

РАЗДЕЛ 3. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 631.481:536.7:550.4.01 (470)

ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА С ПОМОЩЬЮ «NEXTGIS»

Дега Н. С.¹, Аджиев Р. И.², Узденова Х. И.³

*^{1,2,3}Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева, Карачаевск,
Российская Федерация
E-mail: ¹dega999@mail.ru, ²atatch@yandex.ru, ³u.halimat@mail.ru*

В статье проводится комплексное исследование концептуальных основ использования геоинформационных систем (ГИС) в управлении особо охраняемыми природными территориями (ООПТ) Российской Федерации. В ходе работы выявлены текущие практики и ключевые тенденции применения ГИС на различных ООПТ, с акцентом на Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО). Исследование включает разработку программы внедрения ГИС, адаптированной под масштабы и особенности профильных задач охраняемых территорий региона. Представлены обоснования предполагаемой эффективности и ожидаемых затрат на внедрение ГИС для различных категорий ООПТ. Внедрение NextGIS на ООПТ СКФО повысит точность экологического мониторинга и снизит затраты на полевые исследования, управление данными и поддержание природных ресурсов. Это позволит значительно улучшить качество охраны природы и повысить устойчивость экосистем региона. **Ключевые слова:** особо охраняемые природные территории, геоинформационные системы, мониторинг, Северо-Кавказский федеральный округ.

ВВЕДЕНИЕ

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) имеют стратегическое значение в поддержании экосистемного равновесия, сохранении биологического разнообразия и рациональном использовании природных ресурсов. В условиях увеличивающегося антропогенного воздействия и глобальных климатических изменений вопрос их эффективного управления становится первоочередным. Геоинформационные системы (ГИС) представляют собой инновационный инструмент, который позволяет автоматизировать процессы мониторинга, анализировать пространственные данные и принимать оперативные решения в области охраны природы.

Необходимость внедрения ГИС для управления ООПТ обоснована их потенциалом в снижении издержек, повышении точности учёта биоразнообразия и улучшении планирования природоохранных мероприятий. В частности, применение данных технологий на уровне Северо-Кавказского федерального округа (СКФО), обладающего уникальным природным и климатическим разнообразием, остаётся недостаточно изученным. Регион сталкивается с рядом вызовов, включая высокий уровень туристической активности, необходимость защиты редких видов и оптимизации управления обширными территориями.

Актуальность темы подтверждается как научным интересом к вопросам управления ООПТ, так и практической необходимостью их интеграции с современными технологиями. Существующие работы, включая исследования Ефимовой А.В., Савиновой А.Н., Болботунова А.А., Дегтяревой Е.В., Дега Н.С. и др. [1, 2, 3, 4] подчёркивают высокую эффективность ГИС в экологическом мониторинге. Однако их адаптация к специфическим условиям России, особенно в контексте СКФО, остаётся ограниченной. Исследования Тереховой, Отбоевой С.Д., Жалсараевой Е.А., Дебелая И.Д. и Морозовой Г.Ю. [5, 6, 7] подтверждают важность разработки детализированных методологических подходов для применения ГИС на природоохранных объектах различного уровня.

Целью данного исследования является обоснование необходимости и разработка рекомендаций по поэтапному внедрению ГИС для управления ООПТ Северо-Кавказского федерального округа. Задачи исследования включают: анализ текущего состояния применения ГИС на российских ООПТ, изучение международного опыта, выявление ограничений существующих подходов и разработку практических решений для адаптации технологий в регионе.

Поставленные задачи направлены на решение одной из ключевых проблем природоохранной деятельности – обеспечение устойчивого и эффективного управления особо охраняемыми территориями. Результаты исследования могут быть использованы для разработки долгосрочных стратегий, способствующих сохранению природного наследия и повышению устойчивости экосистем России.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения цели и выполнения поставленных задач исследования был использован системный подход, основанный на комплексном применении нормативно-правового анализа, эмпирических наблюдений, пространственных технологий и экономического моделирования. Это позволило получить репрезентативные результаты и обеспечить глубокое изучение проблемы.

Эмпирический этап исследования включал сбор и обработку данных с использованием современных ГИС-технологий. На примере трёх ООПТ Северо-Кавказского федерального округа – Кавказского биосферного заповедника, национальных парков «Приэльбрусье» и «Кисловодский» были изучены пространственные характеристики экосистем. Особое внимание уделялось анализу спутниковых снимков, цифровых моделей рельефа и данных дистанционного зондирования. В качестве ключевого инструмента использовалась платформа NextGIS, обеспечивающая интеграцию данных и их визуализацию.

Важным элементом исследования стало изучение экономической эффективности внедрения ГИС. Методика включала анализ затрат на установку и эксплуатацию платформы NextGIS в конфигурациях Standard, Extended и Enterprise. Прогнозируемые выгоды, такие как снижение расходов на мониторинг и повышение точности данных, были сопоставлены с предполагаемыми затратами.

