

УДК 502

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКОМОНИТОРИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БОГДИНСКО-БАСКУНЧАКСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Глаголев С. Б.<sup>1</sup>, Волкова И. В.<sup>2,3</sup>, Джалмухамбетова Е. А.<sup>2</sup>, Цыгута А. Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Богдинско-Баскунчакский государственный природный заповедник, Астрахань, Россия

<sup>2</sup>Каспийский институт морского и речного транспорта им. ген.-адм. Ф.М. Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, Астрахань, Россия

<sup>3</sup>Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

Статья поступила 19.06.2025, принята к публикации 30.06.2025. Опубликовано онлайн.

**Аннотация.** Статья посвящена применению геоинформационных систем (ГИС) в экологическом мониторинге Богдинско-Баскунчакского заповедника – уникальной территории с выраженными карстовыми процессами и высоким биоразнообразием.

На примере анализа динамики карстовых провалов, картирования маршрутов исследований и учёта биологических видов показано, как интеграция ГИС-технологий повышает точность и эффективность экомониторинга.

Использование мобильных приложений, спутниковых снимков и многослойных карт позволило автоматизировать сбор данных,

оптимизировать управление туристическими потоками и минимизировать антропогенное воздействие.

Результаты демонстрируют, что ГИС-платформы не только упрощают визуализацию пространственных данных, но и способствуют разработке стратегий сохранения редких видов и уязвимых экосистем. Статья подчеркивает ключевую роль ГИС в адаптивном управлении охраняемыми территориями в условиях растущего антропогенного прессинга.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы, заповедник, экологический мониторинг, картирование, спутниковые снимки

## THE USE OF GIS TECHNOLOGIES IN THE MONITORING ACTIVITIES OF THE BOGDINSK-BASKUNCHAK NATURE RESERVE

Glagolev Stanislav B.<sup>1</sup>, Volkova Irina V.<sup>2,3</sup>, Dzhalmukhambetova Elena A.<sup>2</sup>, Tsyguta Anna N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bogdinsky-Baskunchaksky State Nature Reserve, Russia, Astrakhan

<sup>2</sup>Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F. M. Apraksin – branch of Volga State University of Water Transport, Russia, Astrakhan

<sup>3</sup>Astrakhan State Technical University, Russia, Astrakhan

**Abstract.** The article is devoted to the application of geographic information systems (GIS) in the environmental monitoring of the Bogdinsk-Baskunchak Nature Reserve, a unique territory with pronounced karst processes and high biodiversity. Using the example of analyzing the dynamics of karst sinkholes, mapping research routes and accounting for biological species, it is shown how the integration of GIS technologies increases the accuracy and efficiency of ecomonitoring. The use of mobile applications, satellite imagery, and multilayer maps has made it possible

to automate data collection, optimize tourist flow management, and minimize anthropogenic impact. The results demonstrate that GIS platforms not only simplify the visualization of spatial data, but also contribute to the development of conservation strategies for rare species and vulnerable ecosystems. The article highlights the key role of GIS in the adaptive management of protected areas under increasing anthropogenic pressure.

**Keywords:** geographic information systems, nature reserve, environmental monitoring, mapping, satellite images

## Введение

Картографические методы и геоинформационные системы (ГИС) служат неотъемлемым инструментом современного экологического мониторинга, обеспечивая наглядную визуализацию и глубокий пространственный анализ состояния окружающей среды. Их применение позволяет эффективно собирать, интегрировать, обрабатывать и интерпретировать большие объемы данных, включая информацию о природных ресурсах, антропогенном воздействии, загрязнении и динамике экосистем. Ключевые преимущества ГИС-технологий в экологии включают наглядность и доступность представления сложных пространственных данных, высокую точность сбора и анализа геопривязанной информации, а также наличие мощных аналитических инструментов для моделирования сценариев (включая прогнозирование изменений под влиянием различных факторов) и поддержки принятия обоснованных управленческих решений.

Помимо прочего, ГИС способствуют оптимизации использования и охраны природных ресурсов (лесных, водных, земельных) и играют важную роль в информировании общественности. Особую значимость эти технологии приобретают в деятельности по управлению особо охраняемыми природными территориями, где интерактивное картографирование, включая точное определение границ, маршрутов мониторинга и зон

контроля, применяется для планирования, обеспечения развития и сохранения биоразнообразия уникальных экосистем. Целью данной работы является анализ возможностей и разработка рекомендаций по применению ГИС-технологий для совершенствования системы экологического мониторинга на территории Богдинско-Баскунчакского государственного природного заповедника.

Богдинско-Баскунчакский заповедник, расположенный в Астраханской области, представляет собой уникальный природный комплекс, сочетающий карстовые ландшафты, солянокупольные структуры и реликтовые экосистемы. Его геоморфологические особенности, такие как гора Большое Богдо и озеро Баскунчак, формировались под влиянием палеозойских отложений и активных карстовых процессов. Однако антропогенная нагрузка, включая неконтролируемый туризм и климатические изменения, ставит под угрозу хрупкое равновесие этих экосистем.

Традиционные методы мониторинга, основанные на ручном сборе данных, часто оказываются трудоёмкими и недостаточно точными. Внедрение ГИС-технологий позволяет решить эти проблемы, обеспечивая автоматизацию учёта карстовых провалов и динамики рельефа, интеграцию данных дистанционного зондирования с полевыми исследованиями, визуализацию распределения биоразнообразия и антропогенных факторов.

## Материалы и методы

Объект исследования: исследования проводились на территории Государственного природного заповедника «Богдинско-Баскунчакский» (Астраханская область, Россия), характеризующейся сложным геолого-

геоморфологическим строением (включая солянокупольную структуру, карстовые формы рельефа – воронки, пещеры, слепые овраги) и уникальным биоразнообразием. Его расположение показано на карте (рис. 1).

