжают расти, достигнув 3,1% в 2018 г. Доля специалистов, задействованных в НИОКР, растет, а интерес нерезидентов в отношении экономики Германии является высоким. Для Германии также характерен довольно уверенный рост баланса технологических платежей. Процент высокотехнологичных продуктов в экспорте остается таким же, как и многих других развитых стран – около 16%, однако также стагнирует [ibid].

Во Франции число исследователей несколько растет, однако доля расходов на НИОКР уже около десятилетия стагнирует. Снижение наблюдается также в отношении публикационной активности, патентных заявок резидентов и нерезидентов, числа специалистов, задействованных в НИОКР. Платежный баланс по ИС рос в первые годы минувшего десятилетия, но в последние годы он даже снижается. Для Франции характерен довольно высокий уровень высокотехнологичных продуктов в экспорте. Однако его объем существенно меньше, чем у Германии и также стагнирует [ibid].

Расходы на НИОКР Китая уверенно растут, хотя скорость их роста существенно снизилась с 2012 г. В стране наблюдается активный рост числа исследователей и научных публикаций. Несмотря на относительную стабилизацию в 2018 г., наблюдается быстрый рост числа патентных заявок. Экономика Китая представляет интерес для нерезидентов, число патентных заявок от них показывает активный рост. Баланс за ИС неуклонно растет, достигнув практически значений США, однако он несколько снизился в последние годы. Доля высокотехнологичной продукции в экспорте достигла 30% в начале 2000-х годов и зафиксировалась на данном уровне [ibid].

В Южной Корее, как и в Израиле, одна из самых высоких концентраций исследователей в мире (относительно численности населения), которая приближается к восьми человекам на 1 тыс. человек. При этом это число продолжает расти. Доля расходов на НИОКР в ВВП является также одной из самых высоких в мире и продолжает расти. Скорость роста числа патентных заявок резидентов снижается, при этом, она – одна из самых высоких в мире. Рост числа заявок нерезидентов также стал замедляться [ibid].

В Японии численность исследователей, достигнув высокого уровня в начале тысячелетия, остается фактически постоянной относительно численности населения страны. Расходы на НИОКР в ВВП выше, чем в Германии, но ниже, чем в Южной Корее, и остаются фактически постоянными с начала нового тысячелетия. Число патентных заявок резидентов снижается с 2000 г., практически сблизившись с уровнем куда менее населенной Южной Кореи. Патенты нерезидентов в Японии достигли максимума также в конце 2000-х годов, и после этого роста их ежегодного числа не наблюдается. Аналогичные тенденции, в течение последних 20 лет наблюдаются в отношении числа научных публикаций, а также специалистов, занятых в НИОКР. Баланс платежей за ИС в Японии в последние годы несколько растет. При этом доля высокотехнологичной продукции в экспорте Японии серьезно упала с начала тысячелетия, достигнув значений, обычных для других развитых стран. Валовый объем высокотехнологичного экспорта стагнирует с конца 1990-х годов [Science].

Относительная численность исследователей в России несколько снижается в последние годы. Расходы на НИОКР находятся в районе 1% от ВВП, что значительно ниже уровня развитых стран. Между тем число статей в международных базах данных в последние годы росло, во многом благодаря активной политике по содействию этому росту. Патентная активность резидентов – 5-я в мире, но она стагнирует уже несколько десятилетий. Количество патентных заявок нерезидентов после пика в начале 2010-х годов стало снижаться. Баланс платежей за ИС достиг максимума также в начале 2010-х годов (в долл.) и с тех пор стагнирует (хотя он несколько вырос в последние годы). Доля высокотехнологичной продукции в экспорте России остается примерно постоянной, но недотягивает до уровня развитых стран – ее объем стагнирует последние десять и более лет в значениях между 8 и 12 млрд долл. [ibid].

Таким образом, целый ряд ведущих в научно-технологическом отношении стран характеризуются выраженным замедлением или даже стагнацией показателей научно-технологического развития в последнее десятилетие, при этом Россия – одна из них. По существу, только Китай демонстрирует уверенный рост во всех сферах.

