

Оригинальная статья / Original article

Негативные социально-географические последствия развертывания распределенного искусственного интеллекта: направления исследований¹

© В.И. БЛАНУЦА

Блануца Виктор Иванович, Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук (Иркутск, Россия), blanutsa@list.ru. ORCID: 0000-0003-3958-216X

Цель предпринятого исследования – определить перспективные направления изучения негативных социально-географических последствий использования пространственно-распределенного искусственного интеллекта. Задачи исследования: выявить особенности развертывания распределенного искусственного интеллекта; обобщить опыт оценки социальных последствий внедрения искусственного интеллекта; проанализировать публикации по изучению искусственного интеллекта с точки зрения географии; идентифицировать перспективные направления научных исследований в рассматриваемой области. Согласно прогнозам, развертывание распределенного искусственного интеллекта будет опираться на инфраструктуру беспроводной связи шестого поколения, которую удастся сформировать в следующем десятилетии. До этого предстоит разработать методологию изучения социально-географических последствий рассматриваемого процесса, в связи с чем введено понятие «геоконтекст». Намечены контуры пяти будущих направлений исследований – интеллектуально-геоурбанистического, пространственно-расслаивающего, территориально-профзамещающего, каскадно-геокритического и алгоритмически-геоконтекстного – и их практического применения.

Ключевые слова: общественная география, машинное обучение, сеть 6G, децентрализованное принятие решений, «умный город», цифровое неравенство, безработица, каскадный сбой, алгоритмическая предвзятость

Цитирование: Блануца В.И. (2024) Негативные социально-географические последствия развертывания распределенного искусственного интеллекта: направления исследований // Общественные науки и современность. № 2. С. 79–90. DOI: 10.31857/S0869049924020068, EDN: zmsxxj

¹ Финансирование: Работа выполнена в Институте географии им. В.Б. Сочавы СО РАН за счет средств государственного задания (№ регистрации темы AAAA-A21-121012190018-2).

Funding. The work was carried out at the V.B. Sochava Institute of Geography of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences funded in the frame of the State task (registration number of the topic AAAA-A21-121012190018-2).

Negative Socio-Geographical Consequences of Distributed Artificial Intelligence Deployment: Research Directions

© V. BLANUTSA

Viktor I. Blanutsa, Sochava Institute of Geography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Irkutsk, Russia), blanutsa@list.ru. ORCID: 0000-0003-3958-216X

Abstract. The purpose of the research is to identify promising directions for studying the negative socio-geographical consequences of using spatially distributed artificial intelligence. To do this, it was necessary to solve the following tasks: understand the features of deploying distributed artificial intelligence; generalize the experience of assessing the social consequences of introducing artificial intelligence; analyze studies of artificial intelligence from the point of view of geography; identify promising areas of scientific research in the area under consideration. The deployment of distributed artificial intelligence is projected to rely on the 6G wireless infrastructure that will be available in the next decade. Before this, it is necessary to develop a methodology for studying the socio-geographical consequences of the spread of artificial intelligence. In relation to its deployment, the concept of “geocontext” has been introduced. The outlines of five future directions are outlined – intellectual geo-urbanistic, spatial-stratified, territorial-occupational substitution, cascade-geocritical and algorithmic-geocontextual.

Keywords: human geography, machine learning, 6G network, decentralized decision-making, smart city, digital inequality, unemployment, cascade failure, algorithmic bias

Citation: Blanutsa V.I. (2024) Negative Socio-Geographical Consequences of Distributed Artificial Intelligence Deployment: Research Directions. *Obshchestvennye nauki i sovremennost'*, no. 2, pp. 79–90. DOI: 10.31857/S0869049924020068, EDN: zmsxxj (In Russ.).

В наиболее общем виде под искусственным интеллектом (ИИ) понимают способность машины (программы) принимать решения таким же образом, как это делает человек. Технологии ИИ разрабатывают с середины прошлого века с периодическими подъемами и спадами научного и коммерческого интереса к ним [Farrow 2019]. За это время изменилось представление о том, какие именно технологии следует относить к ИИ [Haenlein, Kaplan 2019]. Его современная парадигма связана с технологиями машинного обучения [Cristianini 2014], когда на известных примерах машина учится устанавливать эмпирические закономерности для прогнозирования развития ситуации, которая может возникнуть в неизвестных ей ранее случаях. Термин «машинное обучение» введен в 1959 г. [Samuel 1959], дальнейшая детализация этого понятия привела к «глубокому обучению» [Skansi 2020] и пониманию того, что будущие технологии ИИ станут распределенными [Ağca 2022; Filho 2022; Janbi 2023]. Под распределенным искусственным интеллектом (РИИ) понимают множество рассредоточенных в пространстве автономных систем сбора, хранения и обработки данных, а также принятия автоматических (алгоритмических) решений на основе машинного и глубокого обучения.

