

УДК 528.44:004.8

DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-1-126-136

Применение технологий искусственного интеллекта в кадастре и геодезии: современное состояние и перспективы

Д. А. Гура^{1,2✉}

¹ Кубанский государственный технологический университет,
г. Краснодар, Российская Федерация

² Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, Российская Федерация

e-mail: gda-kuban@mail.ru

Аннотация. На основе анализа современных публикаций предпринята попытка выяснить взаимосвязи между развивающимися технологиями искусственного интеллекта (ИИ) и классическими задачами в кадастровой деятельности и геодезии. Отмечено повышенное внимание к развитию технологий искусственного интеллекта в России и во всем мире. Сделан предварительный вывод о том, что пока еще нет общепринятой стратегии в решении прикладных геодезических и кадастровых задач с использованием потенциальных ресурсов искусственного интеллекта, хотя в отрасли есть потребность в повышении эффективности сбора, хранения и обработки больших данных и формирования геоинформационных систем. По итогам выполненного обзора публикаций названы причины, сдерживающие прогресс в этом секторе технологий и экономики. Сделано предположение, что основной причиной является недостаточная изученность возможных рисков широкого применения искусственного интеллекта в отрасли, и для решения данной проблемы подчеркнута необходимость срочного усиления научно-исследовательских и опытно-производственных работ. Названы возможные перспективные направления внедрения технологий искусственного интеллекта в геодезическую и кадастровую науку и практику. Отмечена необходимость изменений в системе высшего образования, как в области ускоренного изучения технологий искусственного интеллекта в целом (как это предусмотрено решениями руководства страны), так и в области использования этих технологий для выполнения конкретных задач геодезии и кадастра. В результате исследования сделан вывод о том, что при решении прикладных геодезических задач широко применяются различные алгоритмы ИИ, но в отрасли нет общепринятых стратегических программ по этому направлению, а также сводных публикаций и учебных пособий по данной теме. Сделаны предложения о необходимости разработки отраслевой стратегии внедрения технологий ИИ, о необходимости срочных исследований возможных рисков применения ИИ в отрасли, о расширении программ обучения технологиям ИИ в высших учебных заведениях в соответствии с указом Президента РФ.

Ключевые слова: искусственный интеллект, кадастр, геодезия, научно-технический прогресс, стратегия развития, перспективы, риски, высшее образование

Для цитирования:

Гура Д. А. Применение технологий искусственного интеллекта в кадастре и геодезии: современное состояние и перспективы // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30, № 1. – С. 126–136. – DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-1-126-136

Введение

Геодезия – одна из древнейших отраслей знания, основа для прикладных методик, обеспечивающих деятельность широкого круга

важнейших сфер деятельности человечества: землепользования, строительства, обороны, защиты от чрезвычайных явлений, недропользования, сельского и лесного хозяйства, транспорта и многого другого. Ее значение в про-

цессе развития цивилизации динамично растет, и одновременно многократно увеличиваются объемы и степень сложности геодезических работ, требования к точности и скорости получения результатов измерений.

Эти возрастающие требования стимулировали активную восприимчивость геодезии к достижениям научно-технического прогресса во всех отраслях: математике, физике, химии, астрономии, оптике, приборостроении, воздухоплавании, освоении космоса, информатике. Благодаря этому к XXI в. были разработаны и широко внедрены новые технологии геодезических исследований (фотограмметрия, съемки с беспилотных аппаратов, космические съемки, лазерное сканирование, ГЛОНАСС и т. д.), которые, в свою очередь, потребовали создания сложного программного обеспечения для обработки данных наблюдений и измерений. Данные технологии находят активное применение в задачах землеустройства, кадастра и мониторинга земель.

В области информатики крупнейшим прорывом последнего 70-летия, по-видимому, можно назвать концепцию искусственного интеллекта, или в международном определении Artificial Intelligence (далее в тексте будет применяться общепринятое сокращение ИИ). Несмотря на скептицизм, проявленный сначала научным сообществом, практическое применение ИИ проделало стремительный взлет: от малозаметных опытов, например, в шахматных играх, до объемов продаж системных продуктов крупнейшими фирмами, например, NVidia, OpenAI, Futuremark, сопоставимых с бюджетами некоторых стран. При этом круг потребителей весьма широк: от банков и военных ведомств до индустрии развлечений.

Естественно, что специалисты, работающие в сфере геодезии и кадастра, не могли обойти вниманием успехи внедрения ИИ в разных отраслях. Появилось большое число публикаций о применении искусственного интеллекта для решения задач теоретической и прикладной геодезии, а также кадастра. Общий вывод по анализу таких работ – это целесообразность срочного внедрения ИИ в практику геодезических работ. С другой стороны, программные публикации по вопросам модернизации отрасли и отраслевые учебные

пособия практически не рассматривают перспективы внедрения ИИ.

Показательно, что в статье Википедии «Искусственный интеллект», обновленной 23 февраля 2024 г., названо более 20 сфер деятельности, где уже широко и успешно применяется ИИ, в частности, банковское дело, ретейл, транспорт, медицина и др. Однако геодезия, картография, кадастр в качестве потребителей технологий ИИ не упоминаются [1].

