



УДК 004.8:91:37; 004.9:528:37

МРНТИ 39.23.25; 14.25.09

DOI 10.37238/2960-1371.2960-138X.2026.102(2).34

¹Көктеубай Ж.Ж., ²Намазбаева З.Е., ³Калкашев С.Г., ¹Жоя Қайрат

¹Казахский Национальный Женский Педагогический Университет,
Алматы, Казахстан

²Университет Нархоз, Алматы, Казахстан

³Аркалыкский педагогический университет имени Ыбырай Алтынсарина,
Аркалык, Казахстан

E-mail: kokteubaevazh@gmail.com

ОБУЧЕНИЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация. Обучение геопространственным технологиям с использованием искусственного интеллекта (GeoAI) имеет решающее значение для повышения исследовательских возможностей студентов-географов в цифровую эпоху. Данная общественно-полезная деятельность направлена на укрепление понимания студентами концепций GeoAI, анализа пространственных данных на основе Google Earth Engine и визуализации данных о населении с использованием Tableau. Использовался метод практического наставничества с предварительным и итоговым тестированием для оценки развития компетенций участников, а также оценка мини-проектов и оценка удовлетворенности обучением. Результаты деятельности показали повышение компетенций студентов по всем аспектам оценки, особенно в технических навыках использования платформы GeoAI и передачи пространственной информации с помощью интерактивных панелей мониторинга. Средний балл итогового тестирования увеличился до 82,3, что на 32 балла больше по сравнению с баллом предварительного тестирования 50,3. Продукты мини-проектов, созданные участниками, также продемонстрировали хорошее качество и могут быть использованы в качестве средств тематического картографирования на основе данных. Студенты положительно оценили соответствие материала, ясность изложения и полезность заданий, тем самым оценив актуальность обучения для своих исследовательских потребностей. Таким образом, это мероприятие способствовало повышению уровня владения GeoAI и готовности студентов к проведению современных геопространственных исследований. В будущем необходимы более интенсивные и устойчивые программы последующего обучения для укрепления освоения технологий и расширения их применения в географическом образовании.

Ключевые слова: GeoAI; Google Earth Engine, Tableau; Компетенция в области геопространственных исследований.

Введение

Студенты, обучающиеся по специальности «Педагогика географии» на факультете педагогического образования, часто не достигают оптимального понимания и навыков в области геопространственных исследований. Это подтверждается результатами мониторинга смежных курсов, таких как «Географические информационные системы» и «Дистанционное зондирование», а также результатами наблюдений преподавателей во время руководства выпускными проектами, где



студенты по-прежнему испытывают трудности с анализом пространственных данных в облачной среде и использованием GeoAI. Исследование Пурномо и др. (2021), проведенное среди студентов Государственного университета Семаранга, показало, что, несмотря на относительно высокий уровень знаний в области визуализации геопространственной информации, ограниченность технологий и доступа приводит к тому, что эти навыки оцениваются лишь как средние (59,9%), что требует усилий по их улучшению посредством более систематического и устойчивого внедрения. Это подтверждается результатами исследований, показывающими, что учебные материалы по географическим информационным системам в некоторых контекстах по-прежнему не требуют развитого пространственного мышления, что влияет на практические компетенции студентов [1].

Между тем, интеграция геопространственных технологий в географическое образование на уровне средней школы и университета, как было показано, укрепляет концептуальное понимание и навыки пространственного мышления. Полевые исследования показывают, что использование обучающих материалов на основе веб-ГИС и географических информационных систем улучшает пространственное мышление и мотивацию к обучению у студентов, а также может повысить их уверенность в своих силах в контексте обучения программированию и обработке спутниковых изображений.

