

УДК 004.81

https://doi.org/10.33619/2414-2948/96/36

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

- ©**Аманкулова Н. А.**, ORCID: 0000-0002-4218-3234, SPIN-код: 4257-9220, канд. физ.-мат. наук, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан, a_nur4@mail.ru
- ©**Молмакова М. С.**, ORCID: 0000-0003-2081-2164, SPIN-код: 1959-2148, канд. техн. наук, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан, molmakova_m@mail.ru
- ©**Каримова Г. Т.**, ORCID: 0000-0002-9063-3084, SPIN-код: 6540-0514, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан, k.gulpeace@kstul.kg

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND GEOINFORMATION SYSTEMS

- ©**Amankulova N.**, ORCID: 0000-0002-4218-3234, SPIN code: 4257-9220, Ph.D., Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan, a_nur4@mail.ru
- ©**Molmakova M.**, ORCID: 0000-0003-2081-2164, SPIN code: 1959-2148, Ph.D., Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan, molmakova_m@mail.ru
- ©**Karimova G.**, ORCID: 0000-0002-9063-3084, SPIN code: 6540-0514, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan, k.gulpeace@kstul.kg

Аннотация. Рассматриваются современные аспекты использования искусственного интеллекта (ИИ) в ГИС. В последние годы ИИ стал широко применяться в различных областях, включая географические информационные системы (ГИС). Интеграция ИИ в ГИС открывает новые возможности и перспективы для анализа и обработки географических данных. В работе исследуется роль искусственного интеллекта в ГИС и его влияние на различные аспекты геоинформационной науки. Описываются основные задачи, которые может решать ИИ в ГИС, такие как автоматическое распознавание объектов на карте, прогнозирование и моделирование географических процессов, оптимизация маршрутов и принятие решений. Также рассматриваются различные методы и виды искусственного интеллекта, которые применяются в ГИС, такие как нейронные сети и машинное обучение. Описываются примеры конкретных применений ИИ в ГИС, таких как прогнозирование пожаров, анализ местности для поиска ресурсов, определение оптимального расположения объектов инфраструктуры и другие. Представлены этапы применения искусственного интеллекта и программных средств для решения геоинформационных задач. Исследование показывает, что использование искусственного интеллекта в географических информационных системах способствует более точному и эффективному анализу географических данных, помогает выявить скрытые закономерности и улучшить принятие решений в различных сферах. Искусственный интеллект становится важным инструментом для работы с геоданными и способствует развитию более интеллектуальных и автоматизированных ГИС.

Abstract. This article discusses modern aspects of the use of artificial intelligence (AI) in GIS. Integrating AI into GIS opens new opportunities and prospects for analyzing and processing geographic data. This paper examines the role of artificial intelligence in GIS and its impact on various aspects of geographic information science. The main tasks that AI can solve in GIS are described, such as automatic recognition of objects on the map, forecasting and modeling of geographic processes, optimization of routes and decision making. It also discusses various methods and types of artificial intelligence that are used in GIS, such as neural networks and machine learning. Examples of specific applications of AI in GIS are described, such as fire forecasting, terrain analysis to find resources, determining the optimal location of infrastructure, and others. The stages of using artificial intelligence to solve geoinformation problems are presented. The study shows that the use of artificial intelligence in geographic information systems contributes to more accurate and efficient analysis of geographic data, helps to identify hidden patterns, and improve decision making in various areas. Artificial intelligence is becoming an important tool for working with geodata and contributes to the development of more intelligent and automated GIS.

Ключевые слова: искусственный интеллект, геоинформационные системы, машинное обучение, компьютерное зрение, мониторинг, нейронные сети.

Keywords: artificial intelligence, geographic information systems, machine learning, computer vision, monitoring, neural networks.