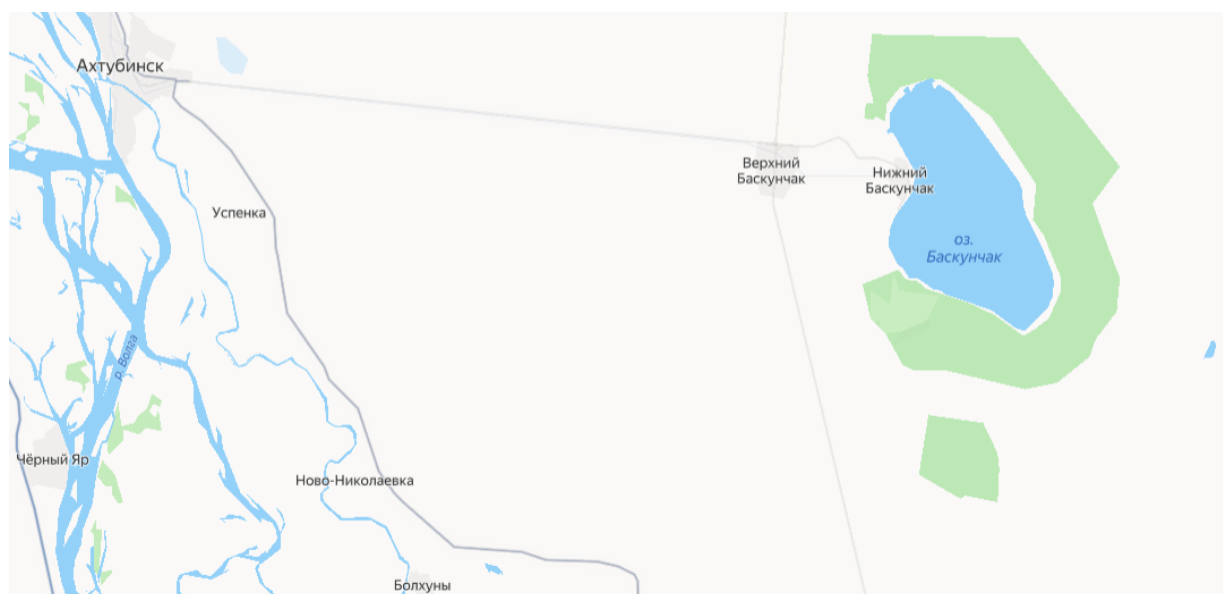


Рис. 1. Государственный природный заповедник Богдинско-Баскунчакский (зеленым цветом обозначена территория заповедника)

В основу работы легли материалы из ежегодных отчетов ФГБУ «Государственный заповедник «Богдинско-Баскунчакский» за 22 года [1] и ежегодные доклады об экологической ситуации в Астраханской и Волгоградской областях [2; 3].

В работе были использованы комплексные методы сбора данных: геоморфологический мониторинг [4]; мониторинг биоразнообразия [5], включая визуальный учет животных, метод шумового прогона [6], фоторегистрация с использованием фотоловушек [7], фиксация мест произрастания редких и реликтовых видов растений [8]; учет антропогенной нагрузки [9-12], включая фиксацию существующих туристических маршрутов, учет посещаемости территории (экскурсанты, туристы, научные группы).

Для систематизации, анализа и визуализации данных применялись следующие методы геоинформатики: сбор и обработка пространственных данных; регистрация

полевых маршрутов и точек наблюдений в реальном времени с использованием мобильного ГИС-приложения; оцифровка архивных карт и схем наблюдений; импорт и обработка спутниковых снимков различного разрешения; формирование атрибутивных таблиц для объектов (виды, численность, дата наблюдения, размеры провалов и т.д.).

## Результаты

Богдинско-Баскунчакский заповедник, расположенный на левобережье Нижнего Поволжья, отличается разнообразием геоморфологических особенностей, которые сформировались под воздействием структурных и климатических факторов и геологического развития. Основной рельеф территории включает денудационную границу с максимальной отметкой поверхности 149,6 м, плавно переходящую в аккумулятивную границу вокруг озера Баскунчак.

Наиболее рельефными формами являются гора Большое Богдо (+150 м) и чаша озера Баскунчак (–20,5 м). На территории представлены карстовые формы рельефа, такие как воронки, слепые овраги, а также часто пещеры, включая крупнейшую пещеру Баскунчакскую (около 1,5 км длины). Формы и размеры карстовых воронок весьма разнообразны. Диаметр некоторых поверхностных карстовых форм на 2008 год достигало более 100 м, а глубина до 25 м [1].

В основе Баскунчакской солянокупольной структуры закладываются породы палеозойского возраста, включая каменную соль (галит), перекрытую гипсоангидритовым слоем (кепроком). Гипсовые поля

заповедника занимают около 360 км<sup>2</sup>, что предопределяет карстовые процессы. Водонесные горизонты кунгурского яруса характеризуются значительным водообеспечением территории, а их минерализация варьируется от 0,6 до 380 г/л.

В заповеднике ведется наблюдение за карстовыми провалами, в частности за их размерами в динамике (рис. 2). Для этого используются спутниковые карты, но следует отметить, что карты до 2011 года не учитывали спутниковые снимки и характеризуют местность только за определенные года, поэтому некоторые данные просто не отслеживаются. С применением ГИС-технологий такая проблема исчезает.



Рис. 2. Изменение размеров провала к СЗ от озера Карасун за десятилетний период

Одним из методов в экологическом мониторинге является сбор и фиксация данных по биоразнообразию [13], в частности в заповеднике определяют численность растений [14-15] и животных.

Например, в государственном природном заповеднике (ГПЗ) «Богдинско-Баскунчакском» существуют определенные маршруты, по которым перемещаются сотрудники, осуществляющие визуальный мониторинг, на основании которого составляются сводные таблицы с указанием числа учтенных особей и рассчитанным индексом численности особей на квадратный километр. Такие маршруты отмечаются на картах и для удобства можно отразить в ГИС

проекте с указанием точек, в которых проводятся исследования (почвы, воздуха, состав почвы и т.д.).

