

Особенности развития технологии искусственного интеллекта в странах мира

Achkasova T. A.

Features of artificial intelligence technology development in the countries of the world

Аннотация

Автором предпринята проверка гипотезы, что пространственные модели инновационного процесса со временем изменяются. Исследование проведено на примере переживающей активное развитие технологии искусственного интеллекта. Удалось выяснить, что для данной технологии характерна особая модель распространения среди потребителей. После распространения среди населения стран-генераторов инноваций — США и Китая — основным её пользователем становится население развивающихся стран: Индии, Индонезии, Филиппин.

Ключевые слова: искусственный интеллект, инновационный процесс, диффузия инноваций, США, Китай

Abstract

The author has attempted to test the hypothesis that spatial models of the innovation process change over time. The study was conducted on the example of an actively developing artificial intelligence technology. It was found out that this technology is characterized by a special distribution model. After spreading within countries that generate innovation — the United States and China — the population of developing countries (India, Indonesia, the Philippines) becomes its main user.

Key words: artificial intelligence, innovation process, diffusion of innovation, USA, China

Введение

Новые технологии и пространственные аспекты стадий их развития уже изучаются в социально-экономической географии. Так, отечественные экономико-географы проводили исследования, посвящённые процессу распространения сотовой связи [3], Интернета и других отраслей ИКТ [4], высоких технологий в промышленности [1, 2].

На протяжении последних пяти лет взрывной рост переживает технология искусственного интеллекта (ИИ). Она проникает во все сферы жизни общества и отрасли хозяйства. Во многом от развития ИИ зависит конкурентоспособность экономики стран.

В исследовательском сообществе идёт активный поиск показателей и методик оценки ИИ. Стэнфордский университет уже несколько лет публикует аналитический отчёт «Индекс ИИ» (AI Index Report), постоянно

совершенствуя подходы к анализу распространения этого явления в мире [7]. Оксфордский университет рассчитывает индекс готовности правительств к внедрению ИИ (Government AI Readiness Index) [8]. Существуют и другие подобные работы.

На настоящем этапе, когда имеется уже достаточно большой объём данных и определенные методические наработки, нам представляется важным рассмотреть пространственные аспекты стадий развития технологии ИИ. Сами по себе и, особенно, при сравнении с выводами предыдущих работ, которые упоминались выше, эти результаты позволят выявить специфику современной географии инновационного процесса на уровне стран мира. Понимая всю сложность и амбициозность поставленной задачи, в данной статье мы ограничимся анализом развития технологии ИИ в странах мира на протяжении последнего, наиболее динамичного этапа её роста (примерно с 2010 г.).

Уже очевидно, что ИИ находится в большой зависимости от геополитического фактора. Во многих аналитических статьях отмечается, что данное технологическое направление становится ареной жёсткой конкурентной борьбы между США и Китаем [6]. Имея это в виду, особое внимание в нашем анализе уделено именно этим двум странам.

Методы

Целью нашего исследования является проверка гипотезы, что пространственные модели инновационного процесса со временем изменяются. Раньше при распространении сотовой связи и Интернета новые технологии передавались от центра к периферии в соответствии с моделью диффузии инноваций [3, 4]. Есть основания предполагать, что технология ИИ будет охватывать пространство по несколько иному сценарию.

Хронологическая схема инновационного процесса, ранее использовавшаяся для географизации стадий, включала в себя четыре стадии: информация — знание — инновации — потребление [1, 2]. Однако нам представляется целесообразным рассматривать первые три стадии вместе как «производство инноваций», отдельно от стадии «потребление инноваций». Общее потребление технологии складывается, таким образом, из двух частей — потребление производством и населением.

В нашей работе анализируется потребление технологии ИИ населением, так как в этом случае возможно сравнение с распространением других технологий (например, Интернета, сотовой связи и прочих, по которым информация об использовании в производстве отсутствует).

История развития технологии искусственного интеллекта

Прежде, чем давать характеристику современного этапа развития ИИ, приведём краткое описание истории его развития, обратив при этом особое внимание на пространственные аспекты.

Идеи о создании электронного мозга, способного принимать решения, активно начинают продвигаться в 1940-е гг. Предпосылками этого стали

развитие во время и после второй мировой войны теории информации, кибернетики, цифровых вычислений, а также все возрастающие возможности компьютерной техники. В основе лежала нейронная модель мозга, созданная ещё в начале XX в.

