

Техническое оснащение экополиции как фактор повышения эффективности экологического надзора

Носиров Ильхом Аббосович, доктор экономических наук, профессор, кафедра «Менеджмент и маркетинг», Ферганский государственный технический университет
Адрес: 150100, Узбекистан, г. Фергана, ул. Ферганская, 86.
E-mail: nosirovilomzon@gmail.com
<https://orcid.org/0000-1234-5678-9101>

Аннотация. В условиях роста антропогенной нагрузки эффективность экологического надзора приобретает ключевое значение для устойчивого развития. В статье исследуется роль технического оснащения экополиции в повышении результативности экологического контроля. На основе анализа зарубежных, российских и узбекских научных источников рассмотрены современные средства мониторинга, включая беспилотные летательные аппараты, спутниковые системы дистанционного зондирования, геоинформационные системы, IoT-датчики и автоматизированные платформы. Выявлены основные преимущества, ограничения и перспективные направления модернизации технической инфраструктуры экологических служб.

Ключевые слова: экологический надзор, беспилотные технологии, дистанционное зондирование, автоматизированный мониторинг

Technical equipment of environmental police as a factor in increasing the effectiveness of environmental supervision

Ilkhom A. Nosirov, Doctor of Economics, Professor, Department of Management and Marketing, Fergana State Technical University
Address: 150100, Uzbekistan, Fergana, Fergana street, 86.
E-mail: nosirovilomzon@gmail.com
<https://orcid.org/0000-1234-5678-9101>

Abstract. Under conditions of increasing anthropogenic pressure, the effectiveness of environmental supervision becomes a key factor in ensuring sustainable development. This article examines the role of technical equipment of the Environmental Police in improving the efficiency of environmental control. Based on the analysis of international, Russian, and Uzbek scientific studies, modern monitoring tools are reviewed, including unmanned aerial vehicles, satellite remote sensing systems, geographic information systems, IoT sensors, and automated monitoring platforms. The study identifies the main advantages, limitations, and promising directions for the modernization of the technical infrastructure of environmental services.

Keywords: environmental supervision, unmanned technologies, remote sensing, automated monitoring

Введение / Introduction

Современный этап глобального развития характеризуется ростом техногенных рисков, урбанизацией, расширением строительной деятельности и интенсификацией природопользования. Данные Всемирного банка показывают, что уровень экологического ущерба в ряде стран достигает 3-5 % ВВП ежегодно [1]. В этих условиях возникает объективная потребность в модернизации систем экологического контроля, что особенно актуально для стран с развивающейся промышленной структурой, таких как Узбекистан.

Экополиция как специализированный орган экологического правоприменения выполняет функции выявления, пресечения и профилактики нарушений природоохранного законодательства. Однако традиционные методы инспекций ограничены в скорости реагирования, территориальном охвате и объективности данных [2]. Переход к

технологически насыщенным формам надзора – мировой тренд, поддерживаемый как международными организациями (OECD, UNEP), так и национальными системами экологического управления.

Использование технических средств-дронов, спутниковых систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), сенсорных сетей, ГИС позволяет Экополиции перейти к более оперативной, точной и аналитически насыщенной модели надзора [3]. Поэтому исследование роли технического оснащения в повышении эффективности деятельности Экополиции является актуальным и научно значимым.

Материалы и методы / Materials and Methods

Методологическая основа исследования сформирована с учётом необходимости комплексной оценки влияния технического оснащения на эффективность экологического надзора. В работе использованы следующие взаимодополняющие подходы:

1. Сравнительный метод

Проведён сравнительный анализ систем экологического мониторинга, функционирующих в странах Европейского союза, США, Китая, России и Узбекистана. Данный метод позволил выявить различия в технической оснащённости экологических служб, оценить уровень цифровизации надзорных процессов и определить наиболее эффективные зарубежные практики, применимые для национальных условий.