При обзоре современных публикаций создается впечатление, что существуют некие преграды между возможностями ИИ и потребностями кадастра и геодезии, заключающиеся в том числе и в неподготовленности специалистов к активному внедрению технологий ИИ в спецотрасли. Для уточнения перспектив взаимодействия этих технологий автором предпринята попытка проанализировать состояние проблемы по имеющейся базе публикаций.

Искусственный интеллект: от теории к бизнесу

Идеи о машинах – соперниках человека существовали с начала XX в., сначала у писателей-фантастов, например Айзека Азимова, а затем в середине века оформились в математические и информационные модели трудами таких ученых, как Алан Тьюринг, Джон Маккарти, Уоррен Мак-Каллок, Уолтер Питтс, Нórберт Винер и др. После долгих дискуссий о возможности и целесообразности применения этих моделей в практической деятельности к XXI в. начали появляться конкретные технологии использования ИИ в самых различных сферах: от компьютерных игр до космических полетов. В настоящее время мы являемся свидетелями стремительного роста использования технологий ИИ и, соответственно, бизнеса по обеспечению такого использования, объемы оборота которого уже сопоставимы с базовыми отраслями экономики.

Наибольший опыт применения ИИ накоплен в банковском деле, торговле, управлении транспортными средствами, индустрии развлечений, текстовых переводах и литературном творчестве, медицине, распознавании объектов и многих других сегментах. Этот

опыт показал как высокий потенциал технологий ИИ, так и определенные риски, требующие учета и корректировки при дальнейшем развитии технологий. На эту тему появились учебники [2], научные публикации [3], информационные обзоры на порталах компаний и ведомств [4].

В этих публикациях детально охарактеризованы особенности применения ИИ, например на финансовом рынке [5], в государственном управлении [6], в строительстве [7], отмечены перспективы новых технологий, но и определенные риски, минимизация которых требует углубленных исследований. Понимая сложность и важность происходящих в этой области процессов, многие страны разработали национальные стратегии развития технологий ИИ, например США, Евросоюз, Китай. В Китае стратегии развития в области ИИ уделяется чрезвычайное внимание и планируется лидерская роль страны в мировой экономике и социальной сфере [8].

Аналогичная стратегия была разработана также и в России, она утверждена Президентом страны в 2019 г. В этом важном документе были поставлены амбициозные задачи: «К 2030 году должно быть разработано программное обеспечение, в котором используются технологии искусственного интеллекта, для решения задач в различных сферах деятельности. Российские организации, разрабатывающие такое программное обеспечение, должны войти в группу лидеров на мировом рынке» (О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации : Указ Президента Российской Федерации от 10.10. 2019 № 490. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный).

Динамичность научно-технического прогресса обусловила необходимость внесения многих дополнений, и в 2024 г. утверждена расширенная версия стратегии, предусматривающая многие меры в области науки, экономики, производства, профессионального обучения. Нельзя не отметить актуальность новых формулировок расширенной стратегии: «Искусственный интеллект является одной из самых важных технологий, которые доступны человеку в настоящее время: уже сейчас благодаря искусственному интеллекту проис-

ходит рост мировой экономики, ускорение инноваций во всех областях науки, повышение качества жизни населения, доступности и качества медицинской помощи, качества образования, производительности труда и качества отдыха» (О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» и в Национальную стратегию, утвержденную этим Указом : Указ Президента Российской Федерации от 15.02.2024 № 214. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный).

Кадастр, геодезия и искусственный интеллект

Кадастр и геодезия, использующие в своих технологиях сложнейшую технику, огромные базы данных, многоуровневые системы обработки измерений, казалось бы, должны были стать одной из благоприятных сфер для применения технологий ИИ. Действительно, появилось немало публикаций о перспективах применения ИИ для решения различных геодезических задач [9]. Опыт использования алгоритмов ИИ описан для картографии [10, 11], управления беспилотными транспортными средствами при съемочных работах [12, 13], управлении измерительными приборами при мониторинге сложных сооружений [14, 15].

Однако приходится отметить странную особенность: возможности применения ИИ в отрасли не обсуждаются ни в публикациях, связанных с разработкой программного обеспечения, ни в учебных пособиях, ни в национальной стратегии развития отрасли (Концепция развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.10.2010 № 2378-р. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный). Возможно, это частично объясняется, с одной стороны, тесной связью геодезических продуктов с государственными и оборонными проектами, имеющими закрытый режим пользования, а с другой стороны, с рисками, свойственными технологиям ИИ, в отношении сохранности информации.

Некоторые отечественные исследователи приводят и другие объяснения. Например,

группа ученых Сибирского государственного университета геосистем и технологий среди прочих основных проблем геоинформационного обеспечения в Российской Федерации называют такие, как отсутствие нормативных документов, которые регулируют геодезическую и картографическую деятельность и должны учитывать современное состояние технического и технологического прогресса [15, 16–27]. Принципы и правила геодезического информационного обеспечения различных отраслей экономики народного хозяйства находят свои противоречия в техническом и технологическом прогрессе, а также нормативно-правовых актах. Еще одним фактором, негативно сказывающимся на развитии кадастрового, геодезического и геоинформационного обеспечения, служит профессиональная некомпетентность сотрудников организаций, использующих результаты измерений [16, с. 96].