В последние годы искусственный интеллект (ИИ) стал одним из наиболее активно развивающихся областей технологий. История использования искусственного интеллекта в географических информационных системах (ГИС) началась еще в 1960-х годах. Начальные работы в этой области были связаны с разработкой экспертных систем, которые использовались для решения задач ГИС, таких как, классификация и анализ пространственных данных. Однако, на протяжении последующих десятилетий, развитие ИИ в ГИС было ограничено из-за ограничений вычислительных мощностей и доступности данных. В середине 1990-х годов с развитием компьютерных технологий и ростом объема географических данных, интерес к применению ИИ в ГИС возрос. С появлением методов машинного обучения и глубокого обучения, ИИ стал активно применяться в ГИС для автоматизации анализа и классификации географических данных. Такие методы, как классификация изображений, обнаружение объектов и сегментация стали широко применяться для обработки и анализа спутниковых и аэрофотоснимков [1].

В последние годы, развитие ИИ в ГИС усилилось благодаря доступности больших объемов географических данных и развитию облачных вычислений. Это позволило использовать более сложные алгоритмы машинного обучения и глубокого обучения для обработки и анализа данных. Сейчас ИИ в ГИС находится на пике своего развития [2].

Различные компании и организации активно применяют методы ИИ в ГИС для решения различных задач, таких как обнаружение изменений в ландшафте, прогнозирование распространения пожаров или оптимизация планирования городской инфраструктуры. Однако, развитие ИИ в ГИС продолжается, и в будущем ожидаются новые технологические прорывы и улучшения. С использованием ИИ ожидается более точный и эффективный анализ географических данных, что поможет в принятии более информированных решений и улучшении функциональности ГИС.

Использование ИИ в различных отраслях приводит к значительным улучшениям в эффективности и точности решения задач. Одной из областей, где ИИ имеет огромный

потенциал, является геоинформационные системы (ГИС). Известны основные составные части технологии искусственного интеллекта в ГИС (Рисунок 1).

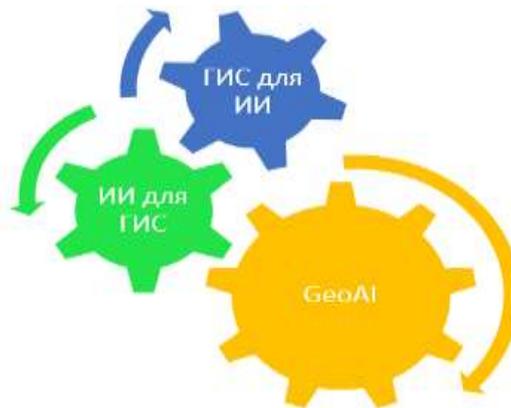


Рисунок 1. Технологии ИИ в ГИС

Эти технологии позволяют решать задачи в области ГИС, а применение ИИ расширяют их возможности при обработке и анализе пространственных данных. Таким образом, эти технологии объединяют методы машинного обучения, глубокого обучения, обработки изображений и другие техники ИИ для анализа, классификации, прогнозирования и принятия решений на основе географических данных, а также использует технологии визуализации и анализа ГИС для дальнейшего пространственного анализа результатов вывода ИИ. В качестве определения также можно использовать В. В. Поповича: «Под интеллектуальной принято понимать ГИС, которая включает инструменты и/или подсистемы искусственного интеллекта» [3].

В развитых странах применение ИИ в ГИС стремительно развивается, используя интегрированные ГИС технологии (https://www.supermap.com/en-us/news/?82_2701.html) [4–5]. Анализ работ применения ИИ в ГИС показывает необходимость изучения и развития GeoAI в Кыргызстане, с целью применения возможности искусственного интеллекта в ГИС, улучшая анализ, прогнозирование и принятие решений на основе пространственных данных конкретной области нашей отрасли. Так как, он играет важную роль в развитии и совершенствовании географических информационных систем и помогает в решении сложных задач, связанных с обработкой и анализа геопространственных данных. Одним из важных направлений применения ИИ в ГИС является обработка и анализ геоданных. С использованием алгоритмов машинного обучения и глубокого обучения ГИС могут автоматически классифицировать и сегментировать геопространственные данные. Например, с помощью сверточных нейронных сетей можно автоматически классифицировать снимки спутников и аэрофотоснимки, выделять объекты, определять типы покрытия земли и многое другое. Это позволяет существенно ускорить и улучшить процесс обработки геоданных [6, 7].