Одним из первых к теме ИИ обратился англичанин Алан Тьюринг в своей работе «Вычислительные машины и разум» в 1950 г. Моментом же рождения данного научного направления считается 1956 г., когда в Дартмутском колледже (г. ГанOVER, шт. Нью-Гэмпшир, США) состоялся первый, посвящённый этим вопросам семинар. Участниками семинара были такие известные американские учёные, как Норберт Винер, Клод Шеннон, Натаниэль Rochester, Марвин Мински, Джон Маккарти (именно он предложил термин «искусственный интеллект»). На первых этапах учёные были очень оптимистичны, ожидалось, что за достаточно короткий срок удастся создать полноценный ИИ. Правительство США активно финансировало эти программы. Однако, несмотря на множество публикаций, на появление ряда важных теоретических и прикладных разработок (программа для обработки естественного языка ELIZA, ориентирующийся в пространстве роботов и других), до решения основной задачи было далеко. Учёные оказались в тупике. Основными ограничениями стали неэффективность применявшихся пошаговых алгоритмов (комбинаторный взрыв) и недостаточные мощности вычислительной техники.

Следствием стало разочарование инвесторов в новой технологии. Финансирование практически прекратилось, исследования были заморожены. Период с 1974 по 1980 гг. поэтому принято называть «первой зимой ИИ».

В 1981 г. интерес к ИИ возрождается. Исследования в данной области начинает активно финансировать правительство Японии. В этой стране идёт создание компьютеров пятого поколения, которые были нацелены на ИИ. Предполагалось, что такие компьютеры смогут общаться между собой, переводить тексты на разные языки, распознавать картинки. В университете Васэда был разработан робот Wabot-2, который обладал подобными функциями. Успех японцев заставил правительства других стран и частный бизнес снова обратить свой взгляд в сторону ИИ. В США помимо других важных разработок появились имевшие коммерческий успех «экспертные системы» (экспертная система XCON в Университете Карнеги — Меллона/CMU), в которые были заложены знания экспертов в различных областях знания.

В конце 1980-х гг. успешный рост отрасли ИИ остановила «компьютерная революция». Настольные компьютеры, выпускаемые IBM и Apple, оказались дешевле и мощнее, чем машины на базе ИИ. Стало сложно развивать и экспертные системы. Они часто ошибались и не могли обучаться сами, их требовалось все время доучивать. Программы финансирования ИИ как в США, так и в Японии были свёрнуты. Таким образом, после периода «первой волны коммерческого использования ИИ» в 1981–1987 гг. наступила «вторая зима ИИ», которая закончилась в 1993 г.

Однако и в последующем учёные избегали напрямую использовать термин «искусственный интеллект», хотя соответствующая технология

развивалась в рамках других систем: интеллектуального анализа данных; промышленной робототехники; логистики; распознавания речи; поисковой системы Google. Были достигнуты успехи в ранее поставленных задачах: шахматный суперкомпьютер Deep Blue в 1997 г. обыграл действующего чемпиона мира Гарри Каспарова; разработана система навигации в сложных условиях, которая заняла первое место в ралли DARPA Urban Challenge. В этот период происходит рост мощности компьютеров и внедрение других инженерных усовершенствований, идёт формирование баз данных Big Data, появляется концепция «интеллектуальный агент», внедряются новые математические инструменты. Эти и другие предпосылки стали основой все беспрецедентного развития ИИ после 2011 г.

Машинное обучение, а затем так называемое «глубокое обучение» стали теми технологиями, которые способствовали все большему совершенствованию и распространению ИИ. Активным разработчиком ИИ становится Китай, превратившийся в основного технологического конкурента США.

В начале второго десятилетия XXI в. пропульсивным направлением становится развитие генеративного ИИ, способного генерировать текст, изображения и другие медиаданные в ответ на подсказки. Большое внимание общества привлёк чат-бот с генеративным ИИ ChatGPT, представленный в ноябре 2022 г. американской компанией OpenAI. Он стал катализатором взрывного роста технологии и активной её коммерциализации.