Анализ долгосрочных вызовов глобальной и российской экономики, формирование сценариев и сценарных условий долгосрочного развития российской экономики, общества и научно-технологической сферы, проведенный в 2015 г. Центром макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования, рассматривал только с 20%-ной вероятностью на текущие годы замедление глобального научно-технологического развития [Анализ 2022].

Ученые Высшей школы экономики рассчитали год наступления «технологической сингулярности»: это произойдет примерно в 2106 г. [Салтанова 2020]. Действительно, многие тысячелетия технологическое развитие шло с постоянным, практически гиперболическим ускорением. Но ускорение при истощении

движущих сил вполне закономерно сменяется замедлением. Довольно четко этот механизм описан на примере динамики численности населения Земли. Австрийский ученый Хайнц фон Ферстер [Von Foerster, Mora, Amiot 1960] в 1960 г. доказал, что с начала нашей эры количество жителей планеты росло гиперболическим образом. Однако с 1970-х годов, как уже отмечалось выше, траектория трансформировалась – темпы прироста стали снижаться. Это происходит до сих пор и, судя по прогнозам ООН [UN Population Division 2019], продолжится в ближайшие десятилетия. Более, того, по мнению российских исследователей, сингулярность уже пройдена в 2018 годах [Салтанова 2020]. Вместе с тем в 2030-х годах за счет широкого внедрения цифровых технологий нового поколения (искусственный интеллект и т. д.) можно ждать новую волну ускорения, и с учетом ее точка сингулярности придется как раз на начало следующего столетия.

Вместе с тем нет оснований считать, что будущее ускорение 2030-х годов будет мощнее имевшего место в 1950–1960-х годах. Уже к концу прошлого века наметилась тенденция к отрицательной динамике прорывных изобретений. Патентная статистика дает высокие показатели, но их новизна не всегда однозначна, так как патентуется часто то, что не является полноценным изобретением [Park, Leahey, Funk 2023]. Вместе с тем количество действительно значимых изобретений после 1950–1960-х годов сокращается [Bunch, Hellemans 2004].

Например, в сфере искусственного интеллекта, по наблюдениям экспертов, прорывная жизнь идет лишь в двух-трех из 12 направлений, в то время как в остальных темпы роста замедляются. В фундаментальной физике пик открытий пришелся на 1920–1930-е годы [Plebe, Percont 2020]. В 1950–1960-х годах их активно коммерциализировали, они начали давать экономическую отдачу [Салтанова 2020].

Сегодня результаты медицинских исследований имеют все большую долю в числе научных работ, особенно в развитых странах. Как пишет Л. Е. Гринин, в ходе медицинского вектора текущей кибернетической революции возникают политические проблемы – геронтократия и проч., на которых следует остановиться подробнее [Гринин, Гринин 2019].

При этом, важно отметить, что единое научное пространство фрагментируется, а механизмы координации между разными дисциплинами и формированием целостной «научной картины мира» слабеют [Пик развития 2022]. Повышение междисциплинарной (и международной) связности науки – выход из создавшегося положения. Для этого служит формирование и развитие баз данных по научной информации (Scopus, Web of Science, Medline, РИНЦ и др.)

Против обсуждаемой нами гипотезы о замедлении могут свидетельствовать следующие положения.

Во-первых, число работ стагнирует (в развитых странах), глобальная скорость их прироста замедляется, но качество работ (возможно) растет. То же

самое можно сказать о патентах и технологиях. Более того, их качество не может не улучшаться, поскольку научное развитие должно опираться на обзоры литературы. Вместе с тем «полезный выход» в виде новых технологий может из формально нового знания и не наблюдаться. Во-вторых, технологическое развитие может происходить скачкообразно, после длительного накопления результатов исследований и технологических разработок. Такой прорыв может действительно ждать науку с развитием цифровых технологий.

Возможность реализации второго аргумента можно рассмотреть на примере суперкомпьютерных технологий, составляющих (в значительной степени) основу для больших прорывов в различных науках.