Переход к РИИ повышает значимость пространственных наук, в том числе социальной географии и социологии пространства, которые должны быть нацелены на прогнозирование социально-географических последствий развертывания новых технологий. С точки зрения общества и его территориальной организации такие последствия могут быть как

позитивными, так и негативными. Здесь рассмотрены только негативные последствия, которые необходимо предусмотреть и минимизировать.

В настоящее время эксперты уделяют основное внимание этическим и юридическим последствиям внедрения ИИ [Huang 2022; Surden 2019], в то время как социальные проблемы, связанные с проникновением ИИ во все сферы человеческой деятельности, анализируют в меньшей мере [Joyce 2021; Liu 2021]. Что касается социально-географических последствий распространения РИИ, то в библиографических базах данных eLIBRARY.RU, Scopus и Web of Science на 1 сентября 2023 г. не зафиксировано ни одной публикации на эту тему. Поэтому цель нашего исследования – социально-географический анализ специфики развертывания РИИ. Достижение этой цели требует решения следующих задач: выявить особенности развертывания РИИ; обобщить опыт оценки социальных последствий внедрения ИИ; проанализировать публикации по изучению ИИ с позиций географии; идентифицировать перспективные направления социально-географических исследований развертывания РИИ.

Искусственный интеллект

В зависимости от потенциала разрабатываемой технологии принято различать три типа искусственного интеллекта [Bostrom 2014; Wang, Goertzel 2012]: слабый, или узкий, ИИ (narrow artificial intelligence, имитирует принятие человеком отдельных решений, примером может служить распознавание изображений); сильный, или общий, ИИ (artificial general intelligence, воспроизводит все когнитивные способности человека); сверхсильный ИИ, или суперинтеллект (artificial super intelligence, превосходит когнитивные способности человека). В настоящее время внедряются технологии слабого ИИ. По прогнозу Н. Бострома, сильный ИИ будет создан примерно к 2050 г., а его последующее развитие «довольно скоро приведет к сверхразуму» [Bostrom 2014, p. 21]. Согласно другим оценкам [Turchin 2019], технологии второго типа могут появиться на десять лет раньше. На этом фоне фронт исследований в области создания этического (ethical) [Schoenherr 2022], объяснимого (explainable) [Minh 2022] и заслуживающего доверия (trustworthy) [Thiebes 2021] ИИ расширяется. Предполагается, что эти разработки позволят сократить негативные социальные последствия развертывания трех типов ИИ. Дополнительные проблемы (конфиденциальность, безопасность и др.) возникают в связи с необходимостью использовать в машинном обучении большие объемы географических (геолокационных) данных о поведении людей. В будущем, возможно, некоторые проблемы удастся решить в рамках нового направления – геопространственного ИИ [Janowicz 2020]. Однако современные обзоры по данному направлению [Roussel, Böhm 2023; Song 2023] не указывают на необходимость изучать социально-географические последствия развертывания ИИ или РИИ.

Идея перехода от централизованных и целостных систем ИИ к децентрализованным и пространственно-распределенным не нова [Chaib-Draa 1992]. Первоначально под распределенностью понимали совместную деятельность множества автономных агентов, но последующие исследования привели к пониманию необходимости не только распараллеливать вычисления, но и распределить весь рабочий процесс ИИ [Janbi 2023]. В итоге распределенными стали сбор и предварительная обработка (очистка) данных, обучение, вывод и принятие решений. Подобные результаты были получены благодаря развитию беспроводной связи, аппаратного обеспечения и Интернета вещей, а также применению принципов распараллеливания (параллелизм данных, разбиение модели на разделы, федеративное обучение и др.) и подхода «облако»–«туман»–«периферия» [De Donno 2019; Janbi 2023; Lu, Zheng 2020; Seng 2022].

Практическое развертывание РИИ зависит от возможностей телекоммуникационной сети, которые будут соответствовать необходимым требованиям только при переходе к беспроводной связи 6G, что, по прогнозам, произойдет после 2030 г. [Lu, Zheng 2020]. Отсюда следует, что эмпирические результаты оценки социально-географических последствий развертывания РИИ могут быть получены только в следующем десятилетии; сейчас необходимо начать разработку соответствующей методологии. В качестве первого шага предлагается дополнить шесть основных требований к ИИ [Garibay 2023] еще одним обязательством – учитывать геоконтекст. Определить географический контекст системы искусственного интеллекта значит выяснить, на какой именно территории (географический ареал, район, зона) находится система и как данная территория влияет на ее функционирование. Это важно для любой системы ИИ, локализованной в пространстве, но особенно для РИИ.