Другие исследователи того же университета высказывают опасения насчет возможной деградации роли человека в профессии: «...становится нормальным такое положение дел, при котором исполнитель работ не понимает сущности того, что он делает, а только хорошо и четко знает алгоритм действий, подлежащих выполнению с его стороны. Нужно обратить внимание на опасность данного подхода. Ведь риск получения неправильного результата возрастает при отсутствии понимания сути работы исполнителем. В этом случае необходимо разграничить сферы применения тех или иных средств автоматизации в зависимости от решаемых задач» [17].

В действовавшей до недавнего времени «Концепции развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года» [15] внедрение технологий ИИ не предусматривалось. Новых стратегических документов по развитию отрасли пока не опубликовано. В обновленном паспорте отраслевой научной специальности (шифр ВАК 1.6.22. «Геодезия» и 1.6.15 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель») разработка и применение алгоритмов ИИ также включены в минимальном количестве [18].

Однако это не значит, что перспективы применения ИИ в кадастре и геодезии менее актуальны, чем в других сферах деятельности. Напротив, они оцениваются весьма вы-

соко, но, по-видимому, для широкого внедрения потребуются дополнительные исследования в области возможных рисков [26].

Перспективные пути применения технологий ИИ

Безусловно, применение технологий ИИ может способствовать развитию фундаментальной геодезической науки (форме геоида, природе магнитных и гравитационных полей и т. п.), но в данной статье рассматриваются только перспективы решения прикладных задач. А такие решения происходят многоступенчато, и их характер на каждой ступени весьма различен.

Прежде всего, геодезические измерения, охватывающие обширные пространства, зачастую труднодоступные или опасные для операторов, базируются на использовании различных транспортных средств, перемещающих измерительные приборы по суше, воздуху, в космосе, по воде и под водой, под землей, в зонах радиоактивного заражения, природных или техногенных чрезвычайных ситуаций. Подавляющая часть этих транспортных средств работает в беспилотном режиме, в то же время требования к точности маршрутной сети очень высоки. Управление такими средствами – одна из первых задач для ИИ, и она уже во многих случаях успешно решается [12, 13, 18].

Современные геодезические приборы (роботизированные тахеометры, лазерные сканеры, регистраторы GNSS и др.) – это сложные высокоточные лаборатории, эффективность работы которых зависит от учета всех возможных помех и искажений. Автоматическая настройка режимов работы таких приборов, учитывающая изменения окружающей среды и условий фиксации показаний, вполне может решаться с использованием алгоритмов ИИ, и этот опыт также имеется [11, 14, 15].

Обработка собранных измерений с учетом всех современных требований – сложнейшая и весьма трудоемкая технология, требующая обширных справочных баз данных. Существует множество компьютерных программ для выполнения этих работ, но каждая новая задача требует и новых программных разработок. В этом случае ИИ с его способностью

к глубокому обучению и самостоятельной адаптации программ под новые требования имеет огромный и еще не полностью раскрытый потенциал. Дженсен Хуанг, основатель и руководитель компании Nvidia, заявляет: «Наша задача заключается в том, чтобы создать такую вычислительную среду, в которой никому не придется программировать. Все в мире станут программистами. Это чудо искусственного интеллекта» [4].

Создание геоинформационной системы (ГИС) – одна из важных задач прикладной геодезии и кадастровой деятельности, требующая высокой квалификации специалистов. Пути использования потенциала ИИ на этой стадии пока только обсуждаются в публикациях. Именно здесь возможны риски, о которых было сказано выше, связанные с закрытым режимом использования ГИС. Такие проблемы существуют и в других сферах деятельности, над ними работают отраслевые

специалисты. Основная задача – разработка надежных алгоритмов, способных работать в сложных средах. При введении систем экспертных оценок риски будут минимизированы, но для этого требуется проведение опережающих исследовательских работ.

Технологии ИИ используют практически все отрасли деятельности, и задачи каждой из них весьма специфичны. Далеко не все, но многие отрасли тесно используют результаты геодезических работ. В геодезии и кадастре, как и в других сферах, также применяются технологии ИИ. Таким образом, часть отраслей экономики и социальной сферы связана с технологиями ИИ по крайней мере дважды – напрямую и через геодезию. Но это разные алгоритмы ИИ, не дублирующие и не исключющие друг друга. Примерная упрощенная схема связей, существующая ныне и возможная в перспективе, показана на рисунке.

