

**ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА
ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ КАДАСТРОВЫХ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ
ДАННЫХ**

Музаффар Гофиров

*Каршинский государственный технический университет «Геодезии и
геоинформатики» Доцент кафедры*

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2426-3752>

***Аннотация:** В статье анализируются научно-методические аспекты налаживания интеграции результатов геодезических измерений и кадастровых данных в мониторинге окружающей среды. Интегрированные данные позволяют с высокой точностью наблюдать экологические процессы. Рассматриваются возможности оценки воздействия антропогенных факторов и мониторинга состояния природных ресурсов. В статье представлены предложения по освещению преимуществ использования технологий GIS, GNSS и цифрового кадастра.*

***Ключевые слова:** геоинформационная система (ГИС), интеграция данных, экологический мониторинг, цифровое картографирование, технологии GNSS, LiDAR, фотограмметрия, экологические индикаторы, пространственный анализ, цифровая модель рельефа, база данных*

**THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR
IMPROVING THE EFFICIENCY OF ENVIRONMENTAL MONITORING
BASED ON THE INTEGRATION OF CADASTRAL AND GEODETIC DATA**

Muzaffar Gofirov

Abstract: *The article analyzes the scientific and methodological aspects of establishing the integration of geodetic measurement results and cadastral data in environmental monitoring. Integrated data make it possible to accurately observe environmental processes. The possibilities of assessing the impact of anthropogenic factors and monitoring the state of natural resources are considered. The article presents proposals highlighting the advantages of using GIS, GNSS, and digital cadastre technologies.*

Keywords: *Geoinformation system (GIS), data integration, environmental monitoring, digital mapping, GNSS technologies, LiDAR, photogrammetry, environmental indicators, spatial analysis, digital elevation model, database, sustainable development, data visualization*

Авторизоваться: В последние годы в Республике Узбекистан осуществляется последовательная реализация комплекса правовых, организационных и институциональных реформ, направленных на охрану окружающей среды, обеспечение экологической устойчивости и рациональное использование земельных ресурсов. Данные нормативно-правовые акты подчеркивают необходимость формирования современных систем экологического мониторинга, основанных на интеграции геодезических и кадастровых данных, что, в свою очередь, служит фундаментом для повышения их точности, оперативности и эффективности.

В частности, Указ Президента Республики Узбекистан № ПФ-81 «О мерах по трансформации сферы экологии и охраны окружающей среды и организации деятельности уполномоченного государственного органа» определил новые направления развития системы экологического управления, включая совершенствование механизмов контроля, надзора и предотвращения правонарушений в природоохранной сфере. В рамках данного документа

предусмотрены меры по модернизации системы экологического мониторинга и усилению институциональной ответственности уполномоченных органов.

Кроме того, Указ Президента Республики Узбекистан от 16 октября 2023 года № ПФ-182 «О совершенствовании системы государственного управления в сфере экологии и охраны окружающей среды» также направлен на дальнейшее реформирование структуры экологического управления, повышение эффективности контрольных механизмов, а также укрепление системы предупреждения и пресечения экологических нарушений.

В стране реализуется комплексная государственная политика, направленная на обеспечение экологической безопасности, улучшение экологической ситуации, предотвращение негативного воздействия отходов на здоровье населения, рациональное использование природных ресурсов, а также создание благоприятных условий для повышения качества санитарно-экологической обстановки.

На общенациональном уровне последовательно реализуется проект «Яшил макон» («Зелёное пространство»), направленный на масштабное озеленение территории страны, восстановление экологического баланса и расширение зелёных зон. Одновременно действует бессрочный мораторий на вырубку ценных пород деревьев, не входящих в государственный лесной фонд, что является важной мерой по сохранению биологического разнообразия и укреплению экологической устойчивости.

Анализ литературы и методология: Цель данной статьи заключается в разработке современной системы мониторинга, анализа и управления экологическим состоянием на основе интеграции геодезических и кадастровых данных, а также в повышении точности наблюдения за экологическими процессами посредством интеграции и визуализации геоинформационных данных.

В области экологического мониторинга и охраны окружающей среды существует значительное количество научных исследований и практических

разработок. Анализ литературы проводится по следующим основным направлениям.

