

EDN: EVCBST
УДК 332.14+004.8 (571.1/.5)

Scientific Potential of Siberian Cities after the Approval of the Artificial Intelligence Development Strategy in Russia

Viktor I. Blanutsa*

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS
Irkutsk, Russian Federation*

Received 04.12.2023, received in revised form 07.11.2024, accepted 03.12.2024

Abstract. The article presents the results of the verification of the implementation of the installations of the “National Strategy for the Development of Artificial Intelligence for the Period up to 2030” in the Siberian Federal District and Siberian cities in 2020–2022. Of the three main approaches to assessing the scientific potential of the territory – resource, qualification and bibliometric – the latter was chosen. For regions and cities, the study of publication activity in the field of artificial intelligence has not been conducted before. From the national strategy, the guidelines for increasing the number of publications, researchers and organizations are highlighted. They are presented in the form of three initial hypotheses of our study. Three types of journal articles devoted to the discussion, use and development of artificial intelligence technologies were taken into account. The author’s semantic search algorithm was used to select articles on artificial intelligence. More than five hundred articles of Siberian scientists have been identified. Based on them, all hypotheses for the federal district have been confirmed. The distribution of publications, researchers and organizations by Siberian cities is given. The situation in them is not the same. The results obtained can be used to monitor the National Strategy and localization of companies developing artificial intelligence technologies. Five possible directions for further research are presented.

Keywords: development strategy, machine learning, publication activity, local scientific community, Siberian Federal District.

Research area: Social Structure, Social Institutions and Processes; Economics.

The study was supported by the state assignment funding (topic registration No. AAAA-A21–121012190018–2).

Citation: Blanutsa V.I. Scientific potential of Siberian cities after the approval of the artificial intelligence development strategy in Russia. In: *J. Sib. Fed. Univ. Humanit. soc. sci.*, 2024, 17(12), 2310–2321. EDN: EVCBST



Научный потенциал сибирских городов после утверждения стратегии развития искусственного интеллекта в России

В.И. Блануца

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН
Российская Федерация, Иркутск*

Аннотация. В статье представлены результаты проверки выполнения установок «Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года» в Сибирском федеральном округе и сибирских городах в 2020–2022 гг. Из трех основных подходов к оценке научного потенциала территории – ресурсного, квалификационного и библиометрического – выбран последний. Для регионов и городов изучение публикационной активности в области искусственного интеллекта ранее не проводилось. Из национальной стратегии выделены установки на увеличение количества публикаций, исследователей и организаций. Они представлены в виде трех исходных гипотез нашего исследования. Учитывались три типа журнальных статей, посвященных обсуждению, использованию и разработке технологий искусственного интеллекта. Для отбора статей по искусственному интеллекту применялся авторский алгоритм семантического поиска. Выявлено более пятисот статей сибирских ученых. На их основе подтверждены все гипотезы для федерального округа. Приведено распределение публикаций, исследователей и организаций по сибирским городам. В них сложилась неодинаковая ситуация. Полученные результаты могут использоваться для мониторинга национальной стратегии и локализации компаний по разработке технологий искусственного интеллекта. Представлены пять возможных направлений дальнейших исследований.

Ключевые слова: стратегия развития, машинное обучение, публикационная активность, местное научное сообщество, Сибирский федеральный округ.

Научная специальность: 5.4.4. Социальная структура, социальные институты и процессы (социологические науки); 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика.

Исследование выполнено за счет средств государственного задания (№ регистрации темы АААА-А21–121012190018–2).

Цитирование: Блануца В.И. Научный потенциал сибирских городов после утверждения стратегии развития искусственного интеллекта в России. *Журн. Сиб. федер. ун-та. Гуманитарные науки*, 2024, 17(12), 2310–2321. EDN: EVCBST

Введение

В наиболее общем виде под искусственным интеллектом (ИИ) понимается способность машины принимать решения как человек. Разработка технологий ИИ ведется с середины прошлого века с периодическими подъемами и спадами научного и коммерче-

ского интереса к ним (Farrow, 2019). За это время значительно изменилось представление о том, какие именно технологии следует относить к искусственному интеллекту (Haenlein, Kaplan, 2019). Современная парадигма ИИ связана с технологиями машинного обучения (Cristianini, 2014). Разработки в этой об-

ласти ведутся во многих странах. В России стратегический документ по развитию ИИ¹ (далее – Стратегия) принят в октябре 2019 г. Затем на основе Стратегии был разработан федеральный проект «Искусственный интеллект»² (далее – Федеральный проект). Его реализация до конца 2024 г. предусматривает бюджетное (24,1 млрд руб.) и внебюджетное (5,1 млрд руб.) финансирование. Для оценки выполнения целей Стратегии имеет смысл периодически проводить экспертизу полученных результатов. Одна из первых попыток была сделана в 2020 г. (Blanutsa, 2021). Она касалась ситуации в целом по России и не предусматривала анализа регионального и локального уровней.