Для выявления успешных практик управления ООПТ был проведён сравнительный анализ опыта использования ГИС на природоохранных территориях других регионов России и за рубежом. Это позволило выделить адаптируемые

подходы, такие как использование платформы NextGIS для инвентаризации биоразнообразия и контроля за изменениями в экосистемах.

Таким образом, исследование базировалось на систематическом изучении законодательной базы, анализе пространственных данных, моделировании экономической эффективности и адаптации успешного опыта. Комплексность применяемых методов обеспечивает обоснованность выводов и даёт возможность разработать рекомендации для оптимизации управления ООПТ с использованием ГИС.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

С правовой стороны использование ГИС в Российской Федерации регламентируется несколькими основными нормативно-правовыми актами. Один из ключевых документов – Федеральный закон от 30 декабря 2015 года № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Этот закон определяет правовую основу для осуществления геодезической и картографической деятельности, охватывая и вопросы применения геоинформационных технологий. Помимо этого, ГОСТ Р 52438-2005 стандартизирует основные термины и определения в области ГИС, создавая единообразные требования для использования терминологии в документах и научных исследованиях. Федеральный закон от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ «О техническом регулировании» также играет значимую роль в регулировании вопросов, связанных с ГИС. Этот закон устанавливает правовые рамки для разработки, принятия и внедрения обязательных требований к продукции, включая программное обеспечение, и распространяется на продукцию, связанную с геоинформационными технологиями.

На рисунке 1 представлены основные элементы геоинформационного обеспечения экологического мониторинга особо охраняемых природных территорий.

Данная схема структурирует основные элементы мониторинга, базирующегося на использовании цифровых моделей рельефа (ЦМР) и данных дистанционного зондирования, получаемых с космических снимков. Эти источники информации позволяют обеспечить комплексный анализ состояния и динамики природных объектов. Такая интеграция цифровых моделей рельефа и данных космических снимков в геоинформационное обеспечение мониторинга ООПТ обеспечивает высокоточный анализ и контроль за экологическим состоянием территорий. Данная система позволяет проводить детальный мониторинг природных процессов, выявлять отклонения в экосистемах и принимать обоснованные решения по управлению и охране природных ресурсов, способствуя сохранению биологического разнообразия и экологической устойчивости.

По состоянию на 2024 год, в России насчитывается 295 ООПТ федерального значения, включая 108 государственных природных заповедников, 63 национальных парка и 60 государственных природных заказников.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ОСОБО
ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО
ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА С ПОМОЩЬЮ «NEXTGIS»**

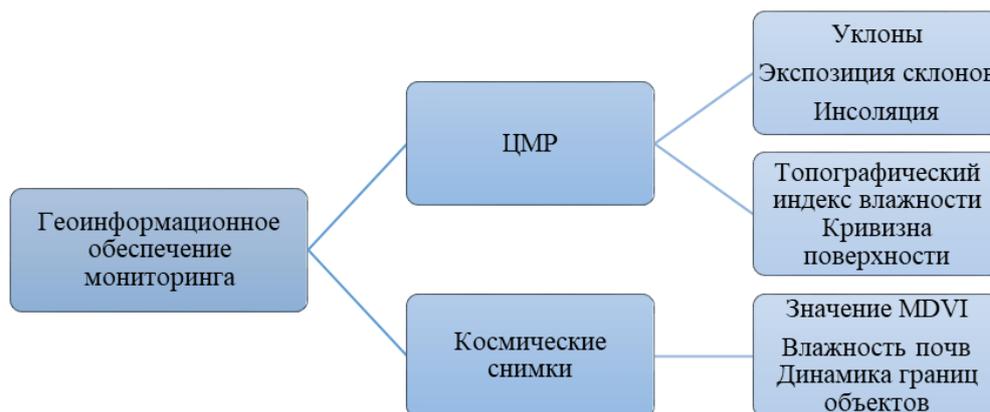


Рис. 1 Основные элементы геоинформационного обеспечения экологического мониторинга особо охраняемых природных территорий.

Составлено авторами по [7].

Согласно данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ, около 70% этих территорий внедрили ГИС для различных задач управления и мониторинга.

Таблица 1.

Применение ГИС на ООПТ Российской Федерации

Категория ООПТ	Количество территорий	Доля, использующих ГИС (%)
Государственные природные заповедники	108	75
Национальные парки	63	80
Государственные природные заказники	60	55

Составлено авторами по [8].

Использование ГИС на ООПТ Российской Федерации демонстрирует положительную динамику, способствуя более эффективному управлению и сохранению природного наследия страны. Основное назначение ГИС на ООПТ заключается в создании высокоточных баз данных для инвентаризации биоразнообразия и анализа динамики экологических процессов. В таблице 2 представлена характеристика использования ГИС на некоторых ООПТ Российской Федерации.

Таблица 2.