Несмотря на впечатляющую динамику, аналитики задаются вопросом, не произошла ли оценка ожиданий, и не наступит ли через какое-то время новая «зима ИИ». Убедительно выглядит предположение эксперта Forbes, что это уже не произойдёт: «со времени последней “зимы ИИ” произошли фундаментальные изменения: технология стала неотъемлемой частью нашей жизни и не уйдёт из неё в ближайшее время. Это глобальное потепление. ... Даже если “сильный” ИИ из научной фантастики останется недостижим, ИИ будет развиваться и менять нашу жизнь, пусть и не столь революционно» [5].

Производство инноваций

Одним из первых шагов по созданию инноваций является подготовка *публикаций*, в которых закрепляются результаты научных исследований. За период с 2010 по 2022 г. количество англоязычных публикаций, посвящённых ИИ, увеличилось почти в три раза: с 88 тыс. до 242 тыс. Наиболее активный рост публикационной активности наблюдался начиная с 2017 г. Самый высокий прирост был зафиксирован в 2019 г., он составил 23 %. Прирост в 2022 г. был равен всего 1,1 %. Является ли это краткосрочным явлением или началом нового периода развития ИИ, покажет время.

Почти треть публикаций (72 тыс.) относится к такой области ИИ, как машинное обучение. Именно в рамках этой тематики количество публикаций в течение последних 10 лет возросло самыми высокими темпами, свидетельствуя о большой востребованности данной технологии. С 2015 г. оно увеличилось почти в семь раз.

Подавляющая часть публикаций по ИИ в мире создаётся представителями образовательной сферы (81 % в 2022 г.), на промышленность и государственные исследовательские учреждения приходится, соответственно, около 8 и 7 %. При сохранении общего соотношения, в США несколько выше доля промышленности (14 %), а в Китае — государственного сектора (10 %) [7].

Патенты. В 2022 г. в мире было выдано 62 тыс. патентов, связанных с ИИ. По сравнению с публикациями, количество зарегистрированных патентов за рассматриваемый период увеличилось ещё значительно — более чем в 30 раз (!). Наиболее активный прирост, как и в случае с публикациями, начался с 2017 г. Максимум прироста был достигнут также в 2019 г. и составил почти 94 %. В последующие два года высокий прирост — более 60 % сохранился.

В 2022 г. 61,1 % выданных в мире патентов в сфере ИИ (38 тыс.) приходилось на Китай, на США — в три раза меньше — 20,9 % (13 тыс.). Доля Европейского союза вместе с Великобританией составляла 2 %, Индии — 0,2 %. Эти показатели иллюстрируют неоспоримое лидерство Китая и США. Причём, что касается патентов, Китай на данный момент заметно опережает конкурента.

Ещё в 2010 г. доля Китая в количестве выданных в мире патентов составляла всего около 17 %, а США — 54 % (картина практически зеркальная нынешней). К 2013 г. доля Китая увеличилась до 39 %, и он смог выйти по этому показателю на первое место. Далее разрыв между США и Китаем практически всё время возрастал. Исключения составляют 2016 г. и пандемийный 2020 г., когда доля Китая заметно сокращалась (примерно на 5 п. п.). Однако за спадами в обоих случаях следовал активный рост, наиболее сильный после 2016 г., что отразилось и в большом приросте общего количества патентов и публикаций в 2017 г.

В настоящее время в целом по миру утверждается лишь треть поданных патентных заявок, относящихся к сфере ИИ. Ещё в 2016 г. соотношение между утверждёнными и неутверждёнными заявками составляло 1:1. Затем разрыв между ними начинает увеличиваться. Любопытно, что в Китае и Европейском союзе (вместе с Великобританией) доля утверждённых патентов в общем количестве патентных заявок примерно такая же, как и в среднем по миру (30 %), а в США она гораздо выше (44 %). То есть результативность патентных заявок США более высокая.

Если соотнести количество зарегистрированных патентов в сфере ИИ и численность населения стран, то мировыми лидерами здесь станут Республика Корея (10,3 зарегистрированных патентов на 100 тыс. жителей), Люксембург (8,7), США (4,2). Китай находится на пятом месте (2,51), незначительно уступая Японии (2,53). В первой десятке также находятся представляющие разные континенты Сингапур, Австралия, Канада, Германия. За десять лет с 2012 по 2022 г. наибольший прирост этого показателя был зафиксирован в Сингапуре (5,4 %), Южной Корее (3,8 %) и Китае (3,6 %) [7].

Как можно предположить, с 2016 г. года начался новый этап в исследе-

дованиях ИИ. Он характеризуется активным ростом числа публикаций и патентной активности. При этом разрыв между числом отклонённых и одобренных патентных заявок всё время увеличивался.