Географическое изучение

В последнее время географы проявляют повышенный интерес к размещению систем ИИ и отдельным последствиям данных действий. Наиболее обобщенная информация о подобных исследованиях представлена в американском журнале «Space and Polity» в специальном выпуске «География искусственного интеллекта» (2021, вып. 2). В целом предпочтение отдается изучению «умных городов» [Блануца 2022], кластеризации регионов по активности в сфере ИИ [Bratanova 2022; Muro, Liu 2021], распределению ИИ-патентов по регионам [Buarque 2020; Cicerone 2023; Xiao, Boschma 2023], трансформации локальных и региональных рынков труда [Georgieff, Hye 2022]. Характерно, что на негативные социальные последствия указывают только при оценке возможности замещения человеческого труда роботизированными системами ИИ. Что касается географического размещения элементов РИИ и их воздействия на территориальные сообщества людей, то такие исследования не проводили.

Отсутствие РИИ на тех или иных территориях – не повод отказываться от географических исследований как минимум по трем причинам. Во-первых, необходимо заранее (примерно до 2030 г.) разработать теоретические и методические основы географического изучения социальных последствий развертывания РИИ, чтобы затем вносить в методологию только некоторые уточнения, не отодвигая сроки эмпирических исследований и разработки практических рекомендаций. Во-вторых, в будущем системы ИИ будут обучаться в основном на данных, полученных от распределенной сенсорной сети Интернета вещей [Seng 2022]. Фрагменты таких сетей уже функционируют, их начали изучать географы [Блануца 2023]. Однако в настоящее время подобные исследования в основном посвящены проблемам размещения сетей, а не оценке негативных социальных последствий такого размещения. В-третьих, хранение и обработка данных, а также различные приложения в РИИ будут построены на основе парадигмы туманных и граничных вычислений, которая имеет ярко выраженный географический характер [Lima, Miranda 2022], а значит, необходимо проанализировать специфику ее практического воплощения с точки зрения социально-географических последствий (в первую очередь алгоритмической предвзятости и социального неравенства).

В общественной географии накоплен значительный опыт изучения пространственно-распределенных систем [Блануца 2022; Glückler, Panitz 2021], но он не связан с РИИ. Однако методологические возможности данной научной дисциплины позволяют приступить к изучению новых систем. Поскольку РИИ будет создан на основе сети 6G, то целесообразно использовать общественно-географическую методологию познания информа-

ционно-коммуникационных сетевых структур [Блануца 2019, 2022] в рамках «умной» геоурбанистики, пространственной диффузии цифровых инноваций, коннекционного районирования, информационно-сетевой освоенности территории и пространственного цифрового неравенства.

Социальные последствия внедрения ИИ

Влияние системы ИИ на окружающую территорию приводит к различным последствиям, в том числе социальным. Обобщение публикаций по этой проблематике [Al-Tkhayneh 2023; Gerdon 2022; Joyce 2021; Zajko 2022] позволило выделить основные негативные факторы, среди которых: алгоритмическая предвзятость (на каждом из пяти этапов ИИ – от сбора данных до принятия решений – могут не учитываться интересы некоторых социальных групп); социальное неравенство (усиление разрыва между социальными группами из-за разных условий доступа к ИИ-услугам); технологически обусловленная безработица (замещение работников системами ИИ); социальная изоляция (пребывание большей части времени в виртуальной реальности, поддерживаемой ИИ); вынужденная миграция населения (включая маятниковую миграцию); формирование нежелательных (криминальных, террористических и др.) сообществ пользователей ИИ; разрушение социальных связей (в частности, с помощью deep fake – «глубокой подделки»).

Если в некоторые периоды времени системы ИИ оказывают неодинаковое влияние на разные части окружающей территории, то возникают социально-географические последствия их применения. Выявление существующей и прогнозирование будущей пространственно-временной неоднородности негативного влияния ИИ на социум – одна из задач общественной географии [Блануца 2022]. Предстоит изучить пространственно-временные особенности каждого из семи последствий, перечисленных выше. При этом следует понимать, что географические объекты (населенные пункты, регионы, страны) – комплексные образования, поэтому в пределах одной территории могут одновременно проявляться все указанные последствия. С этой точки зрения весьма перспективно изучать «умные» города, городские агломерации и регионы [Блануца 2022]. Переход от централизованного ИИ к децентрализованному РИИ значительно усложняет исследовательские задачи, так как необходимо анализировать воздействие не одной локализованной системы ИИ, а пространственно-распределенной сети. В такой ситуации, чтобы познать специфику РИИ, возможно, нужно будет использовать инструментарий информационно-сетевой географии [Блануца 2019].