Примеры использования ГИС на ООПТ Российской Федерации

ООПТ	Технологии	Применение	Эффекты внедрения
Алтайский государственный природный заповедник	PC ARC, ArcView	Мониторинг и моделирование мест обитания редких видов, например, таких как алтайский горный баран.	Сокращение затрат на мониторинг, повышение точности учета редких видов, снижение рисков исчезновения
Национальный парк «Лосиный остров»	ARC/INFO, ArcView (ESRI)	Поддержка базы данных экологического состояния, моделирование изменений лесов и водных объектов	Повышение точности прогнозов состояния экосистем на 25%, сокращение времени на сбор данных на 15%
Национальный парк «Угра»	ArcView с лесопатологическими модулями	Лесопатологический мониторинг, контроль за нарушениями природоохранного законодательства	Сокращение затрат на патрулирование, повышение точности выявления болезней
Национальный парк «Калевальский»	Топографические, почвые и растные карты, интеграция культурных данных	Комплексная оценка экологического состояния и рекреационных нагрузок	Повышение эффективности управления рекреацией на 40%, сокращение времени на планирование мероприятий

Составлено авторами по [9].

В Алтайском государственном природном заповеднике система ГИС построена на базе программного обеспечения PC ARC и ArcView. С помощью данных о высоте рельефа, экспозиции склонов и удаленности от хозяйственных объектов создаются модели оптимальных местообитаний. Это способствует эффективному управлению территорией и повышению точности учета численности редких видов, что минимизирует риски их исчезновения.

В Национальном парке «Лосиный остров» активно используется программное обеспечение компании ESRI, включая модули ARC/INFO и ArcView, что позволяет поддерживать систему мониторинга и вести учет состояния экосистем. Данные, получаемые посредством ГИС, способствуют моделированию изменений и прогнозированию экологических показателей, таких как здоровье лесных массивов и состояние водных объектов. Сотрудники парка отмечают, что благодаря применению

ГИС удалось на 25% повысить точность прогнозов состояния экосистем и на 15% сократить время на сбор и обработку данных [9].

Национальный парк «Угра» также использует ГИС-технологии на базе ArcView с дополнительными модулями для анализа лесопатологических данных. Данная система позволяет контролировать состояние лесов и фиксировать нарушения природоохранного законодательства. Геоинформационные технологии здесь служат поддержкой для принятия управленческих решений, что позволяет планировать меры по восстановлению экосистемных комплексов. Внедрение ГИС в «Угре» позволило сократить затраты на патрулирование лесных массивов на 20%, а также повысить точность выявления очагов поражения болезнями на 30% [7].

Примером успешного использования ГИС в целях охраны уникальных экосистем является Национальный парк «Калевальский». Здесь используется комплексная система, включающая топографические, почвенные и растительные карты, а также данные о культурных объектах на территории парка. Интеграция разнородных источников данных позволяет сотрудникам парка проводить многоуровневую оценку состояния экосистем и формировать обоснованные рекомендации по снижению антропогенной нагрузки.

Таким образом, использование ГИС на ООПТ России способствует улучшению качества экологического мониторинга и повышению оперативности принятия управленческих решений, что позволяет более эффективно решать задачи по охране уникальных природных объектов и поддержанию экологического равновесия на особо охраняемых территориях.

Северо-Кавказский федеральный округ включает ряд уникальных ООПТ, таких как Кавказский биосферный заповедник, национальные парки «Приэльбрусье», «Кисловодский» и Тебердинский. На примере ряда ООПТ СКФО можно увидеть, как ГИС содействуют улучшению управления и сохранению экосистем.

В Кавказском биосферном заповеднике, крупнейшем заповеднике региона с территорией более 280 тысяч гектаров, активно используются ГИС для наблюдения за экосистемами и контроля за состоянием биоразнообразия. С помощью ГИС-технологий осуществляется мониторинг редких видов, таких как кавказская серна и кавказский тур, что позволяет выявлять изменения в ареалах их обитания. Важным инструментом для анализа растительности заповедника является использование индекса NDVI, который позволяет отслеживать нарушения, связанные с незаконными вырубками или пожарами. Дополнительно, ГИС-технологии помогают контролировать потоки посетителей, что минимизирует антропогенное воздействие на экосистему.

Национальный парк «Приэльбрусье», расположенный в Кабардино-Балкарии и охватывающий около 100 тысяч гектаров, использует ГИС-технологии для управления туристической инфраструктурой и мониторинга состояния природных комплексов, включая ледники и леса. В условиях сокращения площади ледников под влиянием изменения климата ГИС и спутниковые снимки применяются для мониторинга площади и состояния снежного покрова, что имеет критическое значение для водного баланса региона. Также данные ГИС используются для анализа

состояния лесных массивов, что позволяет своевременно выявлять участки, подверженные заболачиванию или поражению вредителями [2].

