

ЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ирина Николаевна Трофимова

доктор политических наук,
ведущий научный сотрудник Института социологии
ФНИСЦ Российской академии наук,
Москва, Россия;
e-mail: itnmv@mail.ru



Вызовы эпохи искусственного интеллекта: *R&D*-ответ российских институтов

УДК: 316.74

DOI: 10.24412/2079-0910-2024-4-108-123

Состояние и перспективы экономики, социальной сферы, национальной безопасности сегодня во многом определяются уровнем развития и внедрения инновационных технологий. Искусственный интеллект (ИИ) является главным технологическим трендом. Россия соответствует ему, но ее достижения пока несопоставимы с достижениями лидеров — прежде всего, США и Китая. Рост числа исследований и разработок, патентов и научных публикаций авторов из разных стран говорит об ожесточенной глобальной конкуренции. В статье рассматривается результативность российских исследовательских и образовательных институтов в области ИИ. Особое внимание уделено институтам — победителям конкурсного отбора исследовательских центров в сфере ИИ в рамках федерального проекта «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

Теоретической основой исследования являются ключевые положения концепций национальной инновационной системы и инновационной экосистемы, раскрывающие специфику, содержание и значение взаимодействия институтов в сфере технологических инноваций. Эмпирическую базу составляют сведения об исследованиях и разработках, патентах и научных публикациях, размещенных в базах статистических и библиографических данных. Анализ показал: 1) исторически обусловленную специфику и динамику исследований и разработок ИИ в мире и России; 2) значительный отрыв институтов-лидеров от большинства институтов по показателям сотрудничества, количества публикаций и их доли в высокорейтинговых научных журналах; 3) отраслевую и пространственную (международную и региональную) асимметрию сотрудничества российских институтов. Делается вывод, что ожидаемый эффект от взаимодействия институтов ограничен рядом внешних и внутренних факторов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, исследования, разработки, патенты, публикации, институты.

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) — главный технологический тренд, который оказывает растущее влияние на все сферы жизни современного общества. Технологии машинного обучения, поисковые и аналитические программы, интеллектуальные агенты, виртуальная реальность становятся частью повседневности. Согласно прогнозам, в 2024 г. глобальный объем рынка ИИ достигнет 305 млрд долл. США, а при ожидаемых ежегодных темпах роста на уровне 16% — более 700 млрд долл. США к 2030 г. [*Artificial Intelligence*, 2024]. Россия имеет все предпосылки, чтобы конкурировать в сфере исследований и разработок ИИ, но пока выглядит «аутсайдером» по сравнению с двумя технологическими лидерами — США и Китаем.

Причинами отставания чаще всего называют дефицит кадров и недостаток у частных компаний средств на разработку ИИ-инструментов [*Искусственный интеллект...*, 2023]. Отечественные эксперты выделяют также негативное влияние санкций [*Буланцев*, 2022], а зарубежные — отмечают низкую результативность науки, недостаточную заинтересованность и активность предпринимательского сектора, демографические и культурные ограничения [*Minevich*, 2017; *Nocetti*, 2020]. Вместе с тем Россия сохраняет перспективы приблизиться к лидерам благодаря высокому уровню человеческого потенциала и сохранившейся сильной математической и инженерной школе.

Использование имеющихся преимуществ, снижение рисков еще большего отставания и достижение конкурентных позиций определяют долгосрочные цели государственной политики в области ИИ. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» предусматривает существенный рост к 2024 г. количества научных публикаций, патентов и прикладных технологических решений [*О развитии...*, 2019]. О том, насколько это удалось и каким оказался *R&D*-ответ российских исследователей на вызовы эпохи ИИ, пойдет речь в статье. Основное внимание уделено: 1) оценке международных позиций России в разрезе технологических разработок, патентов и научных публикаций по отношению к лидерам, США и Китаю, и в группе БРИК; 2) анализу результатов исследовательской деятельности институтов.

Теория и методология

Сфера инновационных технологий сегодня чаще всего интерпретируется в терминах международного сотрудничества и глобального соперничества. В этих рамках авторы выделяют такие нарративы, как: 1) расширение трансграничного сотрудничества; 2) гонка вооружений между конкурирующими нациями; 3) глобальный рынок конкурирующих «университетов мирового класса»; 4) центр-периферийная иерархия, в которой развивающиеся страны ограничены евро-американским доминированием [*Marginson*, 2022]. Страны имеют разную динамику и степень своей включенности в эти процессы в зависимости от имеющихся ресурсов, приоритетов

и эффективности проводимой ими политики. Однако чем перспективнее исследования и разработки в плане влияния, тем больше они приобретают черты противостояния, нередко называемого технологической войной, а в случае ИИ — войной в прямом смысле [Flournoy, 2023].

Стратегическое значение ИИ обуславливает требование высокой результативности проводимых исследований и разработок. Концепция национальной инновационной системы, разработанная в 1980—1990-х гг. К. Фрименом, Б.-А. Лундваллом, Р. Нельсоном и другими учеными, рассматривает эту перспективу в контексте взаимодействия институтов, участвующих в создании, хранении, распространении и превращении новых знаний в новые технологии, продукты и услуги, потребляемые обществом [Freeman, 1987]. При этом национальная специфика может как способствовать, так и противодействовать инновациям, воспроизводя противоречия между участниками инновационной деятельности [Наукоемкие производства..., 2021] и разрывы в научно-технологическом секторе [О долгосрочном..., 2022].

Взаимодействие институтов имеет значение не только в плане рационального совместного использования ресурсов (кадры, финансы, инфраструктура, управленческий и организационный опыт). Важным его аспектом является возможность развития инновационной среды, где многообразие и сочетание внутренних и внешних, горизонтальных и вертикальных взаимосвязей поддерживает постоянное генерирование нового знания и новых идей. Поэтому все больший интерес представляет концепт развивающейся инновационной экосистемы — совокупности взаимодополняющих и замещающих институтов и отношений [Grandstrand, Holgersson, 2020], что особенно важно в отношении ИИ, направления и масштабы применения которого пока даже до конца не ясны. Собственно, глобальная история ИИ показывает, что на отдельных этапах государство, образовательные и исследовательские институты, бизнес вносили разный вклад в его развитие, конкурируя, стимулируя и дополняя друг друга.