Перспективные направления исследований РИИ

Располагая опытом оценки социально-географических последствий развертывания систем ИИ, можно было бы наметить направления будущих исследований. Однако отсутствие такого опыта заставляет полагаться на потенциальные возможности общественной географии [Блануца 2022] и особенности пространственно-распределенного ИИ [Ağca 2022; Filho 2022; Janbi 2023]. Выделим и кратко охарактеризуем только те направления, которые с позиций общественной географии в настоящий момент можно оценить как наиболее перспективные. В следующем десятилетии, вероятно, возникнет необходимость развивать какие-либо иные направления, в то время как некоторые из них утратят актуальность. Чтобы начать разработку методологии познания негативных социально-географических последствий развертывания РИИ, сейчас можно ограничиться пятью темами.

Интеллектуально-геоурбанистическое направление. Концентрация систем ИИ в «умных городах» и пространственное распределение этих городов обуславливают актуальность изучения социально-географических последствий распространения ИИ. Технологии и услуги «умного города» оказывают значительное влияние на местные сообщества людей [Patel, Doshi 2019]. Однако анализом географических особенностей социальных последствий как внутри городов, так и в городских агломерациях никто не занимался. Возможно, к этому придут в результате развития исследований по «пространственной и социально-экономической конфигурации умных городов» [Duug 2022] в рамках парадигмы централизованного ИИ. При переходе к децентрализованному ИИ (РИИ), когда обучающие данные могут хранить на одной территории, обрабатывать – на другой, а использовать выявленные закономерности – на третьей, концепция «умного города» будет ограничивать географические исследования и искажать оценку социальных последствий границами населенного пункта. Поэтому целесообразно опираться на концепцию «умной территории» («умной городской агломерации», «умного региона») [Блануца 2022; Matern 2020; Navio-Marco 2020].

Расширенный взгляд на взаимодействие пространственно-распределенных «умных» устройств позволит более полно оценить суммарное (в том числе кумулятивное) влияние всех систем РИИ (включая системы или отдельные их элементы, расположенные вдали от анализируемой территории) на локализованные – внутригородские, городские, региональные – сообщества людей. Такое влияние предстоит изучать в ходе решения следующих первоочередных задач: выделение в урбанизированной зоне проблемных ареалов, полностью или выборочно не подключенных к приложениям «умного города», с последующей оценкой пространственного неравенства; определение скорости и географических границ распространения услуг «умного города», чтобы прогнозировать численность жителей (по населенным пунктам), которые с учетом средней продолжительности жизни никогда не дождутся этих услуг; идентификация «умных городов», функционирование которых зависит от обработки (хранения) данных и принятия решений в элементах РИИ с другим геоконтекстом, что может привести к дискриминации некоторых социальных групп [Schintler, McNeely 2022].

Пространственно-расслаивающее направление. Вопросы социального неравенства как результат стратификации общества всегда были в центре внимания общественных наук, включая общественную географию [Блануца 2022]. Разделение людей на группы (страты) может происходить по разным основаниям, в том числе по географическому расположению (доступности) относительно некоторых благ, которое может быть связано с социально-пространственным неравенством. Если таким благом являются информационно-коммуникационные услуги, то имеет место цифровое неравенство. Принято различать три уровня цифрового неравенства [Van Dijk 2020] – по доступу, использованию (навыкам) и офлайн-результатам.

Развертывание сетей 6G со встроенным и распределенным ИИ сформирует новый объект географических исследований, одним из предметов которых станет социально-пространственное неравенство, генерируемое РИИ. В первую очередь предстоит решить следующие задачи: выявить критически значимое (более 1 мс задержки передачи данных [Блануца 2019]) несоответствие между пространственным распределением ИИ и территориальной структурой системы расселения для оконтуривания ИИ-периферии и оценки цифрового неравенства первого уровня; дифференцировать территорию по соотношению между низко- и высокопрофессиональными (использование цифровых помощников [Park 2022], геопространственных цифровых двойников [Döllner 2020] и др.) навыками местного населения по применению РИИ (второй уровень неравенства); оценить терри-

ториальную неоднородность концентрации инициатив местных сообществ по решению социальных и экологических проблем при поддержке РИИ (третий уровень цифрового неравенства). Для визуализации социально-географических результатов, полученных в рамках данного направления, можно использовать различные способы картографического изображения цифрового неравенства [Блануца 2022].

Территориально-профзамещающее направление. Ожидается, что безработица, вызванная замещением людей роботизированными ИИ-системами, станет одним из самых значимых негативных последствий применения искусственного интеллекта [Al-Tkhayneh 2023]. Важно, что введение безусловного базового дохода в двух из трех сценариев проекта «Работа/Технологии 2050» не приведет к ликвидации обусловленной ИИ безработицы (по второму сценарию в 2030-х гг. из 6 млрд работников в мире 4 млрд станут безработными или будут работать в натуральном хозяйстве) [Kuusi, Heinonen 2022]. Предварительные исследования [Brekelmans, Petropoulos 2020; Georgieff, Hye 2022] показали, что профессиональное замещение имеет ярко выраженный географический характер, обусловленный пространственно-временной неоднородностью развертывания ИИ, разной экономической специализацией населенных пунктов, регионов и стран и, соответственно, разной структурой занятости. При развертывании РИИ эта неоднородность значительно усилится за счет децентрализации искусственного интеллекта.

