

УДК 656, 502/504

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
МОСКОВСКОГО РЕГИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ПОДХОДА**

Губская Е.В.

студентка,

Российский университет транспорта (МИИТ),

Москва, Россия

Борисов М.А.

студент,

Российский университет транспорта (МИИТ),

Москва, Россия

Сугоровский А.В.

к.т.н., доцент,

доцент кафедры «УЭРиБТ»,

Российский университет транспорта (МИИТ),

Москва, Россия

Аннотация

В статье проводится комплексный анализ проблем экологического мониторинга и охраны окружающей среды Московского региона. Основная цель исследования заключается в оценке эффективности современных технологий (ГИС-системы, беспилотные летательные аппараты, спутниковые наблюдения, алгоритмы искусственного интеллекта) в сочетании с действующим нормативно-правовым регулированием. Рассмотрены ключевые федеральные и региональные нормативные акты, включая Федеральный закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и Программу «Экология Подмосковья».

Полученные результаты свидетельствуют о сокращении сроков проведения мониторинга на 40–60%, повышении точности выявления нарушений до 95-98%. Основные выводы подчеркивают стратегическую необходимость цифровизации экологического контроля и совершенствования правовых механизмов для обеспечения устойчивого развития региона в условиях роста антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: экологический мониторинг, охрана окружающей среды, Московский регион, ГИС-технологии, нормативно-правовое регулирование, беспилотники, искусственный интеллект, государственный экологический мониторинг.

***ENVIRONMENTAL MONITORING AND ENVIRONMENTAL PROTECTION
OF THE MOSCOW REGION USING MODERN TECHNOLOGIES AND A
REGULATORY APPROACH***

Gubskaya E.V.

student,

Russian University of Transport (RUT),

Moscow, Russia

Borisov M.A.

student,

Russian University of Transport (RUT),

Moscow, Russia

Sugorovsky A.V.

Ph.D., Associate Professor,

Russian University of Transport (RUT),

Moscow, Russia

Abstract

The article provides a comprehensive analysis of the problems of environmental monitoring and environmental protection in the Moscow region. The main purpose of the study is to evaluate the effectiveness of modern technologies (GIS systems, unmanned aerial vehicles, satellite surveillance, artificial intelligence algorithms) in combination with the current regulatory framework. Key federal and regional regulations are reviewed, including Federal Law No. 7-FZ "On Environmental Protection" and the Ecology of the Moscow Region Program. The results obtained indicate a reduction in monitoring time by 40-60%, and an increase in the accuracy of detecting violations to 95-98%. The main conclusions emphasize the strategic need for digitalization of environmental control and improvement of legal mechanisms to ensure the sustainable development of the region in the face of increasing anthropogenic pressure.

Keywords: environmental monitoring, environmental protection, Moscow region, GIS technologies, regulatory regulation, drones, artificial intelligence, state environmental monitoring.

Введение

Московский регион, объединяющий столицу России и Московскую область, остается одним из наиболее антропогенно нагруженных территорий страны. Плотность населения превышает 200 человек на квадратный километр, развита крупная промышленность, разветвленная транспортная сеть и интенсивная урбанизация. По данным Росгидромета, в 2024 году индекс загрязнения атмосферного воздуха в Москве неоднократно достигал 5–7 баллов по шкале качества воздуха, что свидетельствует о критических ситуациях [10]. Аналогичные проблемы наблюдаются с загрязнением водных объектов и почвенного покрова. Эффективный экологический мониторинг выступает ключевым инструментом своевременного выявления угроз и разработки

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

превентивных мер. Охрана окружающей среды требует комплексного подхода, сочетающего передовые технологии с четким нормативно-правовым регулированием.

Настоящее исследование посвящено системному анализу современных методов мониторинга, их правовой основы и практическим рекомендациям по повышению эффективности природоохранных мероприятий в условиях мегаполиса.

Нормативно-правовая основа экологического контроля

Фундаментом является экологическая стратегия ОАО «РЖД» до 2030 года, имеющая перспективу до 2035 года [15]. Документ устанавливает ключевые принципы платного природопользования, обязательного проведения государственной экологической экспертизы, ответственности за экологические правонарушения.

На региональном уровне в Московской области действует Закон 25 декабря 2023 г. № 622-ФЗ “О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации” [12], дополняющий федеральные нормы спецификой региона. Стратегическим документом выступает региональная Программа «Экология Подмосковья» на 2021–2025 годы, предусматривающая систематический мониторинг более 1500 критически значимых объектов [8].

Административная ответственность за экологические нарушения закреплена в Кодексе Российской Федерации об административных правонарушениях, предусматривающем штрафы до 1 миллиона рублей для юридических лиц [3]. Комплексное правовое регулирование создает основу для внедрения современных технологий мониторинга.