2. Системный анализ

С использованием принципов системного подхода исследована инфраструктура экологического контроля, включая институциональные, организационные, технологические и кадровые компоненты. Системный анализ обеспечил возможность комплексного рассмотрения факторов, влияющих на результативность работы Экополиции в условиях технологической модернизации.

3. Контент-анализ научных и аналитических источников

Проведён контент-анализ научных публикаций зарубежных, российских и узбекских исследователей за 2018–2024 гг. [4-10]. Анализ охватывал труды, посвящённые дистанционному мониторингу, применению беспилотных авиационных систем, геоинформационных технологий, IoT-датчиков и автоматизированных платформ экологического контроля. Данный метод позволил обобщить современные научные подходы и выявить ключевые тенденции в развитии технического надзора.

4. Кейс-анализ

Для выявления практических аспектов применения инновационных технических решений использован кейс – анализ отдельных примеров деятельности экологических служб различных стран. Особое внимание уделено внедрению беспилотных технологий, спутникового мониторинга, автоматизированных систем наблюдения и ГИС-платформ. Это позволило оценить реальный эффект от применения современных технических средств и степень их влияния на результативность экологического надзора.

Совокупность выбранных методов обеспечила достоверность выводов и позволила сформировать комплексное представление о роли технического оснащения в повышении эффективности деятельности Экополиции.

Результаты / Results

Исследования демонстрируют, что внедрение беспилотных летательных аппаратов существенно повышает оперативность экологического контроля: применение дронов позволяет сократить временные затраты на инспекцию территорий в среднем на 60-70%, что связано с высокой скоростью их перемещения, возможностью охвата труднодоступных участков и снижением потребности в многочисленных выездных проверках. Кроме того, воздушный мониторинг обеспечивает фиксацию нарушений, которые остаются незаметными для наземных патрулей – включая нелегальные свалки, скрытые сбросы, изменения в структуре землепользования и нарушения в водоохранных зонах, что делает дроны одним из наиболее эффективных инструментов современного экологического надзора [4]. БПЛА оснащаются:

- мультиспектральными камерами (выявление загрязнений почвы и воды);
- тепловизорами (фиксация выбросов, утечек);
- LiDAR - сканерами (измерение изменений рельефа, незаконных вырубок).

Работы С. Сривастава (2022) показывают, что использование беспилотных летательных аппаратов обеспечивает высокую точность экологического картографирования лесных массивов, превосходя традиционные наземные методы как по детализации пространственных данных, так и по своевременности их получения. Автор отмечает, что дрон - съёмка позволяет выявлять изменения в структуре растительности, фиксировать участки деградации и ранние признаки незаконной вырубки, обеспечивая точность геопривязки и достоверность мониторинговых данных, что делает её ключевым инструментом в современном природоохранном управлении [5].

Спутниковое дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) является одним из наиболее технологически развитых инструментов современного экологического мониторинга и широко применяется в практике экологических служб благодаря высокой периодичности наблюдений, масштабности охвата и объективности получаемых данных. Спутниковые снимки позволяют выявлять незаконные застройки и изменения в структуре землепользования за счёт анализа временных рядов изображений высокой пространственной и спектральной разрешающей способности. Технологии ДЗЗ также эффективны при мониторинге вырубки лесов, включая обнаружение скрытых или поэтапных рубок, мониторинг деградации лесного покрова и фиксацию динамики восстановления экосистем. Важным направлением является оценка состояния водных ресурсов: спутниковые данные позволяют отслеживать концентрацию взвесей, цветность и степень эвтрофикации водоёмов, а также выявлять источники антропогенного воздействия. Кроме того, спутниковый мониторинг используется для контроля динамики загрязнений атмосферного воздуха, почв и поверхностных вод, позволяя отслеживать распространение поллютантов, выявлять аномальные выбросы и проводить долгосрочные экологические прогнозы. Комплексный характер спутниковых наблюдений делает ДЗЗ ключевым элементом интегрированных систем экологического надзора и важным источником данных для ситуационного анализа и принятия управленческих решений [6]. В ОЭСР отмечают, что интеграция спутниковых данных в систему экологического правоприменения увеличивает выявляемость нарушений в 2,5 раза [7].