В Тебердинском национальном парке, занимающем около 85 тысяч гектаров, ГИС-технологии применяются для оценки биоразнообразия, мониторинга лесов и анализа водных ресурсов [3, 4]. Спутниковое наблюдение позволяет отслеживать ареалы редких видов, таких как зубр и кавказский лесной кот, что способствует более точной оценке их численности и динамики. Инвентаризация лесных массивов с использованием ГИС позволяет заповеднику более эффективно планировать меры по охране лесов и предотвращению экологических нарушений [10]. Также ГИС-технологии используются для оценки состояния озер и рек, что дает возможность контролировать качество воды и оценивать воздействие климатических факторов.

Таблица 3.

Примеры использования ГИС на ООПТ Северо-Кавказского федерального округа

ООПТ	Технологии	Применение
Кавказский биосферный заповедник	Спутниковые снимки, NDVI	Мониторинг редких видов, картографирование растительности и контроль туристических потоков
Национальный парк «Приэльбрусье»	ГИС-картографирование, дистанционное зондирование	Карты туристических маршрутов, мониторинг ледников и лесных массивов
Тебердинский национальный парк	Дистанционное зондирование, инвентаризация лесов	Мониторинг биоразнообразия, оценка состояния лесов и водных объектов

Составлено авторами по [8].

Среди всех ООПТ СКФО особо выделяется Государственный природный заповедник «Дагестанский», который первым в регионе внедрил новую форму мониторинга на базе инновационной платформы «NextGIS».

Данная система представляет собой интегрированное решение, разработанное для эффективного мониторинга природных территорий, и позволяет оперативно анализировать пространственные данные, реагировать на изменения в экосистемах и интегрировать информацию с другими источниками. В NextGIS реализованы функции атрибутивного анализа и мониторинга пространственных характеристик, включая точные координаты и границы территории, что улучшает учет и контроль за ООПТ. Платформа NextGIS в Дагестанском заповеднике используется для фиксирования и обработки атрибутов, таких как геометрия участков и их координаты, что позволяет существенно сократить риск ошибок и оптимизировать работу с данными. Кроме того, NextGIS обеспечивает оперативный доступ к данным

в режиме реального времени, что имеет критическое значение при возникновении чрезвычайных ситуаций или необходимости срочной экологической оценки. По данным администрации заповедника, внедрение NextGIS позволило сократить временные затраты на сбор и обработку данных на 40%, а точность учета объектов повысилась на 30%. Этот подход значительно повышает прозрачность мониторинга и способствует более качественному управлению природными территориями. Опыт использования NextGIS в Дагестанском заповеднике демонстрирует необходимость распространения данного решения на другие ООПТ СКФО.

Платформа NextGIS представляет собой комплексный набор инструментов, предназначенных для организации геоинформационного мониторинга и эффективного управления особо охраняемыми природными территориями. Этот программно-аппаратный комплекс включает в себя несколько ключевых компонентов, каждый из которых выполняет важные функции в системе сбора, обработки и анализа пространственных данных.

Центральным звеном системы является NextGIS Web, которая позволяет аккумулировать и структурировать пространственные данные по охраняемым территориям, создавая единое информационное пространство. NextGIS Web поддерживает загрузку данных вручную и автоматически, а также предоставляет возможности для создания неограниченного количества интерактивных карт, что повышает наглядность и удобство работы с геоданными.

Настольное приложение NextGIS QGIS служит мощным инструментом для создания и редактирования геоданных. Оно предоставляет широкий функционал для задач оцифровки, визуализации, анализа пространственной информации и подготовки картографических материалов к печати.

Мобильное приложение NextGIS Mobile, работающее на платформе Android, дополняет систему, обеспечивая возможности для сбора и редактирования данных непосредственно в полевых условиях. Приложение позволяет работать как в онлайн, так и в офлайн режимах, что дает пользователям гибкость в условиях отсутствия интернет-соединения. Данные, собранные в поле, могут быть загружены в NextGIS Web, что позволяет оперативно обмениваться информацией между полевыми и офисными сотрудниками.

Особый интерес вызывает инструмент NextGIS Formbuilde, который позволяет организовать полевой сбор данных с помощью настраиваемых форм. Этот компонент позволяет создавать формы для ввода данных без необходимости написания программного кода, что делает процесс настройки быстрым и доступным даже для пользователей без технических навыков. NextGIS FormBuilder особенно полезен для мониторинга, требующего оперативного и точного сбора данных на месте.

Применение системы NextGIS на различных ООПТ в России иллюстрирует её высокую практическую значимость для природоохранной деятельности. Например, Центрально-Лесной заповедник использует NextGIS для мониторинга биологического разнообразия, создавая централизованную базу данных, которая упрощает доступ к информации и повышает эффективность управления природными ресурсами. В Кроноцком заповеднике платформа применяется для мониторинга передвижения сотрудников и транспорта, что способствует улучшению безопасности

и охране природных объектов. В Государственном природном заказнике «Степной» Астраханской области внедрена функция мониторинга пожаров, что позволяет оперативно регистрировать очаги возгораний и своевременно принимать меры по их локализации. Государственный природный заповедник «Дагестанский» использует ортофотопланы и другие картографические данные, что значительно упрощает мониторинг экологических изменений на своих участках и позволяет вести документацию природных процессов на более высоком уровне.