В настоящее время в ГПЗ «Богдинско-Баскунчакский» заповеднике для записывания маршрутов на местности используется мобильное приложение Locus Map [16]. С его помощью работники записывают пешие маршруты, а на автомобильных маршрутах можно отмечать точками наиболее интересные места, которые более детально можно посетить на пешем маршруте. Полученный трек маршрута можно наложить в ГИС-проекте на карту для дальнейшей обработки данных.



Нанесение данных на общую карту также позволит выгодно расставить фотоловушки, чтобы запечатлеть максимальное количество представителей фауны. На рис. 3 изображен пример картирования млекопитающих.

Одним из важных методов исследования является наблюдение за животными, отмеченными ушной меткой, оно

осуществляется с помощью фиксации фотоловушками или визуально. Как пример, на рис. 4 отмечено местоположение взрослого животного и местоположение, когда данную метку закрепили. Расстояние между данными точками составляет 188,5 км. Точки мечения животных можно также расположить на карте ГИС-проекта.



Рис. 3. Карты визуального контроля млекопитающих: а) карта маршрутов передвижения сотрудников 21-24 августа 2023 года; б) карта встреч млекопитающих в 2023 году

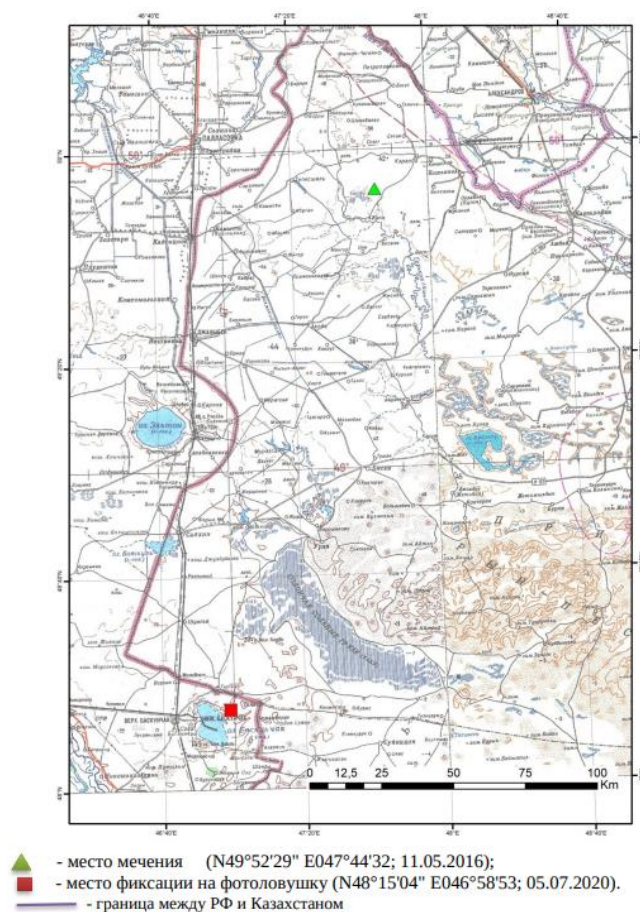


Рис. 4. Карта местоположения меченного животного, 2020 год

Маршруты классифицируют как постоянные (мониторинговые) (рис. 5) и временные (рис. 6). Особенностью в

построении маршрутов является учет эколого-фаунистических комплексов или биотопов.



1)



2)

Рис. 5. Постоянные маршруты: 1) Зеленый сад. Маршрут №4, 2022 год; 2) Зелёный сад. Маршрут №6, 2020 год

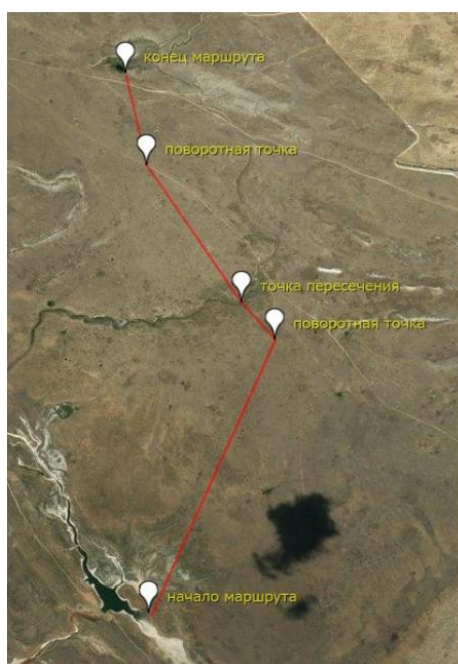


Рис. 6. Временный маршрут. Участок №1 «Речка Горькая (дамба) – оз. Горькое», 2022 год

Каждый год в течение полевого сезона прокладывается определенное количество полевых маршрутов для геоморфологических исследований (рис. 7). Все их можно отмечать на ГИС проекте в виде слоев.

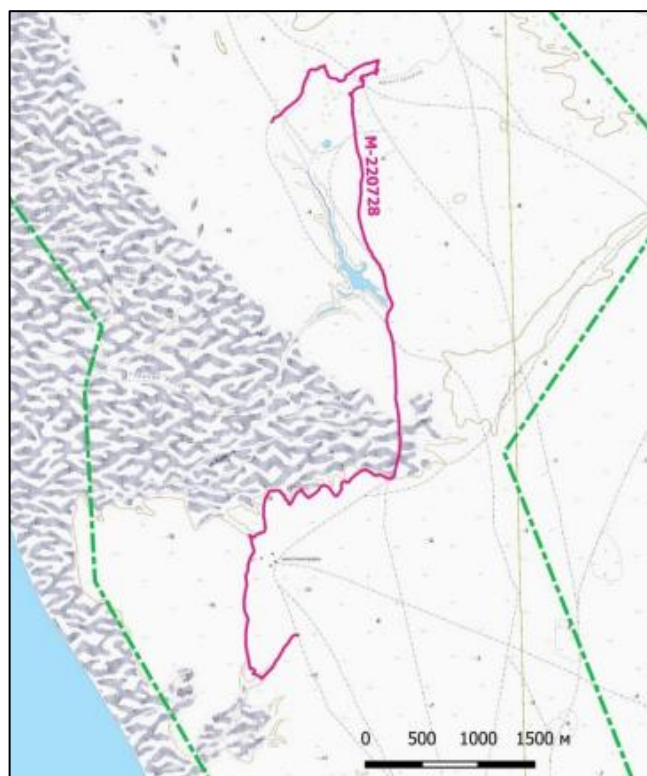
Проведение детальных геоморфологических исследований на территории Богдинско-Баскунчакского заповедника имеет значение для понимания современных природных процессов. Активное развитие карстовых форм (воронок, провалов, пещер)

представляет потенциальную опасность для инфраструктуры заповедника и посетителей, поэтому мониторинг динамики этих форм, их морфометрии и пространственного распределения позволяет выявлять зоны повышенной карстовой опасности, прогнозировать возможные изменения рельефа и оценивать влияние этих процессов на гидрологический режим и состояние экосистем.