Концепт инновационной экосистемы как эффективного взаимодействия институтов нашел свое отражение в программе «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной Правительством России в 2017 г. [Программа..., 2017] и в Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 гг. [Стратегия..., 2017]. В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [Стратегия..., 2024] идея взаимодействия артикулируется уже в контексте мобилизации научно-технологической сферы, консолидации общества и хозяйствующих субъектов в условиях санкций.

Объектом настоящего исследования является инновационная деятельность российских институтов в области ИИ, а предметом исследования — ее результаты. Эмпирическую базу составляют две группы источников: 1) международные позиции страны характеризуют сведения об исследованиях и разработках, патентах и научных публикациях, представленные в интерактивных базах статистических данных Организации сотрудничества и экономического развития (ОСЭР), Программы развития ООН (ПРООН), некоммерческого электронного проекта “Our world in Data”; 2) анализ результативности основывается на сведениях, представленных в базе библиографических данных *Web of Science* (БД WoS) в разделе “Computer sciences. Artificial intelligence” на ноябрь 2023 г. В качестве основных показателей анализируются: динамика и число публикаций; распределение публикаций по журнальным квартилям; доля публикаций, подготовленных в соавторстве (внутри страны, с за-

рубежными партнерами, с индустриальными партнерами). Обращение к рейтингу авторов по публикациям в области ИИ (A.I. Author Rankings by Publications) позволило выявить особенности страновой и институциональной аффилиации авторов, что отчасти компенсировало ограничения в доступе к БД *WoS* и информационно-аналитической системе *InCites*, введенные для российских исследователей с 2023 г.

Исследования и разработки в области ИИ: «ожесточенная конкуренция»

История искусственного интеллекта ведет отсчет с середины XX в., когда интерес к кибернетике и машинному интеллекту охватил умы ученых во всем мире. Во многом это было связано с противостоянием держав в годы Второй мировой войны и последующей холодной войны. Для США в технологическом противоборстве не было иного выбора, как быть первыми [*Possony, Pournelle*, 1970, p. 56]. СССР оказался в более сложной ситуации. Выдающиеся ученые (А.А. Ляпунов, Д.А. Поспелов, А.П. Ершов, В.М. Глушков, Н.А. Кузнецов и др.) внесли большой вклад в изучение ИИ, но их идеи и разработки не получили должного внимания. Многие решения по развитию ИИ оказывались рефлексивными, противоречивыми и, как следствие, недальновидными и малоперспективными [*IT-Museum...*, 2024]. В то время как в США каждая новая научно-техническая идея рассматривалась как целый комплекс возможностей, в СССР она оказывалась на перекрестке из сомнений в экономической целесообразности и конкурентоспособности, доводов в пользу экономии ресурсов и приоритетов национальной безопасности [*Наука...*, 2023]. После распада СССР в 1990-е гг. работа была приостановлена, а кадры частично утеряны.

Все это повлияло на то, что в начале 2000-х гг. Россия в области ИИ оказалась в роли догоняющей стороны — сначала «старых» лидеров (США, Германия, Великобритания), а затем и «новых» (Китай и Индия). Нельзя не согласиться с оценкой президента В.В. Путина, что сегодня идет ожесточенное соперничество между государствами, и от результатов зависит место России в мире, ее суверенитет, безопасность, состоятельность и возможности [*Конференция...*, 2022]. Началось это ожесточенное соперничество в середине 2010-х гг., и подготовка к нему шла не одно десятилетие.

Одним из доказательств тому является стремительный рост числа исследований и разработок в области ИИ. По данным ОСЭР, число ежегодных программных разработок в мире увеличилось более чем в 10 раз: с 24 197 в 2015 г. до 259 651 в 2023 г., в России — с 206 до 2 609 соответственно [*OECD*, 2024]. При этом доля российских программных разработок от всех разработок в мире остается низкой, но стабильной — на уровне 1%. Стабильные показатели России выглядят позитивно на фоне снижения доли Великобритании, Германии, Бразилии и даже США и Китая, потесненных Индией. Однако очевидное отставание России от «старых» и «новых» лидеров вызывает тревогу, учитывая тот высокий научный и человеческий потенциал, который был у нее и ее предшественника — СССР. Согласно статистике ПРООН, Россия с 2012 г. находится в группе стран с очень высоким уровнем развития человеческого потенциала и опережает по этому показателю быстро развивающиеся в научно-технологическом отношении Китай и Индию. По данным 2021 г. индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП) в России составил 0,822, в Китае — 0,768, Бразилии — 0,754, в Индии — 0,633 [*UNDP*, 2024].

Значение человеческого потенциала становится более заметным, когда речь идет о качестве и перспективности программных разработок. Статистика ОЭСР [OECD, 2024] дает возможность увидеть распределение программных разработок по их влиянию, определяемому количеством «веток» (управляемых копий проекта с изменениями): нулевое (0), среднее (1–5), высокое (6–100), сверхвысокое (более 100). Согласно этому распределению, лидером по доле разработок с высоким и сверхвысоким влиянием являются США, за которыми следом идет Китай, тогда как Индия лидирует по доле разработок с нулевым влиянием (рис. 1).