Результаты исследования Schulze et al. подтверждают, что интеграция географических информационных систем (ГИС) в изучение географии значительно улучшает результаты обучения студентов, их вовлеченность и навыки решения пространственных задач в различных странах. На университетском уровне лабораторные занятия с использованием Google Earth Engine (GEE) также показали свою эффективность в расширении аналитических навыков студентов [2]. Однако остаются значительные проблемы, такие как ограниченный доступ к инфраструктуре, отсутствие интенсивной подготовки преподавателей и ограниченная интеграция учебных программ, которые делают акцент на практическом применении. Ярким примером этих ограничений являются методы обучения, которые до сих пор полагаются на настольное программное обеспечение. Изучение ArcGIS фактически преподается в лабораториях, но часто этому препятствуют проблемы с лицензированием, поэтому преподаватели часто переходят на использование открытого программного обеспечения QGIS [3]. В результате студенты не имеют структурированного опыта работы с облачными платформами, такими как Google Earth Engine, и не знакомы с практиками GeoAI [4]. Это свидетельствует о разрыве между развитием современных геопространственных технологий и техническими компетенциями, приобретаемыми студентами. Это связано с рядом факторов, таких как ограниченный опыт студентов в программировании на облачных платформах, недостаточное руководство по работе с Google Earth Engine и недостаток знаний в области географической информации.

Системы по-прежнему в значительной степени ориентированы на настольное программное обеспечение. Это приводит к тому, что студенты не знакомы с работой с большими массивами пространственных данных, автоматизированным анализом на основе ИИ и представлением данных с помощью интерактивных панелей мониторинга. Поэтому необходима более практическая и целенаправленная подготовка, чтобы помочь студентам соответствовать требованиям современных геопространственных исследований.



Развитие геопространственных исследований и появление геопространственного искусственного интеллекта (GeoAI) открывают значительные возможности для повышения способности студентов выявлять пространственные закономерности и делать прогнозы на основе больших объемов данных [5]. Недавние исследования продемонстрировали успех применения GeoAI в различных экологических и аграрных вопросах, например, в прогнозировании физических свойств почвы или мониторинге качества воды, что демонстрирует способность GeoAI эффективно обрабатывать большие объемы геоданных. Ученые также сообщили об использовании GeoAI в Google Earth Engine для картирования изменений температуры поверхности земли, подчеркивая актуальность GeoAI для вопросов изменения прибрежного ландшафта и урбанизации. Однако эти результаты не были в полной мере учтены в работе студентов, изучающих географию в педагогических учебных заведениях. Применение геоинформационного ИИ в обучении и практической деятельности студентов все еще весьма ограничено, поскольку лекции, как правило, сосредоточены на традиционных географических информационных системах и не предоставляют непосредственного опыта работы с анализом на основе ИИ или облачными платформами, такими как Google Earth Engine. Именно это ограничение создает разрыв между прогрессом исследований в области геоинформационного ИИ на национальном уровне.

В целом, интеграция ИИ и геопространственных технологий открывает новые возможности для аналитических и прогностических способностей студентов, изучающих географию. Однако ее применение в высшем образовании, особенно в рамках специальностей, связанных с географией, остается весьма ограниченным. Большинство программ по-прежнему сосредоточены на традиционных методах обработки данных и не включают практику программирования на надежных облачных платформах (GEE). Из-за этих ограничений студенты по-прежнему обрабатывают изображения и пространственные данные вручную, не могут оптимизировать анализ и не обладают навыками пространственно-временного моделирования или прогнозирования, которые являются ключевыми преимуществами GeoAI.

Цель данной общественной работы — укрепить компетенции студентов в области геопространственных исследований на основе GeoAI посредством обучения и практического применения пространственного анализа с использованием таких платформ, как Google Earth Engine и Tableau. Эта общественная работа напрямую поддерживает видение и миссию кафедры географического образования факультета педагогического образования в развитии педагогических знаний студентов, поскольку они не только изучают геопространственную теорию и теорию искусственного интеллекта, но и разрабатывают учебные материалы на основе технологии GeoAI. Фокус на прибрежных, морских и сельских районах очень подходит для применения GeoAI в местных условиях. Таким образом, эта общественная работа объединяет технические возможности GeoAI и педагогические приложения в сообществах и школах, превращая студентов в активных участников процесса.