Еще одной важной областью применения ИИ в ГИС является прогнозирование и моделирование. Используя методы машинного обучения, ГИС могут предсказывать различные геопространственные явления и события. Например, можно прогнозировать изменения климата, распространение пожаров, наводнения или других природных катаклизмов. Это позволяет принимать более эффективные меры по предотвращению и управлению такими событиями. Искусственный интеллект также может быть использован для оптимизации процессов в ГИС. Например, с помощью алгоритмов усиления обучения и адаптивного контроля можно оптимизировать маршруты доставки, планирование городского

движения или размещение объектов инфраструктуры. Это позволяет сократить время и затраты, улучшить эффективность и снизить негативное воздействие на окружающую среду [7].

Еще одним интересным применением ИИ в ГИС является анализ больших данных (Big Data) [8]. Геоинформационные системы с помощью искусственного интеллекта могут обрабатывать и анализировать огромные объемы геопространственных данных, что позволяет выявлять скрытые закономерности и тренды. Например, можно анализировать данные по перемещению людей для определения наиболее популярных мест или предсказания спроса на товары и услуги определенного места.

На сегодняшний день большую популярность имеют следующие виды и методы искусственного интеллекта (Рисунок 2).



Рисунок 2. Виды искусственного интеллекта

В настоящее время интенсивно развивается слабый ИИ, который также охватывает задачи для оптимизации пространственных данных. Для решения или внедрения искусственного интеллекта для решения и оптимизации задачи конкретной области, широко применяются следующие методы искусственного интеллекта (Рисунок 3). Этапы искусственного интеллекта для оптимизации пространственных данных могут быть следующими (Рисунок 4). Как показано на Рисунке 4 первым этапом применения ИИ в ГИС является «Определение целей исследования». На данном этапе необходимо определение конкретных актуальных задач или проблемы, которые необходимо решить с помощью ИИ. Это может быть автоматизация анализа пространственных данных, улучшение процессов прогнозирования или оптимизация принятия решений на основе географических данных.

На этапе «Сбор данных» необходимо определить, какие данные понадобятся для реализации задач, связанных с использованием ИИ в ГИС. Это могут быть географические данные, такие как карты, изображения или демографические данные, при этом необходимо обратить внимание на качество и доступность данных.

На этапе «Предварительная обработка данных» необходимо провести предварительную обработку данных, таких как фильтрация шума, нормализация размерности, чтобы подготовить данные для последующего использования в моделях ИИ. После данного этапа необходимо выбрать подходящие модели ИИ, которые могут быть применены к поставленной задаче в ГИС. Это может включать машинное обучение, нейронные сети, алгоритмы генетического программирования и другие методы. Нужно разработать и настроить модели для вашего конкретного случая.