Драйверами развития ИИ-технологий выступают *крупные ИТ-компании* (таблица 1). Они могут иметь различную специализацию (поиск в Интернете, электронная торговля и проч.). Но общее между компаниями то, что все они являются мощными облачными провайдерами. ИИ требует огромных объёмов хранилищ данных и вычислительных мощностей. Облачные лидеры предлагают клиентам все более широкий ассортимент решений для ИИ, что даёт им огромное конкурентное преимущество в борьбе за долю на рынке. Также эти компании имеют солидные доходы, что является ключом к их успеху, поскольку разработка ИИ обходится исключительно дорого.

Таблица 1 — Компании лидеры в области ИИ в 2024 г. (гиганты)

Название компании	Штаб-квартира	Фокус в области ИИ
Microsoft	Редмонд, Вашингтон, США	Облачные вычисления, платформа ИИ Microsoft Azure, интеллектуальный помощник Cortana
Amazon	Сиэтл, Вашингтон, США	Сервисы для облачных вычислений и ИИ Amazon Web Services (AWS), интеллект. помощник Alexa, беспилотные магазины Amazon Go Store
Google (Alphabet)	Маунтин-Вью, Калифорния, США	Поиск в Интернете, нейросеть Gemini, чат-бот с ИИ Google Assistant
IBM	Армонк, Нью-Йорк, США	Корпоративный разговорный ИИ, внедрение ИИ на предприятиях, платформа ИИ Watson
Nvidia	Санта-Клара, Калифорния, США	Производство графических процессоров
Meta ⁵³	Менло-Парк, Калифорния, США	Социальные сети, генеративн. ИИ, языковая модель Llama 3, интеллект. помощник Meta AI
Baidu	Пекин, КНР	Поиск в Интернете, квантовые вычисления, платформа ИИ Baidu Brain, чат-бота с ИИ Ernie Bot
Oracle	Остин, Техас, США	Облачная платформа, внедрение ИИ на предприятиях
Alibaba	Ханчжоу, Чжэцзян, КНР	Электронная торговля, облачные вычисления, разработка чат-бота с ИИ

Источник: составлено автором по [10]

Большинство компаний из списка — американские. Конкуренцию им составляют ИТ-лидеры Китая: Baidu (поиск в Интернете) и Alibaba (электронная торговля) [6].

Очень важную роль в генерировании новых идей, инноваций играют *стартапы*. С 2013 г. частные инвестиции в ИИ-стартапы в целом по миру постоянно возрастали, достигнув максимума 132 млрд долл. США, в 2021 г. В 2022 и 2023 гг. зафиксировано сокращение инвестиций, соответственно, на 22 и 7 %. Вызвано это временными колебаниями или является свидетельством наметившейся новой тенденции, покажет время.

Однако при общем снижении частных инвестиций в стартапы

⁵³ Признана экстремистской организацией в России.

инвестиции в новые компании, разрабатывающие генеративный ИИ, в 2023 г. продемонстрировали колоссальный рост (почти в девять раз). Они составили 25 млрд долл., т. е. почти четверть всех частных инвестиций в ИИ-стартапы. Данные цифры иллюстрируют резко возросший интерес к данной технологии.

На США в 2023 г. приходилось 70 % мировых частных инвестиций в ИИ-стартапы (67,2 млрд долл.), на Китай — 8% (7,8 млрд долл.). Однако здесь надо иметь в виду, что в Китае данная отрасль в большой степени финансируется из государственных средств. Показатели следующих по рейтингу стран ещё меньше: Великобритания (3,8 млрд долл.; 4 %), Германия (1,9; 2 %), Швеция (1,9; 2 %). Примерно такое же соотношение между странами по объёму накопленных с 2013 по 2023 гг. частных инвестиций.

По количеству ежегодно возникающих ИИ-стартапов США также в разы опережает все остальные страны. В 2023 г. здесь появилось 897 таких компаний, за 2013–2023 гг. — 5 509. Отрыв США особенно велик в 2023 г.: разница в семь раз со следующим за ними Китаем. Вероятно, это явилось отражением начавшегося бума в развитии генеративного ИИ [7].

