

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

**Косвенная оценка состояния геосистем
памятника природы «Кумысная поляна» методом биоиндикации**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента _____ 2 _____ курса _____ 246 группы _____
направления _____ 05.04.06 Экология и природопользование _____
_____ географического факультета _____
_____ Вострикова Дениса Александровича _____

Научный руководитель
доцент, к.г.н., доцент _____

В.А. Данилов _____

Зав. кафедрой
к.с-х.н., доцент _____

В.А. Гусев _____

Саратов 2025

Введение. Проблема экологии для жителей крупных городов всегда являются насущными и особенно острыми. Современное общество требует от властей улучшения экологического состояния, вынос вредных производств за пределы города и оперативного контроля экологической ситуации. Мониторинг ситуации в настоящий момент может осуществляться традиционными методами, основанных на оценке прямых и косвенных индикаторах состояния геосистем. К сожалению, прямые методы из-за их затратности сложно распространить на всю территорию города, потому на практике их совмещают с косвенными методами изучения и оценки биоты городской территории, представленной растениями и организмами лесопарков.

В комплексной оценке природных геосистем с их сложной структурой и видовым разнообразием, а также необходимостью учета различных антропогенных факторов сложно обойтись аналитического функционала ГИС, дополняющего биологические методы исследований. Применение биоиндикационного метода оценки на примере лесного муравья может выступать как комплексный показатель оценки, а геоинформационное картографирование и анализ позволит не только изучить распространение муравейников, отразить динамику изменений, но и произвести анализ состояния и дать косвенную оценку деградации всех геосистем в целом.

Объектом исследования выступает природный парк «Кумысная поляна», который является рекреационной зоной и поглощает негативное антропогенное воздействие города.

Предметом исследования для косвенной оценки состояния геосистем были выбраны муравьи рода *Formica* sp. (рыжий лесной муравей), которые являются одними из самых распространенных видов на территории лесопарка.

Методологической основой исследования выступают общенаучные методы познания, а также специализированные методы биоиндикации, структурного и сравнительного анализа, математической статистики, а также приемы геоинформационного и тематического картографирования и классификации.

На защиту предлагаются следующие защищаемые положения:

- оценка геосистем центрального массива природного парка «Кумысная поляна», может выступать в качестве маркера косвенной геоэкологической оценки состояния города, поскольку территория выступает абсорбентом загрязнения и позволяет компенсировать антропогенное воздействие города.
- рыжие лесные муравьи обладают высокой чувствительностью к экологическому изменению экологического состояния, могут рассматриваться как эффективный биоиндикатор состояния окружающей среды.

Целью выпускной магистерской работы является косвенная оценка геоэкологического состояния отдельных компонентов геосистем памятника природы «Кумысная поляна» с применением биоиндикационного метода.

Задачи выпускной квалификационной работы:

- рассмотреть прямые и косвенные методы оценки геосистем;
- описать современное экологическое состояние памятника природы «Кумысная поляна»;
- осуществить мониторинг и картографирование муравейников рода *Formica* sp.;
- проанализировать текущее состояние отдельных геосистем модельных участков территории лесопарка с применением ГИС-инструментария;
- представить косвенную оценку и прогноз развития геоэкологического состояния памятника природы «Кумысная Поляна».

1. Современное экологическое состояние геосистем памятника природы «Кумысная поляна»

В результате негативного воздействия человеческой деятельности возникают различные экологические проблемы и потенциальные угрозы, которые могут быть взаимосвязаны.

Растительный покров на территории памятника природы «Кумысная поляна» богат своим разнообразием, включает в себя множество видов древесных пород, кустарников и полевой растительности. Однако сильная рекреационная нагрузка на отдельные участки лесопарка приводит к

ухудшению растительного покрова, путем несанкционированной вырубki деревьев, что увеличивает риск их исчезновения из-за эрозийных процессов [1].

Почвенный покров играет важнейшую роль в существовании природной системы. Но, к сожалению, из-за агрессивной человеческой деятельности, а именно загрязнение отходами и использовании вредных химических веществ в ведении сельского хозяйства, что в итоге может привести к ухудшению плодородия почв, от чего будут страдать, как растения, так и животные.

Животный мир парка разнообразен, он включает в себя многие виды, некоторые из них находятся под угрозой исчезновения. Влияние антропогенных факторов, которые подвергают уничтожение естественных мест обитания биоты, путем ведения сельского хозяйства и рекреационных нагрузок, все это в негативном ключе сказывается на популяциях животных. Уменьшение численности одного вида или даже исчезновение вовсе, может привести к дисбалансу в геосистеме [2].