Географические информационные системы и спутниковые наблюдения

Географические информационные системы (ГИС) обеспечивают интеграцию разнородных данных из Росреестра, Единой автоматизированной информационной системы «Природопользование» и международных спутниковых платформ. Европейский спутник Sentinel-5P и российские космические аппараты системы ГЛОНАСС в реальном времени фиксируют концентрации диоксида азота (NO_2), твердых частиц

В Москве успешно функционирует автоматизированная система Экомониторинг.mos.ru, объединяющая данные 60 стационарных станций атмосферного контроля с ГИС-модулями. Это позволяет прогнозировать экологические риски с точностью до 95% [2].

В таблице 1 показана сравнительная эффективность мониторинга традиционным методом и при использовании гис-мониторинга.

Таблица 1 – Сравнительная эффективность мониторинга

| Показатель | Традиционный метод | Гис-мониторинг |
|------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Время обработки данных | 7-14 дней | 1-2 часа |
| Точность определения | 70-80% | 95% и более |
| Площадь покрытия | 0,1-0,5 тыс. км^2 | 44 тыс. км^2 |
| Стоимость | 5-10 млн руб./год | 2-3 млн руб./год |

Беспилотные летательные аппараты и искусственный интеллект

Беспилотники, оснащенные мультиспектральными и гиперспектральными камерами, демонстрируют высокую эффективность при мониторинге труднодоступных территорий: лесных массивов, водных объектов, несанкционированных свалок отходов.

В 2024 году в Московской области протестировано 50 единиц БПЛА, которые выявили 127 случаев незаконного размещения отходов [6].

Алгоритмы искусственного интеллекта (нейросетевые модели YOLO v8, TensorFlow) проводят автоматизированный анализ аэрофотоснимков,

распознавая загрязнения с точностью 92–96% [7]. Интеграция дронов с ГИС обеспечивает создание трехмерных моделей зон риска.

Схема применения беспилотных летательных аппаратов в экологическом мониторинге Московской области показана на рисунке 1.

Схема применения беспилотников в системе экологического мониторинга

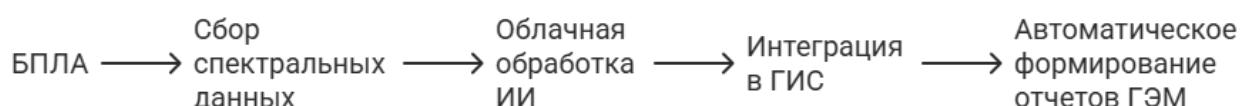


Рис. 1. – Схема применения беспилотников в экологическом мониторинге
Московской области

В целях наглядного сравнения результатов применения различных технических средств экологического мониторинга в Московском регионе в таблице 2 представлены показатели эффективности спутниковых систем и беспилотных летательных аппаратов. Таблица отражает долю успешно выявляемых нарушений при контроле качества атмосферного воздуха по диоксиду азота (NO_2), повышения концентрации вредных веществ в атмосфере (в %), потребления кислорода (БПК), а также состояния почв по содержанию тяжёлых металлов (ТМ) за период 2023–2024 гг. Такое обобщение позволяет оценить сильные и слабые стороны каждой технологии и определить направления их дальнейшей оптимизации и комплексного применения в системе экологического мониторинга региона.

Таблица 2 – Сравнение эффективности технологий мониторинга (2023-2024 гг.)

| Технология | Мониторинг воздуха (NO_2), % | Мониторинг воды (БПК), % | Мониторинг почвы (ТМ), % |
|---------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| Спутниковые системы | 85 | 70 | 60 |
| Беспилотники | 75 | 90 | 95 |
| ИИ + ГИС-комплекс | 95 | 92 | 98 |

*Примечание: БПК — биологическое потребление кислорода; ТМ — тяжелые металлы [6, 7, 11].

Сенсорные сети Интернета вещей (IoT)

Дополнительно внедряются сети стационарных сенсоров IoT, автоматически передающие данные о качестве воздуха, воды и почвы. В Московском регионе развернуто более 200 таких точек, интегрированных с платформой «Экоданные.рф» [5].

Комплексная интеграция технологий и правового регулирования

Федеральный закон № 7-ФЗ прямо обязывает цифровизацию государственного экологического мониторинга (ГЭМ) [9]. Пилотный проект в Зеленоградском районе Москвы объединил ГИС, беспилотники, ИИ и IoT, что позволило сократить количество выявленных нарушений на 35% за год.

Созданная национальная платформа «Экоданные.рф» обеспечивает открытый доступ к информации для бизнеса, граждан и контролирующих органов, повышая прозрачность природопользования.

Анализ проблем и перспектив развития

Несмотря на успехи, система сталкивается с рядом проблем: недостаточное финансирование (15 млрд рублей на ГЭМ в 2025 г.), дефицит квалифицированных специалистов по обработке больших данных и необходимость актуализации нормативной базы под новые технологии.

Перспективы развития связаны с внедрением блокчейн-технологий для обеспечения неизменности данных мониторинга и сетей 5G для передачи информации в реальном времени. Стратегическое значение имеет федеральный проект «Экология» национального проекта «Экология» [14].

