

УДК 528.913
<https://doi.org/10.36906/KSP-2023/46>

Кузнецова В.П.
ORCID: 0000-0003-2506-4644, канд. геогр. наук
Скрипник Е.А.
ORCID: 0009-0003-5141-5230
Нижневартровский государственный университет
г. Нижневартовск, Россия

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Аннотация. В статье рассматриваются возможности ГИС для экологического образования и исследований. Системы помогают анализировать взаимосвязи между факторами окружающей среды. Актуальность ГИС возрастает в современном образовательном процессе, они полезны для изучения географии, экологии. Системы также используются для моделирования объектов и анализа процессов. Применение ГИС развивает пространственное мышление и помогает работать с большими объемами данных.

Ключевые слова: геоинформационные системы; экологическое образование; геоданные; пространственный анализ; экология; интеграция; дистанционное обучение; устойчивое развитие.

Kuznetsova V.P.
ORCID: 0000-0003-2506-4644, Candidate of Geographical Sciences
Skripnik E.A.
ORCID: 0009-0003-5141-5230
Nizhnevartovsk State University
Nizhnevartovsk, Russia

FEATURES OF THE USE OF GEOINFORMATION SYSTEMS IN ENVIRONMENTAL RESEARCH

Abstract. The article discusses the possibilities of GIS for environmental education and research. Systems help to analyze the relationship between environmental factors. The relevance of GIS is increasing in the modern educational process, they are useful for studying geography, ecology. Systems are also used for modeling objects and analyzing processes. The use of GIS develops spatial thinking and helps to work with large amounts of data.

Keywords: geographic information systems; environmental education; geodata; spatial analysis; ecology; integration; distance learning; sustainable development.

В настоящее время необходимо изучать возможности и опыт применения геоинформационных систем (ГИС) в экологических исследованиях, а также определять перспективы их развития.

Среди приоритетных задач в ходе исследования, отмечается анализ существующих методов и подходов к использованию ГИС, оценка эффективности их применения в экологических исследованиях.

ГИС в настоящее время весьма активно используется в экологических исследованиях для визуализации, анализа и интерпретации различных данных о природных и антропогенных процессах. Современные функциональные возможности ГИС позволяют студентам и преподавателям лучше понять взаимосвязь между различными факторами, влияющими на состояние окружающей среды, провести пространственный анализ экологического состояния исследуемой территории. ГИС-технологии играют колоссальную роль как в контроле над экологической ситуацией, так и во многих других областях, что значительно снижает влияние человеческого фактора и, соответственно, уменьшает объем трудоемких умственных процессов и уменьшает количество совершаемых человеком ошибок. Поэтому вопрос совершенствования данных технологий был и остается до сих пор актуальным [13].

В настоящее время существует множество программных продуктов и сервисов, которые предоставляют возможности для работы с геоданными. Нами проведен анализ функциональных возможностей некоторых ГИС для работы над вопросами экологических исследований (табл. 1).

Таблица 1

Анализ применения современных ГИС для экологических исследований

№	Название ГИС	Возможности применения в экологических исследованиях	Экологические задачи, решаемые посредством ГИС
1	QGIS	Используется для обработки и анализа геоданных, создания карт и отчетов в экологических исследованиях. Можно изучать и анализировать взаимосвязь между различными компонентами окружающей среды, проводить оценку состояния окружающей среды и выявлять источники загрязнения. Также используется для исследования изменений в окружающей среде с течением времени и для оценки влияния деятельности человека на состояние различных экосистем [10, с. 257].	<ul style="list-style-type: none">• Изучение и анализ взаимосвязи между различными компонентами окружающей среды;• оценка состояния окружающей среды и выявление источников загрязнения;• исследование изменений в окружающей среде с течением времени;• оценка влияния деятельности человека на различные экосистемы;• определение ареалов распространения видов растений и оценка их состояния;• анализ влияния различных факторов на растительность и определение оптимальных условий для её развития [15, с. 25].
2	ArcGIS	Используется для сбора, хранения, анализа и визуализации пространственных данных в экологических исследованиях. Позволяет проводить оценку состояния окружающей среды, выявлять источники загрязнения и оценивать влияние деятельности человека на экосистемы, также используется для исследования изменений в окружающей среде, картирования ареалов распространения	<ul style="list-style-type: none">• Оценка состояния окружающей среды и выявление источников загрязнения;• исследование изменений в окружающей среде с течением времени;• картирование ареалов распространения видов растений и определение их состояния;