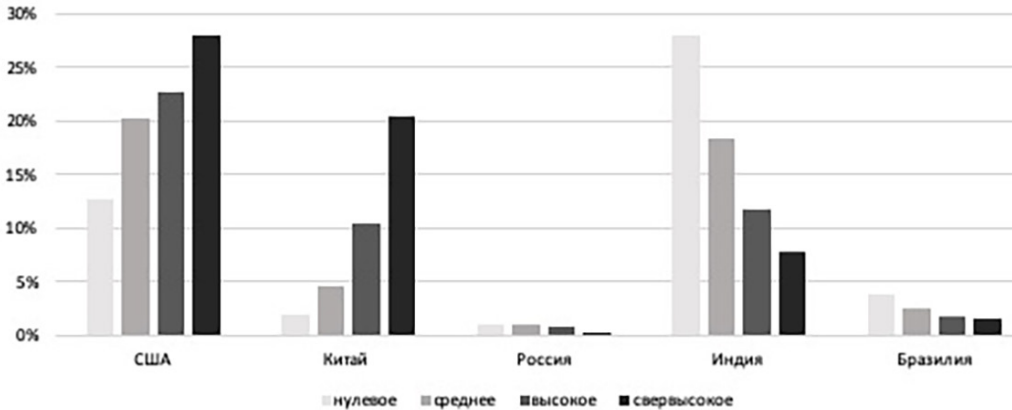


Рис. 1. Доля программных разработок в области ИИ по степени их влияния (2023 г., % от всех разработок в мире)

Fig. 1. Percentage share of AI software developments by their impact (2023, % of all developments worldwide)

Достижения Китая очевидны, но эксперты отмечают, что они отражают в первую очередь усилия государства, в то время как эффективность и качество некоторых китайских инноваций вызывают сомнения [Толстухина, 2023, с. 19]. Тем более парадоксальным выглядит низкая доля российских разработок при высоком ИРЧП и активном участии государства в развитии технологий: страна занимает 7-е место в мире по объему затрат и уровню стратегической проработки [Искусственный интеллект..., 2023, с. 32]. Индия и Бразилия различаются по числу, но схожи в соотношении разработок разного уровня. При этом в Индии отмечается колоссальное число разработок нулевого уровня, за которыми стоит феномен массовых низовых инноваций (grassroots innovations) — результат государственной политики, способствующей вовлечению наиболее незащищенных слоев населения в экономическую деятельность.

Другим подтверждением растущей конкуренции в сфере ИИ является резкий рост числа поданных заявок на патенты (табл. 1). В 2015 г. Китай практически сравнялся с США по числу ежегодных заявок на патенты и впоследствии вышел по этому показателю на первое место. Индия и здесь показывает заметный рост, что также является результатом государственной политики: Национальный исследовательский фонд Индии выступает посредником между новаторами и патентными фирмами при подаче заявок как внутри страны, так и за рубежом. Из стран БРИК Россия и Бразилия близки по своим показателям.

Табл. 1. Ежегодные заявки на патенты, связанные с искусственным интеллектом, поданные в патентное ведомство своей страны

Table 1. Annual AI-related patent applications filed with their country's patent office

Годы	США	Китай	Россия	Индия	Бразилия
2010	1 357	763	18	11	20
2011	1 412	1 199	12	23	34
2012	1 796	1 407	26	25	44
2013	2 291	2 038	28	54	40
2014	2 862	2 553	36	49	31
2015	4 170	3 988	61	112	56
2016	6 407	7 934	82	155	77
2017	10 100	14 638	106	270	81
2018	14 047	27 710	124	269	137
2019	16 472	43 301	71	10	127
2020	14 761	64 407	69	4	98

Источник: Our World in Data.

Научные публикации также характеризуют результаты исследовательской деятельности. Если рассматривать период с 1980 по 2022 г. (до года ограничения доступа к информационно-аналитической системе *InCites* БД *WoS*), то можно увидеть, что по числу публикаций в области ИИ имеются подъемы и спады, а число стран, которые были представлены авторами этих публикаций, постоянно росло. Наибольшее число публикаций приходится на авторов из США и Китая. Российские авторы, к сожалению, не смогли составить им достойной конкуренции: лучшие результаты были показаны ими в 2017–2019 гг., но это оказалось недостаточным, чтобы приблизиться к лидерам (рис. 2).

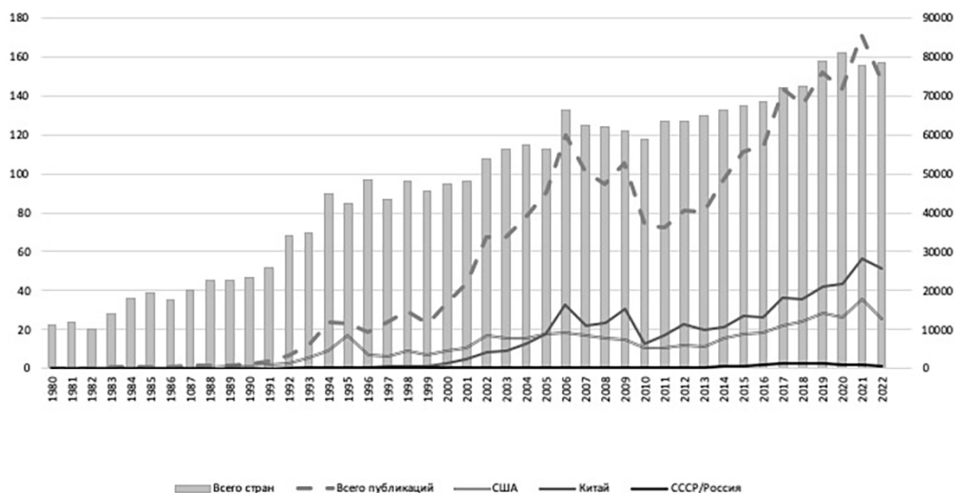


Рис. 2. Публикационная активность в области искусственного интеллекта (число стран и публикаций на 10 июля 2023 г., по данным *WoS*)

Fig. 2. Publication activity on AI (number of countries and publications as of July 10, 2023, according to *WoS*)

Здесь, как и по числу разработок и патентов, США и Китай значительно опережают другие страны. Рост числа российских публикаций отмечен с 2017 г. — как раз со времени активизации государственной политики в области ИИ, но на фоне лидеров он выглядит практически незаметным. Что касается сравнения со странами БРИК, то в начале 2000-х гг. Китай и в начале 2010-х гг. Индия совершили настоящий рывок. Сегодня возможность догнать Китай и Индию видится недостижимой, а с Бразилией Россия идет практически вровень (рис. 3).