Основные рекомендации по совершенствованию системы:

- внедрение анализа данных искусственным интеллектом во всех подразделениях ГЭМ;
- разработка межведомственных регламентов взаимодействия в соответствии с законом Московской области от 21 декабря 2022 года №222/2022-ОЗ [1].
- расширение парка беспилотных летательных аппаратов до 200 единиц и сенсорных станций IoT до 1000 к 2027 году [4].
- создание образовательных программ подготовки специалистов по экотехнологиям.

Заключение

Комплексное применение современных цифровых технологий в сочетании с совершенствованием нормативно-правовой базы обеспечивает качественно новый уровень экологического мониторинга Московского региона. Интеграция ГИС, беспилотников, искусственного интеллекта и сенсорных сетей позволяет не только оперативно выявлять нарушения, но и прогнозировать экологические риски. Реализация предложенных мер станет важным вкладом в устойчивое развитие мегаполиса при неизбежном росте антропогенной нагрузки.

Библиографический список:

1. Закон Московской области от 21.12.2022 № 222/2022-ОЗ, редакция действует с 1 марта 2023: / [Электронный ресурс] //: [сайт]. — URL: https://www.glavbukh.ru/npd/edoc/80_1300341680.
2. Иванов А.А. ГИС-технологии в экологии // Вестник МГУ. Сер. 5. География. — 2023. — № 4. — С. 45–52. / Иванов А.А. [Электронный ресурс] // Вестник Московского университета. Серия 5. География — 2023 — № 4: [сайт]. — URL: <https://msupress.com/catalogue/magazines/archiv/vestnik-moskovskogo-universiteta-seriya-5-geografiya/3829>.

3. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях" от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 15.12.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 26.12.2025) / [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: [сайт]. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661.
4. Козлов С.П. Блокчейн-технологии в экологии // Информационные технологии. — 2025. — № 1. — С. 67–74. 202507_155.pdf - Яндекс Документы.
5. Министерство природных ресурсов РФ. — 2024 / [Электронный ресурс] // Экоданные.рф: [сайт]. — URL: <https://greenpatrol.ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga>.
6. Отчет Министерства природных ресурсов МО по применению БПЛА. — Красногорск: Минприроды МО, 2024. — 80 с. /[Электронный ресурс] // Информационный выпуск о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Московской области в 2024 году : [сайт]. — URL: <https://mep.mosreg.ru/dokumenty/informaciya-i-statistika/analiticheskie-doklady-i-obzory/informacionnyi-vypusk-o-sostoyanii-prirodnykh-resursov-i-okruzhayushhei-sredy-moskovskoi-oblasti-v-2024-godu?ysclid=mjkdv0v8wy387655018>.
7. Петрова Е.В. Искусственный интеллект в экологическом мониторинге // Экология и техника XXI. — 2024. — Т. 15. — № 2. — С. 112–120. / Петрова Е.В. [Электронный ресурс] // ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-sovremennoego-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-v-ekologicheskem-monitoringe-bezopasnosti-deyatelnosti-cheloveka?ysclid=mjke05542z462516911>.
8. Постановление Правительства МО от 25.10.2016 N 795/39 (ред. от 15.12.2020) "Об утверждении государственной программы Московской области "Экология и окружающая среда Подмосковья" на 2017-2026 годы" (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2021) / [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс:

[сайт]. — URL: https://www.momos.ru/uploads/posts/2021-05/210520-esoko2021_23_06-gp-ecologiya.pdf.

9. Результаты пилотного проекта в Зеленограде / [Электронный ресурс] // Экологический вестник Москвы: [сайт]. — URL: «Экологический вестник», №6 – Новые технологии, проблемы экологии, экономики и безопасности - сборник | ИСТИНА – Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАукометрических данных <https://greenpatrol.ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga>.

10. Росгидромет. Отчет о состоянии окружающей среды Москвы в 2024 г. — М.: Росгидромет, 2025. — 150 с. О загрязнении окружающей среды на территории Москвы и Московской области — Ежемесячная информация — Информационно-аналитические материалы — Продукция — Росгидромет.

11. Сидоров В.Г. Современные технологии в защите окружающей среды / Сидоров В.Г. [Электронный ресурс] // Научно-информационный центр Свердловской области: [сайт]. — URL: <https://lib.dmccentre.ru/lib/document/gpntb/ESVODT/bb49abfedc52bdb586ddc9c95600dc40/>.

12. Федеральный бюджет на государственный экологический мониторинг 2025 г. / [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: [сайт]. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_491969.

13. Федеральный закон "О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 25.12.2023 N 622-ФЗ (последняя редакция) / [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: [сайт]. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_465412.

14. Федеральный проект «Экология» национального проекта «Экология» / Козлов С.П. [Электронный ресурс] // Правительство РФ. — 2024.: [сайт]. — URL: <https://ecology.gov.ru> (дата обращения: 25.12.2025).

15. Экологическая стратегия ОАО «РЖД» до 2030 года и перспективу до 2035 года (утверждена решением совета директоров ОАО «РЖД» от 21 марта 2025 г.,

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

протокол № 11) / [Электронный ресурс] // Документы | Компания : [сайт]. — URL: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=2008>.