Геоинформационные системы (ГИС) занимают центральное место в современной инфраструктуре экологического мониторинга, поскольку обеспечивают интеграцию и комплексную обработку пространственно-ориентированных данных, поступающих с различных технических платформ- беспилотных летательных аппаратов, спутников дистанционного зондирования, автоматизированных датчиков, наземных постов наблюдения и других источников. ГИС позволяют создавать многослойные карты экологической обстановки, анализировать пространственно-временные зависимости, выявлять аномалии в состоянии окружающей среды и оперативно визуализировать нарушения природоохранного законодательства.

Российские исследования подтверждают, что внедрение ГИС в практику муниципального экологического управления способствует повышению эффективности надзорной деятельности: время обработки инспекционных данных сокращается примерно на 40%, при этом увеличивается точность анализа, улучшается логистика проверок и возрастает обоснованность управленческих решений [8].

В Узбекистане реализация национальной ГИС-платформы экологического мониторинга стала важным этапом цифровизации системы экологического контроля. Её внедрение обеспечило упорядоченный межведомственный обмен данными, позволило объединить информацию различных органов (экологические службы, кадастровые управления, водные инспекции), а также повысило прозрачность и достоверность надзорных процедур, что способствует снижению рисков коррупции и усилению общественного контроля. Формирование единого информационного пространства на основе ГИС стало

важным фактором повышения оперативности реагирования на экологические нарушения и повышения качества государственного экологического менеджмента [9].

Сети экологических датчиков представляют собой ключевой элемент современной цифровой инфраструктуры экологического надзора, обеспечивая непрерывное фиксирование параметров воздуха, воды и почвы в режиме реального времени. Такие сенсорные комплексы позволяют получать высокочастотные данные о концентрации загрязняющих веществ, температуре, влажности, уровне pH, мутности воды, содержании растворённого кислорода и других экологических индикаторах, что существенно расширяет возможности оперативного контроля и раннего выявления экологических угроз.

Современные исследования (Gangwar et al., 2023) демонстрируют высокую эффективность систем интернета вещей (IoT) в задачах мониторинга химического состава атмосферного воздуха, прогнозирования уровней загрязнения с использованием методов машинного обучения, а также обнаружения аномальных выбросов, связанных с деятельностью промышленных объектов, транспортных узлов или несанкционированными источниками загрязнений [10]. Благодаря возможности автоматической передачи данных на централизованные серверы и последующей аналитической обработке IoT - инфраструктуры становятся важным инструментом для поддержания экологической безопасности в городах и промышленных регионах.

В ряде стран уже внедрены автоматизированные роботизированные платформы, предназначенные для мониторинга акваторий. Такие системы включают автономные надводные или подводные роботы, используемые для контроля качества воды, обнаружения нефтепродуктов, фиксации несанкционированных сбросов и обследования прибрежных зон с минимальным участием человека. Исследования Шишкин и Греков (2021) показывают, что роботизированные комплексы обеспечивают повышенную точность измерений и возможность долгосрочного мониторинга в труднодоступных или потенциально опасных водных экосистемах [11].

Интеграция IoT-датчиков, роботизированных систем и аналитических платформ позволяет формировать «умные» экосистемы мониторинга, которые обеспечивают своевременное выявление нарушений, автоматизацию отчётности и повышение эффективности экологического надзора.

Обсуждение / Discussion

Результаты проведённого исследования подтверждают, что техническое оснащение является ключевым детерминантом эффективности экологического надзора в условиях возрастающей антропогенной нагрузки и усложнения экологических угроз. Современные технические средства-дроны, спутниковые системы дистанционного зондирования Земли, геоинформационные системы, IoT - датчики и роботизированные комплексы - формируют новую технологическую экосистему надзорной деятельности, значительно расширяя возможности Экополиции по выявлению, предупреждению и анализу экологических правонарушений.