На конец 2021 – начало 2022 г. лидером среди суперкомпьютеров является система Fugaku [Top 2021], которая заняла первую строчку рейтинга еще в июне 2020 г. Систему Fugaku уже можно отнести к классу систем экзафлопс-уровня. Вместе с тем Китай уже построил у себя несколько новых систем экзафлопс-уровня, демонстрирующих эту производительность на числах с нормальной (64 бит) разрядностью [Опубликован рейтинг 2022]. В первой сотне рейтинга ноября 2021 г. – 14 суперкомпьютеров из Японии, 34 – из США, два из КНР (зато – в первой десятке), 12 – из Германии, три – из Италии, семь – из Франции, один – из Швеции, три – из Великобритании, пять – из России (лучший – Chervonenkis, Яндекс), один – из Швейцарии, три – из Саудовской Аравии, четыре – Южной Кореи, один – Нидерланды, один – Люксембург, один – Австралия, один – Тайвань, один – Бразилия, один – Чехия, один – Испания, два – Финляндия, один – Канада. В то же время, если опираться на предыдущие данные списка наиболее мощных суперкомпьютеров [Top 2021], то можно рассчитать, что если с 2002 по 2011 г. мощность суперкомпьютера-лидера выросла в 4 раза, то с 2011 по 2021 г. – в 2,3 раза. По максимальной мощности с 2002 по 2011 г. у лидера был рост в 293 раза, по пиковой – в 275, с 2011 по 2021 г. – в 42 и 48 соответственно. Таким образом, можно наглядно увидеть определенные признаки замедления и в суперкомпьютерной сфере.

Рассмотрим показатели роста количества научных публикаций в некоторых важных странах в наиболее актуальных и перспективных для мирового развития направлениях исследований: медицине и компьютерных науках (рис. 2).

Россия в 2010-е годы в медицинских исследованиях, представленных в международных базах данных, «стартовала с низкой базы», как и Китай, Южная Корея и Индия в 2000-е. Вместе с тем другие развитые страны в минувшее десятилетие в целом увеличили скорость роста числа медицинских публикаций. В отношении компьютерных наук можно констатировать, что пик скорости роста уже прошел, в них ускорение демонстрирует только Россия.

Таким образом, скорость роста основных научно-технических показателей ведущих в научном, технологическом и политическом отношении стран мира, очевидно, замедлилась. Более того, замедляется и рост в «святая святых»