		видов растений и определения их состояния [5, с. 61-64].	<ul style="list-style-type: none"> • выявление и картографирование объектов, представляющих экологическую опасность [3, с. 182-184].
3	Google Earth	Используется для визуализации трехмерных моделей Земли в экологических исследованиях. Этот инструмент позволяет исследовать изменения в окружающей среде и изучать динамику этих изменений, также используется для оценки состояния экосистем и выявления источников загрязнения [11, с. 36-38].	<ul style="list-style-type: none"> • Визуализация трехмерных моделей Земли; • исследование изменений в окружающей среде; • оценка состояния экосистем; • выявление источников загрязнения [11, с. 37-38].
4	i-Tree	Используется для моделирования и прогнозирования роста и развития лесных экосистем в экологических исследованиях [14, с. 68].	<ul style="list-style-type: none"> • Моделирование и прогнозирование роста и развития лесных экосистем; • оценка влияния деятельности человека на лесные экосистемы; • влияния изменения климата на лесные экосистемы [14, с. 66].
5	LeafMap	Используется для картографирования и мониторинга растительного покрова в экологических исследованиях. Эта ГИС позволяет определять ареалы распространения различных видов растений, оценивать их состояние и динамику изменений, также используется для анализа влияния различных факторов на растительность и определения оптимальных условий для ее развития [16].	<ul style="list-style-type: none"> • Определение ареалов распространения видов растений; • оценка их состояния и динамики изменений; • анализ влияния различных факторов на растительность; • определение оптимальных условий для её развития [16].
6	Mapinfo professional	Использоваться в экологических исследованиях для анализа и визуализации пространственных данных. Позволяет создавать карты, на которых отображаются различные экологические параметры, такие как загрязнение воздуха, уровень шума, качество воды и т. д. Это помогает ученым и экологам выявлять и изучать взаимосвязи между различными факторами окружающей среды, а также разрабатывать стратегии по улучшению экологической ситуации [17, с. 798].	<ul style="list-style-type: none"> • Оценка загрязнения окружающей среды: позволяет создавать карты загрязнения воздуха, воды и почвы, а также оценивать уровень шума и другие факторы, влияющие на качество окружающей среды; • прогнозирование изменений окружающей среды: Система позволяет моделировать возможные изменения окружающей среды в результате деятельности человека, например, при строительстве новых объектов или изменении климата; • управление отходами и переработка: помогает планировать и контролировать процессы утилизации и переработки отходов, а также определять оптимальные места для размещения новых объектов по обработке мусора; • защита и восстановление природных ресурсов: ГИС-система

			помогает создавать карты охраняемых территорий, оценивать состояние природных ресурсов и разрабатывать меры по их сохранению и восстановлению [17].
--	--	--	---

Таким образом, любая современная ГИС содержит в себе набор средств для анализа пространственно-атрибутивной информации, что может широко использоваться в экологических исследованиях и в процессе обучения студентов [10, с. 255].

Опыт применения ГИС в экологических исследованиях показывает, что они могут быть полезны для различных целей, таких как мониторинг состояния окружающей среды, изучение воздействия человеческой деятельности на природу, планирование устойчивого развития территорий и т. д.

Однако, несмотря на все преимущества, существуют и некоторые ограничения использования ГИС в образовательном процессе, такие как высокая стоимость программного обеспечения и необходимость специального обучения для преподавателей.

Перспективы развития ГИС в экологических исследованиях связаны с интеграцией с другими технологиями и методами обучения, такими как онлайн-курсы, мобильные приложения и искусственный интеллект. Также важным направлением является улучшение качества геоданных и их доступность для образовательных учреждений.

В ходе исследования выявлены основные возможности применения ГИС для анализа и оценки состояния окружающей среды, а также для мониторинга и прогнозирования экологических процессов, а также анализировались основные функции и возможности ГИС, которые делают их незаменимыми инструментами для экологов. ГИС позволяют работать с большими объемами пространственных данных, анализировать взаимосвязи между различными факторами окружающей среды и визуализировать результаты исследований. ГИС применяются в различных областях экологии, таких как мониторинг загрязнения атмосферного воздуха, водных ресурсов и почв, оценка биоразнообразия, изучение влияния климатических изменений на экосистемы и др. Существуют возможности интеграции ГИС с другими технологиями и методами исследований, такими как дистанционное зондирование, математическое моделирование и анализ больших данных [9, с. 345].