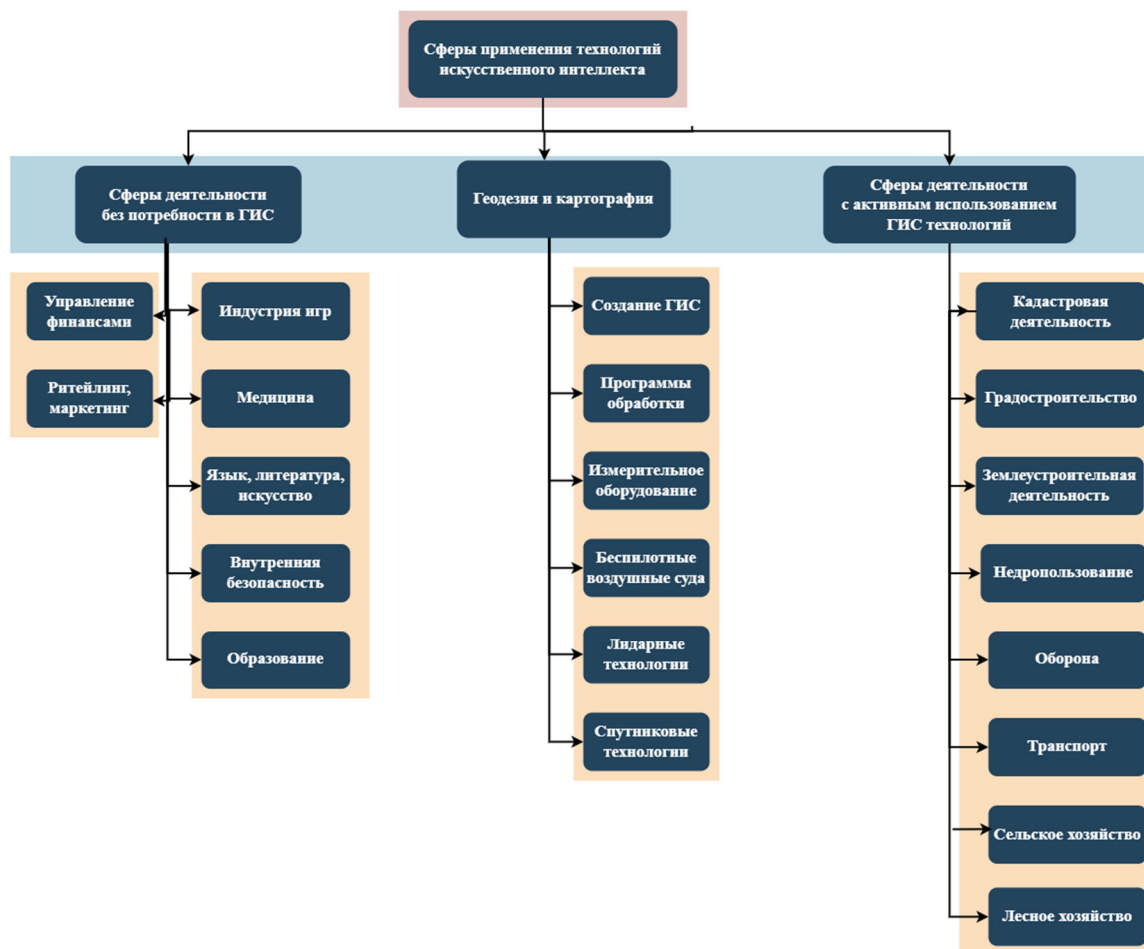


Схема возможного использования технологий искусственного интеллекта в различных сферах

Несмотря на то что алгоритмы ИИ самопрограммируются в зависимости от поставленных задач, очевидно, что даже правильно поставив отраслевые задачи сможет только специалист, обладающий профессиональными знаниями в данной отрасли. И только он может распознать некорректность выбранных ИИ решений, ведущих к рискам. А особую ценность будут иметь специалисты, обладающие знаниями и опытом как в технологиях ИИ, так и в смежных отраслях – потребителях этих технологий. Опыт решения практических задач с участием специалистов информатики, геодезии и кадастра нарабатывается, например, в Кубанском государственном технологическом университете [14, 27].

Важным вопросом в сфере автоматизации обработки данных стоит интеллектуальный анализ результатов лазерного сканирования с лидаров и сканеров, а также аэрофотосъемочных (АФС) материалов с беспилотных воздушных судов. Обработка точек лазерного отражения и АФС с возможностью распознавания и трехмерной идентификации объектов недвижимости на сегодняшний день стоит на особом счету в вопросах применения ИИ в кадастровой деятельности, землеустройстве и градостроительстве. Разработка методологических принципов и технологических решений, позволяющих выполнять анализ больших данных без человека или при его частичном участии на сегодняшний день, является актуальной задачей, требующей проведения исследований в данном направлении.

В расширенной стратегии развития ИИ в РФ предусмотрен рост численности выпускников вузов, освоивших образовательные программы в области ИИ, с нынешних 3 до 15,5 тыс. человек к 2030 г. (О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» и в Национальную стратегию, утвержденную этим Указом : Указ Президента Российской Федерации от 15.02.2024 № 214. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный). Это ставит перед системой профобразования страны сложную, но совершенно необходимую к реализации задачу.

Заключение. Выводы и предложения

1. Из обзора современных публикаций следует, что применение технологий ИИ во всех сферах деятельности вызывает у отраслевых специалистов оживленные дискуссии, в том числе и по поводу возможных рисков, однако темпы внедрения таких технологий стремительно растут, несмотря на окончательно не исследованные проблемы этих рисков. Компании, связанные с внедрением ИИ, занимают ведущие позиции в международных экономических рейтингах.