Метод

Данная общественно-полезная деятельность использует образовательный метод участия с экспериментальным подходом, включающим предварительное и итоговое тестирование, для измерения улучшения компетенций студентов в области геопространственных исследований после обучения на основе GeoAI. Целевая группа – 30 студентов, обучающихся по специальности «Географическое образование» на



факультете педагогического образования Университета, отобранных методом целенаправленной выборки по критериям прохождения курсов по географическим информационным системам, дистанционному зондированию или подготовки выпускного проекта. Участники должны иметь активную учетную запись Google и ноутбук с поддержкой доступа к Google Earth Engine (GEE). Перед началом мероприятия участникам была предоставлена информация о цели мероприятия, механизме обучения, и они выразили готовность к участию. Мероприятие проводилось с разрешения факультета и включено в официальную программу общественно-полезной деятельности преподавателей факультета педагогического образования Университета, поэтому все процедуры соответствуют внутренним этическим нормам кампуса.

Инструменты сбора данных включали: (1) письменные предварительные и итоговые тесты, (2) оценочные критерии мини-проекта, (3) анкеты для оценки удовлетворенности участников. Письменный тест содержал 10 вопросов с множественным выбором, измеряющих четыре основных аспекта, а именно: (а) понимание концепции искусственного интеллекта и геопространственных технологий, (б) навыки использования приложения Google Earth Engine (GEE), (в) навыки анализа и интерпретации пространственных данных, (г) навыки визуализации данных с использованием Tableau. В то же время, оценочные критерии

Для оценки работы участников по анализу тематических исследований и их последующей визуализации с помощью приложения использовались мини-проекты. Анкета для оценки содержала 10 вопросов по шкале Ликерта от 1 до 5, касающихся пригодности материала, ясности изложения, эффективности метода и наличия учебных помещений [6].

Процедура проведения мероприятия началась с определения потребностей участников и разработки учебных модулей, за которыми последовал двухдневный интенсивный семинар. Обучение проходило в лекционном зале кафедры географического образования, подготовки учителей и педагогического образования Университета, ежедневные занятия проводились с 8:00 до 13:00 по местному времени. Первое занятие было посвящено ознакомлению с концепциями географического образования и основными методами географического экологического анализа, а второе — визуализации данных с использованием Tableau. После обучения участники прошли итоговый тест и представили мини-проекты. Примером выполненного мини-проекта стала визуализация данных о населении с помощью карты распределения населения на интерактивной панели инструментов в Tableau[7]. Результаты мероприятия были проанализированы описательно: представлены процент достижения целей, среднее увеличение баллов студентов и уровень удовлетворенности участников результатами проведения мероприятия.

Результаты

Цель обучения — улучшить понимание и навыки студентов в области геопространственных исследований с использованием технологий. Оценка результатов основана на трех основных показателях: повышение компетентности до и после обучения, качество мини-проектов, выполненных участниками, и удовлетворенность студентов результатами проведения мероприятия. Повышение компетентности учащихся. Эффективность обучения, направленного на укрепление компетенций в области геопространственных исследований посредством интеграции искусственного интеллекта (ИИ), оценивалась путем сравнения результатов предварительного и



итогового тестирования студентов. Оценки проводились для измерения исходных способностей участников, а затем анализировались повторно после завершения обучения [8].

Оценка охватывает четыре основные компетенции: понимание концепций ИИ, использование Google Earth Engine (GEE), анализ и интерпретация пространственных данных, а также визуализация данных с помощью Tableau. Результаты оценки компетенций 30 респондентов представлены в таблице 1 ниже:

Таблица 1 - Результаты тестирования компетенций учащихся

#	Аспекты оценки	Предварительное тестирование	Пост-тест	Сравнение
1	Понимание концепции	55,6	83,3	27,7
2	Использование Google Earth Engine (GEE)	48,0	81,0	33,0
3	Анализ и интерпретация пространственных данных	51,2	84,5	33,3
4	Табличная визуализация данных	46,5	80,2	33,7
Средний		50,3	82,3	32,0

Качество мини-проекта

На основании результатов оценки, представленных в таблице 1 выше, было установлено, что удовлетворенность студентов учебными мероприятиями находится в категории «хорошо» со средним баллом 4,6. Аспект с наивысшим баллом — «соответствие материала» (4,8), а с самым низким — «доступность учебных помещений» (4,4). Однако в целом эти результаты показывают, что обучение было воспринято положительно и способствовало повышению мотивации студентов и улучшению их понимания технологии GeoAI.