Рисунок 3. Методы искусственного интеллекта

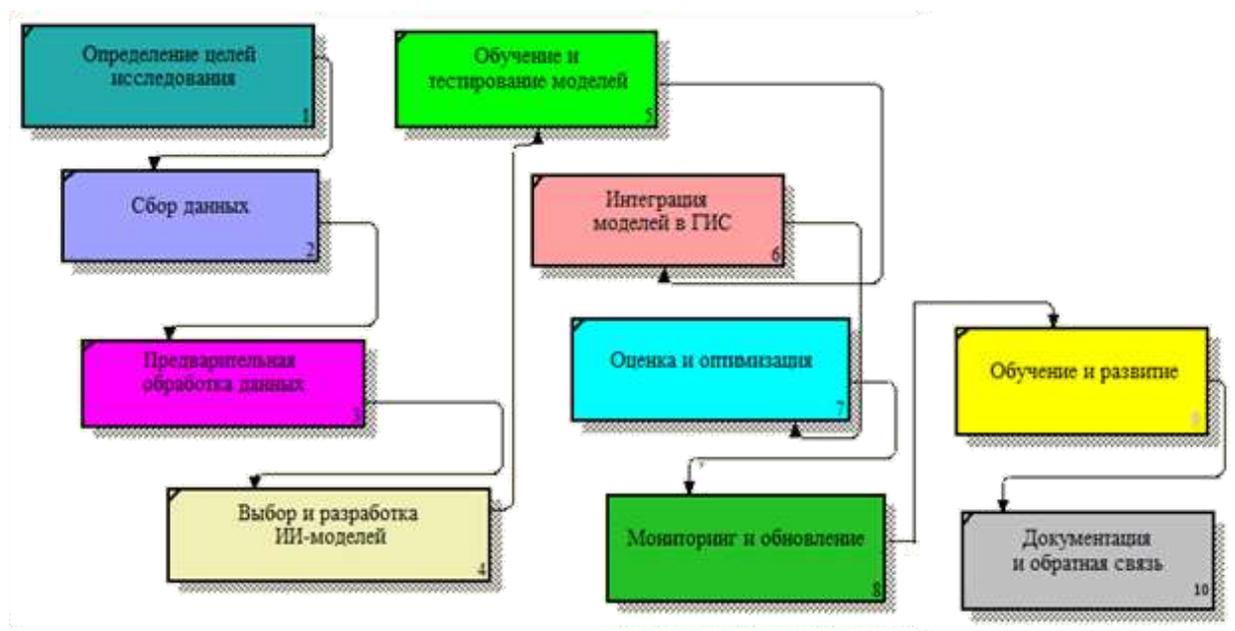


Рисунок 4. Этапы ИИ в ГИС

На этапе «Обучение и тестирование моделей» необходимо использовать доступные данные для обучения выбранной модели. Разделить данные на тренировочную и тестовую выборки для оценки производительности модели. Для достижения наилучших результатов надо настраивать параметры модели и провести итеративные процессы обучения и тестирования.

На этапе «Интеграция моделей ГИС» необходимо разработать и реализовать механизмы интеграции обученных моделей ИИ в существующую ГИС. Это может включать создание интерфейсов или плагинов, которые позволят пользователям использовать модели и получать результаты анализа.

На этапе «Оценка и оптимизация» проводится оценка производительности и результаты использования ИИ в ГИС. Для этого можно использовать метрики и критерии, чтобы оценить точность, эффективность и практическую ценность применения ИИ в системе. При необходимости, можно внести корректировки и оптимизировать процессы.

Этап «Мониторинг и обновление» позволяет отслеживать производительность и результаты внедрения ИИ в ГИС. По мере необходимости нужно обновлять модели и процессы, чтобы сохранить и улучшить эффективность и точность системы.

Этап «Обучение и развитие» требует продолжения развития изучения и применения новых методов и техники ИИ в ГИС, в зависимости от последних тенденций и лучших практик в данной области.

Заключительным этапом ИИ является «Документация и обратная связь», т.е. создание документации, которая описывает процессы и методы, используемые для применения ИИ в ГИС (Рисунок 5).



Рисунок 5. Способы обработки геоданных с помощью ИИ

Таким образом, ИИ в ГИС может автоматически выявлять и классифицировать здания, дороги, реки, леса и другие элементы на снимках спутника или аэрофотоснимках, предсказывать изменения климата, распространение эпидемий, пожары, наводнения и другие природные катастрофы, анализировать изображения спутников, чтобы выявить изменения в землепользовании или выявить необычные образования, которые могут указывать на потенциальные проблемы или угрозы, помочь в разработке оптимальных маршрутов доставки товаров, планировании городского движения и оптимизации процессов сбора отходов и т.д., помочь в оценке потенциальных мест размещения бизнеса, определении

оптимальных месторасположений объектов инфраструктуры или анализе воздействия проектов на окружающую среду. В целом, применение ИИ в обработке и анализе больших объемов географических данных позволяет автоматизировать процессы, повысить точность анализа и принятия решений, а также обнаруживать скрытые паттерны и взаимосвязи между данными.