Определяется важность экологического мониторинга для охраны окружающей среды и необходимость создания информационных систем для представления результатов исследований [6, с. 3-4].

Эффективность использования ГИС для формирования экологических знаний и навыков у студентов является актуальной темой для научных исследований [8, с. 255-257]. Подчеркивается значимость геоинформационных технологий и их роль в современном образовательном процессе. Существуют подходы к формированию геоинформационных компетенций, которые включают в себя использование различных методов и технологий дистанционного обучения, таких как онлайн-курсы, вебинары, видеоконференции и т.д. Также

выделяется необходимость создания специальных программ и курсов, направленных на развитие геоинформационных навыков студентов. В целом, научные материалы по эффективности использования ГИС для формирования экологических знаний и навыков у студентов свидетельствуют о том, что этот метод обучения является перспективным и заслуживает дальнейшего развития. Один из ключевых подходов – интеграция ГИС с дистанционным обучением, что позволяет студентам получать доступ к геоданным и выполнять задания, не выходя из дома [4, с. 11].

ГИС технология объединяет традиционные операции работы с базами данных, такими как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет карта. Эти возможности отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для ее применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий, с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий.

Результаты исследования ГИС технологий могут быть полезны как учителям географии, так и методистам, занимающимся разработкой учебных программ и пособий.

Другой подход заключается в интеграции ГИС с мобильными технологиями, что делает процесс обучения более интерактивным и привлекательным для студентов. Например, можно использовать мобильные приложения, которые позволяют студентам работать с картами и другими геопространственными данными в режиме реального времени. Это может быть полезно при изучении географии, экологии, и других дисциплин, где необходимо работать с пространственными данными. Также активно обсуждается интеграция ГИС с онлайн-платформами для совместного использования и анализа геоданных, что может существенно повысить эффективность образовательного процесса.

Геоинформационные технологии представляют собой набор инструментов, которые используются для сбора, хранения, обработки, анализа и визуализации пространственных данных [1, с. 42]. Современные геоинформационные технологии позволяют создавать продукты общего пользования, а географические (тематические) карты как итог функционирования ГИС во все времена служили помощником для ориентирования в пространстве для всех видов и направлений. Акцентируют внимание на важности применения ГИС-технологий для обеспечения безопасности в области экологии, поскольку они позволяют наглядно визуализировать и анализировать большие объемы данных о состоянии окружающей среды, источниках ее загрязнения и возможных последствиях антропогенной деятельности. Опыт применения ГИС-технологий в учебном процессе, представляет примеры конкретных заданий, которые могут быть использованы для формирования у студентов навыков работы с геопространственными данными и их анализа. Затрагивается вопрос о значимости интеграции ГИС-технологий с другими образовательными методиками, такими как проектная деятельность, исследовательская работа, дискуссии и дебаты. Такой подход способствует

развитию критического мышления у обучающихся и формированию у них понимания важности принятия экологически обоснованных решений. Использование ГИС в экологических исследованиях является эффективным инструментом для формирования у обучающихся навыков безопасного взаимодействия с окружающей средой и понимания значимости принятия экологически ответственных решений.

При проведении научных исследований в области естественных наук чаще всего используется пространственно привязанная информация о каком-либо объекте, расположенном на местности.

В последнее время в качестве основного инструмента накопления, унификации и анализа такого рода данных стали использоваться ГИС.

Для большинства полноценных естественнонаучных исследований необходима как можно более полная информационная модель исследуемой территории [12].