Целью нашей работы стала оценка выполнения положений Стратегии по увеличению публикационной активности отечественных исследователей на примере одной территории (Сибирский федеральный округ) и входящих в нее городов. Сделано предположение, что после утверждения Стратегии должен наблюдаться рост научного потенциала сибирских городов по отдельности и всего федерального округа. При этом надо понимать, что на научно-исследовательские разработки и опубликование их результатов уходит некоторое время. Поэтому в качестве базового периода, на который Стратегия не оказала существенного влияния, выбран 2020 г.³ Это позволило оценить реализацию стратегического документа путем сравнения результатов 2021 и 2022 гг. с данными по 2020 г. Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи: (а) определить подходы к оценке научного потенци-

ала территории, (б) выделить из Стратегии ключевые положения, (в) сформулировать гипотезы исследования, (г) создать базу данных и предложить методы ее обработки, (д) наметить контуры рассматриваемой ситуации в России, (е) оценить ситуацию в Сибирском федеральном округе, (ж) проанализировать ситуацию в каждом сибирском городе и (з) обсудить полученные результаты.

Научный потенциал территории

Под научным потенциалом территории подразумевается система институциональных, экономических, материально-технических и профессионально-квалификационных факторов, способных обеспечить эффективную генерацию научного знания в пределах конкретной территории (города, региона, страны). Для оценки этого потенциала предлагаются разные показатели и способы их обработки (Avraamova, 2012; Balland, Boschma, 2022; Borodina, Burylova, 2009; Gaidamakina, 2014; Kurbatova et al., 2018; Shipitsyna, Zhuikova, 2022; Sikorskaya et al., 2020; Tretyakova, 2014). Все это разнообразие можно свести к трем основным подходам – ресурсному, квалификационному и библиометрическому. При первом подходе научный потенциал оценивается преимущественно по объему финансирования и наличию оборудования, необходимых для проведения исследований. Подготовка научных кадров, их квалификация и специализация лежат в основе второго подхода. В последнем подходе оценка потенциала осуществляется по количеству публикаций, индексу цитирования, индексу Хирша и структуре международного соавторства. Первые два подхода дают оценку возможностям территории, а третий подход – результатам реализации возможностей. Их сопоставление позволяет сделать заключение о реализуемости потенциала.

Переходя к стратегиям и программам социально-экономического развития, следует отметить, что они призваны формировать (стимулировать) возможности территорий (первые два подхода). Тогда мониторинг эффективности выполнения стратегических документов должен пока-

¹ Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» / Президент России. URL: <http://prezident.org/articles/ukaz-prezidenta-rf-490-ot-10-oktjabrja-2019-goda-11-10-2019.html> (дата обращения: 08.08.2023).

² Паспорт федерального проекта «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». URL: <https://sudact.ru/law/pasport-federalnogo-proekta-iskusstvennyi-intellekt-natsionalnoi-programmy/> (дата обращения: 08.08.2023).

³ Следует также учитывать, что паспорт Федерального проекта утвержден 27 августа 2020 г., а финансирование проекта осуществляется с 1 января 2021 г. по 31 декабря 2024 г.

зять научный результат (третий подход). В Стратегии и Федеральном проекте зафиксированы новые возможности развития искусственного интеллекта в России. Однако в них или других официальных документах не приведены статистические данные по распределению финансовых и других ресурсов на развитие ИИ в российских регионах и городах. Поэтому будем исходить из того, что Стратегия оказывает некоторое влияние на рост научного потенциала.

Современный научный потенциал зависит от ранее сложившейся научно-организационной, социально-экономической и демографической ситуации в округе (регионе, городе), а также от внешних факторов (например, COVID-19 и международная обстановка), но Стратегия для того и принималась, чтобы нейтрализовать все известные и неизвестные негативные факторы и способствовать стремительному развитию ИИ. Имеющийся опыт реализации библиометрического подхода связан с оценкой научного потенциала стран (De la Vega Hernández et al., 2023), а регионам в пределах страны и городам внимание не уделялось.

Национальная стратегия развития искусственного интеллекта

Рассматриваемая Стратегия нацелена на достижение Россией лидирующих позиций в мире в области искусственного интеллекта (пункты 17, 23, 27, 31, 36 и 47). Это касается и фундаментальных научных исследований в сфере ИИ (пункт 31). Однако в Стратегии и Федеральном проекте не приведена конкретизация термина «лидирующая позиция»⁴. Поэтому не понятно, о каком именно месте в мире идет речь. Наш анализ публикационной активности стран мира по 11 направлениям ИИ показал, что Россия к 2024 г. не сможет войти в первую десятку стран (Blanutsa, 2021). Тем не менее

⁴ В Стратегии отмечено, что к 2024 г. «основным показателем, характеризующим успешную реализацию мер по поддержке научных исследований в области искусственного интеллекта, должен стать существенный рост: а) количества ... научных статей российских ученых на тему, посвященную искусственному интеллекту ...» (пункт 33).