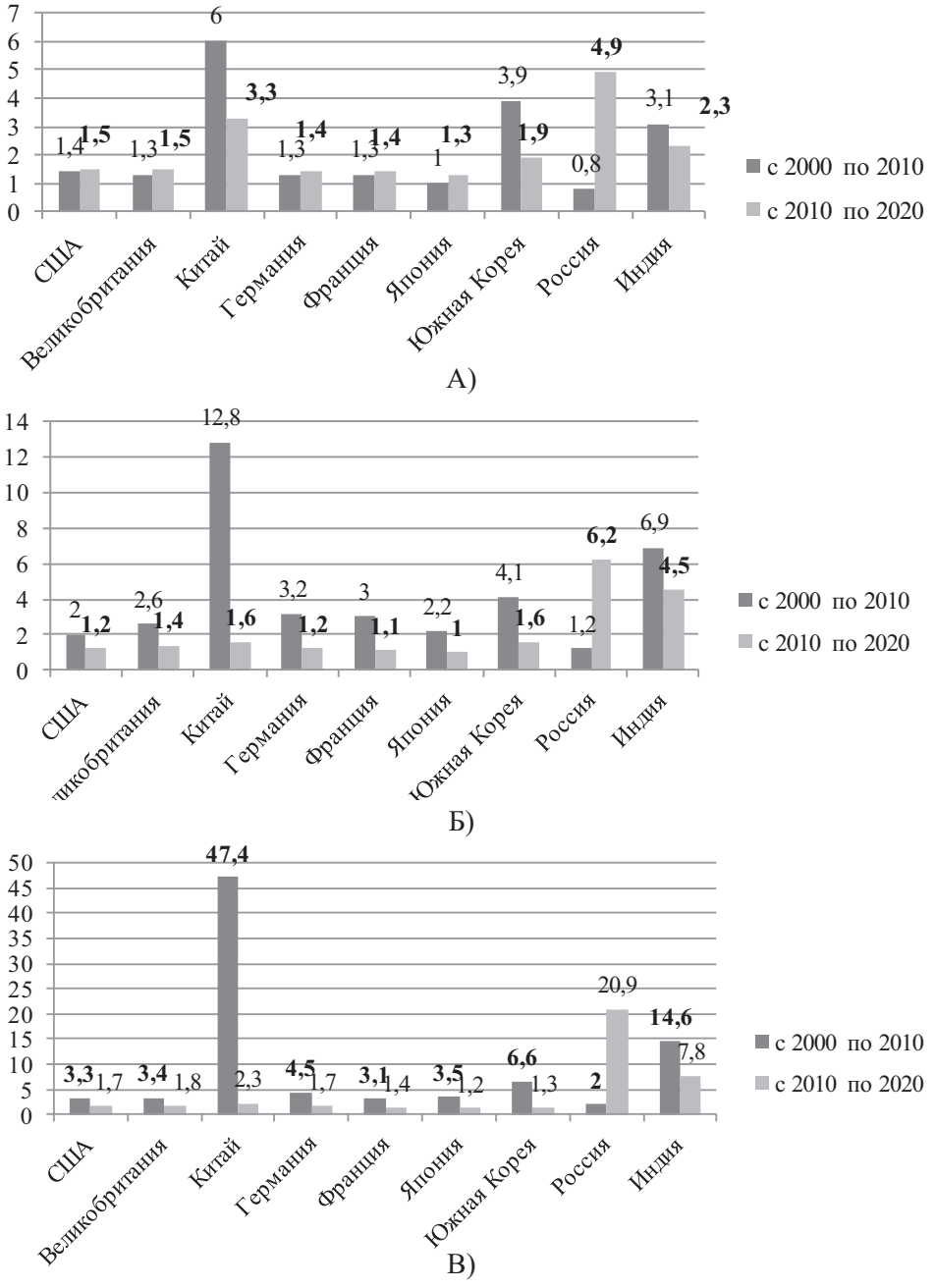


Рис. 2. Изменение динамики роста ежегодного числа публикаций в области медицины, компьютерных наук в целом и искусственного интеллекта.

Составлено автором по данным: [Scimago 2022]

глобального технологического развития – цифровых технологиях, а возможно даже – в наиболее многообещающей сфере искусственного интеллекта.

Для России все вышеизложенное предоставляет целый набор шансов на успешное преодоление трудностей активной фазы смены мирового порядка.

Во-первых, данное замедление представляется беспрецедентным в глобальном развитии во всей Новой и Новейшей истории. Очевидно, именно замедление роста человечества привело к такому явлению. Китай пока поддерживает глобальный рост, во многом сравнившись по показателям с США. Россия показывает рост научно-технических публикаций – глобальной представленности своих научных достижений (во всяком случае, до недавнего времени). В то же время трудности научно-технологического развития наблюдаются и в нашей стране. В наступивших новых геополитических условиях у России новые задачи развития. В отличии от ряда других стран Россия может опираться во многом только на внутренние инвестиции при наличии проблем с воспроизводством кадров. Можно отметить, что в России довольно низким является уровень монетизации экономики [Кайгородцев 2019]. Возможно, дополнительная монетизация могла бы увеличить базу для финансирования исследований. Кроме того, целесообразно предложить совместные проекты научно-технического развития с лидерами развивающихся стран – Новой Большой восьмеркой (Китай, Индия, Россия, Индонезия, Бразилия, Мексика, Иран, Турция). Роль международного научно-технического сотрудничества возрастает, поэтому Россия нуждается в продуманной политике в сфере МНТС для преодоления проблем научно-технологического развития, в том числе, с использованием сложившейся ситуации с глобальным научно-технологическим замедлением.