Таблица 2

Возможность применения ГИС в организации учебной деятельности обучающихся

№	Дисциплина (курс)	Тема (раздел) дисциплины	Задание для обучающихся по работе с ГИС (темы для создания ГИС- проектов)
	География	Изучение географии, облегчая понимание пространственных отношений между различными объектами, такими как города, реки, горы и т.д. Это также может помочь студентам в изучении геологии, метеорологии, гидрологии и других дисциплин, связанных с географией [2, с. 5-35].	<ol style="list-style-type: none">1. Реестр топографических карт территории Нижневартовского района.2. Реестр топографических карт территории Ханты-Мансийского автономного округ-Югры.3. Реестр тематических карт атласа Ханты-Мансийского автономного округа-Югры.4. Оцифровка атласа Ханты-Мансийского автономного округа-Югры.5. Составление модели транспортной сети автомобильных дорог Нижневартовского района.6. Модель гидрографической сети Нижневартовского района.7. Обновление карты города Нижневартовска до современного состояния.8. Создание карты сейсмической активности региона.9. Создание карты ветрового режима региона [12, с. 39].
	Экология	Изучение экологических проблем и их причин. Например, ГИС может использоваться для анализа воздействия загрязнения на окружающую среду, изучения влияния выбросов парниковых газов на глобальное потепление или исследования потоков воды и ее качества в различных регионах [7, с. 89-103].	<ol style="list-style-type: none">1. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в городе.2. Оценка уровня загрязнения водных объектов.3. Анализ шумового загрязнения территории.4. Исследование влияния промышленных предприятий на экологическую обстановку в регионе.5. Изучение влияния автотранспорта на качество атмосферного воздуха.

			6. Оценка степени озеленения города и его влияния на качество городской среды. 7. Исследование радиационной обстановки в городе. 8. Анализ состояния зеленых зон города. 9. Мониторинг качества питьевой воды в городе [17].
--	--	--	---

Таким образом, в результате исследования были выявлены следующие основные методы и подходы к использованию ГИС в экологических исследованиях: визуализация и анализ пространственных данных; интеграция с другими дисциплинами; мониторинг и оценка состояния окружающей среды; примеры использования мобильных приложений; внедрение ГИС в дистанционное обучение; обучение студентов работе по решению реальных экологических проблем в исследуемом регионе.

Перспективными направлениями развития ГИС в экологических исследованиях являются интеграция с другими технологиями, улучшение качества геоданных и доступность для учебных учреждений. В целом, результаты исследования подтверждают актуальность и значимость применения ГИС в экологических и других научных исследованиях.

Визуализация пространственных данных ГИС систем позволяют создавать карты и графики, которые наглядно отображают различные экологические параметры. Это помогает исследователям лучше понимать взаимосвязи между различными факторами и принимать более обоснованные решения (рис.).