Одной из основных проблем парка является отсутствие четкой связи между функциональным зонированием и существующими организациями, работающими на его территории. Эта проблема усугубляется отсутствием понятной структуры функционального зонирования, что может привести к деградации уникальных природных комплексов и объектов.

2. Методы оценки геосистем

Экологический мониторинг представляет собой систему регулярного наблюдения и оценки состояния окружающей среды с целью обнаружения изменений, вызванных как естественными процессами, так и деятельностью человека. Он является ключевым инструментом для прогнозирования последствий воздействия на природу и разработки стратегий по охране экосистем.

Мониторинг включает в себя такие элементы окружающей среды, как атмосфера, водные ресурсы, почва, биота и экосистемы в целом. Этот процесс включает сбор, обработку и анализ данных, что позволяет своевременно

выявлять ухудшение состояния окружающей среды и предлагать меры для его улучшения [3].

Прямые методы оценки геосистем предполагают применение различных инструментов и оборудования для непосредственного измерения экологических параметров. Эти подходы являются основными при оценке качества воздуха, воды, почвы и других элементов окружающей среды.

Измерение концентрации загрязняющих веществ в воздухе осуществляется с помощью газоанализаторов.

Анализ химического состава воды производится с использованием спектрофотометров или химических реагентов.

Уровень радиации определяется с помощью радиометров и дозиметров.

Оценка состояния почвы выполняется с применением рН-метров, а также приборов для измерения содержания тяжелых металлов и других химических веществ.

Косвенные методы оценки геосистем основываются на анализе экосистем и отдельных объектов через их реакции на изменения в окружающей среде. Это может включать исследование биологических индикаторов или применение удаленных датчиков для оценки состояния экосистем.

Изучение популяций растений и животных в качестве индикаторов загрязнения окружающей среды (например, использование мхов и лишайников для оценки уровня загрязнения атмосферы).

Применение биоиндикаторов для оценки качества воды (например, наблюдение за изменениями в популяциях водных организмов, таких как рыбы или микроорганизмы).

2.1. Применение ГИС-инструментария в исследованиях геосистем

Географические информационные системы, более известные под аббревиатурой ГИС, представляют собой совокупность компьютерного оборудования, программного обеспечения, а также методов и технологий, предназначенных для решения множества научных и практических задач в сфере пространственного анализа. Эти системы находят широкое применение в

различных областях, включая экологический мониторинг, управление природными ресурсами, градостроительство и научные исследования [4].

Одной из основных функций ГИС является возможность анализа пространственных данных, что особенно актуально для отслеживания изменений в экосистемах, оценивания воздействия человеческой деятельности на окружающую среду и создания цифровых карт, отражающих текущее состояние территории. ГИС обеспечивают интеграцию и обработку больших объемов данных, что позволяет специалистам эффективно визуализировать информацию и принимать обоснованные решения на основе полученных результатов.

Кроме того, геоинформационное картографирование, которое основывается на опыте комплексных географических исследований и системного тематического картографирования, играет ключевую роль в развитии картографической науки и производства. Такая интеграция знаний позволяет не только создавать качественные карты, но и развивать новые методологии и подходы в картографии, что в свою очередь способствует более глубокому пониманию пространственных процессов [5].

С помощью точного сопоставления различных временных и тематических карт, а также экспертных оценок и расчетов статистических регрессий, ГИС способны прогнозировать различные явления и процессы, как текущие, так и потенциально еще не известные. Это позволяет исследователям и практикам предвидеть последствия определенных действий, разрабатывать стратегии управления и планирования, а также предупреждать потенциальные экологические и социальные проблемы, основываясь на детальном анализе и моделировании пространственных данных.

3 Косвенная оценка территории памятника природы «Кумысная Поляна» и прогноз развития геоэкологического состояния

Давая косвенную оценку состояния геосистем на основе данных мониторинга муравьиных колоний, можно сделать вывод, что для центрального массива природного парка «Кумысная поляна» в целом характерна удовлетворительная оценка геосистем. Тем не менее, это обобщение не отражает всей сложности ситуации, ведь на определённых участках, особенно в наиболее рекреационно нагруженных местах, наблюдается явная рекреационная перегрузка. Эта перегрузка в свою очередь выражается в стагнации и разрушении отдельных компонентов геосистемы, что находит своё отражение в деградации и сокращении численности колоний муравьев вида *Formica* sp.