Потребление инноваций

Потребление инноваций в сфере ИИ рассмотрим на примере активности пользователей в разных странах. Конечно, ИИ играет огромную роль и в производственных процессах, но её оценить сложнее. И самое главное, для того чтобы сравнить модель распространения ИИ с другими технологиями (соковой связью и Интернетом), нам нужна будет, прежде всего, информация о потребителях.

Как уже было сказано выше, интерес к ИИ резко возрос в 2022 г., когда компания OpenAI выпустила программу ChatGPT. С этого момента в поисковых системах в сети Интернет резко увеличилось количество запросов, связанных с ИИ. Наибольшую заинтересованность проявили жители Филиппин (5 288 запросов на 100 тыс. чел.), Сингапура (3036) и Канады (2313). Статья о самой программе ChatGPT стала самой просматриваемой в англоязычной Википедии в 2023 г., набрав 49,5 млн просмотров.

Статистика, собранная по 50 самым популярным инструментам генеративного ИИ за август 2022 — сентябрь 2023 г., позволяет оценить интерес к нему населения разных стран (рисунок 1). Из 24 млрд посещений 5,5 млрд приходилось на жителей США. Далее шли такие страны, как Индия, Индонезия, Бразилия, Филиппины, Великобритания.

Среди программ лидером по посещаемости, закономерно, был ChatGPT — 14,6 млрд посещений (более половины). Другими популярными программами были чат-бот character.ai (3,8 млрд), текстовый генератор Quill-Bot (1,1 млрд), генератор изображений Midjourney (0,5 млрд) [9].

Программа ChatGPT стала самым быстрорастущим потребительским приложением в истории. За первые пять дней работы собрала миллион пользователей, а к январю пользовательская база выросла до 100 миллионов. К июлю 2024 г. распределение пользователей по странам выглядит

следующим образом: США — 12,7 %; Индия — 10,8 %; Индонезия — 9,0 %; Бразилия — 8,5 %; Япония — 4,3 %; Колумбия — 3,1 %; Великобритания — 3,0 %.

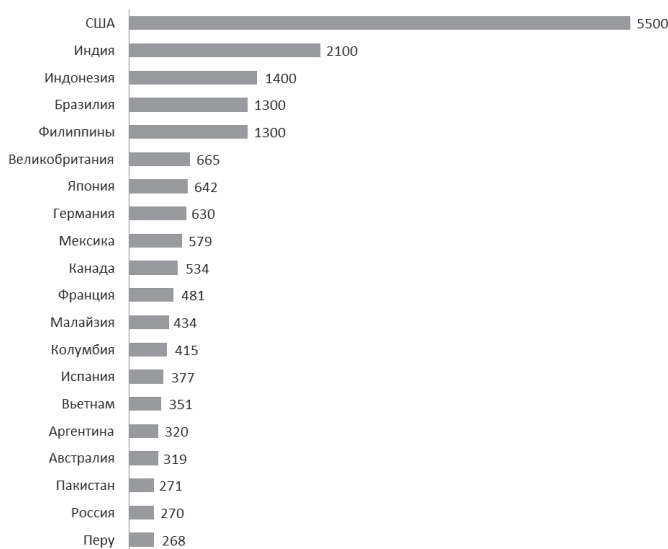


Рисунок 1 — Страны с наибольшим количеством пользователей ИИ, млн посещений (сентябрь 2022 — август 2023 гг.). Источник: [9]

Согласно отчёту «Global Public Opinion on Artificial Intelligence» (GPO-AI), в котором содержатся результаты опросов, проведённых в октябре и ноябре 2023 г. в 21 стране мира, 63 % респондентов знают о ChatGPT, а 17 % пользуются им ежедневно. Любопытны результаты по отдельным странам. К странам, население которых наиболее осведомлено о существовании ChatGPT и ежедневно активно им пользуется, относятся Индия (соответственно, 82 % и 36 %), Кения (81 % и 27 %) и Пакистан (76 % и 28 %). Осведомлённость в Китае составляет 60 %, а в США — всего 55 %. Ежедневно чат-ботом пользуются 24 % респондентов из Китая и 18 % — из США. Из стран, в которых проводилось исследование, самая низкая осведомлённость в Польше (43 %), а доля ежедневных пользователей — в Японии (6 %) [7]. Для объяснения столь неожиданных результатов ещё требуются дополнительные исследования. Одним из таких объяснений может быть то, что в упомянутых странах по схеме аутсорсинга производится работа с данными, которые лежат в основе функционирования ИИ. Так журналом «Time» (США) было проведено расследование, посвящённое условиям работы кенийских фрилансеров. С помощью компании-посредника Sama работников нанимали для OpenAI, и они отмечали и отфильтровывали контент с описаниями насилия, пыток, убийств и самоубийств из набора обучающих данных ChatGPT.