Во-вторых, замедление роста такого развития лидеров увеличивает шансы догнать их, в частности, через реализацию мер, направленных на привлечение кадров из развитых и развивающихся стран, талантливых или уже обладающих полезными для российской экономики компетенциями. Достаточно вспомнить, что кризис в развитых странах в 1930-е и 1970-е годы приводил их капитал к поиску новых источников роста, СССР освоил западные технологии, Япония, КНР и Южная Корея «подхватили» локомоцию мирового развития благодаря многочисленности и концентрации своих демографических ресурсов. Вместе с тем нынешнее научно-технологическое замедление означает в принципе глубокий кризис, самый глубокий за последние 150 лет, поскольку новых источников роста «брать» по существу негде – КНР уже испытывает демографические проблемы, Индия осуществляет демографический переход, «восхождение» развивающихся стран, имеющих хорошую демографическую ситуацию – сдерживается нарастающими экологическими и социальными проблемами.

В-третьих, собственно политические аспекты глобального научно-технологического замедления очевидны его социально-экономическими последствиями, тем, что в условиях опоры экономики на науку и технологии замедление

означает общемировую экономическую стагнацию. Если опираться на данные МВФ, то можно прийти к выводу, что глобальная экономика (в долларовом выражении) выросла в 2000-е годы почти в 2 раза – в 1,95 раз, то за 2010-е годы – только в 1,3 раза [IMF 2022]. Это означает кризис развития, который неизбежно выливается в социальные и внутри- и внешнеполитические обострения, войны. Концентрация усилий стран на военных разработках приводила в прошлые глобальные кризисы к подъему технологий, но потенциал данного роста также может быть ограничен, в частности, в условиях отвлечения значительной части исследовательских сил на ИТ- и медицину. Сложившаяся ситуация неминуемо приведет к удешевлению многих прорывных технологий, их можно активнее приобретать за имеющиеся у России ресурсы при сохранении своей военной мощи на передовом мировом уровне на длительный предстоящий период.

Библиография

Анализ долгосрочных вызовов глобальной и российской экономики, формирование сценариев и сценарных условий долгосрочного развития российской экономики, общества и научно-технологической сфер // Центр макроэкономического анализа и долгосрочного прогнозирования. 2015. 30. 01. URL: http://www.forecast.ru/_ARCHIVE/Presentations/Forsight/2015_01_30-1.pdf (дата обращения: 01.12.2022).

Гринин Л.Е., Гринин А.Л. Глобальное старение, темпы научно-технического прогресса и изменение современной модели потребления в XXI – начале XXII в. // Историческая психология и социология истории. 2019. Т. 12. № 2. С. 36–56.

Ильин И.В. Глобальные проблемы цифровой трансформации общества // Социальные науки и образование в условиях становления электронно-цифровой цивилизации: сб. трудов научно-практической конференции. СПб.: Нестор-История, 2020. С. 18–32.

Кайгородцев А.А. Повышение уровня монетизации российской экономики как фактор экономического роста // Научное обозрение. Экономические науки. 2019. № 3. С. 11–14.

Опубликован рейтинг TOP500 самых мощных суперкомпьютеров // Атомная энергия 2.0. URL: https://www.atomic-energy.ru/news/2021/11/29/119739 (дата обращения: 01.12.2022).

Парламентские слушания: научный кадровый потенциал страны // Научная Россия. URL: https://scientificrussia.ru/articles/parlamentskie-slushaniya-nauchnyj-kadrovyj-potentsial-strany (дата обращения: 20.10.2022).

Пик развития пройден: почему научно-технических прорывов пока больше нет // РБК. URL: https://trends.rbc.ru/trends/futurology/5fd0a19f9a79473f456d7825 (дата обращения: 01.12.2022).

Салтанова С.В. «Мы живем в замедляющемся мире» Андрей Коротаев – о том, что прогресс технологий перестает ускоряться и надо к этому привыкать // НИУ ВШЭ. Научно-образовательный портал IQ. URL: https://iq.hse.ru/news/352552613.html (дата обращения: 01.12.2022).