На сегодняшний день внедрение ИИ в любую отрасль, в том числе и ГИС, требует необходимых знаний машинного обучения, больших данных и инструментальных средств. Машинное обучение — это ядро искусственного интеллекта, а глубокое обучение - популярное направление исследований в его ядре, т.е. для исследования задачи с применением ИИ в ГИС требуется изучение технологии геопространственного машинного обучения и геопространственное глубокое обучение. Машинное обучение использует алгоритмы, управляемые данными, для обучения на основе данных и предоставления вам нужных ответов. Глубокое обучение использует сгенерированные компьютером нейронные сети, которые вдохновлены человеческим мозгом и во многом напоминают его, для решения проблем и прогнозирования. Эти методы ИИ позволяют построить обучающие модели для задач конкретной области. Сегодня эти методы и модели ИИ являются перспективными направлениями для расширения возможностей ГИС. В области научных исследований по использованию ИИ в ГИС существует множество публикаций, проектные задачи, посвященные использованию нейронных сетей, а также возможностям геопространственного информационного программного обеспечения SuperMap GIS, интеграции глубокого обучения с ArcGIS Python, компьютерное зрение для ГИС и по разработке ГИС и т. др.. Также авторы публикации уделяли огромное внимание использованию методов машинного обучения и нейронных сетей для извлечения информации из данных в различных задачах [9-11].

Некоторые виды популярных программных средств, библиотеки машинного обучения, интегрированных систем в ГИС, а также языки программирования, которые используются для обработки геоданных [12–14] представлены в Таблице:

Таблица

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИИ В ГИС

<i>Наименование ПО</i>	<i>Назначение</i>
ArcGIS	Предназначены для анализа пространственных данных и включает в себя некоторые алгоритмы ИИ, такие как классификация изображений и анализ геопространственных паттернов.
QGIS	Бесплатная и открытая ГИС-платформа, которая также поддерживает алгоритмы ИИ. С помощью плагинов, таких как Orfeo Toolbox или SAGA, можно использовать методы машинного обучения и анализа пространственных данных.
ENVI	Программное обеспечение для обработки и анализа геопространственных данных, включая спектральный анализ изображений. Оно предоставляет функции машинного обучения и глубокого обучения для классификации и анализа изображений.
TensorFlow	Популярная библиотека машинного обучения с открытым исходным кодом, которая может быть использована для разработки и обучения моделей ИИ в ГИС. Она позволяет реализовывать различные алгоритмы машинного обучения, включая нейронные сети.
PyTorch	Ещё одна популярная библиотека машинного обучения с открытым исходным кодом, которая также может быть использована для разработки моделей ИИ в ГИС. Она обладает богатым набором инструментов для обучения и развертывания моделей глубокого обучения.
GRASS GIS	Бесплатная и открытая ГИС-платформа, которая включает в себя некоторые алгоритмы ИИ для анализа пространственных данных, такие как классификация

Наименование ПО	Назначение
	изображений и пространственная интерполяция. Это только несколько примеров программного обеспечения и алгоритмов ИИ, применяемых в ГИС.
SuperMap GIS	это полный пакет программного обеспечения для платформы ГИС, включая настольные ГИС, сервисные ГИС, компонентные ГИС и мобильные ГИС-платформы, а также инструменты для производства, обработки и управления пространственными данными
Язык Python	Популярный язык, используются в скриптах QGIS, ArcGIS, GRASS GIS и многих других проектах, в том числе с открытым исходным кодом. Имеет множество библиотек для работы с геоданными, и это один из главных языков, используемых в ГИС.
Язык R Среда разработки RStudio	Свободная среда разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом для языка программирования R, который используется для визуализации и анализа географических данных.

Перспективы развития глубокого обучения связана с доступностью данных, благодаря Интернету, в которых чем больше данных, тем точнее они отражают действительность, мощными вычислительными системами благодаря облачным вычислениям и графическим процессорам (GPU) и усовершенствованиями алгоритмов, решенные из наиболее сложных аспектов обучения глубоких нейронных сетей [14].