NextGIS предлагает также широкий спектр услуг, которые помогают ООПТ внедрять и эффективно использовать систему для решения специфических задач.

Одним из важных направлений является предоставление картографического решения для ООПТ, которое позволяет подключить NextGIS Заповедник к центральной базе данных. Это решение способствует оптимизации работы, сокращая необходимость в бумажной документации и объединяя данные с различных устройств в единую систему, что облегчает анализ и дальнейшую обработку данных. Стоимость облачного решения составляет 45 000 рублей в год, тогда как внедрение на сервер заказчика оценивается в 300 000 рублей в год.

Функция персонального трекинга позволяет мониторить местоположение сотрудников и посетителей, что особенно важно для обеспечения их безопасности и повышения оперативности в экстренных ситуациях. База данных по лесоустройству, интегрированная в NextGIS, обеспечивает доступ к более чем 120 показателям лесных участков, что позволяет получить полную картину состояния лесных ресурсов на охраняемой территории. Инструменты для работы с кадастровыми данными, включающие модуль Rosreestr Tools, дают возможность интегрировать информацию о земельных участках и капитальных строениях, что упрощает управление земельными ресурсами на ООПТ.

Одним из значимых сервисов является мониторинг пожаров, который позволяет оперативно отслеживать очаги возгораний и фиксировать их для последующего анализа. Этот функционал особенно полезен для заповедников и заказников, расположенных в регионах с высокой пожароопасностью. Инструменты для отслеживания транспортных средств позволяют не только контролировать местоположение транспорта в реальном времени, но и формировать отчёты о его эксплуатации, что способствует оптимизации логистики на охраняемой территории.

Использование системы NextGIS на ООПТ демонстрирует значительные преимущества для природоохранной деятельности, позволяя эффективно управлять данными и повышать оперативность мониторинга. Такой подход способствует не только улучшению условий сохранения природных ресурсов, но и поддержанию высокого уровня безопасности для сотрудников и посетителей ООПТ.

В рамках предлагаемой программы внедрения платформы NextGIS на особо охраняемых природных территориях Северо-Кавказского федерального округа необходимо учитывать различные аспекты, включая масштаб, особенности посещаемости, нагрузку со стороны туристов, а также уникальные экологические характеристики каждой территории. Применение платформы NextGIS различной конфигурации для каждой ООПТ обеспечит рациональное использование ресурсов, способствуя экономической эффективности и устойчивости проекта.

В случае Кавказского биосферного заповедника, представляющего собой самую большую по площади ООПТ с высокой посещаемостью и обширным биоразнообразием, требуется продвинутый комплексный подход для постоянного контроля состояния экосистем и управления потоком туристов. Для данного заповедника оптимально внедрение версии NextGIS Web Enterprise, которая включает широкий спектр возможностей, таких как полевой сбор данных, мониторинг движущихся объектов, ведение журналов и трехмерное моделирование. Лицензия на два сервера позволяет выполнять параллельные задачи тестирования и разработки, что важно для комплексного мониторинга на такой большой территории. Использование NextGIS Web Enterprise обеспечит оперативное получение данных о состоянии экосистем, а также регулярную инвентаризацию редких видов. Это поможет снизить воздействие туристической активности на уязвимые участки, улучшить охрану природных комплексов, а также сократить затраты на полевые исследования и обработку информации.

Национальный парк «Приэльбрусье» обладает средними по площади территориями и значительной туристической активностью, что требует постоянного контроля за маршрутами, сохранения природных объектов и оптимизации потоков посетителей. Для этой территории рекомендуется решение NextGIS Web Extended, включающее функции полевого сбора данных, мониторинга движущихся объектов и работу с трехмерными моделями. Это позволит парку проводить мониторинг состояния ледниковых и горных экосистем и минимизировать воздействие человеческой деятельности на природу.

Для Национального парка «Кисловодский», имеющего культурно-рекреационное значение и умеренную туристическую нагрузку, достаточно базового набора функций мониторинга состояния природных объектов. Рекомендуемым решением является NextGIS Web Standard, который предоставляет возможности для эффективного управления геоданными, мониторинга состояния экосистем и контроля за туристической активностью с поддержкой до 50 пользователей. Данная конфигурация позволяет своевременно выявлять экологические изменения, обеспечивать актуальность картографических данных и эффективно распределять туристические потоки, минимизируя негативное влияние на природу парка.

Эффективная реализация NextGIS на ООПТ СКФО требует комплексного и поэтапного подхода для настройки системы в соответствии со специфическими требованиями каждой ООПТ (рис. 2).