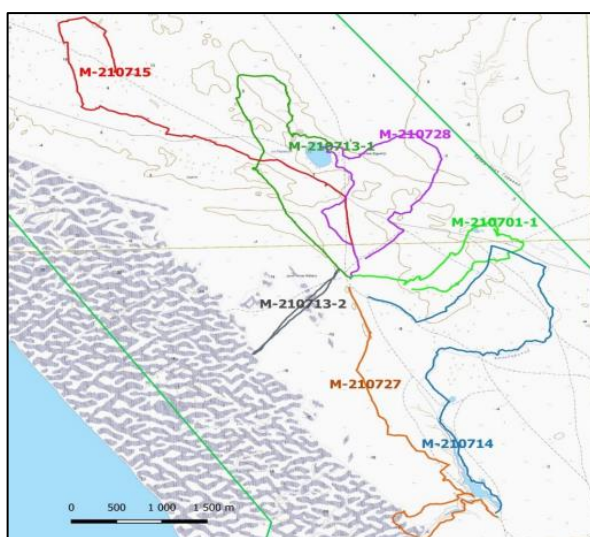




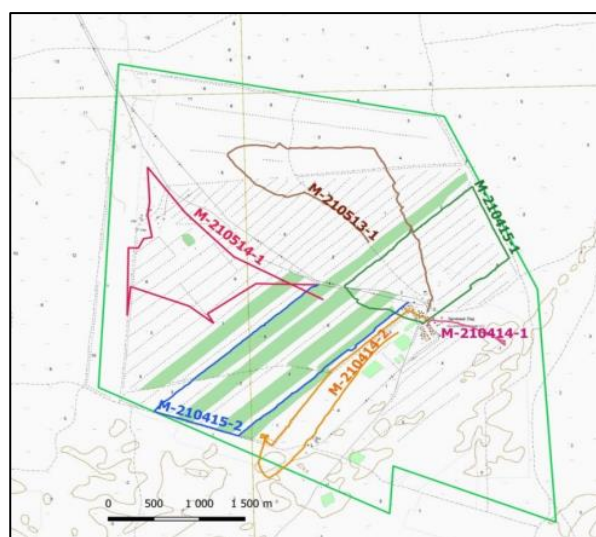
а) Геоморфологические маршруты в юго-западной части заповедника, 2022 год



б) Геоморфологический маршрут в районе ур. Красная Лощина и балки Горькая Речка, 2022 год



в) Геоморфологические маршруты в районе оз. Карасун и балки Горькая Речка, 2021 год



г) Геоморфологические маршруты на участке «Зеленый сад», 2021 год

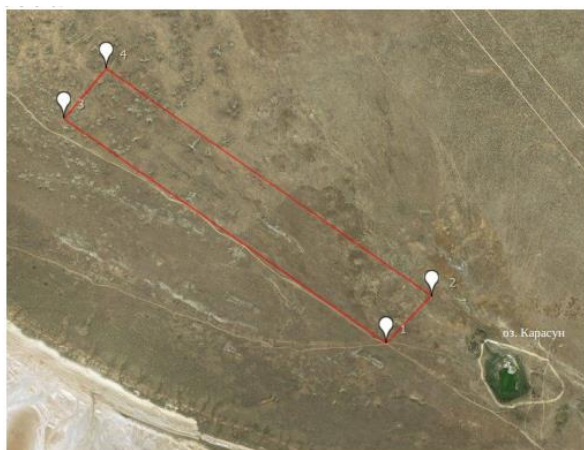
Рис. 7. Геоморфологические маршруты

Используя наработки мониторинга за фауной заповедника, можно построить карты передвижения определенного вида на местности. Например, передвижения некоторых характерных для местности животных, таких как такырная круглоголовка,

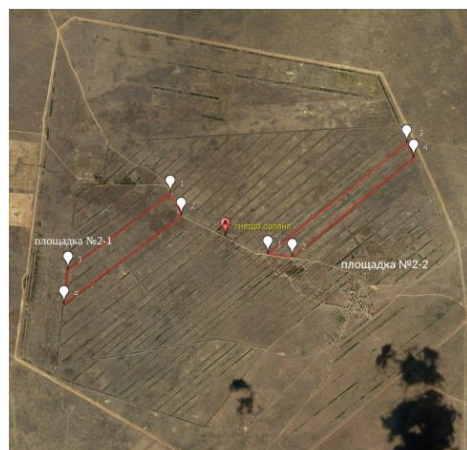
пискливый геккончик и др., отмечаются на карте и в результате прослеживается закономерность что с возрастом увеличивается размер участка, на котором данный вид перемещается [1].

Помимо вышеперечисленного на картах работниками заповедника отмечаются участки, на которых проводятся учет животных методом шумового прогона (рис. 8).

Затем результаты наблюдений заносятся в паспорт участка, которые тоже могут быть занесены в ГИС проект в виде слоя.



Участок №1 оз. Карасун. 2022 г.



Участок №2 уч. Зелёный сад. 2022 г.