Один из основных факторов, способствующий этой негативной тенденции, заключается в недостаточной развитости рекреационной инфраструктуры природного парка. К сожалению, в парке отсутствуют системы, направленные на нормирование потока отдыхающих, а также эффективные механизмы слежения и пресечения противоправного доступа транспортных средств, особенно мотоциклов и мопедов, на территорию туристических троп. Этот беспечный доступ приводит к дополнительному разрушению среды обитания муравьев и других видов.

На перегруженных участках с зонами стихийного отдыха возникают несанкционированные свалки бытовых отходов, которые не убираются и накапливаются под пологом леса, что в свою очередь угрожает биологическому разнообразию и экосистеме в целом. Эти свалки не только портят внешний вид природного парка, но и выделяют токсические вещества в почву и воду, что негативно влияет на развитие геосистем и самих колоний муравьев, которые играют важную роль в поддержании экосистемного баланса.

Полученные данные наблюдений за модельными участками и выделами были экстраполированы на прочие участки для составления карты косвенной оценки состояния геосистем центральной части природного парка «Кумысная поляна». Для проверки и подтверждения результатов наших исследований, в заранее выбранных кварталах лесопарка был проведен дополнительный анализ

состояния колоний муравьев. В ходе исследования были обнаружены новые колонии муравьев на открытых и полуоткрытых типах ландшафта, находящихся на значительном удалении от дорожно-тропиночной сети, что свидетельствует о потенциальных возможностях для их восстановления вне рекреационно нагруженных зон.

Однако на крутых склонах лесопарка по-прежнему не было найдено ни одной колонии. Это может указывать на высокую степень воздействия природных и антропогенных факторов на данные участки, что делает их менее пригодными для обитания муравьев. Также вблизи муравейников, находящихся на расстоянии до 10 метров от межквартальных тропинок, были обнаружены идентичные следы внешнего механического разрушения, скорее всего, вызванные человеческой деятельностью. В результате, большие колонии муравьев встречаются в значительно меньшем количестве, чем это было бы в условиях более защищенной среды.

Подводя итог, можно сказать, что рост численности муравейников по территории всех кварталов будет сопоставим с нашими модельными участками, но серьезные меры по улучшению состояния экосистемы природного парка и предотвращению дальнейшей деградации жизненно важных компонентов биосферы становятся всё более актуальными. Это предполагает необходимость комплексного подхода к охране и восстановлению природных ландшафтов, а также активное вовлечение общественности в вопросы охраны окружающей среды.

Заключение. В ходе исследования были рассмотрены методы оценки геосистем на примере территории памятника природы «Кумысная поляна». Косвенная оценка территории центрального массива природного парка проводилась при помощи метода биоиндикации, которым выступили муравьи рода *Formica* sp., из-за их широкого распространения и высокой «отзывчивостью» к изменению окружающей среды.

По данным лесотаксационного описания природного парка, дополненными собственными многолетними исследования с применением

ГИС-технологии были составлены и проанализированы тематические карты, отражающие состояние отдельных компонентов геосистем природного парка.

На основе проведенных исследований и мониторинга муравейников *Formica* sp., была дана косвенная оценка состояния центральной части памятника природы «Кумысная Поляна», которая оценивается преимущественно как удовлетворительная, пере.

Была подтверждена и зафиксирована деградация колоний муравейников, связанная с антропогенной нагрузкой, расположенных вблизи туристических тропинок.

Список использованных источников

1 Экологические особенности территории освоения природного парка «Кумысная поляна» [Электронный ресурс]: eportal. – URL: http://elibrary.sgu.ru/VKR/2017/05-03-06_030.pdf (дата обращения 9.03.2023). – Загл. с экрана. – Яз. рус.

2 Экологические факторы [Электронный ресурс]: eportal. – URL: <https://animals-wild.ru/biologiya/2019-ekologicheskie-factory.html> (дата обращения 3.04.2022). – Загл. с экрана. – Яз. рус.

3 Антропогенные факторы [Электронный ресурс]: eportal. – URL: <https://karatu.ru/antropogennye-factory> (дата обращения 8.04.2022). – Загл. с экрана. – Яз. рус.

4 Кабирова В.А. Применение ГИС-технологий при оценке экологической безопасности городской среды (на примере автотранспорта) / В.А. Кабирова, Я.С. Скиданенко, Ю.М. Игнатов, А.Ю. Игнатова // Материалы Международного экологического форума «Природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока – взгляд в будущее». – Кемерово, 2013. – С. 241-247.

5 Использование ГИС-технологий в экологическом картографировании/ Авхадиева, А. А. // Журн. Молодой ученый. 2019. – № 2. – С. 54-58.