Традиционные методы надзора, основанные на выборочных выездных проверках и визуальном наблюдении, обладают ограниченным пространственным и временным охватом, а также высокой зависимостью от человеческого фактора. Технические средства позволяют перейти от реактивной модели надзора к проактивной и предиктивной, в которой экологические нарушения обнаруживаются на ранних стадиях, а прогнозные аналитические инструменты помогают моделировать сценарии экологических рисков. Это соответствует мировым трендам развития экологической политики ESG и цифрового государственного управления.

Одним из ключевых эффектов внедрения технических средств является существенное повышение точности наблюдений.

- Дроны обеспечивают высокую пространственную детализацию.
- Спутниковые системы – широкомасштабный охват и динамику изменений.
- IoT-датчики – непрерывность и высокую частоту измерений.

Объединение этих данных в ГИС-платформе создаёт многомерный массив информации, минимизирующий вероятность ошибок и искажения. Это особенно важно в правоприменительной деятельности, где доказательная база должна обладать высокой степенью объективности.

Инновационные технологии значительно сокращают временные затраты на проведение инспекций, что подтверждается исследованиями, фиксирующими снижение трудозатрат на 60-70% при использовании дронов [4]. Аналогичные показатели отмечаются и при внедрении ГИС: автоматизация обработки данных сокращает время анализа до 40% [8]. Усиление оперативности надзора позволяет экологическим службам реагировать на нарушения практически в режиме реального времени, что снижает масштаб экологического ущерба.

Цифровые технологии, включая автоматизированные системы мониторинга и открытые ГИС - платформы, обеспечивают более высокую прозрачность надзорных процедур. Уменьшение субъективного участия инспектора снижает коррупционные риски и повышает доверие граждан к работе экологических служб. В странах, внедривших национальные геоинформационные платформы (например, Узбекистан), отмечается улучшение межведомственной координации и доступности информации для общества [9].

Несмотря на значительные преимущества, внедрение технических средств сопровождается рядом вызовов:

- Высокие капитальные затраты. Приобретение БПЛА, спутниковых сервисов, датчиков и программного обеспечения требует существенных бюджетных средств.
- Недостаток квалифицированных кадров. Эффективное использование ГИС, ДЗЗ и IoT требует подготовки специалистов по анализу пространственных данных, операторов БПЛА и инженеров систем мониторинга.
- Правовые и институциональные пробелы. В ряде государств отсутствуют нормативы, регулирующие использование технических данных в качестве доказательной базы, что ограничивает возможности их полноценного применения в правоприменении.
- Вопросы кибербезопасности и защиты данных. Высокий уровень цифровизации требует защиты инфраструктуры от несанкционированного доступа и обеспечения безопасности данных мониторинга.
- Технологическая фрагментация. При отсутствии единой интегрированной платформы технические системы работают разрозненно, что снижает общий эффект модернизации.

Анализ современной научной литературы и практических подходов, применяемых экологическими службами различных стран, позволяет выделить несколько ключевых перспективных направлений технологического развития, которые способны радикально повысить эффективность экологического надзора. Одним из таких направлений является интеграция технологий искусственного интеллекта, обеспечивающая автоматическую классификацию нарушений, распознавание экологически опасных объектов на спутниковых снимках и прогнозирование вероятности возникновения рисков ситуаций на основе больших данных.

Важным трендом становится использование цифровых двойников (Digital Twin) – виртуальных моделей природных территорий или объектов, позволяющих в режиме реального времени моделировать экологические процессы, оценивать воздействие антропогенных факторов и тестировать различные сценарии управления рисками без вмешательства в реальную среду.