Методика моделирования с помощью нейронных сетей является эффективным инструментом ГИС, которая направлена для повышения качества и скорости обработки информации, расширения их возможности в прикладных, исследовательских, учебных и других задачах. Из обзора работ исследователей можно отметить, что в последние годы ИИ-ГИС становится основным направлением геонаучных исследований и приложений. Результаты работ исследователей различных стран показывают, что в зависимости развития применения ИИ в ГИС все еще находится на стадии внедрении узкого ИИ и далека от стадии общего ИИ. Перспектива развития связана также с пространственными неодинаковыми параметрами наземных объектов в разных регионах и в разные времена года, которое необходимо предоставить инструменту обработки алгоритма GeoAI, чтобы облегчить блоку приложения переобучение модели в соответствии с собственными характеристиками данных и улучшить уровень успеха и точность модельных рассуждений. ИИ в ГИС предлагает множество возможностей и перспективных направлений такие как, автоматизация и оптимизация процессов, прогнозирование и предсказание, геопространственный анализ с большими данными, создание более реалистичных и интерактивных виртуальных окружений, автоматическое распознавание объектов в реальном времени на основе входных данных из окружающей среды, управление рисками и экологическими проблемами, а также может помочь в разработке интеллектуальных систем, которые предоставляют геопространственные данные, анализ и рекомендации для принятия решений в различных областях, таких как градостроительство, транспорт, сельское хозяйство, экологии, муниципальном управлении, транспорте, экономике, обороне и многих других областях. ГИС становятся также новым подходом к геологоразведке и организации службы гидрогеологического мониторинга, в оптимизации производственных процессов и управлении ресурсами в металлургии.

Таким образом, изучение и исследование задач использования ИИ в ГИС с пространственными параметрами наземных объектов своей страны, показывают актуальность задачи и необходимость разработки инструментов для решения социально-экономических проблем, как на уровне конкретного субъекта, так и в масштабах всей страны.

Подводя итоги, следует также отметить, что применение ИИ в ГИС — это многофакторный и многошаговый процесс, который требует проведения глубоких исследований, с привлечением различных методов и источников.

Список литературы:

1. Жигалов К. Ю., Аветисян К. Р., Маркова С. В. Перспективы использования систем искусственного интеллекта в задачах автоматизированного обновления картографического материала // Московский экономический журнал. 2021. №1. С. 20-28. <https://doi.org/10.24412/2413-046X-2021-10014>
2. Singh R. Where deep learning meets GIS // Esri. 2019.
3. Popovich V. V. Intelligent GIS conceptualization // Information Fusion and Geographic Information Systems (IF AND GIS 2013) Environmental and Urban Challenges. 2014. P. 17-44. https://doi.org/10.1007/978-3-642-31833-7_2
4. Серая Е. С., Шеина С. Г., Петров К. С., Матвейко Р. Б. Интеллектуальная городская среда. Интеграция ГИС и BIM // Инженерный вестник Дона. 2019. №1 (52). С. 106.
5. Arnold C. R. Locating Low Head Dams Using a Deep Learning Model in ArcGIS Pro With Aerial Imagery. 2023.
6. Гафаров Ф.М., Галимянов А.Ф. Искусственные нейронные сети и приложения. Казань: Издательство Казанского университета, 2018. 121 с.
7. Попков А. В. Применение нейронных сетей и искусственного интеллекта для целей территориального планирования // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2013. №4 (28). С. 48-55.
8. Кабаева Г. Д., Аманкулова Н. А. Обработка геологических данных горной промышленности Кыргызстана и перспективы применения технологий big data // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2018. №3. С. 492-498.
9. Сюсюра Д. А., Коваленко А. В. Использование методов машинного обучения и нейронных сетей для прогнозирования и анализа социально-экономического развития городских округов, районов и поселений Краснодарского края // Прикладная математика: современные проблемы математики, информатики и моделирования. 2020. №II. С. 141-144.
10. Колесников А. А., Кикин П. М., Комиссарова Е. В., Касьянова Е. Л. Использование технологий машинного обучения при решении геоинформационных задач // ИнтерКарто. ИнтерГис. 2018. Т. 24. №2. С. 371-384. <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2018-2-24-371-384>
11. Калиев Д. Т. Использование нейронных сетей при динамическом анализе сейсмических данных // Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана. 2022. Т. 4. №2. С. 28. <https://doi.org/10.54859/kjogi108576>
12. Гришин В.А., Тихов М. С.: Методы обработки данных и моделирование на языке R. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. 54 с.
13. Самсонов Т. Е. Визуализация и анализ географических данных на языке R. М., 2021.
14. Постолиит А.В. Основы искусственного интеллекта в примерах на Python. СПб., 2021. 448 с.