Стратегия призывает отечественных исследователей существенно увеличить количество публикуемых статей.

В анализируемом документе также отмечена необходимость роста численности отечественных исследователей⁵ и количества российских организаций⁶, работающих в области ИИ. Таким образом, в рамках принятого подхода возможны три количественные оценки – публикаций, исследователей и организаций. Имеет смысл также учесть, что в 35 из 59 пунктов Стратегии (пункты 4, 5, 7–15, 17–22, 24, 25, 27–29, 32–38, 45, 48, 49, 51, 54 и 57) речь идет о технологиях ИИ, а первыми двумя понятиями, определения которых приведены в пункте 5, являются «искусственный интеллект» (трактуются как «комплекс технологических решений») и «технологии искусственного интеллекта». Поэтому целесообразно различать публикации, в которых обсуждаются, используются и разрабатываются технологии ИИ. На основе трех приведенных типов публикаций можно рассчитать количество исследователей и организаций, специализирующихся на каждом типе.

Гипотезы исследования

Возможность оценить количество публикаций (обозначено N), исследователей (R) и организаций (O) во всем федеральном округе и в отдельных городах позволяет сформулировать три гипотезы роста (H_1 , H_2 и H_3). Тогда наше исследование будет направлено на подтверждение этих гипотез или их опровержение (принятие альтернативных гипотез H_{1A} , H_{2A} и H_{3A}). Если

⁵ В Стратегии указано, что «в Российской Федерации сформировано активное и постоянно растущее сообщество специалистов по обработке данных с использованием искусственного интеллекта» (пункт 13), и к 2024 г. «должно существенно увеличиться число граждан, имеющих компетенции в области искусственного интеллекта и в смежных областях его использования, в том числе аспирантов и специалистов в области искусственного интеллекта, имеющих ученую степень» (пункт 46).

⁶ «Основными показателями, характеризующими рост предложения продуктов (услуг), созданных (оказываемых) с использованием искусственного интеллекта, являются: а) увеличение количества организаций, разрабатывающих технологические решения на основе искусственного интеллекта ...» (пункт 27 Стратегии).

Стратегия призывает к «существенному росту» (H_1 , H_2 и H_3), то отсутствие роста можно трактовать как невыполнение стратегических установок (H_{1A} , H_{2A} и H_{3A}). При этом определенные сложности возникают с пониманием «существенности» или «несущественности» роста. В Стратегии и Федеральном проекте ничего не сказано о целевых значениях N , R и O , которые должны быть достигнуты к 2024 г. Поэтому придется привлекать дополнительные сведения в тех случаях, когда это возможно.

Первая гипотеза (H_1): количество публикаций по ИИ должно увеличиваться каждый год реализации Стратегии ($N_{2020} < N_{2021} < N_{2022}$). Это распространяется как на Российскую Федерацию в целом, так и на отдельные ее территории (федеральные округа, регионы и города). Невыполнение данного требования приводит к принятию альтернативной гипотезы (варианты H_{1A} : $N_{2020} = N_{2021} = N_{2022}$; $N_{2020} > N_{2021} > N_{2022}$; $N_{2020} < N_{2021} > N_{2022}$; $N_{2020} > N_{2021} < N_{2022}$; $N_{2020} = N_{2021} < N_{2022}$; $N_{2020} < N_{2021} = N_{2022}$; $N_{2020} = N_{2021} > N_{2022}$; $N_{2020} > N_{2021} = N_{2022}$). Ранее на гипотетическом примере роста числа отечественных публикаций по ИИ при сохранении количества аналогичных статей в странах-лидерах было показано (Blanutsa, 2021), что такой рост не должен быть менее чем в пять раз в 2019–2024 гг. Если принять $N_{2019} = N_{2020}$ и $N_{2020} = 100\%$, тогда $N_{2021} = 200\%$ и $N_{2022} = 300\%$. Возможна также проверка роста значений по каждому типу публикаций.

Вторая гипотеза (H_2): число исследователей, публикующих статьи по ИИ, должно постоянно расти ($R_{2020} < R_{2021} < R_{2022}$). В каждом году подсчитывается количество только тех исследователей, которые хотя бы в соавторстве зафиксированы не менее чем в одной опубликованной статье. Для H_{2A} действуют те же варианты, что и для H_{1A} . В утвержденной версии Федерального проекта был дополнительный показатель «размер ИИ-сообщества», который в дальнейшем отменен. По этому показателю базовое значение (100%) относилось к 31.12.2019, что с некоторой условностью позволяет перенести его на следующий год ($R_{2020} = 100\%$), а в 2021 и 2022 гг. плани-

ровалось достичь 120 ($R_{2021} = 120\%$) и 140 процентов ($R_{2022} = 140\%$) соответственно.