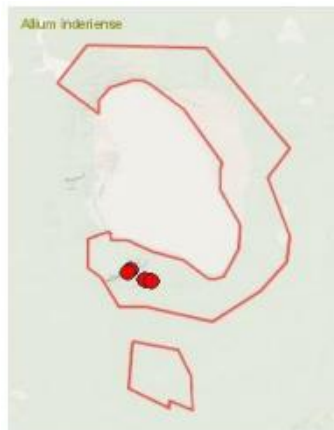
Рис. 8. Участки для определения численности методом шумового прогона

При наблюдении за флорой Богдинско-Баскунчакского заповедника, на картах отмечаются места произрастания растений (рис. 9), например, на рисунке 9 а) представлена карта-схема наблюдений за

реликтовыми видами растений, произрастающих на г. Большое Богдо. На основе данных наблюдений составляется календарь наблюдений за фенологическими фазами растений.



а)



б)



в)

Рис. 9. Карта-схема мест наблюдения и места произрастания растений, 2016 год: а) Эверсмания почти-колючая - *Ewersmannia subspinos* (Fisch. ex DC.) B. Fedtsch; б) Лук индерский *Allium inderiense* Fisch ex Bung; в) Двучленник пузырчатый *Diarthron vesiculosum* (Fisch. et Mey.) C.A. Mey.



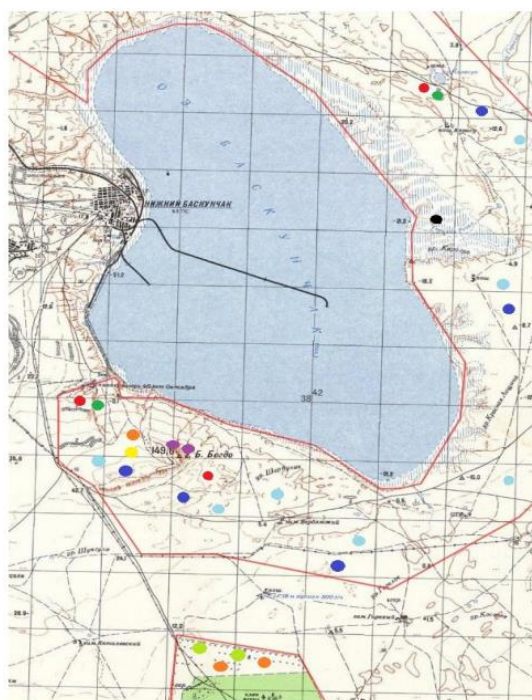
На территории Богдинско-Баскунчакского заповедника ежегодно проходит изучение флоры и фауны, в том числе и с помощью приглашенных специалистов. Например, в августе 2022 года, в течение нескольких дней проводилось изучение герпетофауны заповедника (рис. 10): исследовался видовой состав и ареал обитания змей на юго-восточных склонах г. Большой Богод.

В работе используется фотофиксация и запись координат. Полученные данные

заносятся на карту специалистом вручную, что занимает большое количество времени, и при дальнейшем использовании данных карт необходимо вручную переносить данные в другую программу для проведения анализа. На рисунке 11 отмечены результаты исследований за 2016 год. Использование ГИС-проекта облегчит и автоматизирует данную работу, так как можно разместить интересующие виды по слоям по годам, а данные выводить в зависимости от требований анализа.



Рис. 10. Карта-схема мест наблюдения земноводных и пресмыкающихся в Богдинско-Баскунчакском заповеднике и на прилегающих к нему территориях: (1 - Зелёная жаба; 2 - Быстрая ящурка; 4 - Такырная круглоголовка; 5 - Пискливый геккончик; 6 - Каспийский полоз), 2022 год



- *Pelobates fuscus*
- *Pseudepidalca viridis*
- *Alsophylax pipiens*
- *Phrynocephalus guttatus*
- *Eremias arguta*
- *Eremias velox*
- *Erix miliaris*
- *Hierophis caspius*
- *Elaphe sauromates*

Рис. 11. Карта-схема размещения отмеченных в 2016 г. видов амфибий и рептилий на территории Богдинско-Баскунчакского заповедника

При детальной проработке проекта различные слои могут характеризовать наблюдение за определенными видами флоры и фауны: слой «кустарники», слой «деревья», слой «птицы». Такие слои можно использовать для формирования маршрутов для экотуризма. Они позволят не допустить туристов на территории, на которых присутствие человека не желательно (во время гнездования определенных видов птиц), но при этом проложить эко-тропы таким образом, чтобы это было наиболее познавательно с точки зрения знакомства с природой Астраханской области.

Как указано в документе [1], наиболее влияющим на экосистемы заповедника антропогенным фактором, являлось посещение заповедника экскурсантами, школьниками, студентами, проходящими практику на территории заповедника и сотрудниками научно-исследовательских организаций, а также организованными и неорганизованными туристами.

В связи с этим разработка и внедрение специальных ГИС-проектов для заповедника поможет разработать систему мониторинга и управления туристическими потоками. Это позволит оптимизировать маршруты экскурсий, а также контролировать количество посетителей на территории заповедника. Использование данных о посещаемости и маршрутах позволит разработать стратегии по снижению негативного воздействия на окружающую среду и сохранению биоразнообразия заповедника.

С учётом применения ГИС-технологий можно более точно оценить влияние антропогенного фактора на экосистемы заповедника. ГИС позволяют анализировать большие объёмы данных о посещаемости, маршрутах посетителей, а также создавать подробные карты территории. Это поможет

разработать более эффективные стратегии управления заповедником и минимизировать негативное воздействие человека на природу.

## Обсуждение и выводы

В работе рассмотрены возможности применения геоинформационных систем для экологического мониторинга особо охраняемых природных территорий на примере Богдинско-Баскунчакского заповедника. Были изучены варианты применения картографического метода в экологическом мониторинге, на основании которых можно рекомендовать создание многослойной ГИС-модели заповедника.

Разработка цифровой картографической основы и тематических слоев в среде настольной ГИС (например, QGIS, ArcGIS), будет включать:

- Рельеф и геоморфология (карстовые формы, маршруты обследования).
- Распределение флоры (места произрастания ключевых видов).
- Распределение и перемещение фауны (точки встреч, ареалы, маршруты учетов, участки прогона, точки фотоловушек, данные по мечению).
- Инфраструктура мониторинга (постоянные и временные маршруты, точки отбора проб).
- Антропогенная нагрузка (существующие тропы, зоны посещения).