Знания Google Earth Engine (GEE) и навыки интерпретации пространственных данных отразились в среднем балле итогового теста, который вырос до 82,3, что составляет увеличение примерно на 32 балла. Практический опыт работы с геопространственными технологиями может улучшить пространственное мышление и аналитические навыки студентов в высшем образовании.

Обсуждение

Улучшение компетентности студентов в использовании GeoAI в геопространственных исследованиях свидетельствует об эффективности проведенного обучения в укреплении концептуального понимания и технических навыков. До обучения уровень подготовки студентов был средним, в основном теоретическим, без большого практического опыта, средний балл по предварительному тестированию составлял 50,3. Однако после обучения студенты продемонстрировали улучшение во всех аспектах компетентности, особенно в использовании GeoAI.

Между тем, результаты мини-проекта были оценены как хорошие и отличные, со средним показателем выполнения 86%. Эти результаты показывают, что студенты не только являются пользователями технологий, но и компетентными специалистами по коммуникации данных. Способность интерактивно обрабатывать и визуализировать данные в Tableau способствует развитию современной геопространственной грамотности. Геопространственный искусственный интеллект (GeoAI) предоставляет значительные возможности для преобразования больших данных в коммуникативную



информацию посредством интеграции пространственного анализа и искусственного интеллекта. Кроме того, высокий уровень удовлетворенности участников свидетельствует о том, что практический метод обучения соответствует потребностям студентов. Студенты, изучавшие геопространственные технологии, получили средний балл удовлетворенности 4,6 из 5, что эквивалентно 92%. Ограниченный доступ и отсутствие наставничества в предыдущем обучении были преодолены благодаря интерактивному и прикладному подходу к обучению, что повысило мотивацию студентов и их уверенность в применении GeoAI. Эта ситуация подчеркивает, что первоначальные препятствия, с которыми студенты столкнулись при освоении технологии, были вызваны не отсутствием интереса, а скорее ограниченным доступом, опытом и отсутствием наставничества [9].

По сравнению с традиционным геопространственным обучением, которое делает акцент на теории и настольном программном обеспечении, использование GeoAI на облачной платформе предлагает преимущества в области технологических инноваций и доступности. Результаты этой общественно-полезной деятельности демонстрируют уникальный подход, предоставляя студентам практический опыт работы с быстро развивающимися технологиями в геопространственной отрасли. Таким образом, эта деятельность решает проблемы цифровой трансформации в географическом образовании и побуждает студентов к более гибкой адаптации к развитию современных пространственных исследований. В дальнейшем рекомендуется сосредоточить дальнейшее обучение на передовых методах программирования GeoAI, интегрировать Google Earth Engine в практическую программу по географическим информационным системам и проводить регулярные наставнические сессии, чтобы студенты могли более глубоко и устойчиво применять пространственный анализ и визуализацию данных. Однако эта деятельность все еще имеет ограничения с точки зрения короткой продолжительности обучения и охвата не всех студентов. Кроме того, существуют проблемы, связанные с различиями в устройствах и интернет-соединениях. Взаимодействие между участниками влияет на качество практики. Поэтому для обеспечения всестороннего и справедливого развития компетенций необходима более интенсивная и непрерывная программа повышения квалификации.