Третья гипотеза (H_3): количество организаций, сотрудники которых публикуют статьи по ИИ, должно увеличиваться с каждым годом ($O_{2020} < O_{2021} < O_{2022}$). Здесь учитываются только те организации, сотрудники которых хотя бы в соавторстве участвовали не менее чем в одной опубликованной статье. Альтернативная гипотеза (H_{3A}) имеет те же варианты, что и H_{1A} , а каких-либо – официальных или исследовательских – количественных значений «существенного роста» числа рассматриваемых организаций в 2020–2024 гг. не обнаружено.

Материалы и методы

Исходным материалом для проверки гипотез стали статьи отечественных исследователей по ИИ, опубликованные в российских научных журналах в 2020–2022 гг. Выбор именно журнальных статей связан не только с оперативностью размещения в них результатов исследований, но и с доступностью электронных версий статей, тогда как ряд монографий, сборников статей и материалов конференций не являются доступными. Для отбора статей по ИИ использовался авторский алгоритм поиска, представляющий интеллектуальную систему итерационного расширения семантического поля с помощью набора правил экспертной системы и машинного обучения (Blanutsa, 2022). В качестве неструктурированного массива публикаций выступало множество сайтов российских научных журналов, из которых извлекались необходимые статьи. При поиске использовались несколько дополнительных фильтров: год публикации (2020–2022 гг.), наличие у авторов аффилиации (исключались статьи, авторы которых не указывали место работы) и российская (сибирская) аффилиация (отклонялись статьи иностранных авторов, но сохранялись совместные публикации отечественных и зарубежных авторов).

Результаты семантического поиска фиксировались в базе данных в виде текстов отечественных статей по ИИ. Фамилии

и инициалы авторов каждой статьи, города и наименования организаций считывались автоматически, а для определения типа публикации применялся содержательный анализ (чтение текста статьи). Поскольку последнее слишком трудоемко и не столь обязательно (исходя из цели нашего исследования) для анализа всех отечественных публикаций, то оно выполнялось только для всех статей сибирских исследователей. Чтобы в первом приближении понять ситуацию в целом по Российской Федерации, производилась выборка статей (10 % генеральной совокупности) с помощью онлайн-генератора случайных чисел⁷. Содержательный анализ выборки позволил сделать предположение об отечественных предпочтениях в распределении статей по типам.

Контур ситуации в России

Применение алгоритма семантического поиска позволило выявить 5177 статей по ИИ, опубликованных в российских научных журналах в 2020–2022 гг. Если количество статей 2020 г. принять за 100 %, то в 2021 г. опубликовано 69,08 %, а в 2022 г. – 77,91 %. Эти данные по Российской Федерации позволяют отклонить H_1 и принять H_{1A} ($N_{2020} > N_{2021} < N_{2022}$). Получается невыполнение установки Стратегии на увеличение количества публикаций и, соответственно, появляются сомнения в достижении «существенного роста» от 2020 г. к 2024 г. на фоне «провала» 2021–2022 гг. Что касается распределения статей по типам, то содержательный анализ выборки из 518 статей показал следующее соотношение: 58,49 % публикаций посвящено обсуждению, 32,24 % – использованию и 9,27 % – разработке технологий ИИ. При этом к третьему типу относились разработки именно новых технологий, а не использование известных алгоритмов ИИ как составных частей при создании других технологических решений (такие статьи считались вторым типом).

Ситуация в Сибирском федеральном округе

Если для оценки ситуации в России использовалась выборка (поэтому «контур

ситуации»), то по Сибири анализировались все журнальные статьи с соответствующей аффилиацией. Они отбирались в ходе семантического поиска с подключением фильтра по сибирским городам, который для минимизации пробелов включал перечень не только 115 городов, но и 146 поселков городского типа, по сведениям Росстата на 1 января 2022 г.⁸ В итоге выявлено 513 статей, из них в 67 присутствовали соавторы, работающие вне Сибири. Поэтому для более точного подсчета статья как единица счета делилась на количество соавторов (например, при четырех соавторах каждый из них получал по 0,25). Результатом такого уточнения стало определение 479,03 статей по ИИ, опубликованных сибирскими исследователями в российских научных журналах в 2020–2022 гг. В разрезе гипотез и их дополнений получились следующие данные.

Первая гипотеза: N_{2020} (127,20 статей приняты за 100 %) < N_{2021} (137,79 %) < N_{2022} (138,49 %), что подтверждает H_1 , но не соответствует «существенному росту» (не опубликовано, по крайней мере, еще 223,72 %, или 284,57 статей в 2021–2022 гг.). На первый тип статей пришлось 48,32 %, на второй – 39,42 % и на третий – 12,26 %. В динамике (2020 → 2021 → 2022 гг.) по первому типу получилось (в процентах) 100,00 → 108,47 → 108,10 (H_{1A}), по второму типу – 100,00 → 279,42 → 281,21 (H_1), а по третьему типу – 100,00 → 63,65 → 66,20 (H_{1A}).

