

Использование технологий информационного общества

БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Шахрамьян Михаил Андраникович

Доктор технических наук, профессор

*Финансовый университет при Правительстве РФ, кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,
профессор*

Москва, Российская Федерация

7283763@mail.ru

Аннотация

В статье представлено описание возможности применения беспилотных летательных аппаратов для мониторинга загрязнения окружающей природной среды с использованием алгоритмов компьютерного зрения и оптимизации маршрутов движения беспилотных летательных аппаратов. Приведено сравнение эффективности использования беспилотных летательных аппаратов и наземных методов для мониторинга загрязнений окружающей природной среды.

Ключевые слова

беспилотные летательные аппараты, компьютерное зрение, мониторинг, окружающая природная среда

Введение

Загрязнение природоохранных зон в России – одна из острейших экологических и социальных проблем современности. По данным Роспотребнадзора в 2024 году более 4,36 миллионов заболеваний в России были вызваны экологическими факторами. Это вызывает глубокий резонанс в обществе, который можно наблюдать последние годы.

При этом каждый год площадь загрязненных территорий только от мусорных свалок увеличивается на 0,4 миллиона гектара. Это размер Москвы и Санкт-Петербурга вместе взятых [1].

В качестве улучшения системы мониторинга и охраны окружающей среды возможно внедрять современные технологии беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и методы анализа полученных с их помощью данных. В частности, БПЛА могут использоваться для контроля состояния окружающей среды, обнаружения загрязнений и оценки уровня их воздействия на состояние природной среды и ее биогеоценоз.

Совместно с этим автоматизированный анализ данных, собранных с помощью беспилотных летательных аппаратов средней дальности, позволит ускорить процесс обработки информации, повысит точность определения границ зараженной зоны и обеспечит более эффективное и своевременное принятие решений в области экологической безопасности

1 Преимущество использования БПЛА для мониторинга загрязнений

Достижения в области дроностроения в последние годы позволяют активно использовать различные типы БПЛА в большинстве сфер нашей жизни. Одним из самых актуальных направлений, безусловно, является развитие данных аппаратов для защиты окружающей среды. Применение подобных аппаратов имеет ряд преимуществ:

- Высокая мобильность и гибкость: БПЛА можно в короткие сроки перемещать между различными точками мониторинга. В том числе возможно самостоятельное перемещение без смены положения одного из операторов. Эти качества позволяют оперативно

© Шахрамьян М. А., 2025

Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «С указанием авторства - С сохранением условий версии 4.0 Международная» (Creative Commons Attribution – ShareAlike 4.0 International; CC BY-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.ru>

https://doi.org/10.52605/16059921_2025_06_139

реагировать на изменения нормальных условий и своевременно обнаруживать новые источники загрязнений.

- Доступность и экологичность: массовое производство БПЛА позволило значительно уменьшить их себестоимость, а конкуренция на рынке сохранит тенденцию на понижение стоимости для конечных пользователей. Этот факт сделал возможным активное применение данных аппаратов для повсеместного использования. При этом использование БПЛА позволяет снизить затраты на проведение исследований, особенно в труднодоступной местности. Уже сейчас применение данных методов показывает эффективность и экономичность данного способа по сравнению с традиционными наземными или воздушными методами сбора информации.
- Точность и детализация: современные БПЛА могут оснащаться высокоточными датчиками и фиксирующими средствами высокого разрешения. В том числе с помощью дронов возможен сбор данных там, где невозможно получение данных любыми другими методами, особенно в местах, вредных и опасных для здоровья человека. В совокупности данных качеств возможно получать детальное изображение и данные для анализа с точной геолокацией для дальнейшей интерпретации.
- Возможность интеграции с другими технологиями: перспективное направление интеграции и создания эффективного алгоритма взаимодействия данных, полученных с космических аэроснимков, с БПЛА для компенсации минусов этих систем при использовании их по отдельности. В том числе беспилотные летательные аппараты возможно интегрировать с системами автоматического анализа данных, что ускорит и автоматизирует процесс обработки и интерпретации полученной информации [2].

Все вышеперечисленное явно указывает на перспективность дальнейшего внедрения БПЛА в сферу экологического мониторинга

2 Перспективные алгоритмы и методы анализа данных, полученных с БПЛА

На сегодня основным препятствием для полноценного и повсеместного внедрения БПЛА в сферу экологического мониторинга является отсутствие технологий автоматической обработки и алгоритмов построения путей с помощью полученных фото-цифровых данных с космических аппаратов [3].

Для активного внедрения данной технологии необходимо внедрить новые и улучшить уже известные:

- Алгоритмы компьютерного зрения. Компьютерное зрение – это область искусственного интеллекта, которая занимается разработкой алгоритмов для анализа и понимания изображений. Алгоритмы компьютерного зрения могут быть использованы для обнаружения загрязнений на изображениях, сделанных с помощью БПЛА. Например, методы сегментации изображений могут помочь выделить области загрязнения на снимках, а методы распознавания образов могут использоваться для идентификации конкретных типов загрязнений.
- Алгоритмы оптимизации маршрутов БПЛА. Оптимизация маршрутов БПЛА может помочь максимизировать эффективность экологического мониторинга. Например, алгоритмы маршрутизации на основе графа могут быть использованы для определения оптимальных маршрутов полёта БПЛА, учитывая ограничения на время полёта и заряд батареи.
- Алгоритмы глубокого обучения. Глубокое обучение представляет собой подраздел машинного обучения, который использует глубокие нейронные сети для обработки данных. Оно может быть использовано для более точного обнаружения и классификации загрязнений на изображениях, полученных с БПЛА. Например, свёрточные нейронные сети (CNN) могут быть использованы для автоматического обнаружения загрязняющих веществ на основе изображений, сделанных с помощью БПЛА, что позволяет быстро и точно идентифицировать источники загрязнения [4, 5].