Число исследователей в России сократилось на 17,5% при росте в других странах до 130% // ТАСС Наука. URL: https://nauka.tass.ru/nauka/11363167 (дата обращения: 01.12.2022).

Bunch B.H., Hellemans A. The History of Science and Technology: A Browser's Guide to the Great Discoveries, Inventions, and the People Who Made Them, from the Dawn of Time to Today. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2004. 792 p.

Grinin L., Grinin A., Korotayev A.A quantitative analysis of worldwide long-term technology growth: From 40,000 BCE to the early 22nd century // Technological Forecasting and Social Change. 2020. Vol. 155. P. 119–955.

IMF. World Economic Outlook. Countering the Cost-of-Living Crisis. International Monetary Fund, 2022. 186 p.

International Students in USA (by the Facts & Figures) // Admissiomsly. URL: https://admissionsly.com/international-students-in-usa-statistics (дата обращения: 01.06.2022).

Park M., Leahey E., Funk R. J. Papers and patents are becoming less disruptive over time // Nature. 2023. Vol. 613. № 7942. P. 138–144.

Plebe A., Percont P. Plurality: The End of Singularity? // The 21st Century Singularity and Global Futures / ed. by A.V. Korotayev, D.J. LePoire. Springer, 2020. P. 163–184.

Science & Technology // World Bank. URL: https://data.worldbank.org/topic/14 (дата обращения: 01.12.2022).

Scimago Journal & Country Rank // SJR. URL: https://www.scimagojr.com/countryrank.php (дата обращения: 1.12.2022)

Top 500 lists // The TOP500 list. URL: https://www.top500.org/lists/top500/list/2021/11/ (дата обращения: 01.12.2022).

UN Population Division. World Population Prospects 2019 // UN. URL: https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/ (дата обращения: 01.12.2022).

Von Foerster H., Mora P. M., Amiot L. W. Doomsday: Friday, 13 November, AD 2026: At this date human population will approach infinity if it grows as it has grown in the last two millenia // Science. 1960. Vol. 132. № 3436. P. 1291–1295.

References

Analiz dolgosrochnykh vyzovov global'noy i rossiyskoy ekonomiki, formirovaniye stsenariyev i stsenarnykh usloviy dolgosrochnogo razvitiya rossiyskoy ekonomiki, obshchestva i nauchno-tekhnologicheskoy sfer [Analysis of long-term challenges of the global and Russian economy, formation of scenarios and scenario conditions for the long-term development of the Russian economy, society and scientific and technological areas]. Tsentr makroekonomicheskogo analiza i dolgosrochnogo prognozirovaniia [Center for Macroeconomic Analysis and Long-term Forecasting]. 2015. 30. 01. URL: http://www.forecast.ru/_ARCHIVE/Presentations/Forsight/2015_01_30-1.pdf (date of access: 01.12.2022). (In Russ.)

Bunch B.H., Hellemans A. The History of Science and Technology: A Browser's Guide to the Great Discoveries, Inventions, and the People who Made Them, from the Dawn of Time to Today. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2004. 792 p.

Chislo issledovateley v Rossii sokratilos' na 17,5% pri roste v drugikh stranakh do 130% [The number of researchers in Russia decreased by 17.5% with an increase in other countries up to 130%]. TASS Nauka [TASS Science]. URL: https://nauka.tass.ru/nauka/11363167 (date of access: 01.12.2022). (In Russ.)

Grinin L., Grinin A., Korotayev A. A quantitative analysis of worldwide long-term technology growth: From 40,000 BCE to the early 22nd centuryю Technological Forecasting and Social Change. 2020. Vol. 155. P. 119–955.

Grinin L.E., Grinin A.L. Global'noye stareniye, tempy nauchno-tekhnicheskogo progressa i izmeneniye sovremennoy modeli potrebleniya v XXI – nachale XXII v. [Global aging, the pace of scientific and technological progress and the change in the modern consumption model in the 21st - early 22nd centuries]. Istoricheskaya psikhologiya i sotsiologiya istorii [Historic Psychology and Social History]. 2019. Vol. 12. N 2. P. 36–56.