Вторая гипотеза: R_{2020} (219 исследователей приняты за 100 %) < R_{2021} (160,27 %) < R_{2022} (180,37 %), что подтверждает H_2 и превышает «существенный рост» (на 40,27 % в 2021 г. и 40,37 % в 2022 г.; последующие целевые значения составляют 160 % в 2023 г. и 200 % в 2024 г.). Всего в 2020–2022 гг. публиковали статьи по ИИ 813 исследователей.

Третья гипотеза: O_{2020} (61 организация принята за 100 %) < O_{2021} (126,23 %) < O_{2022} (134,43 %), что подтверждает H_3 . Всего

⁸ Численность постоянного населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2022 года / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13282?print=1> (дата обращения: 01.05.2023).

⁷ Генератор случайных чисел www.randomall.ru.

в 2020–2022 гг. публиковали статьи по ИИ сотрудники 141 организации. Более 15 статей опубликовали сотрудники Сибирского федерального университета (37,10 статей; Красноярск), Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (31,33), Новосибирского государственного технического университета (30,52), Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева (29,06; Кемерово), Томского политехнического университета (21,52), Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева (18,62; Красноярск), Алтайского государственного университета (17,34; Барнаул), Новосибирского государственного университета экономики и управления «НИНХ» (16,96) и Новосибирского государственного университета (15,49).

Общие выводы по Сибири: в федеральном округе следовали установкам Стратегии на увеличение количества публикаций, расширение числа исследователей и организаций (H_1 , H_2 и H_3); наблюдался небольшой рост количества статей по ИИ, что отлича-

лось от общероссийского публикационного «провала» 2021–2022 гг., а также увеличение числа организаций и особенно количества исследователей; распределение публикаций по типам имело превышение общероссийских значений по использованию и разработке технологий ИИ; основная негативная тенденция связана с уменьшением количества статей по разработке технологий.

Ситуация в сибирских городах

Сибирские исследователи, опубликовавшие статьи по ИИ в 2020–2022 гг., работали в организациях, расположенных в 16 городах и 2 рабочих поселках. По количеству публикаций выделялись семь городов (табл. 1), а на остальные населенные пункты пришлось только 5,07 % от общего массива статей. При этом два города – Новосибирск и Томск – доминировали по числу статей, посвященных использованию (48,69 %) и разработке (62,59 %) технологий ИИ (см. табл. 1). Семь городов также выделялись на фоне остальных поселений по количеству исследователей (табл. 2) и организаций (табл. 3). В последнем случае это видно

Таблица 1. Количество статей по обсуждению, использованию и разработке технологий искусственного интеллекта, опубликованных исследователями из городов Сибирского федерального округа в российских научных журналах в 2020–2022 гг.

Table 1. The number of articles on the discussion, use and development of artificial intelligence technologies published by researchers from the cities of the Siberian Federal District in Russian scientific journals in 2020–2022

Город	Технологии искусственного интеллекта			Всего статей
	обсуждаются	используются	разрабатываются	
Новосибирск	53,85	53,34	20,27	127,46
Красноярск	42,67	28,68	6,00	77,35
Томск	21,14	38,60	16,50	76,24
Иркутск	40,17	17,71	2,25	60,13
Кемерово	22,06	14,60	7,06	43,72
Омск	20,25	13,25	3,67	37,17
Барнаул	11,66	19,00	2,00	32,66
Новокузнецк	7,00	1,00	0	8,00
Абакан	5,00	0	1,00	6,00
Братск	2,67	0	0	2,67
Ангарск	2,00	0	0	2,00
Горно-Алтайск	1,00	0,16	0	1,16
Ачинск	1,00	0	0	1,00

Таблица 1. Продолжение
Table 1 Continued

Город	Технологии искусственного интеллекта			Всего статей
	обсуждаются	используются	разрабатываются	
Бийск	0	1,00	0	1,00
Железногорск	1,00	0	0	1,00
Краснообск*	0	1,00	0	1,00
Дивногорск	0	0,33	0	0,33
Кольцово*	0	0,14	0	0,14
Итого статей	231,47	188,81	58,75	479,03

Примечание: при нескольких авторах из разных городов статья как единица счета делилась на количество авторов с точностью до двух знаков после запятой. Города упорядочены по общему количеству статей, а при одинаковом количестве статей – по алфавиту.

* Рабочий поселок в Новосибирской области.

Источник: составлено автором.

Таблица 2. Количество исследователей в городах Сибирского федерального округа, опубликовавших в российских научных журналах разное число статей по искусственному интеллекту в 2020–2022 гг.