2. Большинство стран с развитой сферой IT-технологий имеют официальные государственные программы развития и использования ИИ, например, США, Евросоюз, Китай. Есть такая программа и в России, утвержденная президентом страны, более того, она расширена и обновлена в 2024 г. Для продвижения технологий ИИ предусмотрено финансирование, стимулирование, создание новых кафедр в вузах и другие меры поддержки.

3. В программных документах и публикациях по геодезии к настоящему времени плановое внедрение ИИ-технологий практически не рассматривается, хотя эта отрасль связана с обработкой больших баз данных. Возможно, это обусловлено тесным использованием геодезических продуктов в закрытых государственных и оборонных проектах. В то же время, судя по публикациям, отдельные геодезические задачи давно и успешно решаются с использованием технологий ИИ, например управление летательными аппаратами, управление измерительными инструментами, обработка результатов измерений, формирование ГИС.

4. Анализируя опыт решения таких задач, можно отметить, что необходима точная и корректная постановка задач, а также разработка систем экспертного контроля над процессами, выполняемыми ИИ в сфере кадастровой деятельности и геодезии.

5. В связи с изложенным автору представляется, что для повышения эффективности геодезических работ, закрепления позиции национальных технологий на международном уровне, выполнения указов Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490

и от 15.02.2024 № 124 необходимо срочное развертывание научно-исследовательских, опытно-производственных и образовательных программ, в том числе резкое увеличение вузами выпуска специалистов в области ИИ, обладающих профессиональной подготовкой в области геодезических и кадастровых методик.

Завершить статью хотелось бы цитатой из обзора состояния проблемы, опубликованного 14.02.2024 на портале издания TAdviser: «ИИ способен реплицировать успешные творческие опыты на основе анализа паттернов и предпочтений, но способен ли ИИ создавать принципиально новые продукты? Пока нет. Способен

ли ИИ к неупорядоченной интеграции и принятию решений, где важным элементом может быть интуиция? Сейчас нет. Ограничений для развития и внедрения технологий искусственного интеллекта в сферу кадастра и геодезии в настоящее время много, но на сегодняшний день баланс сил значительно смещен в пользу ИИ» [28].

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научно-инновационного проекта № НИП-20.1/22.16.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Искусственный интеллект. Материал из Википедии – свободной энциклопедии (Страница в последний раз была отредактирована 1 ноября 2024 г.) [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственный_интеллект (дата обращения 1.11.2024).
2. Бондарев В. Н., Аде Ф. Г. Искусственный интеллект : учебное пособие для студентов вузов. – Севастополь : Севастопольский Национальный технический университет, 2002. – 613 с. – ISBN 966-7473-45-7. – EDN ADMCEV.
3. Евсеев В. И. Искусственный интеллект в современном мире: надежды и опасности создания и использования // *Аэрокосмическая техника и технологии*. – 2023. – Т. 1, № 1. – С. 16–34. – EDN BFCYAZ.
4. Искусственный интеллект (ИИ). Artificial intelligence (AI) [Электронный ресурс] // Электронное издание TAdviser. Государство. Бизнес. Технологии. 05.03.2024. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Искусственный_интеллект_\(ИИ,_Artificial_intelligence,_AI\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Искусственный_интеллект_(ИИ,_Artificial_intelligence,_AI)) (дата обращения 01.11.2024).
5. Применение искусственного интеллекта на финансовом рынке. Доклад для общественных консультаций // Центральный банк Российской Федерации. – М., 2023. – 52 с.
6. Коданева С. И. Перспективы и риски внедрения искусственного интеллекта в государственном управлении // *Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 4. Государство и право : Реферативный журнал*. – 2023. – С. 131–139.
7. Цифровые методы изысканий: дроны и искусственный интеллект [Электронный ресурс] // Электронное издание ФАУ «Роскапстрой» Минстрой России. Всё о технологиях в строительстве. – 2023. – URL: <https://digital-build.ru/cifrovye-metody-izyskanij-drony-i-iskusstvennyj-intellekt/> (дата обращения 01.11.2024).
8. Выходец Р. С. Стратегия Китая в области искусственного интеллекта // *Евразийская интеграция: экономика, право, политика*. – 2022. – Т. 16, № 2. – С. 140–147. – DOI 10.22394/2073-2929-2022-02-140-147. – EDN SXVSTK.
9. Элементы искусственного интеллекта в роботизированной геодезии // *Межотраслевой журнал навигационных технологий «Вестник ГЛОНАСС»*. – 2023. – С. 1.
10. Лисовский Е. Искусственный интеллект и нейронные сети в картографии: будущее картографических сервисов [Электронный ресурс] // Электронное издание Forbes. Технологии. – 7 июля 2017. – URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii/345989-iskusstvennyy-intellekt-i-neyronnye-seti-v-kartografii-budushchee> (дата обращения 01.11.2024).
11. Значение и применение искусственного интеллекта в сфере аэрокосмической геодезии и картографии [Электронный ресурс] // *Технологии разума*. – 17.12.2023. – URL: <https://gptro>

bot.ru/znachenie-i-primenenie-iskusstvennogo-intellekta-v-sfere-aerokosmicheskoy-geodezii-i-kartografii/ (дата обращения 01.11.2024).