Предложенный проект позволит упростить некоторые процессы, связанные с мониторингом и инвентаризацией природных территорий, а также позволит анализировать динамику изменения различных параметров с течением времени и выявлять закономерности этих изменений. Более детально возможности ГИС-проекта представлены в виде схемы на рисунке 12.

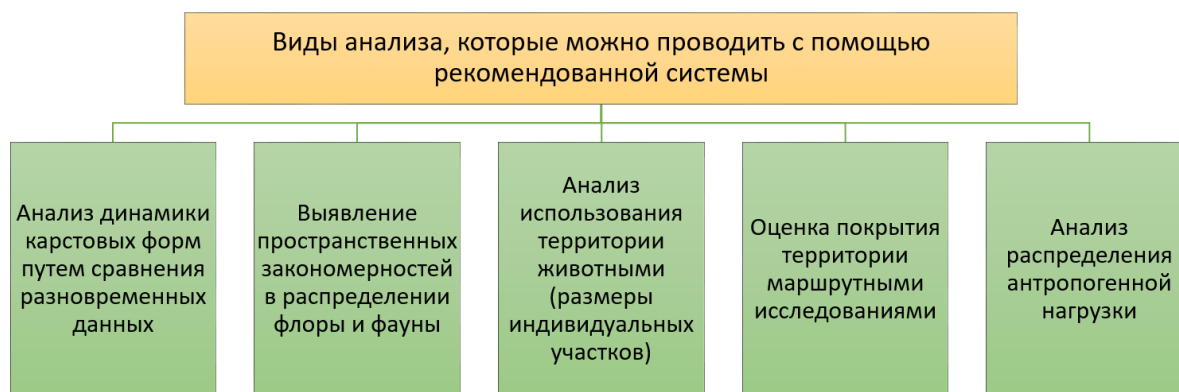


Рис. 12. Аналитические возможности ГИС для экологического мониторинга

Помимо аналитической деятельности данный проект можно будет использовать при проектировании и оптимизации, например, для оптимизации сети мониторинговых маршрутов и расстановки фотоловушек на основе анализа существующих данных о встречаемости видов, а также проектирования экологических троп и зонирования территории для регулирования туристических потоков с учетом чувствительных биотопов и мест обитания редких видов.

Применение ГИС-технологий может значительно улучшить процесс экологического мониторинга, обеспечивая более точные и актуальные данные о состоянии окружающей среды. Это, в свою очередь, позволит принимать более обоснованные

решения в области охраны природы и управления природными ресурсами.

Однако для успешного внедрения ГИС-технологий необходимо решить ряд проблем, связанных с отсутствием достаточных данных, необходимостью обучения специалистов и разработки специализированного программного обеспечения.

Таким образом, применение ГИС-технологий для экологического мониторинга особо охраняемых природных территорий Волго-Ахтубинской поймы является перспективным направлением, которое может принести значительные преимущества в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

## Благодарности

Авторы выражают признательность сотрудникам ФГБУ «Государственный заповедник «Богдинско-Баскунчакский» за предоставленные данные и техническую поддержку.

## Список литературы

1. Изучение естественного хода процессов, протекающих в природе и выявление взаимосвязей между отдельными частями природного комплекса. Летопись природы. // ФГБУ «Государственный заповедник «Богдинско-Баскунчакский» Книги 1-23. 2001-2023 года.
2. Доклад об экологической ситуации в Астраханской области 2001-2023 года [Электронный ресурс] URL: <https://nat.astrobl.ru/activity/doklady-i-otcety> (дата обращения 01.04.2025).

3. Доклад об экологической ситуации в Волгоградской области 2001-2023 года [Электронный ресурс] URL: <https://oblkompriroda.volgograd.ru/current-activity/analytics/reports/> (дата обращения 01.04.2025).
4. Лактионов, А. П. Флора Астраханской области: монография / А. П. Лактионов; А. П. Лактионов; Федеральное агентство по образованию, Астраханский гос. ун-т. – Астрахань: Астраханский ун-т, 2009. – 295 с.



5. Экологический мониторинг: учебное пособие / Т. Я. Ашихмина, Г. Я. Кантор, А. Н. Васильева [и др.]; под редакцией Т. Я. Ашихминой. — 4-е изд. — Москва: Академический Проект, 2020. — 416 с. — ISBN 978-5-8291-2994-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/132173> (дата обращения: 30.06.2025).
6. Приказ № 88 Министерства природных ресурсов и экологии РФ совместно с ФГБУ «Федеральный центр развития охотничьего хозяйства» «О методиках учета численности охотничьих ресурсов» бала утверждена «Методика учета численности охотничьих ресурсов методом шумового прогона», 2021
7. Азаревич, А. Н. Фоторегистрация сезонной активности зверей в Большом Бору Национального парка "Нижняя Кама" / А. Н. Азаревич, В. В. Леонтьев // Научный Лидер. — 2023. — № 21(119). — С. 68-71. — EDN RIJKJD.
8. Менделева, В. П. Дикорастущие виды растений засоленных почв Астраханской области в оценке степени загрязнения почв тяжелыми металлами / В. П. Менделева, И. В. Волкова // Эволюция биосферы, биогеохимические циклы и биогеохимические технологии: связь фундаментальных и прикладных исследований: Материалы XIII Международной биогеохимической школы-конференции, посвященной 160-летию со дня рождения В.И. Вернадского, Пущино, Московская обл., 25–29 сентября 2023 года. — Пущино: ООО "Товарищество научных изданий КМК", 2023. — С. 90-92. — EDN IUHWEC.
9. Менделева, В. П. Накопление тяжелых металлов у растений рода *Artemisia* L., произрастающих на засоленных почвах Астраханской области / В. П. Менделева, Д. Курбанова, В. Алферова // 74-я Международная студенческая научно-техническая конференция: Материалы, Астрахань, 08–13 апреля 2024 года. — Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2024. — С. 109-110. — EDN AXVMZB.
10. Менделева, В. П. Растения-гипераккумуляторы тяжелых металлов засоленных почв Астраханской области / В. П. Менделева, И. В. Волкова // Наука и практика - 2022: Материалы Всероссийской междисциплинарной научной конференции, Астрахань, 10–15 октября 2022 года. — Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2022. — С. 149-151. — EDN DZEINR.
11. Распределение тяжелых металлов в органах растений, произрастающих на засоленных почвах Астраханской области / В. П. Менделева, И. В. Волкова, В. А. Чаплыгин, А. П. Лактионов // Природопользование: от истории к современности. Куражковские чтения: Материалы I Международной научно-практической конференции, Астрахань, 19–21 мая 2022 года / Составитель А.Н. Бармин. — Астрахань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет", 2022. — С. 29-33. — EDN APTWMY.
12. Аккумуляция тяжелых металлов у некоторых видов полыни рода *Artemisia* L. В Астраханской области / В. П. Менделева, В. А. Алферова, И. В. Волкова, Д. Курбанова // Актуальные решения проблем водного транспорта: сборник материалов III Международной научно-практической конференции., Астрахань, 29–31 мая 2024 года. — Астрахань: Волжский государственный университет водного транспорта, 2024. — С. 174-177. — EDN ICWRZG.
13. Левич А.П., Булгаков Н.Г., В.Н. Максимов. Теоретические и методические основы технологии регионального контроля природной среды по данным экологического мониторинга. -М.: НИА-Природа. 2004. — 271 с.