Table 2. The number of researchers in the cities of the Siberian Federal District who published in Russian scientific journals a different number of articles on artificial intelligence in 2020–2022

Город	Количество статей				Всего исследователей
	0,01–0,99	1,00–1,99	2,00–2,99	3,00 и более	
Новосибирск	161	44	7	2	214
Красноярск	130	22	1	2	155
Томск	127	21	2	0	150
Иркутск	70	19	4	1	94
Омск	48	13	2	0	63
Барнаул	38	12	1	1	52
Кемерово	42	3	0	2	47
Абакан	6	3	0	0	9
Братск	8	0	0	0	8
Новокузнецк	0	4	2	0	6
Ангарск	4	0	0	0	4
Железногорск	3	0	0	0	3
Бийск	2	0	0	0	2
Горно-Алтайск	1	1	0	0	2
Ачинск	0	1	0	0	1
Дивногорск	1	0	0	0	1
Кольцово	1	0	0	0	1
Краснообск	0	1	0	0	1
Итого авторов	642	144	19	8	813

Примечание: города упорядочены по количеству исследователей, а при одинаковом количестве исследователей – по алфавиту.

Источник: составлено автором.

Таблица 3. Количество организаций в городах Сибирского федерального округа, сотрудники которых опубликовали в российских научных журналах разное число статей по искусственному интеллекту в 2020–2022 гг.

Table 3. The number of organizations in the cities of the Siberian Federal District whose employees published in Russian scientific journals a different number of articles on artificial intelligence in 2020–2022

Город	Количество статей					Всего организаций
	0,01–2,99	3,00–5,99	6,00–8,99	9,00–11,99	12,00 и более	
Новосибирск	32	4	1	0	4	41
Иркутск	15	3	3	0	1	22
Омск	11	3	0	0	1	15
Томск	11	1	0	0	3	15
Красноярск	10	1	1	0	2	14
Кемерово	6	2	0	0	1	9
Барнаул	6	0	0	1	1	8
Новокузнецк	6	0	0	0	0	6
Абакан	1	1	0	0	0	2
Ангарск	1	0	0	0	0	1
Ачинск	1	0	0	0	0	1
Бийск	1	0	0	0	0	1
Братск	1	0	0	0	0	1
Горно-Алтайск	1	0	0	0	0	1
Дивногорск	1	0	0	0	0	1
Железногорск	1	0	0	0	0	1
Кольцово	1	0	0	0	0	1
Краснообск	1	0	0	0	0	1
Итого организаций	107	15	5	1	13	141

Примечание: города упорядочены по количеству организаций, а при одинаковом количестве организаций – по алфавиту.

Источник: составлено автором.

по числу организаций с 12 и более статьями (см. табл. 3). Поэтому проверка трех гипотез была проведена только для первых семи городов.

Для сибирских поселений можно отметить следующие особенности: концентрация публикационной активности в центрах регионов (на другие поселения пришлось 3,55 % статей; из 10 сибирских регионов не зафиксированы статьи по ИИ только в Республике Тыва); средний по России удельный вес публикаций по разработке технологий ИИ (9,27 %) превысили пять городов – Томск (21,64 %), Абакан (16,67 %),

Кемерово (16,15 %), Новосибирск (15,90 %) и Омск (9,87 %); при сравнении количества исследователей с численностью горожан совпадение рангов в первой семерке было только у Новосибирска (место 1 по исследователям – место 1 по людности) и Кемерово (7–7), более высокие места по исследователям заняли Томск (3–6), Красноярск (2–3) и Иркутск (4–5), а более низкие – Омск (5–2) и Барнаул (6–4); если считать высокой публикационной активностью в среднем не менее одной статьи в год (в пересчете на статьи без соавторов), то таких исследователей было всего восемь (в том числе по два в Новоси-

бирске, Красноярске и Кемерово); наиболее активные в сфере ИИ организации (более 12 статей в 2020–2022 гг.) сосредоточены в Новосибирске (организации с рангами 3, 8, 9 и 13), Томске (2, 5 и 10) и Красноярске (1 и 6).

Первая гипотеза: постоянный рост числа публикаций (H_1) наблюдался в Красноярске (100 → 169,33 → 199,45 %), Томске (100 → 116,04 → 145,80 %) и Новосибирске (100 → 123,75 → 123,83 %), а H_{1A} следовали Кемерово (100 → 543,55 → 202,54 %), Омск (100 → 90,91 → 147,00 %), Иркутск (100 → 90,93 → 112,15 %) и Барнаул (100 → 123,30 → 103,30 %). Среди трех типов следует отметить увеличение количества статей по использованию технологий ИИ (H_1) в Омске (100 → 450 → 775 %), Иркутске (100 → 402,67 → 678 %), Красноярске (100 → 294,25 → 322,75 %) и Томске (100 → 211,55 → 234,61 %).

Вторая гипотеза: ИИ-сообщество постоянно расширялось (H_2) в Кемерово (100 → 170 → 300 %), Томске (100 → 182,05 → 202,56 %), Барнауле (100 → 146,67 → 173,33 %) и Иркутске (100 → 130,77 → 173,08 %), а другие тенденции (H_{2A}) были в Красноярске (100 → 203,13 → 203,13 %), Новосибирске (100 → 153,62 → 152,17 %) и Омске (100 → 94,74 → 168,42 %).