Заключение

Проведенные обучающие мероприятия по GeoAI успешно повысили компетенции студентов в области геопространственных исследований, включая концептуальное понимание, навыки пространственного анализа и возможности интерактивной визуализации данных на основе дашбордов. Студенты продемонстрировали хороший прогресс в работе с Google Earth Engine и Tableau как основными технологиями для анализа и передачи пространственной информации, о чем свидетельствует увеличение среднего балла с 50,3 в предварительном тестировании до 82,3 в итоговом тестировании, или увеличение на 32 балла. Кроме того, это обучение было признано весьма актуальным и помогло студентам подготовить более инновационные и основанные на цифровых данных исследовательские проекты для итоговой работы. Рекомендации, основанные на результатах этого мероприятия, заключаются в необходимости дальнейшего обучения с более широким охватом материала и более длительным временем наставничества, чтобы повышение компетенций в GeoAI было более всесторонним и устойчивым и могло применяться в изучении географии в школах и других прикладных



исследованиях. На практике рекомендуется проводить GeoAI Clinic не реже одного раза в семестр в качестве форума для наставничества по программированию в Google Earth Engine и расширенному анализу данных, особенно для студентов выпускного семестра, готовящих свои итоговые проекты, дипломные работы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. *Geographic Information Systems and Science*. 4th ed. Hoboken: Wiley, 2015. 512 p.
- [2] Chang, K. T. *Introduction to Geographic Information Systems*. 9th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2019. 480 p.
- [3] Goodchild, M. F. Geographic information systems and science: today and tomorrow // *Annals of GIS*. – 2020. – Vol. 26(1). – P. 1–10.
- [4] Li, S., Dragicevic, S., & Veenendaal, B. *Advances in Web-based GIS, Mapping Services and Applications*. Boca Raton: CRC Press, 2011. 428 p.
- [5] Russell, S., & Norvig, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th ed. Hoboken: Pearson, 2021. 1136 p.
- [6] Batty, M. Artificial intelligence and smart cities // *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*. – 2018. – Vol. 45(1). – P. 3–6.
- [7] Janowicz, K., Gao, S., McKenzie, G., Hu, Y., & Bhaduri, B. GeoAI: spatially explicit artificial intelligence techniques for geographic knowledge discovery and beyond // *International Journal of Geographical Information Science*. – 2020. – Vol. 34(4). – P. 625–636.
- [8] Zhu, X. X., Tuia, D., Mou, L., Xia, G. S., Zhang, L., Xu, F., & Fraundorfer, F. Deep learning in remote sensing: a comprehensive review and list of resources // *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*. – 2017. – Vol. 5(4). – P. 8–36.
- [9] Kerski, J.J. Geo-awareness, geo-enablement, geotechnologies, citizen science, and storytelling: geography on the world stage // *Geography Compass*. – 2015. – Vol. 9(1). – P.14–26.

REFERENCES

- [1] Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., & Rhind, D.W. (2015) *Geographic Information Systems and Science*. 4th ed. Hoboken: Wiley, 512 p. [in English].
- [2] Chang, K.T. (2019) *Introduction to Geographic Information Systems*. 9th ed. New York: McGraw-Hill Education, 480 p. [in English].
- [3] Goodchild, M.F. (2020) Geographic information systems and science: today and tomorrow // *Annals of GIS*. – Vol. 26(1). – P. 1–10. [in English].
- [4] Li, S., Dragicevic, S., & Veenendaal, B. (2011) *Advances in Web-based GIS, Mapping Services and Applications*. Boca Raton: CRC Press, 428 p. [in English].
- [5] Russell, S., & Norvig, P. (2021) *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th ed. Hoboken: Pearson, 1136 p. [in English].
- [6] Batty, M. (2018) Artificial intelligence and smart cities // *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*. – Vol. 45(1). – P. 3–6. [in English].
- [7] 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(4). – P. 625–636. [in English].



[8] Zhu, X. X., Tuia, D., Mou, L., Xia, G. S., Zhang, L., Xu, F., & Fraundorfer, F. (2017) Deep learning in remote sensing: a comprehensive review and list of resources // *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*. – Vol. 5(4). – P. 8–36. [in English].