Выяснилось, что маркировкой данных для других крупных высокотехнологичных компаний (например, Google, Meta, Microsoft), занимались также наёмные работники в Индии и Уганде, труд которых оплачивался очень низко.

Выводы

Проведённый анализ подтвердил, что модель распространения технологии ИИ отличается от пространственных моделей распространения других технологий (например, Интернета, сотовой связи).

На этапе производства инноваций отличия не столь велики. Лидерами в соответствующих научных исследованиях и создании новых коммерческих продуктов также остаются развитые страны во главе с США. Одним из основных разработчиков ИИ и полноценным конкурентом США становится Китай, который ранее не участвовал в технологической гонке.

Потребление технологии ИИ населением меняется более кардинально. Во-первых, значительно ускоряется скорость вовлечения людей в пользование технологией. Во-вторых, после населения стран-центров инноваций — США и Китая — основным её потребителем становится население развивающихся стран (Индия, Индонезия, Филиппины), а не развитых, как это было раньше.

Можно предположить, что основными причинами этого является развитие сферы ИТ в этих странах (в т.ч. ИТ-аутсорсинг), отсутствие или малое число законодательно закреплённых ограничений, высокая доля молодого населения, низкий уровень образования, который компенсируется с помощью ИИ. Важным фактором является также то, что для индивидуального пользования этой технологией не нужна специальная техника, что очень ускоряет и упрощает её распространение.

При попытке провести анализ пространственных аспектов развития технологии ИИ возникает определенное ограничение, связанное с тем, что готовой базы статистических показателей не существует. Причиной этого является не только новизна явления, но и разобщённость ИИ-отраслей США и Китая. Отчёты, которые составляют американские (и другие западные) организации, заточены на то, чтобы наиболее ярко продемонстрировать их успехи. Например, в них анализируются только публикации на английском языке, делается акцент на частном инвестировании и количестве стартапов (которые в китайской модели развития ИИ менее значимы), как правило, отсутствуют показатели развития компаний из Китая. То же можно сказать и про китайские отчёты. Для того чтобы анализ давал как можно более объективные результаты, необходимо брать данные из разных источников и относиться к ним критически.

Список литературы

1. Ачкасова Т. А. Географизация стадий инновационного процесса (на примере обрабатывающей промышленности мира) // Региональные исследования. — 2010. — Т. 28, № 2. — С. 23–31.

2. Ачкасова Т. А. Географизация стадий инновационного процесса (на примере современной обрабатывающей промышленности): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — М., 2012. — 23 с.
3. Кашутин П. С. Глобализация сотовой связи и особенности её развития в макрорегионах мира: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — М., 2006. — 23 с.
4. Нагирная А. В. Глобальные закономерности распространения информационно-коммуникационных технологий (XX — начало XXI вв.): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — М., 2012. — 26 с.
5. Стельмах И. Зима искусственного интеллекта: стоит ли ждать падения инвестиций в AI. Forbes. 16.06.2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.forbes.ru/mneniya/513484-zima-iskusstvennogo-intellekta-stoit-li-zdat-padenia-investicij-v-ai> (дата обращения 15.08.2024).
6. Струкова П. Э. Искусственный интеллект в Китае: современное состояние отрасли и тенденции развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Востоковедение и африканистика. — 2020. — Т. 12, № 4. — С. 588–606.
7. Artificial Intelligence Index Report 2024. Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://aiindex.stanford.edu/report/> (дата обращения 15.08.2024).
8. Government AI Readiness Index 2023. Oxford Insights [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://oxfordinsights.com/ai-readiness/ai-readiness-index/> (дата обращения 15.08.2024).
9. Sarkar S. AI Industry Analysis: 50 Most Visited AI Tools and Their 24B + Traffic Behavior. Writerbuddy [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://writerbuddy.ai/blog/ai-industry-analysis> (дата обращения 15.08.2024).
10. Shelby H. 150 Top AI Companies of 2024: Visionaries Driving the AI Revolution. eWeek [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.eweek.com/artificial-intelligence/ai-companies/> (дата обращения 15.08.2024).