Существенное значение имеет также развитие национальных межведомственных ГИС-платформ, обеспечивающих интеграцию данных экологического мониторинга, кадастровой информации, спутниковых снимков и данных от IoT-датчиков. Такие платформы формируют единое информационное пространство, повышая эффективность взаимодействия между государственными структурами.

Перспективным направлением является создание «умных» природоохранных зон, оснащённых сетями сенсоров, беспилотных систем и автоматизированных средств контроля,

что позволяет осуществлять круглосуточный мониторинг состояния экосистем и оперативно реагировать на любые отклонения.

Наконец, технологии блокчейн открывают возможности для повышения прозрачности и достоверности экологических данных, обеспечивая неизменяемость записей, защиту информации от фальсификации и повышение доверия со стороны общественности и регулирующих органов.

В совокупности эти инновационные направления формируют основу для перехода к проактивной, высокотехнологичной модели экологического надзора, способной обеспечить более эффективную защиту окружающей среды в условиях современных вызовов.

Таким образом, техническое оснащение формирует новое качество экологического надзора, обеспечивая существенное повышение точности, оперативности, прозрачности и аналитического потенциала Экополиции. При условии системного подхода к внедрению технологий и устранению институциональных ограничений инновационная модернизация может стать ключевым драйвером повышения эффективности государственного экологического контроля.

Несмотря на значительный потенциал технических средств экологического мониторинга, процесс их внедрения сопровождается рядом существенных ограничений, которые тормозят масштабную цифровизацию экологического надзора и требуют системного решения.

Во-первых, высокая стоимость оборудования и его обслуживания остаётся одним из наиболее критичных барьеров. Современные БПЛА, мультиспектральные камеры, спутниковые сервисы, IoT-датчики и программные аналитические платформы требуют значительных первоначальных инвестиций, а также регулярных затрат на техническое обслуживание, калибровку, обновления программного обеспечения и замену комплектующих. Для многих государств и регионов, особенно с ограниченным бюджетом, подобные расходы являются существенным препятствием для широкого внедрения технологий.

Во-вторых, наблюдается недостаток квалифицированных операторов, аналитиков данных, специалистов по ГИС и дистанционному зондированию, что ограничивает эффективное использование технических систем. Технологическая сложность оборудования требует специальных компетенций – управления дронами, обработки спутниковых снимков, построения пространственных моделей, интерпретации данных IoT-сетей и работы с большими данными. Дефицит таких кадров приводит к недоиспользованию потенциала технологий и снижает качество аналитических выводов.

Третьим существенным ограничением является необходимость совершенствования нормативно-правовой базы, регулирующей порядок использования технических данных в экологическом правоприменении. Во многих странах отсутствуют чёткие регламенты, определяющие юридическую силу снимков БПЛА или спутниковых изображений, правила хранения и обработки данных мониторинга, а также механизмы интеграции цифровых доказательств в процедуру привлечения нарушителей к ответственности. Это создаёт правовую неопределённость и затрудняет использование технических средств в официальных проверках.

Кроме того, в условиях цифровизации усиливаются проблемы кибербезопасности и защиты данных. Высокая степень взаимосвязанности ГИС-платформ, облачных сервисов, сетей датчиков и автоматизированных систем делает инфраструктуру уязвимой для несанкционированного доступа, кибератак и утечек конфиденциальной информации. Это повышает требования к разработке защищённых архитектур данных, криптографических протоколов и процедур их резервного копирования.

Таким образом, преодоление перечисленных ограничений является необходимым условием успешной трансформации экологического надзора и раскрытия полного потенциала технических средств мониторинга.

Заключение / Conclusion

Проведённое исследование позволяет сделать вывод о том, что техническое оснащение является системообразующим фактором повышения эффективности Экополицей, обеспечивая переход от традиционного, преимущественно реактивного надзора к более точной, оперативной и аналитически ориентированной модели экологического контроля. Интеграция современных технологий усиливает возможности выявления нарушений, расширяет территориальный охват и способствует повышению прозрачности и объективности правоприменительных процедур.