14. Менделева, В. П. Медоносные растения солончаков / В. П. Менделева, И. В. Волкова // Актуальные вопросы естественных наук в современном научном знании: Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора Людмилы Халгаевны Сангаджиевой, Году науки и технологий, Элиста, 28–29 мая 2021 года / Редколлегия: Л.Х. Сангаджиева [и др.]. – Элиста: Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 2021. – С. 51-54. – EDN RUVDSW.
15. Менделева, В. П. Растения-гиперакумуляторы тяжелых металлов засоленных почв Астраханской области / В. П. Менделева, И. В. Волкова // Наука и практика - 2022: Материалы Всероссийской междисциплинарной научной конференции, Астрахань, 10–15 октября 2022 года. – Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2022. – С. 149-151. – EDN DZEINR.
16. Locus Map [Электронный ресурс] URL: <https://www.locusmap.app/> (дата обращения 01.04.2025).

## References

1. Izuchenie estestvennogo khoda protsessov, protekaiushchikh v prirode i vyavlenie vzaimosviazei mezhdu otdel'nymi chastiami prirodnogo kompleksa. Letopis' prirody. [Studying the natural course of processes occurring in nature and identifying the relationships between individual parts of the natural complex. The Chronicle of Nature] // FGBU «Gosudarstvennyi zapovednik «Bogdinsko-Baskunchakskii» Knigi 1-23. 2001-2023 goda.
2. Doklad ob ekologicheskoi situatsii v Astrakhanskoi oblasti 2001-2023 goda [Report on the Environmental Situation in the Astrakhan Region, 2001-2023] URL: <https://nat.astrobl.ru/activity/doklady-i-otcety> (data obrashcheniia 01.04.2025).
3. Doklad ob ekologicheskoi situatsii v Volgogradskoi oblasti 2001-2023 goda [Report on the Environmental Situation in the Volgograd Region 2001-2023] URL: <https://oblkom-priroda.volgograd.ru/current-activity/analitics/reports/> (data obrashcheniia 01.04.2025).
4. Laktionov, A.P. Laktionov, A.P. Flora Astrakhanskoi oblasti: monografiia [Flora of the Astrakhan region] Federal'noe agentstvo po obrazovaniu, Astrakhanskii gos. un-t. Astrakhan': Astrakhanskii un-t, 2009. 295 p.
5. Ashikhmina, T.I.A., Kantor, G.I.A. Vasil'eva A.N. Ekologicheskii monitoring: uchebnoe posobie [Environmental monitoring: a training manual] 4-e izd. — Moskva: Akademicheskii Proekt, 2020. — 416 p.
6. Prikaz no 88 Ministerstva prirodnikh resursov i ekologii RF sovmestno s FGBU «Federal'nyi tsentr razvitiia okhotnich'ego khoziaistva» «O metodikakh ucheta chislennosti okhotnich'ikh resursov» byla utverzhdena «Metodika ucheta chislennosti okhotnich'ikh resursov metodom shumovogo progona» [Order No. 88 of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, together with the Federal State Budgetary Institution Federal Center for Hunting Economy Development, approved the "Methodology for Counting Hunting Resources by the Noise Run Method"], 2021
7. Azarevich, L.N., Leont'ev, V.V. Fotoregistratsiia sezonnoi aktivnosti zveri v Bol'shom Boru Natsional'nogo parka "Nizhniaia Kama" [Photorecording of seasonal animal activity in Bolshoy Bor National Park, Nizhnyaya Kama] 2023, no 21(119). pp. 68-71.
8. Mendeleeva, V.P., Volkova, I.V. Dikorastushchie vidy rastenii zasolennykh pochv Astrakhanskoi oblasti v otsenke stepeni zagriazneniia pochv tiazhelymi metallami [Wild plant species of saline soils in the Astrakhan Region in assessing the degree of soil contamination with heavy metals] // Evoliutsiia biosfery, biogeokhimicheskie tsikly i biogeokhimicheskie tekhnologii: sviaz' fundamental'nykh i prikladnykh issledovani: Materialy XIII Mezhdunarodnoi biogeokhimicheskoi shkoly-konferentsii, posviashchennoi 160-letiiu so dnia rozhdeniia

V.I. Vernadskogo, Pushchino, Moskovskaia obl., 25–29 sentiabria 2023 goda. Pushchino: OOO "Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK", 2023. pp. 90–92.