Первый этап включает сбор информации о каждой территории, формирование технического задания и оценку особенностей, таких как биоразнообразие, туристическая нагрузка и инфраструктура. Специалисты NextGIS разрабатывают на этой основе уникальные решения, подходящие для каждой ООПТ, что позволяет обеспечить высокую точность выполнения задач мониторинга.

На втором этапе выполняется установка серверного и клиентского ПО. В зависимости от выбранного программного обеспечения (Standard, Extended, Enterprise), производится настройка системы для обработки данных и интеграция с необходимыми источниками, такими как спутниковые снимки и кадастровая информация.

Таблица 4.

Программа внедрения «NextGIS»
на ООПТ Северо-Кавказского федерального округа

ООПТ	Рекомендуемое решение	Функционал	Обоснование
Кавказский биосферный заповедник	NextGIS Web Enterprise	Лицензия на два сервера, 3D-модели, полевой сбор данных, мониторинг редких видов	Крупная территория, высокая нагрузка; позволяет эффективно управлять большим объемом данных
Национальный парк «Приэльбрусье»	NextGIS Web Extended	Мониторинг движущихся объектов, полевой сбор данных, работа с 3D-моделями	Средняя территория, активный туризм; подходит для контроля за ледниками и маршрутизацией туристов
Национальный парк «Кисловодский»	NextGIS Web Standard	Мониторинг, учет геоданных, поддержка до 50 пользователей	Средняя территория, культурно-рекреационная зона; базовые функции для мониторинга и управления

Составлено авторами по [11].



Рис. 2. Рекомендуемая программа внедрения Next GIS на ООПТ СКФО

Составлено авторами по [9, 10].

Третий этап направлен на обучение сотрудников, ответственных за работу с NextGIS. Обучение проводится в виде курсов и практических занятий, что позволяет

**ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ОСОБО
ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО
ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА С ПОМОЩЬЮ «NEXTGIS»**

пользователям освоить методы работы с геоданными, сбором информации и использованием функциональных возможностей системы.

На четвертом этапе проводится полевое тестирование, которое позволяет проверить работу системы и выявить возможные технические особенности. Тестирование проводится с использованием NextGIS Mobile для синхронизации данных с центральной базой и оценки точности в реальных условиях.

Пятый этап включает интеграцию платформы с существующими системами мониторинга. После тестирования система вводится в эксплуатацию и обеспечивает поддержку дополнительных модулей, таких как мониторинг пожаров, транспортных средств и другие важные для каждого ООПТ функции.

На завершающем этапе NextGIS обеспечивает постоянную поддержку, включая обновления и техническое сопровождение. Специалисты NextGIS помогают с приоритетным исправлением ошибок, анализом данных и обеспечением полной функциональности системы. Внедрение NextGIS на ООПТ СКФО повысит точность экологического мониторинга и снизит затраты на полевые исследования, управление данными и поддержание природных ресурсов. Это позволит значительно улучшить качество охраны природы и повысить устойчивость экосистем Северо-Кавказского федерального округа.

В таблице 5 рассмотрим эффективность и прогнозируемые затраты на внедрение «NextGIS» на ООПТ Северо-Кавказского федерального округа.

Таблица 5.
Эффективность и прогнозируемые затраты на внедрение «NextGIS»
на ООПТ Северо-Кавказского федерального округа

ООПТ	Рекомендуемое решение	Затраты (первый год), тыс. руб.	Затраты (последующие годы), тыс. руб.	Эффективность	Прогнозируемая экономия
Кавказский биосферный заповедник	NextGIS Web Enterprise	2 000	1 000	Точность данных выше на 30%, контроль экосистем	Снижение затрат на обработку данных и на полевые исследования
Национальный парк «Приэльбрусье»	NextGIS Web Extended	600	300	Снижение нагрузки на природу, точность выше на 25%	Экономия на маршрутизации туристов и на восстановление на 15%
Национальный парк «Кисловодский»	NextGIS Web Standard	300	150	Оперативность и точность данных выше на 20%	Снижение затрат на сбор данных, повышение эффективности обслуживания

Составлено авторами по [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение системы NextGIS на особо охраняемых природных территориях Северо-Кавказского федерального округа способствует значительному улучшению экологического мониторинга, повышая точность данных и сокращая затраты на их сбор и обработку. На крупных объектах, таких как Кавказский биосферный заповедник, платформа NextGIS Web Enterprise обеспечивает детальный мониторинг экосистем, включая контроль за редкими видами и туристической активностью. В национальном парке «Приэльбрусье» NextGIS Web Extended позволяет эффективно управлять туристическими маршрутами и отслеживать изменения в природных комплексах. Парк «Кисловодский» использует NextGIS Web Standard для базового мониторинга и контроля потоков посетителей, снижая экологическое воздействие на его территорию.