12. Валушко Е. В., Бурак М. М. Системы искусственного интеллекта и нейронные сети в геодезии // Полоцкий государственный университет. Республиканский конкурс научных работ студентов высших учебных заведений Республики Беларусь. «Науки о Земле. Геологические структуры и экогеологические процессы. Функционирование и оптимизация геосистем». Новополоцк. – 2012. – С. 1–34.

13. Черемисин Д. Г., Мкртчян В. Р. Актуальность применения искусственного интеллекта при решении геодезических задач // Символ науки: международный научный журнал. – 2022. – № 12-2. – С. 39–40. – EDN EAXXLD.

14. Гура Д. А., Дубенко Ю. В., Марковский И. Г. Разработка концепции интеллектуального блока обработки данных в системе мониторинга мостов с применением сканирующих технологий // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2020. – № 2 (54). – С. 14–24. – DOI 10.21685/2072-3059-2020-2-2. – EDN BGAVXP.

15. Бугакова Т. Ю., Шарапов А. А. Применение нейросетей с целью совершенствования методики мониторинга зданий и сооружений // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2022. – № 1. – С. 128–134. – DOI 10.33764/2687-041X-2022-1-128-134. – EDN PEJSBE.

16. Мазуров Б. Т. Современные проблемы геодезии и дистанционного зондирования : учеб. пособие. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – 137 с.

17. Середович В. А., Фेरүлев Д. А. Некоторые проблемы автоматизации обработки результатов геодезических измерений // ГЕО-Сибирь-2006. Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 24–28 апреля 2006 г.). – Новосибирск : СГГА, 2006. Т. 1, ч. 1. – С. 137–140. – EDN PIINLJ.

18. Карпик А. П., Малинников В. А. Современные проблемы и перспективы развития геодезии и геодезического образования в России // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. научн. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. – С. 3–6. – EDN PCOBLL.

19. Колесников А. А. Анализ методов и средств искусственного интеллекта для анализа и интерпретации данных активного дистанционного зондирования // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 3. – С. 74–94.

20. Максименко Л. А. Сбор и обработка кадастровой информации в сфере управления недвижимым имуществом // Вестник СГУГиТ. – 2024. – Т. 29, № 1. – С. 118–126. – DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-1-118-126. – EDN YIAOLL.

21. Басаргин А. А. Разработка концепции моделирования и симуляции цифровых двойников городской территории для решения практических задач // Вестник СГУГиТ. – 2024. – Т. 29, № 4. – С. 83–90. – DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-4-83-90. – EDN RABNBL.

22. Молокина Т. С., Колесников А. А. Анализ состояния и перспективы развития визуализации пространственных данных // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 4. – С. 73–82. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-4-73-82. – EDN YNDZEY.

23. Янкелевич С. С. Многоцелевой картографический ресурс как интерактивная картографическая система // Геодезия и картография. – 2023. – Т. 84, № 9. – С. 29–33. – DOI 10.22389/0016-7126-2023-999-9-29-33. – EDN FVZHXF.

24. Колесников А. А. Использование больших языковых моделей в геоинформационных технологиях // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2024. – Т. 68, № 1. – С. 33–43. – DOI 10.30533/GiA-2024-003. – EDN JLCPE.

25. Колесников А. А. Современные подходы к автоматизации операций по редактированию пространственных данных // Геодезия и картография. – 2023. – Т. 84, № 4. – С. 39–49. – DOI 10.22389/0016-7126-2023-994-4-39-49. – EDN NXKAYV.

26. Перспективы интеграции дистанционного зондирования следующего поколения с искусственным интеллектом [Электронный ресурс] // Межотраслевой журнал навигационных

технологий «Вестник ГЛОНАСС». – 2024. – URL: <http://vestnik-glonass.ru/news/tech/perspektivu-integratsii-distantionnogo-zondirovaniya-sleduyushchego-pokoleniya-s-iskusstvennym-inte/> (дата обращения 01.11.2024).

27. Дьяченко Р. А., Косолапов П. А., Гура Д. А. К вопросу об увеличении производительности машинного обучения на этапе выборки данных при решении задач классификации // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Системный анализ и информационные технологии. – 2022. – № 4. – С. 146–155. – DOI 10.17308/sait/1995-5499/2022/4/146-155. – EDN MOHGVL.

28. Риски использования искусственного интеллекта [Электронный ресурс] // TAdviser. Государство. Бизнес. Технологии. – 2024. – URL: https://tadviser.com/index.php/Article:Risks_of_using_artificial_intelligence (дата обращения 01.11.2024).

Об авторах

Дмитрий Андреевич Гура – кандидат технических наук, доцент кафедры кадастра и геоинженерии, Кубанский государственный технологический университет; кандидат технических наук, доцент кафедры геодезии, Кубанский государственный аграрный университет.