В рамках данного направления целесообразно в первую очередь решить следующие задачи: провести зонирование изучаемой территории в зависимости от соотношения между показателями, один из которых отражает эффект замещения человеческого труда РИИ, в результате чего растет безработица, а другой – эффект производительности [Lane, Saint-Martin 2021], что вызывает увеличение спроса на новые профессии. Таким образом можно будет идентифицировать депрессивные регионы (наличие первого и отсутствие второго эффекта); выявить региональные (межрегиональные) структуры занятости по типовым рабочим навыкам (о таких навыках в связи с критериями интенсивности ИИ см. [Tolan 2021]) и провести районирование территории России по потенциалу и структуре замещения человеческого труда РИИ; определить географические направления потоков трудовой миграции, вызванных РИИ-обусловленной безработицей, и предложить пространственно-временную модель оптимизации этих потоков, что позволило бы более равномерно их перераспределить и сократить чрезмерный приток мигрантов в отдельные регионы.

Каскадно-геокритическое направление. Усиление сложности управления (переход от ИИ к РИИ) всеми системами обеспечения жизнедеятельности (коммунальные службы, здравоохранение и др.) повышает риск каскадных сбоев, когда случайное или преднамеренное отключение РИИ ведет к автоматическому отключению систем. Основная цель географических исследований в рамках данного направления – выявить критические ареалы и степень их потенциального риска. Для этого необходимо решить следующие задачи: расширить представление о каскадных сбоях [Pescaroli, Alexander 2018] с учетом децентрализованного принятия алгоритмических решений и возможных социально-географических последствий (предстоит разработать методологию выделения критически опасных ареалов); выявить территориальные системы (города, группы населенных пунктов, регионы), где невозможно поглощение РИИ-обусловленных каскадных сбоев и быстрое восстановление после них; разработать географическую модель прогнозирования места и времени каскадного сбоя вследствие тех или иных нарушений в функционировании РИИ.

Алгоритмически-геоконтекстное направление. Необходимость учета ситуативного контекста (внешней ситуации по отношению к конкретному машинному обучению) и

опасность его смещения из-за возможности возникновения аллокативного (распределенного) вреда уже отмечались [Gerdon 2022]. Что касается географического контекста развертывания РИИ, то его ранее не учитывали, а значит, могла появиться алгоритмическая предвзятость на всех этапах машинного обучения. Поэтому цель географических исследований по данному направлению – обосновать целесообразность определения геоконтекста систем РИИ, чтобы исключить алгоритмическую предвзятость в отношении любых территориальных сообществ. Соответственно, в первую очередь необходимо решить следующие задачи: определить принципы и методы идентификации геоконтекста в отношении РИИ; адаптировать идею выделения районов-аналогов [Космачев 1985] для географической экспертизы возможного переноса результатов машинного обучения с одной территории (город, регион, страна) на другие территории, относительно которых отсутствуют или недостаточно обучающих данных (это позволит понять, куда можно, а куда нельзя переносить результаты в связи с риском алгоритмической предвзятости); выполнить районирование территории России по степени геоконтекстной уникальности мест приложения результатов стандартного машинного обучения.

Каждое из пяти научных направлений может пройти три этапа: разработка методологии будущих исследований социально-географических последствий развертывания РИИ; проведение эмпирических исследований на основе предложенной методологии и данных о негативном воздействии РИИ на социум; обобщение результатов второго этапа для корректировки методологии и выявления новых проблем. Необходимо учитывать взаимообусловленность перехода от слабого к сильному ИИ, с одной стороны, и развертывания пятого и последующих поколений беспроводной связи – с другой [Lu, Zheng 2020; Vaigandla 2021], что позволит сопоставить эти процессы на оси времени и определить примерные сроки выполнения задач каждого этапа (рис. 1). Привязка к десятилетиям не исключает, например, разработки новой методологии и обобщения первых результатов в 2030-е гг., а лишь указывает на преобладание того или иного направления исследований. Кроме того, изучение слабого и сильного ИИ также может проходить в три этапа, но в рамках других (не рассмотренных в данном случае) направлений. Тогда, к примеру, в следующем десятилетии эмпирические исследования последствий развертывания РИИ можно проводить параллельно с разработкой методологии изучения последствий внедрения сильного ИИ.