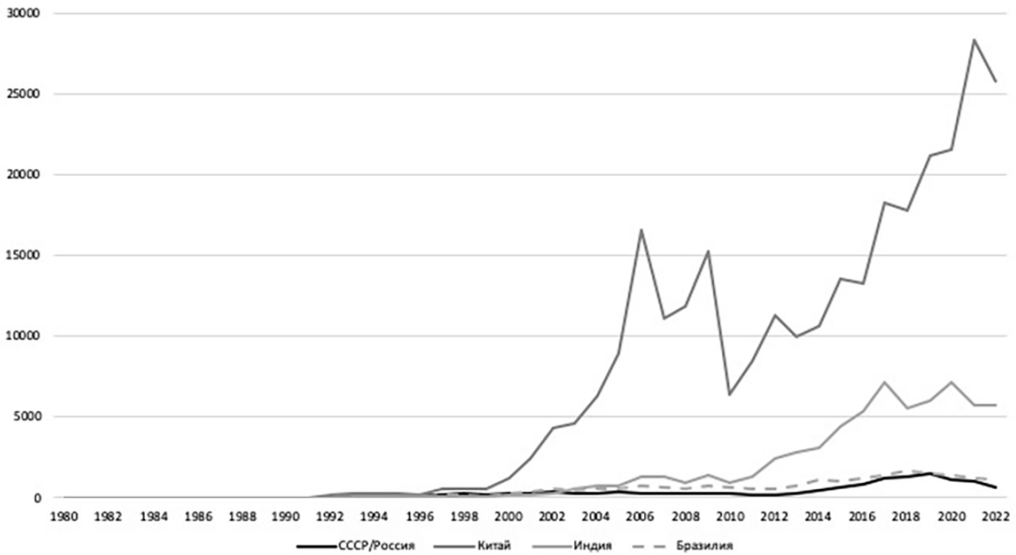


Рис. 3. Публикационная активность по проблемам искусственного интеллекта в странах БРИК (число публикаций на 10 июля 2023 г., по данным WoS)

Fig. 3. Publication activity on AI issues in BRIC countries (number of countries and publications as of July 10, 2023, according to WoS)

Исследования и разработки в сфере ИИ стали глобальным трендом, который оказался в фокусе государственной научно-технологической политики во многих странах. Рассмотренные показатели исследовательской, патентной и публикационной активности свидетельствуют о том, что в области ИИ идет ожесточенная конкуренция, в которой Россия пока остается догоняющей стороной.

Отставание России в области ИИ в значительной степени объясняется проблемами развития отрасли в советский период, развалом научно-технической сферы в 1990-е гг. и запоздалым принятием необходимых мер. Активность России в области ИИ в 2015–2020 гг. эксперты характеризуют как наверстывание упущенного, лихорадочные усилия по мобилизации академических и промышленных ресурсов страны для прорывов в этой области, которых страна вполне может достичь [Bendett, 2018]. Действительно, в последовательности и содержании принятых стратегических и программных документов прослеживается сдвиг от простого упоминания ИИ до определения его в качестве ключевой технологии и выработки конкретных решений по его развитию.

Результаты исследовательской деятельности российских институтов

Появление новых идей и рост исследовательской активности всегда шли рука об руку, но в истории ИИ есть свои спады и подъемы, что заметно по динамике публикационной активности (см. табл. 2).

Табл. 2. Периоды развития ИИ и публикационная активность

Table 2. AI development periods and publication activity

Периоды	Содержание периода	Публикационная активность
«Бум» (первая половина 1980-х)	Институционализация направления, рост государственных и частных инвестиций в США	Несколько сотен публикаций, по числу которых лидируют США, Япония, Канада, Великобритания
«Похолодание» (вторая половина 1980-х — начало 1990-х)	Сокращение в США государственных и частных инвестиций из-за их недостаточной окупаемости	Постепенный рост числа публикаций и авторов из других стран
Переход к цифровой экономике (вторая половина 1990-х — середина 2000-х)	Активные исследования и разработки новых технологий	По числу публикаций Китай догоняет и опережает США (2005); Бразилия (2001) и Индия (2003) опережают Россию
Поиск направлений развития и применения ИИ (середина 2000-х — середина 2010-х)	Исследования и разработки сосредоточены в академических кругах	Снижение числа публикаций, в том числе российских авторов
Коммерциализация и расширение сферы применения ИИ (середина 2010-х — начало 2020-х)	Производственные компании опережают академические институты по числу разработок, рост частных инвестиций, в том числе в профильное образование	Стремительный рост числа публикаций, определение группы глобальных (Китай и США) и региональных лидеров (Европейский союз, Япония, Бразилия, Индия, Россия)
Политизация исследований и разработок в области ИИ (начало 2020-х)	Милитаризация ИИ, «технологическая» холодная война	Снижение числа публикаций (по данным на июль 2023 г.)

Источники: InCites; Our World in Data.