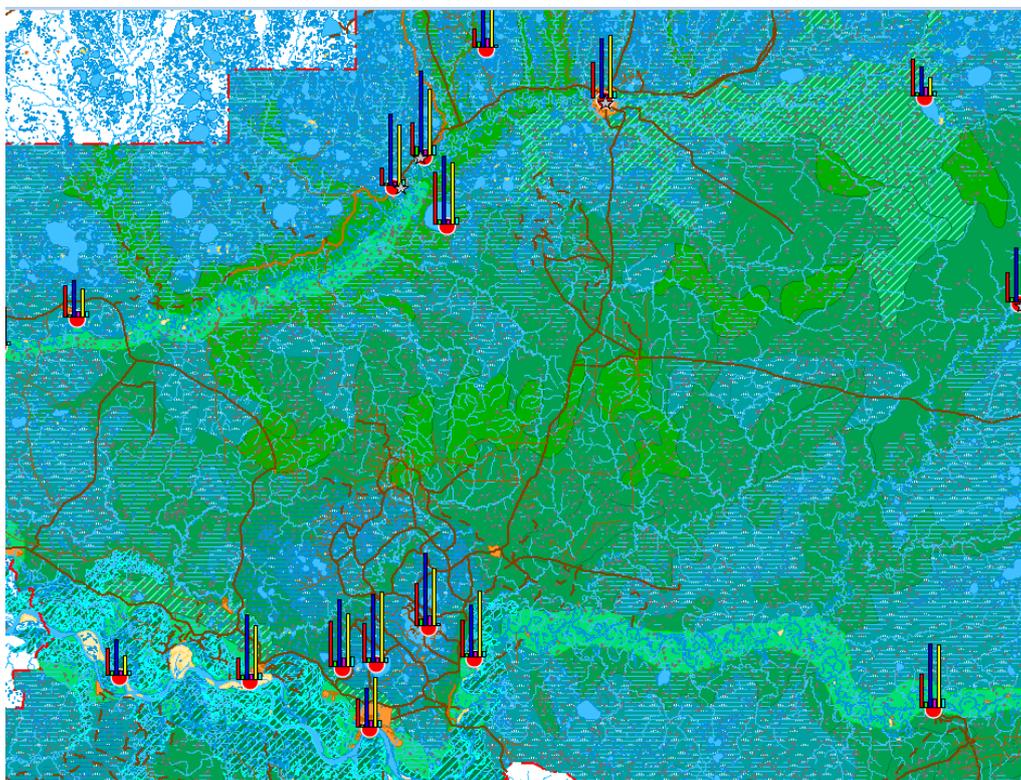


Рис. Фрагмент учебной карты экологического состояния территории, созданной в ГИС

Литература

1. Бадьина Т.А. ГИС-технологии в экологических исследованиях: фактор безопасности // Международный журнал экономики и образования. 2016. Т.2. №4. С. 39-46.
2. Баузер И.А. Применение геоинформационных систем в научно-исследовательской деятельности школьников. Красноярск, 2018.
3. Ерунцова Е.Р. Использование геоинформационных систем в экологии и природопользовании // Актуальные вопросы науки и образования: теоретические и практические аспекты: Мат-лы Международной (заочной) научно-практической конференции (г. Кишинев, 2018 г.). Кишинев, 2018. С. 181-185.
4. Иванова М.В. Использование ГИС-технологий в рамках изучения географии в средней школе // A Posteriori. 2020. №4. С. 10-14.
5. Кадыркулова Н.К. Анализ эффективности систем управления базами данных при разработке баз данных в среде ArcGIS // Вестник Жалал-Абадского государственного университета. 2022. № 1(50). С. 60-64.
6. Ковалева О.О. ГИС в экологии и природопользовании // Студенческий научный форум: Мат-лы XV Международной студенческой научной конференции. 2018. <https://clck.ru/38qvTu>
7. Краснощёков А.Н., Т.А. Трифонова, Н.В. Мищенко. Геоинформационные системы в экологии. Владимир: Владим. гос. ун-т, 2004. 151 с.
8. Марков Д.С. Формирование геоинформационных компетенций у студентов в условиях дистанционного обучения // Современное университетское образование: вызовы и проблемы, ценности и инновации, технологии и качество: сб. статей (г. Иваново, 24-25 ноября 2021 г.). Иваново, 2021. С. 250-266.
9. Никитин А.И. Использование системы ГИС в экологии // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: Сб. мат-ов V Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики. В 3-х томах. Красноярск, 2019. Т.2. С. 563-564.
10. Пашковская О.В. Анализ данных в геоинформационной системе QGIS // Решетневские чтения: Мат-лы XXIV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева: в 2 частях (г. Красноярск, 2020 г.). Ч. 2. Красноярск, 2020. С. 345-346.
11. Сартин С.А., Таласбай Д.А. Обнаружение изменений в лесоустройстве при помощи выделов в программе Google Earth Pro // Вестник СКУ им. М. Козыбаева. 2021. № 4(52.1). С. 35-40.
12. Слива Е.А. Геоинформационные проекты в Нижневарттовском государственном гуманитарном университете: организация, проведение, результаты. Нижневарттовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-т, 2013. 109 с.
13. Харыбин Т.А. Использование ГИС-технологий в решении проблем экологии // Современная наука: проблемы и перспективы развития: мат-лы международной научно-практической конференции (г. Душанбе, 20 декабря 2016 г.). 2021. С. 16-20.

14. Черных В.В., Желонкина О.Ю. Оценка экосистемных услуг хвойных растений // Молодой исследователь: от идеи к проекту: Мат-лы VII студенческой научно-практической конференции. Йошкар-Ола, 2023. С. 67-70.

15. Чиглинцева Е.С., Хазиахметов Р.М., Тельцова Л.З., Габидуллина Г.Ф. Основные принципы использования геоинформационных систем в экологии и природопользовании // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 7(133). С. 23-32.

16. Andrew Stewart, Leafmap: A Python package for interactive mapping and geospatial analysis with minimal coding in a Jupyter environment // Journal of Open Source Software. 2021. Vol. 6. №63.

17. Ermolaeva A.V. Optimization of pipeline route selection and row development through application of geographic system “Mapinfo professional” // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых (г. Томск, 01–06 апреля 2013 г.). Томск, 2013. С. 798-800.

© Кузнецова В.П., Скрипник Е.А., 2024