Глобальные исследования включают подходы, согласно которым высокоточные геодезические измерения рассматриваются как ключевая база данных для систем экологического мониторинга. Технологии GNSS, LiDAR и фотограмметрии позволяют с высокой точностью измерять такие процессы, как деформация рельефа, изменения уровня воды и свойства почвенного покрова. Кроме того, системы ГИС (GIS) используются для интеграции и анализа пространственных данных, что обеспечивает комплексное представление экологических процессов.

Национальные исследования включают цифровое картографирование результатов геодезических измерений в целях анализа экологических проблем на территории Узбекистана, интеграцию кадастровых данных земельных ресурсов с экологическими индикаторами, а также развитие информационного взаимодействия между Государственной геодезической службой и Агентством по мониторингу окружающей среды.

Голландские ученые Ван Оостером и Леммен разработали модель Land Administration Domain Model (LADM). Данная модель представляет собой международный стандарт для структурирования и управления данными в сфере земельного администрирования и недвижимости.

Исследования Джина (2022) и Абдельхамида (2025), посвященные значению GNSS и GNSS-IR технологий в экологическом мониторинге, показывают, что многосистемные GNSS (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou), а также GNSS-IR технологии обеспечивают высокую точность наблюдений за такими параметрами, как уровень воды, снежный покров, влажность почвы и состояние растительности. При совместном использовании с кадастровыми данными эти технологии существенно расширяют возможности экологического мониторинга.

Исследования в Республике Узбекистан Согласно исследованиям IISD (2024) и проектам геоинфраструктуры Агентства по кадастру 2025 года, в Узбекистане особое внимание уделяется решению актуальных экологических проблем, таких как восстановление Приаралья, дефицит водных ресурсов, деградация земель и незаконное строительство. Эти исследования подтверждают необходимость создания интегрированных систем мониторинга, обеспечивающих комплексный подход к управлению экологической ситуацией.

Методология исследования: Настоящая статья основана на следующих научно-методических подходах. В рамках классификации типов данных и модели их интеграции к геодезическим данным относятся GNSS-измерения (статические, RTK и NRTK), измерения уровня воды и влажности с использованием технологии GNSS-IR, высокоточные изображения, полученные с помощью беспилотных летательных аппаратов (UAV), облака точек LiDAR, а также оптические и радиолокационные спутниковые данные дистанционного зондирования Земли.

Кадастровые данные включают 2D и 3D границы земельных участков, правовые атрибуты (RRR — права, ограничения и обязанности), виды земель, площади, хозяйственные категории, а также реестры объектов недвижимости и сооружений.

Интеграция указанных данных осуществляется в соответствии с концепцией «единой пространственной базы», основанной на международном стандарте LADM (ISO 19152). Данный подход обеспечивает эффективное объединение геодезической и кадастровой информации и позволяет оптимизировать процессы экологического мониторинга и пространственного анализа.

Кроме того, технологии дистанционного зондирования используются для оперативного выявления территорий с признаками деградации земель, изменений растительного покрова и сокращения водных ресурсов в режиме реального времени. Современные средства мониторинга широко применяются

при планировании процессов урбанизации, эффективном управлении сельскохозяйственными ресурсами, а также при анализе изменений в промышленных зонах.

Использование электронных тахеометров, цифровых нивелиров и автоматизированных геодезических систем позволяет значительно снизить влияние человеческого фактора при проведении измерений, повышая точность, надежность и воспроизводимость данных, а также делая процессы мониторинга земельных ресурсов более устойчивыми и пригодными для дальнейшей цифровой обработки.

Таблица 1

Интеграция геодезических и кадастровых данных

№	Тип данных	Источник	Метод интеграции	Применение / практическая значимость	Технологии и
1	Геодезические пункты (реперы)	Геодезия	Связь с кадастровыми картами	Определение земельных участков, высот и координат	GNSS, теодолит, нивелир
2	Кадастровые данные	Государственный кадастр	Синхронизация с геодезическими координатами	Управление правами собственности и земельными ресурсами	GIS, CAD, кадастровые системы
3	Показатели окружающей среды	Сенсоры, мониторинговые станции	Интеграция с геодезическими и кадастровыми данными	Экологический мониторинг, выявление антропогенного воздействия	GIS, IoT-сенсоры, GNSS

Обсуждение. Интеграция геодезических и кадастровых данных значительно повышает эффективность экологического мониторинга. Данный процесс интеграции предоставляет ряд ключевых преимуществ.