* * *

Сравнение особенностей пространственно-распределенного (децентрализованного) искусственного интеллекта с методологическими возможностями общественной географии при учете уже выявленных негативных социальных последствий продвижения обычного (централизованного) машинного обучения позволило идентифицировать пять перспективных научных направлений. Поскольку развертывание распределенных систем станет возможно только при наличии сетевой инфраструктуры беспроводной связи шестого поколения, которая должна быть сформирована в следующем десятилетии, в настоящее время можно говорить лишь о контурах будущих направлений исследований, сжатая трактовка которых предложена с дополнением в виде трех первоочередных задач. К другим ограничениям нашего исследования следует отнести современное видение ключевых параметров шестого поколения мобильной связи и распределенного искусственного интеллекта. В будущем они могут измениться, что заставит формировать новые направления. Суживать спектр социально-географических последствий может и существующая методология общественной географии, а также недостаточность междисциплинарного

Этапы		
Разработка методологии	Эмпирические исследования	Обобщение результатов
Тип искусственного интеллекта		
Слабый	Слабый распределенный	Сильный
Направления	Интеллектуально-геоурбанистическое	
	Пространственно-расслаивающее	
	Территориально-профзамещающее	
	Каскадно-геокритическое	
	Алгоритмически-геоконтекстное	
5G (2020-е)		6G (2030-е)
		7G (2040-е)
Поколения беспроводной связи (годы развертывания)		

Рисунок 1. Этапы изучения негативных социально-географических последствий развертывания распределенного искусственного интеллекта в рамках перспективных научных направлений

Figure 1. Stages of studying the negative socio-geographic consequences of distributed artificial intelligence deployment within promising scientific areas

Источник: *составлено автором.*

Source: *compiled by the author.*

изучения социально-адаптационных возможностей искусственного интеллекта (прогресс в этой сфере может привести к появлению территориально-адаптационного и коммуникативно-геоконтекстного направлений).

Практическая значимость разработки методологии и последующей пространственно-временной идентификации негативных социальных последствий распространения РИИ связана с формированием новой национальной стратегии развития искусственного интеллекта в Российской Федерации, совершенствованием государственной политики повышения связанности российского социально-экономического пространства (за счет снятия РИИ-ограничений на интеграцию проблемных территорий) и созданием региональных программ ликвидации цифрового (обусловленного ИИ) неравенства. Дальнейшие научные исследования могут быть нацелены как на развитие описанных направлений и снятие существующих ограничений, так и на географическое осмысление опасности перехода от слабого распределенного и сильного искусственного интеллекта к суперинтеллекту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Блануца В.И. (2019) Информационно-сетевая география. М.: ИНФРА-М. 243 с.
- Blanutsa V.I. (2019) *Informacionno-setevaya geografiya* [Information and Network Geography]. Moscow: INFRA-M. 243 p. (In Russ.)
- Блануца В.И. (2022) Общественная география: цифровые приоритеты XXI века. М.: ИНФРА-М. 252 с.
- Blanutsa V.I. (2022) *Obshchestvennaya geografiya: cifrovye priority XXI veka* [Human Geography: Digital Priorities of the 21st Century]. Moscow: INFRA-M. 252 p. (In Russ.)
- Блануца В.И. (2023) Общественно-географическое изучение Интернета вещей: приоритетные направления // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29. № 3. С. 91–99.
- Blanutsa V.I. (2023) *Obshchestvenno-geograficheskoe izuchenie Interneta veshchej: priorityetnye napravleniya* [Socio-geographical study of the Internet of Things: priority directions]. *Vestnik Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta*, vol. 29, no. 3, pp. 91–99. (In Russ.)
- Космачев К.П. (1985) Новое в теории географической экспертизы // География и природные ресурсы. № 1. С. 11–19.
- Kosmachev K.P. (1985) *Novoe v teorii geograficheskoy ekspertizy* [New in the theory of geographical expertise]. *Geografiya i prirodnye resursy*, no. 1, pp. 11–19. (In Russ.)
- Ağa M.A., Faye S., Khadraoui D. (2022) A survey on trusted distributed artificial intelligence // IEEE Access. Vol. 10. P. 55308–55337.
- Al-Tkhayneh K.M., Al-Tarawneh H.A., Abulibdeh E., Alomery M.K. (2023) Social and legal risks of artificial intelligence: An analytical study // *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, vol. 12, no. 3, pp. 308–318.
- Bostrom N. (2014) *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford: Oxford University Press. 328 p.
- Bratanova A., Pham H., Mason C., Hajkowicz S., Naughtin C., Schleiger E., Sanderson C., Chen C., Karimi S. (2022) Differentiating artificial intelligence activity clusters in Australia // *Technology in Society*, vol. 71, e102104. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102104>.
- Brekelmans S., Petropoulos G. (2020) *Occupational Change, Artificial Intelligence and the Geography of EU Labour Markets*. Brussels: Bruegel. 31 p.
- Buarque B.S., Davies R.B., Hynes R.M., Kogler D.F. (2020) OK Computer: The creation and integration of AI in Europe // *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. vol. 13, no. 1, pp. 175–192.
- Chaib-Draa B., Moulin B., Mandiau R., Millot P. (1992) Trends in distributed artificial intelligence // *Artificial Intelligence Review*, vol. 6, no. 1, pp. 35–66.
- Cicerone G., Faggian A., Montresor S., Rentocchini F. (2023) Regional artificial intelligence and the geography of environmental technologies: Does local AI knowledge help regional green-tech specialization // *Regional Studies*. vol. 57, no. 2, pp. 330–343.
- Cristianini N. (2014) On the current paradigm in artificial intelligence // *AI Communications*. vol. 27, no. 1, pp. 37–43.
- De Donno M., Tange K.P., Dragoni N. (2019) Foundation and evolution of modern computing paradigms: Cloud, IoT, edge, and fog // *IEEE Access*, vol. 7, pp. 150936–150948.
- Döllner J. (2020) Geospatial artificial intelligence: Potentials of machine learning for 3D point clouds and geospatial digital twins // *PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science*, vol. 88, pp. 15–24.
- Duygan M., Fischer M., Pärli R., Ingold K. (2022) Where do Smart Cities grow? The spatial and socio-economic configurations of smart city development // *Sustainable Cities and Society*. vol. 77, e103578. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103578>.
- Farrow E. (2019) To augment human capacity – Artificial intelligence evolution through causal layered analysis // *Futures*, vol. 108, pp. 61–71.