Наиболее перспективными направлениями технологического развития выступают беспилотные летательные аппараты, обеспечивающие высокую детализацию наблюдений; данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), позволяющие выявлять изменения в состоянии окружающей среды в динамике; геоинформационные системы (ГИС), формирующие единое цифровое пространство мониторинга; сети IoT-датчиков, обеспечивающие непрерывное автоматизированное наблюдение; а также роботизированные системы, эффективные в условиях сложных или опасных экосистем. Комплексное применение этих инструментов существенно усиливает потенциал государственного экологического надзора. Для эффективного внедрения и эксплуатации технических средств государственным органам рекомендуется:

1. Инвестировать в развитие кадрового потенциала, включая подготовку специалистов по геоаналитике, дистанционному зондированию, эксплуатации БПЛА и анализу больших данных. Кадровая компетентность является ключевым фактором раскрытия потенциала современных технологий.

2. Совершенствовать нормативно-правовую базу, обеспечивая юридическое признание данных, полученных посредством дронов, спутников и автоматизированных датчиков, в качестве доказательной базы при расследовании экологических нарушений. Это включает стандарты сбора, хранения, верификации и интерпретации цифровых данных.

3. Развивать межведомственную интеграцию информационных систем, формируя единые ГИС - платформы, объединяющие данные экологических служб, кадастровых органов, водохозяйственных инспекций и других структур. Такая интеграция повышает оперативность реагирования и качество управленческих решений.

4. Рассматривать внедрение технологий искусственного интеллекта в качестве перспективного направления развития системы экологического контроля. Алгоритмы машинного обучения способны автоматизировать классификацию нарушений, анализ экологических тенденций, прогнозирование рисков и выявление скрытых зависимостей в больших массивах экологических данных.

5. Поддерживать развитие инновационной инфраструктуры мониторинга, включая создание пилотных «умных» природоохранных зон с полным циклом автоматизированного наблюдения, интеграцией цифровых двойников и применением роботизированных платформ.

Таким образом, реализация предложенных рекомендаций позволит сформировать высокотехнологичную, устойчивую и научно обоснованную систему экологического надзора, способную эффективно противодействовать современным экологическим вызовам и обеспечивать долгосрочную экологическую безопасность.

Список литературы

1. Всемирный банк. Экономическая оценка ущерба от экологической деградации. Вашингтон, 2023. <https://www.vsemirnyjbank.org/ru/news/press-release/2025/09/01/protecting-nature-boosts-growth-and-jobs-shows-new-report>

2. Программа ООН по окружающей среде (UNEP). Доклад о соблюдении экологического законодательства и экологическом контроле. Найроби, 2022. <https://www.un.org/ru/ga/unep/>

3. OECD (2024), Руководящие принципы ОЭСР по корпоративному управлению для предприятий с государственным участием 2024, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9cba536b-ru>.

4. Системы мониторинга с применением БПЛА. Математическое моделирование, компьютерный и натурный 2025, №3 эксперимент в естественных науках <http://mathmod.esrae.ru>

5. Беспилотный летательный аппарат. [Электронный ресурс]. Режим доступа: Беспилотный_летательный_аппарат/ (дата обращения: 17.01.2022). <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

6. Базовый отчет пятого раунда мониторинга антикоррупционных реформ в Казахстане Стамбульский план действий по борьбе с коррупцией. Эта работа доступна по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International. Используя эту работу, вы соглашаетесь с условиями этой лицензии 17 сентября 2024. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

7. Герасимов И.П., Фомин В.В. Геоинформационные технологии в муниципальном экологическом контроле. ГЕО: системы и технологии, 2021, № 3, с. 45–56.

8. Министерство экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан. Национальная система экологического мониторинга: аналитический обзор. Ташкент, 2023.