Третья гипотеза: увеличение числа организаций в области ИИ (H_3) происходило в Омске (100 → 140 → 220 %), Томске (100 → 180 → 200 %), Барнауле (100 → 133,33 → 200 %) и Новосибирске (100 → 116,67 → 133,33 %), а другие пути (H_{3A}) наблюдались в Иркутске (100 → 145,45 → 90,91 %), Кемерово (100 → 66,67 → 100 %) и Красноярске (100 → 114,28 → 100 %).

Общие выводы по сибирским городам: только в Томске происходил рост по всем рассматриваемым показателям (H_1 , H_2 и H_3); нигде не проявился «существенный рост» числа публикаций к 2022 г. (свыше 300 %); только в Иркутске наблюдалось стабильное увеличение числа статей по использованию технологий ИИ в сочетании со снижением количества публикаций по обсуждению технологий ИИ; количество статей по разработке технологий ИИ не увеличилось

ни в одном городе; в семи ведущих городах наблюдалось превышение «существенного роста» количества исследователей к 2022 г. (свыше 140 %); наибольшее количество статей, приходящихся в среднем на одного исследователя, имело место в Кемерово (0,93), а максимум публикаций на одну организацию – в Красноярске (5,53).

Обсуждение результатов исследования

Обычно обсуждение результатов проводится путем сравнения с ранее полученными данными по анализируемой территории или по территориям-аналогам. Однако в нашем случае такие данные отсутствуют. Поэтому отметим только возможность применения созданной базы данных для других оценок и прикладной аспект, связанный с размещением компаний. Анализ научного потенциала сибирских городов по публикационной активности исследователей может быть дополнен оценками (1) межрегионального и международного научного сотрудничества в области ИИ (сибирские исследователи в 2020–2022 гг. опубликовали статьи в соавторстве с учеными из 25 российских городов вне Сибири и 9 стран), (2) распределения статей (исследователей, организаций) по «значимости» журналов (например, по импакт-фактору или включению в «Белый список»), (3) специализации городов на отдельных направлениях ИИ, (4) плотности городских ИИ-сообществ (количество ИИ-исследователей на 100 тыс. горожан или 1 тыс. ученых всех специальностей) и (5) структуры цитирования (кластеры совместной цитируемости и карты цитирования, индексы активности, оперативности, Хирша и др.).

Еще одним направлением дополнительной оценки научного потенциала может стать изучение структуры ИИ-сообщества и результатов интеллектуальной деятельности для размещения компаний по разработке технологий ИИ. Релокация (смена местоположения) существующих или локализация новых компаний должна учитывать наилучший доступ (близость) к талантам и знаниям (Florida, Adler, 2022), местную инновационную атмосфе-

ру (Corradini et al., 2022) и наличие специалистов по обработке данных (Baslé, 2021). Все это можно идентифицировать по нашей базе данных для каждого города с детализацией до конкретного исследователя и его навыков, зафиксированных в опубликованных статьях. Тогда при определении местоположения высокотехнологичной компании, деятельность которой в первую очередь зависит от подбора профессиональных кадров и возможности переноса неявных знаний от местных исследователей, можно выбрать наиболее подходящий город по специализации и размеру ИИ-общества.

Заключение

Проверка трех гипотез, отражающих установки Стратегии на рост количества публикаций, исследователей и организаций, позволила сделать вывод о следовании этим установкам в Сибирском федеральном округе в 2020–2022 гг. Однако при переходе к городам выяснилось, что все исходные гипотезы подтвердились только в Томске. Остальные 15 городов и 2 поселка имели противоречивую ситуацию (сочетание исходных и альтернативных гипотез). При наличии в Сибири благоприятной ситуации (по сравнению в Российской Федерацией) по динамике публикационной активности и распределению статей по трем типам (обсуждение, использование и разработка технологий ИИ), следует отметить негативную тенденцию сокращения числа публикаций по разработке новых технологий в Сибири

и отсутствие по этому показателю постоянного роста во всех сибирских городах.

Дальнейшие исследования по рассматриваемой проблематике могут быть направлены на устранение имеющихся ограничений: применение только библиометрического подхода к оценке научного потенциала территории (подключение ресурсного и квалификационного подходов будет способствовать пониманию соотношения между затраченными ресурсами и полученными результатами); города одного федерального округа (изучение ситуации во всех городах Российской Федерации позволит выделить регионы-лидеры и отстающие территории, а также более точно оценить выполнение Стратегии); трехлетний период (поскольку реализация Федерального проекта происходит в 2021–2024 гг., то целесообразно охватить весь этот период с добавлением базового – 2020 – года); содержательный анализ публикаций (будущее расширение пространственных и временных рамок исследования приведет к очень большому массиву публикаций, структуризация которого в режиме чтения станет невозможной, и потребуется разработка алгоритма машинного обучения для типологического анализа текста статей); отсутствие оценок по отдельным областям человеческой деятельности (общую оценку предстоит дифференцировать на частные оценки публикационной активности по обсуждению, применению и разработке технологий ИИ для экономики, здравоохранения, образования и других областей).