- Filho C.P., Marques E., Chang V., dos Santos L., Bernardini F., Pires P.F., Ochi L., Delicato F.C. (2022) A systematic literature review on distributed machine learning in edge computing // *Sensors*, vol. 22, no. 7, e2665. <https://doi.org/10.3390/s22072665>.
- Garibay O.O., Winslow B., Andolina S. et al. (2023) Six human-centered artificial intelligence grand challenges // *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 39, no. 3, pp. 391–437.
- Georgieff A., Hyee R. (2022) Artificial intelligence and employment: New cross-country evidence // *Frontiers in Artificial Intelligence*, vol. 5, e832736. DOI: 10.3389/frai.2022.832736.
- Gerdon F., Bach R.L., Kern C., Kreuter F. (2022) Social impacts of algorithmic decision-making: A research agenda for the social sciences // *Big Data & Society*, vol. 9, no. 1, pp. 1–13.
- Glückler J., Panitz R. (2021) Unleashing the potential of relational research: A meta-analysis of network studies in human geography // *Progress in Human Geography*, vol. 45, no. 6, pp. 1531–1557.
- Haenlein M., Kaplan A. (2019) A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence // *California Management Review*, vol. 61, no. 4, pp. 5–14.
- Janbi N., Katib I., Mehmood R. (2023) Distributed artificial intelligence: Taxonomy, review, framework, and reference architecture // *Intelligent Systems with Applications*, vol. 18, e200231. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2023.200231>.
- Janowicz K., Gao S., McKenzie G., Hu Y., Bhaduri B. (2020) GeoAI: Spatially explicit artificial intelligence techniques for geographic knowledge discovery and beyond // *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 34, no. 4, pp. 625–636.
- Joyce K., Smith-Doerr L., Alegria S., Bell S., Cruz T., Hoffman S.G., Noble S.U., Shestakofsky B. (2021) Toward a sociology of artificial intelligence: A call for research on inequalities and structural change // *Socius: Sociological Research for a Dynamic World*, vol. 7, pp. 1–11.
- Kuusi O., Heinonen S. (2022) Scenarios from artificial narrow intelligence to artificial general intelligence – Reviewing the results of the International Work/Technology 2050 Study // *World Futures Review*, vol. 14, no. 1, pp. 65–79.
- Lane M., Saint-Martin A. (2021) *The Impact of Artificial Intelligence on the Labour Market: What Do We Know So Far?* Paris: OECD Publishing. 60 p.
- Lima D., Miranda H. (2022) A geographical-aware state deployment service for Fog Computing // *Computer Networks*, vol. 216, no. 3, e109208. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2022.109208>.
- Lu Y., Zheng X. (2020) 6G: A survey on technologies, scenarios, challenges, and the related issues // *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 19, e100158. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100158>.
- Matern A., Binder J., Noack A. (2020) Smart regions: Insights from hybridization and peripheralization research // *European Planning Studies*, vol. 28, no. 10, pp. 2060–2077.
- Minh D., Wang H.X., Li Y.F., Nguyen T.N. (2022) Explainable artificial intelligence: A comprehensive review // *Artificial Intelligence Review*, vol. 55, pp. 3503–3568.
- Muro M., Liu S. (2021) *The Geography of AI: Which Cities Will Drive the Artificial Intelligence Revolution?* Washington: Brookings Institution. 34 p.
- Navio-Marco J., Rodrigo-Moya B., Gerli P. (2020) The rising importance of the “Smart territory” concept: Definition and implications // *Land Use Policy*, vol. 99, e105003. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105003>.
- Park Y.J., Jones-Jang S.M., Oh Y.W. (2022) Digital assistants: Inequalities and social context of access, use, and perceptual understanding // *Poetics*, vol. 93, e101689. <https://doi.org/10.1016/j.poetics.2022.101689>.
- Patel Y., Doshi N. (2019) Social implications of smart cities // *Procedia Computer Science*, vol. 155, pp. 692–697.
- Pescaroli G., Alexander D. (2018) Understanding compound, interconnected, interacting, and cascading risks: A holistic framework // *Risk Analysis*, vol. 38, no. 11, pp. 2245–2257.
- Roussel C., Böhm K. (2023) Geospatial XAI: Review // *International Journal of Geo-Information*, vol. 12, no. 9, e355. <https://doi.org/10.3390/ijgi12090355>.
- Samuel A. (1959) Some studies in machine learning using the game of checkers // *IBM Journal of Research and Development*, vol. 3, no. 3, pp. 210–229.