Il'in I.V. Global'nyye problemy tsifrovoy transformatsii obshchestva [Global problems of the digital transformation of society]. Sotsial'nyye nauki i obrazovaniye v usloviyakh stanovleniya elektronnotsifrovoy tsivilizatsii. [Social Sciences and Education in Conditions of the Electric and Digital Civilization Foundation. Scientific and Practical Conference]. Saint-Petersburg: Nestor-Istoriya, 2020. P. 18–32.

IMF. World Economic Outlook. Countering the Cost-of-Living Crisis. International Monetary Fund, 2022. 186 p.

International Students in USA (by the Facts & Figures). Admissiomsly. URL: https://admissionsly.com/international-students-in-usa-statistics (date of access: 01.12.2022).

Kaygorodtsev A.A. Povysheniye urovnya monetizatsii rossiyskoy ekonomiki kak faktor ekonomicheskogo rosta [Increasing the level of monetization of the Russian economy as a factor of economic growth]. Nauchnoye obozreniye. Ekonomicheskiye nauki [Scientific Observations. Economic Sciences]. 2019. N 3. P. 11–14.

Opublikovan reyting TOP500 samykh moshchnykh superkomp'yuterov [The TOP500 rating of the most powerful supercomputers has been published]. Atomnaya energiya 2.0. [Atomic energy 2.0]. URL: https://www.atomic-energy.ru/news/2021/11/29/119739 (date of access: 01.12.2022). (In Russ.)

Park M., Leahey E., Funk R.J. Papers and patents are becoming less disruptive over time. Nature. 2023. Vol. 613. N 7942. P. 138–144.

Parlamentskiye slushaniya: nauchnyy kadrovyy potentsial strany [Parliamentary hearings: scientific human resources of the country]. Nauchnaya Rossiya [Scientific Russia]. URL: https://scientificrussia.ru/articles/parlamentskie-slushaniya-nauchnyj-kadrovyj-potentsial-strany (date of access: 01.12.2022). (In Russ.)

Pik razvitiya proyden: pochemu nauchno-tekhnicheskikh proryvov poka bol'she net [The Peak of development has been passed: why there are no more scientific and technical breakthroughs yet]. RBK [RBC]. URL: https://trends.rbc.ru/trends/futurology/5fd0a19f9a79473f456d7825 (date of access: 01.12.2022). (In Russ.)

Plebe A., Percont P. Plurality: The End of Singularity? The 21st Century Singularity and Global Futures / ed. by A.V. Korotayev, D.J. LePoire. Springer, 2020. P. 163–184.

Saltanova S.V. «My zhivem v zamedlyayushchemsya mire» Andrey Korotayev – o tom, chto progress tekhnologiy perestayet uskoryat'sya i nado k etomu privykat' ["We live in a slowing down world" Andrey Korotaev – that the progress of technology is no longer accelerating and we need to get used to it]. NIU VSHE. Nauchno-obrazovatel'nyj portal IQ [Higher School of Economics. Scientific and educational portal IQ]. URL: https://iq.hse.ru/news/352552613.html (date of access: 01.12.2022). (In Russ.)

Science & Technology. World Bank. URL: https://data.worldbank.org/topic/14 (date of access: 01.12.2022).

Scimago Journal & Country Rank. SJR. URL: https://www.scimagojr.com/countryrank.php (date of access: 01.12.2022).

Top 500 lists. The TOP500 list. URL: https://www.top500.org/lists/top500/list/2021/11/ (date of access: 01.12.2022).

UN Population Division. World Population Prospects 2019. UN. URL: https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/ (дата обращения: 01.12.2022).

Von Foerster H., Mora P. M., Amiot L. W. Doomsday: Friday, 13 November, AD 2026: At this date human population will approach infinity if it grows as it has grown in the last two millenia. Science. 1960. Vol. 132. N 3436. P. 1291–1295.