Список литературы / References

Avraamova E.M. Razvitie nauchnogo potenciala v sovremennoj Rossii [Development of Scientific Potential in Modern Russia]. In: *Terra Economicus*, 2012, 10(1), 156–164.

Balland P.-A., Boschma R. Do Scientific Capabilities in Specific Domains Matter for Technological Diversification in European Regions? In: *Research Policy*, 2022, 51(10), e104594. DOI: 10.1016/j.respol.2022.104594.

Baslé M. “Smarter Cities” Attractive Testing New Criteria or Facets: “Data Scientists” and “Data Platforms”. In: *Journal of Knowledge Economics*, 2021, 12, 268–278. DOI: 10.1007/s13132–016–0398–0.

Blanutsa V.I. *Geograficheskaya ekspertiza strategij ekonomicheskogo razvitiya Rossii [Geographical Expertise of Russia’s Economic Development Strategies]*. Moscow, INFRA-M, 2021, 198.

Blanutsa V.I. *Obshchestvennaya geografiya: cifrovye priority XXI veka [Human Geography: Digital Priorities of the 21st Century]*. Moscow, INFRA-M, 2022, 252.

Borodina M. A., Burylova L. G. Ocenka nauchnogo potenciala regiona na osnove teorii nechetkih mnozhestv [Assessment of the Scientific Potential of the Region Based on the Theory of Fuzzy Sets]. In: *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 2009, 1, 199–203.

Corradini C., Folmer E., Rebmann A. Listening to the Buzz: Exploring the Link between Firm Creation and Regional Innovative Atmosphere as Reflected by Social Media. In: *Environmental and Planning A: Economy and Space*, 2022, 54(2), 347–369. DOI: 10.1177/0308518X211056653.

Cristianini N. On the Current Paradigm in Artificial Intelligence. In: *AI Communications*, 2014, 27(1), 37–43. DOI: 10.3233/AIC-130582.

De la Vega Hernández, I.M., Urdaneta, A.S., Carayannis, E. Global Bibliometric Mapping of the Frontier of Knowledge in the Field of Artificial Intelligence for the Period 1990–2019. In: *Artificial Intelligence Review*, 2023, 56, 1699–1729. DOI: 10.1007/s10462–022–10206–4.

Florida R., Adler P. Locational Strategy: Understanding Location in Economic Geography and Corporate Strategy. In: *Global Strategy Journal*, 2022, 12(3), 472–487. DOI: 10.1002/gsj.1456.

Gaidamakina I. V. Nauchnyj potencial Central'noj Rossii: matematicheskie metody ocenki [Scientific Potential of Central Russia: Mathematical Methods of Evaluation]. In: *Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennyye, tekhnicheskie i medicinskie nauki [Scientific Notes of the Orel State University. Series: Natural, Technical and Medical Sciences]*, 2014, 3, 22–28.

Haenlein M., Kaplan A. A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. In: *California Management Review*, 2019, 61(4), 5–14. DOI: 10.1177/0008125619864925.

Farrow E. To Augment Human Capacity – Artificial Intelligence Evolution through Causal Layered Analysis. In: *Futures*, 2019, 108, 61–71. DOI: 10.1016/j.futures.2019.02.022.

Kurbatova M. V., Kagan E. S., Vshivkova A. A. Regional'noe razvitie: reshenie problemy sozdaniya i realizacii nauchno-tekhnicheskogo potenciala [Regional Development: Solving the Problem of Creating and Implementing Scientific and Technical Potential]. In: *Terra Economicus*, 2018, 16, 101–117. DOI: 10.23683/2073–6606–2018–16–1–101–117

Shipitsyna S. E., Zhuikova E. A. Povyshenie nauchnogo potenciala v rossijskih regionah – strategicheskie nacional'nye priority Rossii [Increasing Scientific Potential in Russian Regions – Strategic National Priorities of Russia]. In: *Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii [Standard of Living of the Population of the Regions of Russia]*, 2022, 18(4), 439–449. DOI: 10.19181/Ispr.2022.8.4.2.

Sikorskaya O. N., Bovkunovich M. A., Chikun O. N. Nauchnyj potencial regionov Respubliki Belarus' [Scientific Potential of the Regions of the Republic of Belarus]. In: *Bibliosfera [Bibliosphere]*, 2020, 4, 70–79. DOI: 10.20913/1815–3186–2020–4–70–79.

Tretyakova O. V. Sovremennye instrumenty ocenki nauchnogo potenciala territorii: naukometricheskij podhod [Modern Tools for Assessing the Scientific Potential of the Territory: A Scientometric Approach]. In: *Problemy razvitiya territorii [Problems of Territory Development]*, 2014, 4, 7–16.