Первоначально исследования и разработки ИИ были сосредоточены в академическом секторе в индустриально развитых странах — прежде всего, в США. Новые технологии и цифровизация экономики открыли возможности для развивающихся стран — сначала следовать за лидерами, а потом попытаться выстроить национальные модели поддержки инноваций. С середины 2010-х гг. инициативу в исследованиях и разработках ИИ перехватил индустриальный сектор. В этом отражается особенность ИИ, которую подчеркивал один из его создателей Марвин Мински (1927–2016): «...идеи, которые развивались в рамках отдельных исследований, быстро становились обычными сразу после их технического воплощения, выступая основой для новой научной или коммерческой специальности со своим соб-

ственным отличительным названием [Minsky, 2024]. Резкий рост числа публикаций с середины 2010-х гг. был обусловлен именно проведением производственными компаниями своих исследований и разработок и активизацией их сотрудничества с исследовательскими и образовательными институтами, что отражено в следующих данных [Our World in Data, 2024] (рис. 4).

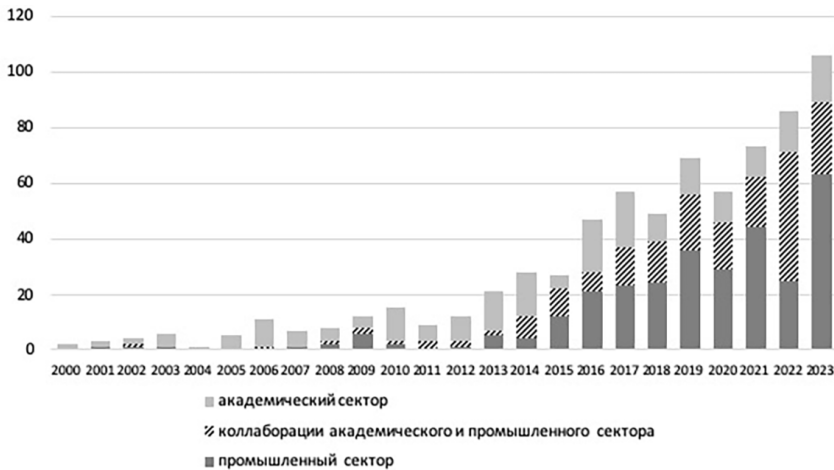


Рис. 4. Принадлежность исследовательских групп, создавших известные системы искусственного интеллекта (число групп по годам публикации)

Fig. 4. Affiliation of research teams building notable AI systems (by year of publication)

Россия, следуя глобальной тенденции, с середины 2010-х гг. стала проводить активную политику в сфере ИИ, что сразу было отмечено ростом числа публикаций. Всего за 2018–2022 гг. по теме ИИ было опубликовано 5 243 работы, авторами которых стали российские исследователи из 381 института, из них в международном соавторстве — 1 285 работ с участием исследователей из 181 института. Вместе с тем в данных о публикациях заметна следующая особенность: российские институты в большей степени были ориентированы на сотрудничество с зарубежными коллегами, чем на сотрудничество внутри страны и тем более — на сотрудничество с производственными предприятиями.

Из 381 российского института немногим более 30 имеют ненулевые данные по всем трем показателям, и это довольно пестрая картина. Пятерка же лидеров выглядит следующим образом (табл. 3).

Лидеры сотрудничества в области ИИ образуют достаточно устойчивую группу, к которой близки еще несколько институтов (Университет Иннополис, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Московский авиационный институт, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого и др.). Ядро этой группы составляют университеты Москвы и Санкт-Петербурга. Отдельно стоит выделить институты РАН, которые также активно сотрудничают с российскими, зарубежными организациями и промышленными предприятиями: Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление», Санкт-Петербургский исследовательский центр, Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича, Математический институт В.А. Стеклова, Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова.

Табл. 3. Институты — лидеры по публикациям, подготовленным в сотрудничестве...

Table 3. Leading institutions in number of publications done with collaborations with...

...с российскими организациями	...с зарубежными организациями	...с промышленными предприятиями
МГУ им. М.В. Ломоносова	НИУ ВШЭ	ННГУ им. Н.И. Лобачевского
Высшая школа экономики (НИУ ВШЭ)	Сколтех	Сколтех
Московский физико-технический институт (МФТИ)	Университет ИТМО	НИУ ВШЭ
Московский инженерно-физический институт (НИЯУ МИФИ)	МФТИ	Санкт-Петербургский гос. электротехнический ун-т (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
Санкт-Петербургский гос. ун-т (СПбГУ)	МГУ им. М.В. Ломоносова	МФТИ

Источник: InCites.

Из региональных институтов лучшие показатели по публикациям в области ИИ, подготовленным в сотрудничестве с зарубежными организациями, имеют Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ) (69% всех публикаций), Казанский федеральный университет (52%), Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (49%), Саратовский государственный университет (43%), Томский политехнический университет (34%). Примечательно, что большинство зарубежных соавторов в публикациях исследователей НИУ ЮУрГУ составили китайские коллеги. В подготовке публикаций с международным соавторством Университета Иннополис участвовали исследователи из разных стран. Институты двух столичных регионов чаще сотрудничали с коллегами из США и Западной Европы.

В целом чем выше результативность исследовательской деятельности института, тем больше у него партнерских связей с европейскими и американскими институтами — по крайней мере, такие наблюдения можно было сделать до введения антироссийских санкций. Географическая близость к другому лидеру в области ИИ — Китаю — обусловила более тесное партнерство институтов Урала и Сибири с китайскими коллегами. Для институтов с менее высокими результатами характерным был рост публикаций в сотрудничестве с коллегами из постсоветских стран.

В ситуации отставания и растущей глобальной конкуренции в сфере ИИ объективно вызревало решение о целесообразности поддержки тех направлений, институтов и коллективов, которые позволили бы достичь результатов мирового уровня. В 2021 г. в рамках федерального проекта «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» был проведен конкурсный отбор исследовательских центров в сфере ИИ. По его итогам шесть научно-образовательных организаций получили государственную поддержку на развитие исследовательских центров в сфере ИИ: Сколтех, Университет Иннополис, Университет ИТМО, НИУ ВШЭ, МФТИ и Институт системного программирования им. В.П. Иванникова РАН. По результатам второй волны конкурса в 2023 г. поддержку получили еще шесть организаций: НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина, Самарский университет им. академика С.П. Королева, Новосибирский государ-

ственный университет, НИЯУ «МИФИ», ННГУ им. Н.И. Лобачевского, СПбГУ. 8 из 12 отобранных институтов активно сотрудничают с другими организациями, а в рамках реализации программы их индустриальными партнерами стали компании «Сбер», «Яндекс», МТС, «Газпром Нефть», «Сибур», «Химрар», «Лаборатория Касперского» и другие.