Данные, полученные с использованием GNSS, UAV (дронов) и технологий LiDAR, обеспечивают точность, в 3–10 раз превышающую традиционные методы мониторинга. Например, технология GNSS-IR позволяет осуществлять мониторинг уровня воды в районах, где отсутствуют гидропосты, с минимальными затратами. В то же время применение UAV-LiDAR демонстрирует высокую эффективность при определении таких экологических параметров, как эрозия почв, зоны засоления и состояние растительности, что ускоряет процесс принятия экологических решений.

Сопоставление данных дистанционного зондирования (RS) с кадастровыми границами позволяет практически в режиме реального времени выявлять незаконные постройки, случаи самозахвата земель и трансформацию земельных участков. Это способствует эффективному управлению земельными ресурсами и обеспечению экологической безопасности.

Данные UAV-LiDAR также позволяют эффективно выявлять эрозию почв, зоны засоления и состояние растительности. Благодаря этому процесс экологического мониторинга становится непрерывным, что обеспечивает своевременное выявление деградации водных и земельных ресурсов и принятие необходимых экологических мер.

Тем не менее, в процессе интеграции существуют ряд проблем:

- устаревшее состояние кадастровых данных в некоторых регионах;
- ограниченный доступ к данным;
- отсутствие единого стандарта на основе модели LADM (Land Administration Domain Model);
- методические недостатки в применении новых технологий среди специалистов;
- высокая стоимость оборудования UAV, LiDAR и GNSS.

Заключение. Интеграция геодезических и кадастровых данных существенно повышает эффективность экологического мониторинга, что подтверждается научно-методическим анализом. Интеграционный подход

позволяет: приблизить мониторинг к режиму реального времени; повысить пространственную точность; усилить взаимосвязь между кадастровыми и экологическими данными; ускорить принятие управленческих и хозяйственных решений; усилить контроль за незаконным использованием земель; а также создать новые технологические возможности в управлении водными ресурсами.

Для устранения выявленных проблем рекомендуется реализовать следующие меры: полная цифровизация и актуализация кадастровых данных; повышение эффективности GNSS-мониторинга путем расширения сетей CORS; автоматизация межведомственного обмена данными через геопорталы; переподготовка специалистов в области геодезии и GIS по современным технологиям.

Следует отметить, что в условиях Узбекистана уже существует необходимая инфраструктура для создания интегрированной системы мониторинга, и её внедрение в виде целостной научно-методической стандартной системы является одной из актуальных задач современного этапа развития.

Список литературы:

1. Баранов В. Н. Экологический мониторинг: учебное пособие. – М.: Академический проект, 2021. – 352 с.
2. Куштин И. Ф. Инженерная геодезия: учебник. – Ростов н/Д: Феникс, 2021. – 480 с.
3. Маслов А. В. Геодезия: учебник. – М.: Высшая школа, 2018. – 598 с.
4. United Nations. Integrated Geospatial Information Framework (IGIF). – New York, 2022.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Land
6. Administration and Cadastre for Sustainable Development. – Rome, 2021.

7. G'ofirov, M. J., & Mirzayev, J. O. (2022). XATOLAR NAZARIYASI HAQIDA UMUMIY MA'LUMOT. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(1), 1175-1177.
8. Бугаевский Л. М. Геоинформационные системы: учебное пособие. – М.: Златоуст, 2020. – 416 с.
9. Берлянт А. М. Картография и геоинформатика. – М.: Аспект Пресс, 2019. – 336 с.
10. International Organization for Standardization. ISO 19115: Geographic Information — Metadata. – Geneva, 2023.
11. International Organization for Standardization. ISO 19157: Geographic Information — Data Quality. – Geneva, 2023.
12. G'ofirov, M. J., Mirzayev, J. O., & Qurbonmurodov, A. A. (2022). YER TUZISH VA KADASTR ISHLARI UCHUN GEODEZIK O 'LCHOVLARNI MATEMATIK QAYTA ISHLASH NAZARIYASI VA AMALIYOTINI TAKOMILLASHTIRISH. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(1), 1178-1181.