Поэтапная реализация программы NextGIS — от сбора данных до интеграции и технической поддержки — обеспечивает адаптацию системы под особенности каждой ООПТ, что позволяет оперативно реагировать на изменения в экосистемах. Таким образом, NextGIS не только улучшает управление природоохранными объектами, но и способствует устойчивому развитию и сохранению природных ресурсов Северо-Кавказского округа.

Список литературы

1. Ефимова А.В., Савинова А.Н. Геоинформационное обеспечение развития экологического туризма на особо охраняемых природных территориях РС(Я) (на примере природного парка «Синяя») // География и краеведение в Якутии и регионах России / Мат-лы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Г.Н. Максимова. Якутск, 2024. С. 168–171.
2. Болботунов А.А., Дегтярева Е.В. Оценка состояния окружающей среды на основе комплексного мониторинга радиального прироста хвойных пород ООПТ // Современные технологии в деятельности особо охраняемых природных территорий: геоинформационные системы, дистанционное зондирование земли. Минск, 2015. С. 9–14.
3. Дега Н.С., Онищенко В.В., Байчорова Э.М., Узденов У.Б. Моделирование загрязнения атмосферного воздуха на территории Карачаево-Черкесии // Успехи современного естествознания. 2017. № 7. С. 64–70.
4. Дега Н.С., Онищенко В.В., Шидаков А.К., Логвиненко О.А. Опыт геомоделирования гидрохимической структуры поверхностных вод р. Кубани в Карачаево-Черкесской Республике // Мониторинг. Наука и технологии. 2016. № 2 (27). С. 55–59.
5. Отбоева С.Д., Жалсараева Е.А. Особенности применения геоинформационных систем при экоаудите особо охраняемых природных территорий // Российское предпринимательство. 2016. Т. 17. № 15. С. 1807–1816. DOI: 10.18334/rp.17.15.36404
6. Дебеляя И.Д., Морозова Г.Ю. Разработка структуры ГИС на примере особо охраняемой природной территории местного значения «Парк Динамо» в Хабаровске // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 3 (69). С. 75–80. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.69.003>
7. Терехова М.В. Особенности развития информационного обеспечения для оценки состояния и охраны особо охраняемых природных территорий // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2024. Т. 19. № 8 (235). С. 478–483.
8. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mnr.gov.ru> (дата обращения: 16.12.2024).
9. Маквещян А.А. Мониторинг земель особо охраняемых природных территорий // Научные исследования - основа современной инновационной системы / Мат-лы Международной научно-практической конференции. Стерлитамак, 2023. С. 156–158.

10. Онищенко В.В., Дега Н.С., Эдиев А.У., Липилин Д.А. Климатогенная трансформация горно-лесных ассоциаций и вектор устойчивых восстановительных сукцессий // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2022. № 2 (214). С. 74–84. DOI: 10.18522/1026-2237-2022-2-74-84
11. Официальный сайт «NextGIS» // [Электронный ресурс] URL: <https://nextgis.ru> (дата обращения: 16.12.2024).

**ORGANIZATION OF GEOINFORMATION MONITORING IN SPECIALLY
PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF THE NORTH CAUCASUS
FEDERAL DISTRICT USING GEOINFORMATION SYSTEMS**

Dega N. S.¹, Adzhiev R. I.², Uzdenova Kh. I.³

*^{1,2,3}Umar Aliev Karachay-Cherkessia State University, Karachaevsk, Russian Federation
E-mail: ¹dega999@mail.ru, ²atatch@yandex.ru, ³u.halimat@mail.ru*

The article provides a comprehensive study of the conceptual foundations of the use of geographic information systems in the management of specially protected natural areas of the Russian Federation. The relevance of the topic is confirmed both by the scientific interest in the management of specially protected natural areas and the practical need for their integration with modern technologies. The purpose of this study is to substantiate the need and develop recommendations for the phased introduction of geographic information systems for the management of specially protected natural areas of the North Caucasus Federal District. The objectives of the study include: analyzing the current state of application of geographic information systems in Russian specially protected natural areas, studying international experience, identifying the limitations of existing approaches and developing practical solutions for adapting technologies in the region. A systematic approach based on a comprehensive application of regulatory analysis, empirical observations, spatial technologies and economic modeling was used to achieve the goal and achieve the set objectives of the study. This allowed for representative results and provided in-depth study of the problem. At the first stage of the study, a detailed analysis of regulatory documents was carried out, which made it possible to identify the legal and methodological foundations for the use of geographic information systems in the management of specially protected natural areas. The work revealed current practices and key trends in the use of geographic information systems in various specially protected natural areas, with an emphasis on the North Caucasus Federal District. The empirical phase of the study involved data collection and processing using modern geo-information technologies. On the example of three specially protected natural areas of the Caucasian Biosphere Reserve, the Elbrus and Kislovodsky national parks, the spatial characteristics of ecosystems were studied. The study includes the development of a program for the implementation of geographic information systems, adapted to the scale and features of the profile tasks of the protected areas of the region. Particular attention was paid to the analysis of satellite images, digital terrain models and remote sensing data. As a key tool, the NextGIS platform was used, which provides data integration and visualization. An important element of the study was the study of the cost-effectiveness of the implementation of geographic information systems. The introduction of the NextGIS system in specially protected natural areas of the

North Caucasus Federal District contributes to a significant improvement in environmental monitoring, increasing the accuracy of data and reducing the cost of collecting and processing them. The phased implementation of the NextGIS program from data collection to integration and technical support ensures that the system is adapted to the characteristics of each specially protected natural area, which allows you to quickly respond to changes in ecosystems. Thus, NextGIS not only improves the management of environmental facilities, but also contributes to the sustainable development and conservation of natural resources of the North Caucasus District.