Одним из показателей результатов деятельности отобранных институтов является «количество статей по тематике искусственного интеллекта за авторством специалистов Центров, опубликованных в журналах 1 квартиля и индексированных в системах WOS / SCOPUS». В частности, по итогам 2021 г. они должны были обеспечить не менее 1 публикации, 2022 — 3, 2023 — 5, 2024 — 6. Как показывают данные БД *WoS* по направлению “Computer sciences. Artificial intelligence”, не все институты, получившие государственную поддержку для создания исследовательских центров, отличались большой долей высокорейтинговых публикаций, но лидеры, безусловно, имели необходимый задел (табл. 4).

Табл. 4. Распределение публикаций за 2018–2022 гг. по журнальным квартилям, % (ранжировано по Q1)

Table 4. The percentage distribution of publications on AI in 2018–2022 by journal quartiles (ranked by Q1)

Институты	Q1	Q2	Q3	Q4
Сколтех	56	28	6	10
Университет ИТМО	33	24	29	14
ННГУ им. Н.И. Лобачевского	29	41	0	30
Университет Иннополис	26	16	21	37
НИУ ВШЭ	21	26	19	34
МФТИ	20	15	7	58
НИЯУ «МИФИ»	11	44	45	0
СПбГУ	11	11	33	45

Источник: InCites.

Институты, которые по совокупности показателей сотрудничества, количества публикаций и их доли в высокорейтинговых научных журналах опережали остальные институты, объективно составляют основу для развития инновационной экосистемы. Проблема в том, что высокие показатели институтов обеспечены результатами деятельности отдельных, сравнительно небольшого количества, ученых. Если обратиться к рейтингу авторов по публикациям в различных областях исследований ИИ, то становится заметным, что Россия отстает по числу не только публикаций, но и авторов. Так, на середину 2010-х гг., когда начался стремительный рост числа публикаций, в рейтинге отмечены 27 авторов, аффилированных с российскими институтами, а на сегодняшний день — 34 (см. табл. 5).

Наибольшее число авторов аффилированы с институтами из США, и их число постепенно росло, равно как в Германии и Великобритании. В свою очередь резкий рост числа авторов отмечен в Китае. Россия по этому показателю отстает даже от партнеров по БРИКС — Индии и Бразилии. При этом с институтами РАН аффилированы 29 авторов, НИУ ВШЭ — 15; Сколтех — 12; МГУ, МФТИ, ИТМО — по 9; СПбГУ — 6; Иннополис — 5; УрФУ, ННГУ — по 4 [A.I. Author Rankings, 2024].

Именно авторы этих институтов чаще других сотрудничали с ведущими институтами, производственными и коммерческими компаниями как в стране, так и за рубежом.

Табл. 5. Число авторов публикаций в области ИИ

Table. 5. Number of authors of publications on AI

Страны	1970–2024	2000–2001	2015–2016	2023–2024
США	12 509	776	2 604	3 916
Китай	7 915	49	1039	3 558
Германия	3 774	179	788	1 114
Великобритания	3 434	207	776	1 083
Индия	751	14	125	214
Бразилия	588	19	97	89
Россия	131	2	27	34

Источник: A.I. Author Rankings by Publications.

Все это говорит о высокой институциональной и территориальной, даже с учетом множественной аффилиации, концентрации исследователей и их очевидной нехватке для такой большой страны, как Россия.

Заключение

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы.

1. Теоретические концепции и международная практика показывают, что ключевым фактором высоких достижений в сфере инновационных технологий является взаимодействие институтов — участников инновационной деятельности. Эффект ИИ, который заключается в быстром распространении и техническом воплощении результатов научных исследований поверх национальных, ведомственных, отраслевых границ, в этом смысле особенно показателен. Взаимодействие институтов становится центральным и связующим концептом в стратегических и программных документах, принятых в целях развития сферы ИИ.

2. Предпринятые меры обеспечили во второй половине 2020-х гг. рост числа отечественных программных разработок, патентов, публикаций. Но на фоне ожесточенной глобальной конкуренции и вовлечения в нее все большего числа участников этого оказалось недостаточно, чтобы занять позиции, сопоставимые с позициями лидеров, прежде всего США и Китая, а также ряда быстроразвивающихся стран.

3. Анализ публикационной активности показал ограниченный круг и малочисленность институтов, способных составить конкуренцию на международном уровне и потенциально представляющих основу институциональной экосистемы ИИ. Аффилированные с ними ведущие исследователи сконцентрированы в двух столичных (Москва и Санкт-Петербург) регионах и в большей степени сотрудничают с зарубежными коллегами, чем с коллегами внутри страны и с производственными компаниями.

Ожидаемый эффект от взаимодействия институтов оказался ограниченным. В условиях санкционного давления и обострения технологического противобор-

ства на первый план выходит перспектива развития ИИ за счет внутренних ресурсов. Соответственно повышается значение профильного образования и ускоренной подготовки современных «цифровых» кадров.

Литература

Буланцев Д. Что будет с искусственным интеллектом и роботами в России: новая реальность // RB.RU. 23.09.2022. Режим доступа: <https://rb.ru/opinion/AI-for-Russia/> (дата обращения: 02.05.2024).

Искусственный интеллект в России — 2023: тренды и перспективы. М.: Яков и Партнеры, 2023. Режим доступа: <https://yakov.partners/publications/ai-future/> (дата обращения: 01.05.2024).