Получено 25.11.2024

© Д. А. Гура, 2025

Application of artificial intelligence in geodesy: current state and prospects

D. A. Gura^{1,2}✉

¹ Kuban state technological university, Krasnodar, Russian Federation

² Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russian Federation

e-mail: gda-kuban@mail.ru

Abstract. Based on the analysis of modern publications, an attempt has been made to clarify the relationship between developing artificial intelligence technologies and classical tasks in cadastral activity and geodesy. Increased attention has been paid to the development of artificial intelligence technologies in Russia and around the world. A preliminary conclusion is made that there is still no generally accepted strategy for solving applied geodetic and cadastral tasks using potential artificial intelligence resources, although there is a need in the industry to increase the efficiency of collecting, storing and processing big data and forming geographic information systems. Based on the results of a comprehensive review of publications, the reasons hindering progress in this sector of technology and economics are identified. It is assumed that the main reason is insufficient knowledge of the possible risks of widespread use of artificial intelligence in the industry, and to solve this problem, the need for urgent strengthening of research and development activities is emphasized. Possible promising directions for the introduction of artificial intelligence technologies into geodetic and cadastral science and practice are named. The need for changes in the higher education system was noted, both in the field of accelerated study of artificial intelligence technologies in general, as stipulated by the decisions of the country's leadership, and in the field of using these technologies to perform specific tasks of geodesy and cadastre. As a result of the study, it was concluded that various AI algorithms are widely used in solving applied geodetic problems, but there are no generally accepted strategic programs in this area in the industry, as well as consolidated publications and training manuals on this topic. Proposals have been made on the need to develop an industry strategy for the introduction of AI technologies, on the need for urgent research into the possible risks of using AI in the industry, and on expanding AI technology training programs in higher education institutions in accordance with the decree of the President of the Russian Federation.

Keywords: artificial intelligence, cadastre, geodesy, scientific and technological progress, development strategy, prospects, risks, higher education

REFERENCES

1. Artificial intelligence. Material from Wikipedia, the free encyclopedia. (The page was last edited on February 23, 2024). Retrieved from https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственный_интеллект (date of access: 11/01/2024).
2. Bondarev, V. N., & Ade, F. G. (2002). Artificial intelligence: A textbook for university students. Sevastopol': Sevastopol'skiy Natsional'nyy tekhnicheskiiy universitet [Sevastopol: Sevastopol National Technical University]. 613 p. ISBN 966-7473-45-7. EDN ADMCEV [in Russian].
3. Evseev, V. I. (2023). Artificial intelligence in the modern world: hopes and dangers of creation and use Aerokosmicheskaya tekhnika i tekhnologii. [Aerospace technology and technology]. Vol. 1, No. 1. p. 16–34. EDN BFCYAZ. [in Russian].
4. Artificial intelligence (AI). Artificial intelligence (AI) Electronic publication TAdviser. State. Business. Technologies. (2024). Retrieved from [https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Искусственный_интеллект_\(ИИ,_Artificial_intelligence,_AI\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Искусственный_интеллект_(ИИ,_Artificial_intelligence,_AI)) (date of appeal: 01/11/2024). [in Russian].
5. Application of artificial intelligence in the financial market. Report for public consultation. (2023). Central Bank of the Russian Federation. M.– 52 p. Retrieved from https://www.cbr.ru/Content/Document/File/156061/Consultation_Paper_03112023.pdf. (date of access: 01/11/2024). [in Russian].
6. Kodaneva, S. I. (2023). Prospects and risks of introducing artificial intelligence in public administration. Sotsial'nyye i gumanitarnyye nauki. Otechestvennaya i zarubezhnaya literatura. Ser. 4, Gosu-darstvo i pravo: Referativnyy zhurnal [Social and human sciences. Domestic and foreign literature. Ser. 4, State and Law: Abstract Journal] 131–139 [in Russian].
7. Digital survey methods: drones and artificial intelligence (2023). Electronic publication of the FAU “Roskapstroy” of the Ministry of Construction of Russia. Everything about technologies in construction. Retrieved from <https://digital-build.ru/czifrovye-metody-izyskanij-drony-i-iskusstvennyj-intellekt/> (accessed 11/01/2024). [in Russian].
8. Vykhodets, R. S. (2022). China’s strategy in the field of artificial intelligence Yevraziyskaya integratsiya: ekonomika, pravo, politika [Eurasian integration: economics, law, politics]. Vol. 16, No. 2. p. 140–147. DOI 10.22394/2073-2929-2022-02-140-147. EDN SXVSTK [in Russian].
9. Elements of artificial intelligence in robotic geodesy (2023). Mezhotraslevoy zhurnal navigatsionnykh tekhnologiy "Vestnik GLONASS". [Interindustry journal of navigation technologies “GLONASS Bulletin”.] p. 1. [in Russian].
10. Lisovsky, E. (2017) Artificial intelligence and neural networks in cartography: the future of mapping services Forbes Electronic Edition. Technologies. Retrieved from <https://www.forbes.ru/tehnologii/345989-iskusstvenny-intellekt-i-neyronnye-seti-v-kartografii-budushchee> (accessed 11.01.2024).
11. The meaning and application of artificial intelligence in the field of aerospace geodesy and cartography (2023). Electronic publication “Technologies of the Mind”. Retrieved from <https://gptrobot.ru/znachenie-i-primeneniye-iskusstvennogo-intellekta-v-sfere-aerokosmicheskoy-geodezii-i-kartografii/> (date accessed 11.01.2024).
12. Valyushko, E. V., & Burak, M. M. Artificial intelligence systems and neural networks in geodesy. (2012). Polotsk State University. Republican competition of scientific works of students of higher educational institutions of the Republic of Belarus. “Earth Sciences. Geological structures and ecogeological processes. Functioning and optimization of geoeco-systems.” Novopolotsk p. 1–34.
13. Cheremisin, D. G., Mkrchyan, V. R. (2022). The relevance of the use of artificial intelligence in solving geodetic problems. Simvol nauki: mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal [International scientific journal “Symbol of Science”] No. 12-2. P.39–40. EDN EAXXLD [in Russian].
14. Gura, D. A., Dubenko, Yu. V., & Markovsky, I. G. (2020). Development of the concept of an intelligent processing unit data in the bridge monitoring system using scanning technology *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Tekhnicheskkiye nauki* [News of higher education educational institutions. Volga region. Technical science]. No. 2 (54). pp. 14–24. DOI 10.21685/2072-3059-2020-2-2. EDN BGAVXP [in Russian].
15. Bugakova, T. Yu., Sharapov, A. A. (2020). Application of neural networks to improve methods for monitoring buildings and structures. Regulirovaniye zemel'no-imushchestvennykh