9. Гангвар А., Сингх С., Мишра Р., Пракаш С. Мониторинг качества воздуха на основе технологий интернета вещей и машинного обучения. arXiv, 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2304.09574>

10. Шишкин Е. Е., Греков А. Н. Интеллектуальная автоматизированная система мониторинга водных акваторий на основе автономных роботов. arXiv, 2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2108.11166>

11. Европейская комиссия. Программа «Коперник»: возможности спутникового экологического мониторинга. Брюссель, 2023.

13. Агентство по охране окружающей среды США (EPA). Использование беспилотных летательных систем в экологическом контроле. Вашингтон, 2022.

14. Ли С., Чэнь Ю. Дистанционное зондирование Земли для экологического мониторинга: достижения и вызовы. Международный журнал дистанционного зондирования, 2021, т. 42(14).

15. Болтаев Ш. Ш., Тарасов А. А. Возможности дистанционного мониторинга природных ресурсов в Узбекистане. Экология и производство, 2022, № 4.

16. Худойкулов Х., Назаров А. Цифровая трансформация экологического управления в Узбекистане. Центральноазиатский журнал экологических исследований, 2023, т. 5(2).

17. Экономическая и социальная комиссия ООН для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО). Цифровое экологическое управление в странах Азии и Тихоокеанского региона. Бангкок, 2022.

References

1. World Bank. Economic Valuation of Damages from Environmental Degradation. Washington, DC, 2023. <https://www.vsemirnyjbank.org/ru/news/press-release/2025/09/01/protecting-nature-boosts-growth-and-jobs-shows-new-report>

2. United Nations Environment Programme (UNEP). Environmental Law Compliance and Enforcement Report. Nairobi, 2022. <https://www.un.org/ru/ga/unep/>

3. OECD (2024), OECD Corporate Governance Guidelines for State-Owned Enterprises 2024, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9cba536b-ru>.

4. MONITORING SYSTEMS USING UAVS. Mathematical modeling, computer and field 2025, No. 3 experiment in natural sciences <http://mathmod.esrae.ru>

5. Unmanned aerial vehicle. [Electronic resource]. Access mode: Bespilotnyy_letelnyy_apparat/ (date of access: 17.01.2022). <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

6. Baseline report of the fifth round of monitoring of anti-corruption reforms in Kazakhstan. Istanbul Anti-Corruption Action Plan. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license. By using this work, you agree to the terms of this license. September 17, 2024. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).
7. Gerasimov I.P., Fomin V.V. Geoinformation technologies in municipal environmental control. GEO: Systems and Technologies, 2021, no. 3, pp. 45–56.
8. Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan. National Environmental Monitoring System: Analytical Review. Tashkent, 2023.
9. Gangwar A., Singh S., Mishra R., Prakash S. Air Quality Monitoring Based on the Internet of Things and Machine Learning. arXiv, 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2304.09574>
10. Shishkin E. E., Grekov A. N. Intelligent Automated System for Monitoring Water Areas Based on Autonomous Robots. arXiv, 2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2108.11166>
11. European Commission. Copernicus Programme: Opportunities for Satellite-Based Environmental Monitoring. Brussels, 2023.
13. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Use of Unmanned Aerial Systems in Environmental Monitoring. Washington, DC, 2022.
14. Li S., Chen Y. Remote Sensing of the Earth for Environmental Monitoring: Achievements and Challenges. International Journal of Remote Sensing, 2021, Vol. 42(14).
15. Boltayev Sh. Sh., Tarasov A. A. Potential for Remote Monitoring of Natural Resources in Uzbekistan. Ecology and Production, 2022, No. 4.
16. Khudoykulov Kh., Nazarov A. Digital Transformation of Environmental Management in Uzbekistan. Central Asian Journal of Environmental Research, 2023, Vol. 5(2).
17. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP). Digital Environmental Governance in Asia and the Pacific. Bangkok, 2022.