Конференция по искусственному интеллекту и машинному обучению “Artificial Intelligence Journey 2022”. Режим доступа: <http://kremlin.ru/events/president/news/69927> (дата обращения: 02.05.2024).

Наука большой страны: советский опыт управления / Под ред. Е.А. Долговой. М.: РГГУ, 2023. 625 с.

Наукоемкие производства в системе взаимодействия институтов: монография / Отв. ред. Г.А. Ключарев. М.: ФНИСЦ РАН, 2021. 352 с.

О долгосрочном научно-технологическом развитии России: монография / Под ред. Д.Р. Белоусова, И.Э. Фролова. М.: Динамик принт, 2022. 168 с.

О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490. Режим доступа: <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/АН4х6HgKWANwVtMOfPDhcbRpvdlHCCsv.pdf> (дата обращения: 30.04.2024).

Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утверждена распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 04.05.2024).

Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы, утверждена Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 04.05.2024).

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 04.05.2024).

Толстухина А. Технологическая политика США в условиях соперничества с Китаем. Доклад. М.: МДК «Валдай», 2023. 60 с.

A.I. Author Rankings by Publications. 2024. Available at: <https://airankings.professor-x.de> (date accessed: 13.05.2024).

Artificial Intelligence — Worldwide. 2024. Available at: <https://www.statista.com/outlook/tmo/artificial-intelligence/worldwide> (date accessed: 30.04.2024).

Bendett S. In AI, Russia Is Hustling to Catch Up // Defense One. 2018. April 4. Available at: <https://www.defenseone.com/ideas/2018/04/russia-races-forward-ai-development/147178/> (date accessed: 02.05.2024).

Flournoy M. AI Is Already at War. How Artificial Intelligence Will Transform the Military // Foreign Affairs. 2023, October 24. Available at: <https://www.foreignaffairs.com/united-states/ai-already-war-flournoy> (date accessed: 02.05.2024).

Freeman C. Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan. London: Frances Pinter, 1987. 155 p.

Grandstrand O., Holgersson M. Innovation Ecosystems: A Conceptual Review and a New Definition // Technovation. 2020. Vol. 90–91. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497218303870> (date accessed: 01.05.2024).

IT Museum DataArt. Социалистическая компьютеризация. 2024. Available at: <https://museum.dataart.com/ru/history/glava-3-sofalisticheskaya-komp-yuterizafiya/> (date accessed: 30.04.2024).

Marginson S. What Drives Global Science? The Four Competing Narratives // *Studies in Higher Education*. 2022. Vol. 47. No. 8. P. 1566–1584. DOI: 10.1080/03075079.2021.1942822.

Minevich M. These Seven Countries Are in a Race to Rule the World with AI // *Forbes*. 2017. December 5. Available at: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2017/12/05/these-seven-countries-are-in-a-race-to-rule-the-world-with-ai/?sh=437487cb4c24> (date accessed: 02.05.2024).

Minsky M. The Age of Intelligent Machines: Thoughts About Artificial Intelligence // *Internet Archive*. 2024. Available at: <https://web.archive.org/web/20090628081048/http://www.kurzweilai.net/articles/art0100.html?printable=1> (date accessed: 30.04.24).

Nocetti J. The Outsider Russia in the Race for Artificial Intelligence // *Études de l’Ifri. Russie. Nei. Reports* 34. December 2020. Available at: https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/nocetti_russia_artificial_intelligence_2020.pdf (date accessed: 01.05.2024).

OECD. AI in the Russian Federation. 2024. Available at: <https://oecd.ai/en/dashboards/countries/RussianFederation> (date accessed: 30.04.2024).

Our World in Data. Interactive Charts on Artificial Intelligence. 2024. Available at: <https://ourworldindata.org/grapher/affiliation-researchers-building-artificial-intelligence-systems-all?tab=table&time=1970..2023> (date accessed: 30.04.2024).

Possony S.T., Pournelle J.E. *The Strategy of Technology. Winning the Decisive War*. Cambridge, Mass.: Cambridge University Press, 1970. 189 p.

UNDP. Human Development Reports. 2024. Available at: <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI> (date accessed: 30.04.2024).

Challenges of the AI Era: *R&D* Response of Russian Institutions

IRINA N. TROFIKOVA

Institute of Sociology of the Federal Center of Theoretical and Applied Sociology
of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia;
e-mail: itnmv@mail.ru

Nowadays, the level of development and implementation of innovative technologies determines the state and prospects of the economy, social sphere, and national security. AI is the most important technological trend in decades. Russia corresponds to it, but its achievements are not yet comparable with the achievements of the leaders, primarily the USA and China. The increase in research and development, patents and scientific publications by authors from different countries indicates fierce global competition. The article examines the performance of Russian research and educational institutions in the field of AI. Particular attention is paid to the winning institutes of the competitive selection of research centers in the field of AI within the framework of the federal project “Artificial Intelligence” of the national program “Digital Economy of the Russian Federation.”

The theoretical basis of the study are the concepts of the national innovation system and innovation ecosystem. The key provisions reveal the specifics, content and significance of the inter-relationship between innovation actors. The empirical base consists of information about research and development, patents and scientific publications located in statistical and bibliographic databases. It is shown: 1) the

historically determined specifics and dynamics of research and development of AI in the world and in Russia; 2) a significant gap between leading institutes and most institutes in terms of cooperation, number of publications and their share in high-ranking scientific journals; 3) sectoral and spatial (international and regional) asymmetry of cooperation between institutions. It is concluded that the expected effect from the inter-relationship between innovation actors was limited by a number of external and internal factors.

Keywords: artificial intelligence, research, development, patents, publications, institutions.

References

A.I. Author Rankings by Publications (2024). Available at: <https://airankings.professor-x.de> (date accessed: 13.05.2024).