9. Mendeleva, V.P., D. Kurbanova, V. Alferova. Nakoplenie tiazhelykh metallov u rastenii roda *Artemisia* L., proizrastaiushchikh na zasolennykh pochvakh Astrakhanskoi oblasti [Accumulation of heavy metals in plants of the genus *Artemisia* L., growing on saline soils of the Astrakhan Region] 74-ia Mezhdunarodnaia studentcheskaia nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya: Materialy, Astrakhan', 08–13 aprelya 2024 goda. Astrakhan': Astrakhanskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2024. pp. 109–110.

10. Mendeleva, V.P., Volkova, I.V. Rasteniia-giperakkumulyatory tiazhelykh metallov zasolennykh pochv Astrakhanskoi oblasti [Plants that accumulate heavy metals in saline soils of the Astrakhan Region] Nauka i praktika - 2022: Materialy Vserossiiskoi mezhdistsiplinarnoi nauchnoi konferentsii, Astrakhan', 10–15 oktiabria 2022 goda. Astrakhan': Astrakhanskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2022. pp. 149–151.

11. Mendeleva, V.P., Volkova, I.V. Rasteniia-giperakkumulyatory tiazhelykh metallov zasolennykh pochv Astrakhanskoi oblasti [Distribution of heavy metals in plant organs growing on saline soils in the Astrakhan Region] Nauka i praktika - 2022: Materialy Vserossiiskoi mezhdistsiplinarnoi nauchnoi konferentsii, Astrakhan', 10–15 oktiabria 2022 goda. Astrakhan': Astrakhanskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2022. pp. 149–151.

12. Mendeleva, V.P., Alferova, V.A., Volkova, I.V., Kurbanova D. Akkumuliatsiya tiazhelykh metallov u nekotorykh vidov polyni roda *Artemisia* L. V Astrakhanskoi oblasti [Accumulation of heavy metals in some species of *Artemisia* L. in the Astrakhan Region]

Aktual'nye resheniya problem vodnogo transporta: sbornik materialov III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii., Astrakhan', 29–31 maia 2024 goda. Astrakhan': Volzhskii gosudarstvennyi universitet vodnogo transporta, 2024. pp. 174–177.

13. Levich A.P., Bulgakov N.G., Maksimov V.N. Teoreticheskie i metodicheskie osnovy tekhnologii regional'nogo kontrolya prirodnoi sredy po dannym ekologicheskogo monitoring [Theoretical and methodological foundations of regional environmental control technology based on environmental monitoring data] Moskva: NIA-Priroda. 2004. 271 p.

14. Mendeleva, V.P., Volkova, I.V. Medonosnye rasteniia solonchakov [Honey-bearing plants of salt marshes] Aktual'nye voprosy estestvennykh nauk v sovremennom nauchnom znanii: Materialy I Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 75-letiu so dnia rozhdeniya doktora biologicheskikh nauk, professora Liudmily KHalgaevny Sangadzhievoy, Godu nauki i tekhnologii, Elista, 28–29 maia 2021 goda / Redkollegiya: L.KH. Sangadzhieva [i dr.]. Elista: Kalmytskii gosudarstvennyi universitet imeni B.B. Gorodovikova, 2021. pp. 51–54.

15. Mendeleva, V.P., Volkova, I.V. Rasteniia-giperakkumulyatory tiazhelykh metallov zasolennykh pochv Astrakhanskoi oblasti [Plants that accumulate heavy metals in saline soils of the Astrakhan Region] Nauka i praktika - 2022: Materialy Vserossiiskoi mezhdistsiplinarnoi nauchnoi konferentsii, Astrakhan', 10–15 oktiabria 2022 goda. Astrakhan': Astrakhanskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2022. pp. 149–151.

16. Locus Map [Electronic resource] URL: <https://www.locusmap.app/> (accessed on 01.04.2025).



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/ ABOUT THE AUTHORS

**Станислав Борисович Глаголев**, кандидат географических наук, директор, Государственный заповедник Богдинско-Баскунчакский, Российская Федерация, 416502, Астраханская обл., Ахтубинск, glagolev1972@mail.ru

**Ирина Владимировна Волкова**, доктор-биологических наук, доцент, профессор кафедры «Гидробиология и общая экология»; Астраханский государственный технический университет, 414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16; профессор кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», Каспийский институт морского и речного транспорта имени генерал-адмирала Ф. М. Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, 414000, г. Астрахань, ул. Никольская, стр.6, gridasova@mail.ru

**Елена Азатullaевна Джалмухамбетова**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», Каспийский институт морского и речного транспорта имени генерал-адмирала Ф. М. Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, 414000, г. Астрахань, ул. Никольская, стр.6, kimrt.vo@bk.ru

ORCID: 0000-0003-2620-6915

**Анна Николаевна Цыгута**, старший преподаватель кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», Каспийский институт морского и речного транспорта им. ген.-адм. Ф.М. Апраксина – филиал ВГУВТ, 414000, Астрахань, ул. Никольская, стр. 6, anna.tsyguta@mail.ru

ORCID: 0009-0008-3733-8108

**Stanislav Borisovich Glagolev**, Candidate of Geographical Sciences, director, Bogdinsky-Baskunchaksky State Nature Reserve, 19, Akhtubinsk, Akhtubinsky District, Astrakhan Region, Russia, 416502

**Irina Vladimirovna Volkova**, Doctor of Biological Sciences, Assistant Professor, Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University, Russia, Astrakhan, 16, str. Tatishchev, 414025; Professor of the Department of Mathematical and Natural Sciences Disciplines; Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F. M. Apraksin – branch of Volga State University of Water Transport, 6, str. Nikolskaya, Russia, Astrakhan, 414000

**Elena Azatullaevna Dzhal mukhambetova**, Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor at the Department of Mathematical and Natural Sciences, Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F. M. Apraksin – branch of Volga State University of Water Transport, 6, str. Nikolskaya, Russia, Astrakhan, 414000

**Anna Nikolaevna Tsyguta**, Senior lecturer of the Department Mathematical and Natural Sciences, Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F. M. Apraksin – branch of Volga State University of Water Transport, 6 Nikolskaya St, Astrakhan, Russia, 414000