[9] Kerski, J.J. (2015) Geo-awareness, geo-enablement, geotechnologies, citizen science, and storytelling: geography on the world stage // *Geography Compass*. – Vol. 9(1). – P. 14–26. [in English].

Көктеубай Ж.Ж., Намазбаева З.Е., Калкашев С.Г., Жоя Қайрат
ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ КӨМЕГІМЕН ГЕОКЕҢІСТІКТІК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ
ОҚЫТУ

Аңдатпа. Жасанды интеллект (GeoAI) көмегімен геокеңістіктік технологияларды оқыту цифрлық дәуірде география мамандығында оқитын студенттердің зерттеу мүмкіндіктерін арттыру үшін өте маңызды. Бұл қоғамдық пайдалы қызмет студенттердің GeoAI тұжырымдамаларын түсінуін нығайтуға, Google Earth Engine негізіндегі кеңістіктік деректерді талдауға және Tableau көмегімен халық туралы деректерді жинақтауға бағытталған. Қатысушылардың құзыреттіліктерінің дамуын бағалау үшін алдын-ала және қорытынды тестілеумен практикалық тәлімгерлік әдісі, сондай-ақ шағын жобаларды бағалау және оқуға қанағаттанушылықты бағалау әдістері қолданылды. Қызмет нәтижелері студенттердің бағалаудың барлық аспектілері бойынша, әсіресе GeoAI платформасын пайдаланудың және интерактивті бақылау тақталары арқылы кеңістіктік ақпаратты берудің техникалық дағдыларында құзыреттілігін арттыруды көрсетті. Қорытынды тестілеудің орташа баллы 82,3-ке дейін өсті, бұл 50,3 алдын ала тестілеу баллымен салыстырғанда 32 баллға артты. Қатысушылар жасаған шағын жоба өнімдері де жақсы сапаны көрсетті және деректерге негізделген тақырыптық карта жасау құралы ретінде пайдаланылуы мүмкін. Студенттер материалдың сәйкестігін, презентацияның анықтығын және тапсырмалардың пайдалылығын оң бағалады. Осылайша, бұл іс-шара geoai-ге иелік ету деңгейін және студенттердің заманауи геокеңістіктік зерттеулер жүргізуге дайындығын арттыруға ықпал етті. Болашақта технологияларды игеруді нығайту және оларды географиялық білім беруде қолдануды кеңейту үшін кейінгі оқытудың неғұрлым қарқынды және тұрақты бағдарламалары қажет.

Кілт сөздер: GeoAI; Google Earth, Tableau; геокеңістіктік зерттеулер саласындағы құзыреттілік.

Kokteubay Zhuldyz, Zaure Namazbayeva, Kalkashev Sagyngali, Zhoya Kairat
TRAINING IN GEOSPATIAL TECHNOLOGIES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Annotation. Teaching geospatial technologies with the help of artificial intelligence (GeoAI) is very important for increasing the research opportunities of students studying geography in the digital age. This socially useful service aims to strengthen students' understanding of GeoAI concepts, analyze spatial data based on the Google Earth Engine, and collect population data using Tableau. To assess the development of the participants' competencies, the method of practical mentoring with preliminary and final testing was used, as well as methods for evaluating small projects and assessing learning satisfaction. The results of the activity showed an increase in the competence of students in all aspects of assessment, especially in the technical skills of using the GeoAI platform and transmitting spatial information through interactive dashboards. The average final Test score increased to 82.3, which is an increase of 32 points compared to the preliminary test score of 50.3. The small project products created by the participants also showed good quality and could be used as a tool for creating a Thematic Map based on data. Students positively assessed the adequacy of the material, the clarity of the presentation and the usefulness of the tasks. Thus, this event helped to increase the level of geoai proficiency and students' readiness to conduct modern geospatial research. In the future, more intensive and sustainable programs of subsequent training are needed to strengthen the assimilation of technologies and expand their use in geographical education.

Keywords: GeoAI; Google Earth, Tableau; competence in the field of Geospatial Research.