Artificial Intelligence — Worldwide (2024). Available at: <https://www.statista.com/outlook/tmo/artificial-intelligence/worldwide> (date accessed: 30.04.2024).

Belousov, D.R., Frolova, I.E. (Eds.) (2022). *O dolgosrochnom nauchno-tekhnologicheskom razvitiy Rossii* [On the long-term scientific and technological development of Russia], Moskva: Dinamik print (in Russian).

Bendett, S. (2018, April 4). In AI, Russia Is Hustling to Catch Up, *Defense One*. Available at: <https://www.defenseone.com/ideas/2018/04/russia-races-forward-ai-development/147178/> (date accessed: 02.05.2024).

Bulantsev, D. (2022, September 23). Chto budet s iskusstvennym intellektom i robotami v Rossii: novaya real'nost' [What will happen to artificial intelligence and robots in Russia: a new reality], *RB.RU*. Available at: <https://rb.ru/opinion/AI-for-Russia/> (date accessed: 02.05.2024) (in Russian).

Dolgova, E.A. (Ed.). (2023). *Nauka bol'shoy strany: sovetskiy opyt upravleniya* [Science of a large country: Soviet management experience], Moskva: RGGU (in Russian).

Flournoy, M. (2023, October 24). AI Is Already at War. How Artificial Intelligence Will Transform the Military, *Foreign Affairs*. Available at: <https://www.foreignaffairs.com/united-states/ai-already-war-flournoy> (date accessed: 02.05.2024).

Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, London: Frances Pinter.

Grandstrand, O., Holgersson, M. (2020). Innovation Ecosystems: A Conceptual Review and a New Definition, *Technovation*, no. 90–91. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497218303870> (date accessed: 02.05.2024).

Iskusstvennyy intellekt (2023) v Rossii — 2023: trendy i perspektivy [Artificial intelligence in Russia — 2023: trends and prospects], Moskva: Yakov i Partnery. Available at: <https://yakov.partners/publications/ai-future/> (date accessed: 02.05.2024) (in Russian).

IT Museum DataArt (2024). *Sotsialisticheskaya komp'yuterizatsiya* [Socialist computerization]. Available at: <https://museum.dataart.com/ru/history/glava-3-sofialisticheskaya-komp-yuterizafiya/> (date accessed: 30.04.2024) (in Russian).

Kliucharev, G.A. (Ed.). (2021). *Naukoyemkiye proizvodstva v sisteme vzaimodeystviya institutov* [High-tech production in the system of interaction of institutions], Moskva: FNISC RAS (in Russian).

Konferentsiya (2022) po iskusstvennomu intellektu i mashinnomu obucheniyu "Artificial Intelligence Journey 2022" [Conference on artificial intelligence and machine learning "Artificial Intelligence Journey 2022"]. Available at: <http://kremlin.ru/events/president/news/69927> (date accessed: 02.05.2024) (in Russian).

Marginson, S. (2022). What Drives Global Science? The Four Competing Narratives, *Studies in Higher Education*, 47 (8), 1566–1584. DOI: 10.1080/03075079.2021.1942822.

Minevich, M. (2017, December 5). These Seven Countries Are in a Race To Rule The World with AI, *Forbes*. Available at: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2017/12/05/these-seven-countries-are-in-a-race-to-rule-the-world-with-ai/?sh=437487cb4c24> (date accessed: 02.05.2024)

Minsky, M. (2024). The Age of Intelligent Machines: Thoughts About Artificial Intelligence, *Internet Archive*. Available at: <https://web.archive.org/web/20090628081048/http://www.kurzweilai.net/articles/art0100.html?printable=1> (date accessed: 30.04.2024).

Nocetti, J. (2020). The Outsider Russia in the Race for Artificial Intelligence, *Études de l'Ifri. Russie.Nei.Reports*, no. 34. Available at: https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/nocetti_russia_artificial_intelligence_2020.pdf (date accessed: 02.05.2024).

OECD (2024). *AI in the Russian Federation*. Available at: <https://oecd.ai/en/dashboards/countries/RussianFederation> (date accessed: 30.04.2024).

O razvitií (2019) iskusstvennogo intellekta v Rossiyskoy Federatsii [On the development of artificial intelligence in the Russian Federation]. Approved by Decree of the President of Russian Federation dated October 10, 2019 No. 490. Available at: <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/AH4x6HgKWANwVtMOfPDhcbRpvdl1HCCsv.pdf> (date accessed: 30.04.2024) (in Russian).

Our World in Data (2024). *Interactive Charts on Artificial Intelligence*. Available at: <https://ourworldindata.org/grapher/affiliation-researchers-building-artificial-intelligence-systems-all?tab=table&time=1970..2023> (date accessed: 30.04.2024).

Possony, S.T., Pournelle, J.E. (1970). *The Strategy of Technology. Winning the Decisive War*, Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.

Programma "Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii" [The program "Digital Economy of the Russian Federation"]. Approved by Order of the Government of the Russian Federation dated July 28, 2017 No. 1632-r. Available at: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (date accessed: 04.05.2024) (in Russian).

Strategiya razvitiya informatsionnogo obshchestva v Rossiyskoy Federatsii na 2017–2030 gody [Strategy for the development of the information society in the Russian Federation for 2017–2030]. Approved by Decree of the President of the Russian Federation dated May 9, 2017 No. 203. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (date accessed: 04.05.2024) (in Russian).

Strategiya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii [Strategy for scientific and technological development of the Russian Federation]. Approved by Decree of the President of the Russian Federation dated February 28, 2024 No. 145. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (date accessed: 04.05.2024) (in Russian).

Tolstukhina, A. (2023). *Tekhnologicheskaya politika SShA v usloviyakh sopernichestva s Kitayem* [US technological policy in the context of competition with China], Moskva: MDK "Valday" (in Russian).

UNDP. (2024). *Human Development Reports*. Available at: <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI> (date accessed: 30.04.2024).