References:

1. Zhigalov, K. Yu., Avetisyan, K. R., & Markova, S. V. (2021). Perspektivy ispol'zovaniya sistem iskusstvennogo intellekta v zadachakh avtomatizirovannogo obnovleniya kartograficheskogo materiala. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal*, (1), 20-28. (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2413-046Kh-2021-10014>
2. Singh, R. (2019). Where deep learning meets GIS. *Esri*.

3. Popovich, V. V. (2014). Intelligent GIS conceptualization. *Information Fusion and Geographic Information Systems (IF AND GIS 2013) Environmental and Urban Challenges*, 17-44. https://doi.org/10.1007/978-3-642-31833-7_2
4. Seraya, E. S., Sheina, S. G., Petrov, K. S., & Matveiko, R. B. (2019). Intellektual'naya gorodskaya sreda. Integratsiya GIS i BIM. *Inzhenernyi vestnik Dona*, (1 (52)), 106. (in Russian).
5. Arnold, C. R. (2023). Locating Low Head Dams Using a Deep Learning Model in ArcGIS Pro With Aerial Imagery.
6. Gafarov, F. M., & Galimyanov, A. F. (2018). Iskusstvennye neironnye seti i prilozheniya. Kazan. (in Russian).
7. Popkov, A. V. (2013). Primenenie neironnykh setei i iskusstvennogo intellekta dlya tselei territorial'nogo planirovaniya. Uchenye zapiski. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta*, (4 (28)), 48-55. (in Russian).
8. Kabaeva, G. D., & Amankulova, N. A. (2018). Obrabotka geologicheskikh dannykh gornoi promyshlennosti kyrgyzstana i perspektivy primeneniya tekhnologii big data. *Izvestiya Kyrgyzskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. I. Razzakova*, (3), 492-498. (in Russian).
9. Syusyura, D. A., & Kovalenko, A. V. (2020). Ispol'zovanie metodov mashinnogo obucheniya i neironnykh setei dlya prognozirovaniya i analiza sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya gorodskikh okrugov, raionov i poselenii Krasnodarskogo kraya. *Prikladnaya matematika: sovremennye problemy matematiki, informatiki i modelirovaniya*, (II), 141-144. (in Russian).
10. Kolesnikov, A. A., Kikin, P. M., Komissarova, E. V., & Kas'yanova, E. L. (2018). Ispol'zovanie tekhnologii mashinnogo obucheniya pri reshenii geoinformatsionnykh zadach. *InterKarto. InterGis*, 24(2), 371-384. (in Russian). <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2018-2-24-371-384>
11. Kaliyev, D. T. (2022). Use of neural networks for dynamic interpretation of seismic data. *Kazakhstan Journal For Oil & Gas Industry*, 4(2), 27-34. (in Russian). <https://doi.org/10.54859/kjogi108576>
12. Grishin, V. A., Tikhov, M. S. (2019). Metody obrabotki dannykh i modelirovanie na yazyke R. Nizhnii Novgorod. (in Russian).
13. Samsonov, T. E. (2021). Vizualizatsiya i analiz geograficheskikh dannykh na yazyke R. Moscow. (in Russian).
14. Postolit, A. V. (2021). Osnovy isskustvennogo intellekta v primerakh na Python. St. Petersburg. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 17.10.2023 г.

Принята к публикации
28.10.2023 г.

Ссылка для цитирования:

Аманкулова Н. А., Молмакова М. С., Каримова Г. Т. Искусственный интеллект и геоинформационные системы // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №11. С. 278-287. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/96/36>

Cite as (APA):

Amankulova, N., Molmakova, M., & Karimova, G. (2023). Artificial Intelligence and Geoinformation Systems. *Bulletin of Science and Practice*, 9(11), 278-287. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/96/36>