otnosheniy v Rossii: pravovoye i geoprostranstvennoye obespecheniye, otsenka nedvizhimosti, ekologiya, tekhnologicheskiye resheniya [Regulation of land and property relations in Russia: legal and geospatial support, real estate valuation, ecology, technological solutions]. No. 1, 128–134. DOI 10.33764/2687-041X-2022-1-128-134. EDN PEJSBE [in Russian].

16. Mazurov, B. T. (2018). Modern problems of geodesy and remote sensing [Text]: textbook. allowance [Sovremennyye problemy geodezii i distantsionnogo zondirovaniya] Novosibirsk: SSUGT. 137 p. [in Russian].

17. Seredovich, V. A., & Ferulev, D. A. (2006). Some problems of automating the processing of geodetic measurement results Interekspo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia] Vol. 1., No. 1, P. 137–140. EDN PIINLJ [in Russian].

18. Karpik, A. P., & Malinnikov, V. A. (2011). Modern problems and prospects for the development of geodesy and geodetic education in Russia Interekspo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia]. p. 3–6 EDN PCOBLL [in Russian].

19. Kolesnikov, A. A. (2022). Analysis of methods and tools of artificial intelligence for the analysis and interpretation of active remote sensing data *Vestnik of SSUGiT [Vestnik of SSUGT]* Vol. 27. No. 3. Pp. 74–94. [in Russian].

20. Maksimenko, L. A. (2024). Collection and processing of cadastral information in the field of real estate management *Vestnik of SSUGiT [Vestnik of SSUGT]* Vol. 29. No. 1. Pp. 118–126. [in Russian].

21. Basargin, A. A. (2024) Development of a concept for modeling and simulating digital twins of an urban area to solve practical problems *Vestnik of SSUGiT [Vestnik of SSUGT]* Vol. 29. No. 4. Pp. 83–90. [in Russian].

22. Molokina, T. S., & Kolesnikov, A. A. (2021). Analysis of the state and prospects for the development of spatial data visualization *Vestnik of SSUGiT [Vestnik of SSUGT]* Vol. 26. No. 4. Pp. 73–82. [in Russian].

23. Yankelevich, S. S. (2023). Multipurpose cartographic resource as an interactive cartographic system // *Geodesy and cartography*. Vol. 84. No. 9. Pp. 29–33. EDN FVZHXF [in Russian].

24. Kolesnikov, A. A. (2024). Use of large language models in geoinformation technologies // *News of higher educational institutions. Geodeziya i kartografiya [Geodesy and cartography]*. Vol. 68. No. 1. Pp. 33–43. DOI 10.30533/GiA-2024-003. EDN JLCPE [in Russian].

25. Kolesnikov A. A. (2023). Modern approaches to automation of spatial data editing operations *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and cartography]*. Vol. 84. No. 4. P. 39–49. DOI 10.22389/0016-7126-2023-994-4-39-49. EDN NXXAYV [in Russian].

26. Prospects for the integration of next generation remote sensing with artificial intelligence (2024). *Interindustry journal of navigation technologies “GLONASS Bulletin”* Retrieved from <http://vestnik-ghonass.ru/news/tech/perspektivy-integratsii-distantsionnogo-zondirovaniya-sleduyushchego-pokoleniya-s-iskusstvennym-inte/> (accessed 01/11/2024).

27. Dyachenko R.A., Kosolapov P.A., Gura D.A. On the issue of increasing the performance of machine learning at the stage of data sampling when solving classification problems. / *Vestnik VSU, series: System analysis and information technologies*. – 2022, No. 4. – P. 146-155.

28. Risks of using artificial intelligence (2024). Electronic publication TAdviser. State. Business. Technologies. Retrieved from https://tadviser.com/index.php/Article:Risks_of_using_artificial_intelligence (date of access 01/11/2024).

Author details

Dmitry A. Gura – Ph. D., Associate Professor, Department of Cadastre and Geoengineering, Kuban State Technological University; Ph. D., Associate Professor, Department of Geodesy, Kuban State Agrarian University.

Received 25.11.2024

© D. A. Gura, 2025