Keywords: specially protected natural areas, geoinformation systems, monitoring, North Caucasus Federal District.

References

1. Efimova A.V., Savinova A.N. Geoinformacionnoe obespechenie razvitiya ekologicheskogo turizma na osobo ohranyaemykh prirodnykh territoriyah RS(YA) (na primere prirodnogo parka «Sinyaya») // Geografiya i kraevedenie v YAKutii i regionah Rossii (Geoinformational support for the development of ecological tourism in specially protected natural areas of the RS (Z) (on the example of the Sinaya natural park) (Geography and local history in Yakutia and regions of Russia)). All-Russian scientific and practical conference with international participation for G.N. Maksimova 85 anniversary. Yakutsk, 2024. pp. 168–171. (in Russian).
2. Bolbotunov A.A., Degtyareva E.V. Otsenka sostoyaniya okruzhayushchey sredy na osnove kompleksnogo monitoringa radial'nogo prirosta khvoynykh porod OOPT (Assessment of the state of the environment on the basis of comprehensive monitoring of the radial growth of coniferous species of protected areas). Modern technologies in the activities of specially protected natural areas: geographic information systems, remote sensing of the earth. Minsk, 2015. pp. 9–14. (in Russian).
3. Dega N.S., Onishchenko V.V., Baychorova E.M., Uzdenov U.B. Modelirovanie zagryazneniya atmosfernogo vozdukha na territorii Karachaevo-Cherkessii (Modeling of atmospheric air pollution in the territory of Karachay-Cherkessia). Successes of modern natural science. 2017. no. 7. pp. 64–70. (in Russian).
4. Dega N.S., Onishchenko V.V., Shidakov A.K., Logvinenko O.A. Opyt geomodelirovaniya gidrokhimicheskoy struktury poverkhnostnykh vod r. Kubani v Karachaevo-Cherkesskoy Respublike (Experience in geomodeling the hydrochemical structure of surface waters of the Kuban River in the Karachay-Cherkess Republic). Monitoring. Science and technology. 2016. no. 2 (27). pp. 55–59. (in Russian).
5. Otboeva S.D., Zhalsaraeva E.A. Osobennosti primeneniya geoinformatsionnykh sistem pri ekoaudite osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy (Features of the use of geographic information systems in eco-audit of specially protected natural areas). Russian entrepreneurship. 2016. Vol. 17. no. 15. pp. 1807–1816. DOI: 10.18334/rp.17.15.36404 (in Russian).
6. Debelaya I.D., Morozova G.Yu. Razrabotka struktury GIS na primere osobo okhranyaemoy prirodnoy territorii mestnogo znacheniya «Park Dinamo» v Khabarovske (Development of the GIS structure using the example of the specially protected natural area of local importance "Dynamo Park" in Khabarovsk). International Research Journal. 2018. no. 3 (69). pp. 75–80. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.69.003> (in Russian).
7. Terekhova M.V. Osobennosti razvitiya informatsionnogo obespecheniya dlya otsenki sostoyaniya i okhrany osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy (Features of the development of information support for assessing the state and protection of specially protected natural areas).

- Land management, cadastre and land monitoring. 2024. Vol. 19. no 8 (235). pp. 478–483. (in Russian).
8. Official website of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.mnr.gov.ru> (application: 16.12.2024).
 9. Makvetsyan A.A. Monitoring of lands of specially protected natural areas (Scientific research - the basis of the modern innovation system). International scientific and practical conference. Sterlitamak, 2023. pp. 156–158. (in Russian).
 10. Onishchenko V.V., Dega N.S., Ediev A.U., Lipilin D.A. Klimatogennaya transformatsiya gornolesnykh assotsiatsiy i vektor ustoychivyykh vosstanovitel'nykh suksessiy (Climatogenic transformation of mountain forest associations and the vector of stable restorative successions). News of higher educational institutions. North Caucasus region. Series: Natural Sciences. 2022. no. 2 (214). pp. 74–84. DOI: 10.18522/1026-2237-2022-2-74-84 (in Russian).
 11. Official site "NextGIS" [Elektronnyj resurs]. URL: <https://nextgis.ru> (application: 16.12.2024).

Поступила в редакцию 19.02.2025 г.