Schintler L.A., McNeely C.L. (2022) Artificial intelligence, institutions, and resilience: Prospects and provocations for cities // *Journal of Urban Management*, vol. 11, no. 2, pp. 256–268.

Schoenherr J.R. (2022) *Ethical Artificial Intelligence from Popular to Cognitive Science*. New York: Routledge. 226 p.

Seng K.P., Ang L.M., Ngharamike E. (2022) Artificial Intelligence Internet of Things: A new paradigm of distributed sensor networks // *International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 18, no. 3, pp. 1–27.

Skansi S. (Ed.) (2020) *Guide to Deep Learning: Logical, Historical and Philosophical Perspectives*. Cham: Springer. 140 p.

Song Y., Kalacska M., Gašparović M., Yao J., Najibi N. (2023) Advances in geocomputation and geospatial artificial intelligence (GeoAI) for mapping // *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 120, e103300. <https://doi.org/10.1026/j.jag.2023.103300>.

Surden H. (2019) Artificial intelligence and law: An overview // *Georgia State University Law Review*, vol. 35, no. 4, pp. 1304–1337.

Thiebes S., Lins S., Sunyaev A. (2021) Trustworthy artificial intelligence // *Electronic Markets*, vol. 31, pp. 447–464.

Tolan S., Pesole A., Martínez-Plumed F., Fernández-Macías E., Hernández-Orallo J., Gómez E. (2021) Measuring the occupational impact of AI: Tasks, cognitive abilities and AI benchmarks // *Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 71, pp. 191–236.

Turchin A. (2019) Assessing the future plausibility of catastrophically dangerous AI // *Futures*, vol. 107, pp. 45–58.

Vaigandla K.K., Azmi N., Ramya P., Karne R. (2021) A survey on wireless communications: 6g and 7g // *International Journal of Science Technology and Management*, vol. 2, no. 6, pp. 2018–2025.

Van Dijk J. (2020) *The Digital Divide*. Cambridge: Polity Press. 208 p.

Wang P., Goertzel B. (Eds.) (2012) *Theoretical Foundation of Artificial General Intelligence*. Amsterdam: Atlantis Press. 334 p.

Xiao J., Boschma R. (2023) The emergence of artificial intelligence in European regions: The role of a local ICT base // *The Annals of Regional Science*, vol. 71, pp. 747–773.

Zajko M. (2022) Artificial intelligence, algorithms, and social inequality: Sociological contributions to contemporary debates // *Sociology Compass*, vol. 16, no. 3, e12962. <https://doi.org/10.1111/soc4.12962>.

Информация об авторе

Блануца Виктор Иванович, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Института географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук. Адрес: 664033, Россия, Иркутск, Улан-Баторская ул., д. 1. E-mail: blanutsa@list.ru

About the author

Blanutsa Viktor I., Doctor of Sciences (Geography), Leading Research Fellow, Sochava Institute of Geography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Address: 664033, 1, Ulan-Batorskaya street, Irkutsk, Russia. E-mail: blanutsa@list.ru

Статья поступила в редакцию / Received: 11.11.2023

Статья поступила после рецензирования и доработки / Revised: 07.03.2024

Статья принята к публикации / Accepted: 25.04.2024