3 Применение методов дистанционного экологического мониторинга

Для рассмотрения эффективности внедрения новых методов был взят участок вокруг старого полигона хранения твердых бытовых отходов Московской области городского округа Истра. Площадь изучаемого участка составила 4,32 км [1].

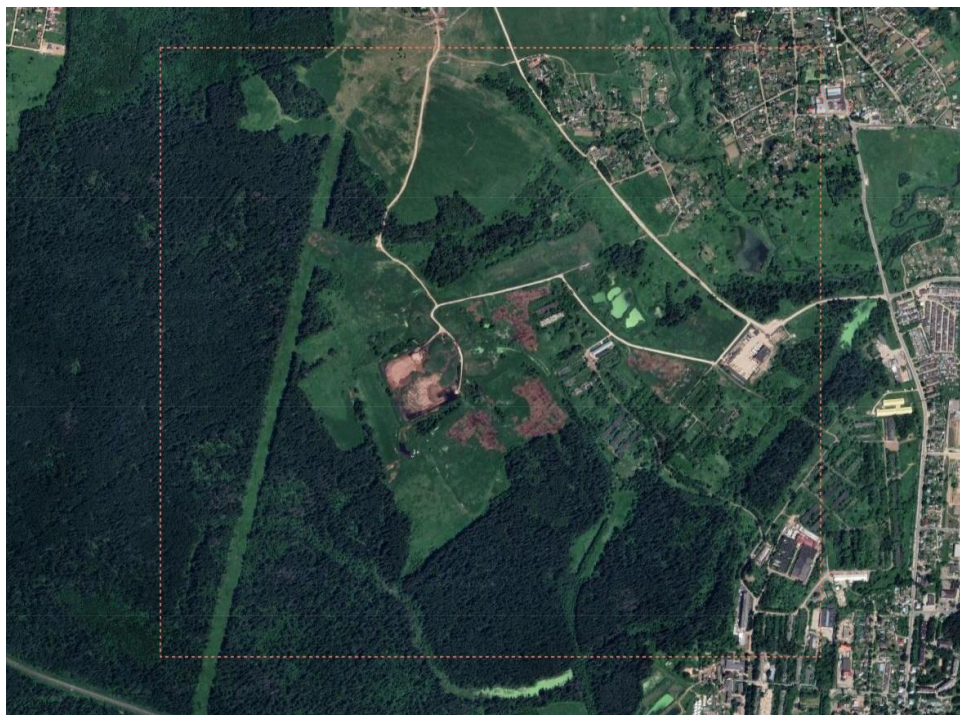


Рис. 1. Зона проведения мониторинга

Участок, на котором расположен объект захоронения твёрдых коммунальных отходов (ТКО), считается потенциально опасным. Прилегающие к объекту территории требуют усиленного и постоянного импактного экологического мониторинга.

Чтобы подтвердить эффективность использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для экологического мониторинга, были собраны основные показатели качества воздуха с помощью газоанализатора и проведён визуальный контроль состояния окружающей среды. Зафиксировано общее время, затраченное на проведение контроля. Сделаны выводы о возможности улучшения этих показателей с помощью БПЛА, в том числе с использованием подвешного дополнительного оборудования – газоанализатора Sniffer4D V2.0.

В качестве инструмента дистанционного мониторинга был выбран один из наиболее распространённых промышленных дронов – DJI Matrice 300 с RTK с газоанализатором Sniffer4D V2.0 и установленной камерой DJI Zenmuse Z30. При заданных параметрах для покрытия всей площади участка достаточно одного снимка, сделанного с высоты 1500 метров. Для получения более детализированных снимков, подходящих для детального анализа, необходимо сделать четыре перекрывающихся фотоснимка с четырёх равноудалённых от центра участка точек на высоте 1000 метров.

В процессе съёмки в пяти различных точках были проведены замеры качества воздуха на высотах 100, 500 и 1000 метров.

4 Сравнение традиционного наземного и дистанционного мониторинга окружающей среды

Традиционный наземный мониторинг подразумевает проведение исследований непосредственно на изучаемом участке с использованием разнообразных методов и инструментов. Данный подход обеспечивает получение точных сведений о состоянии окружающей среды в определённой локации, однако требует значительных временных и материальных затрат. Кроме того, наземные исследования могут быть ограничены доступностью некоторых территорий.

Дистанционный мониторинг обладает рядом преимуществ перед традиционным наземным мониторингом. Во-первых, он позволяет охватить обширные территории и сформировать более полное представление о состоянии окружающей среды. Во-вторых, дистанционный мониторинг может быть осуществлён в труднодоступных локациях, где проведение наземных исследований затруднено или невозможно. В-третьих, дистанционный мониторинг потенциально более экономичен, поскольку не требует существенных затрат на транспортировку и оборудование.

Из полученных нами расчетов можно провести сравнительный анализ использования традиционного наземного мониторинга и современного дистанционного мониторинга.

Основные показатели эффективности данных способов указаны на диаграмме, представленной на рисунке 2.

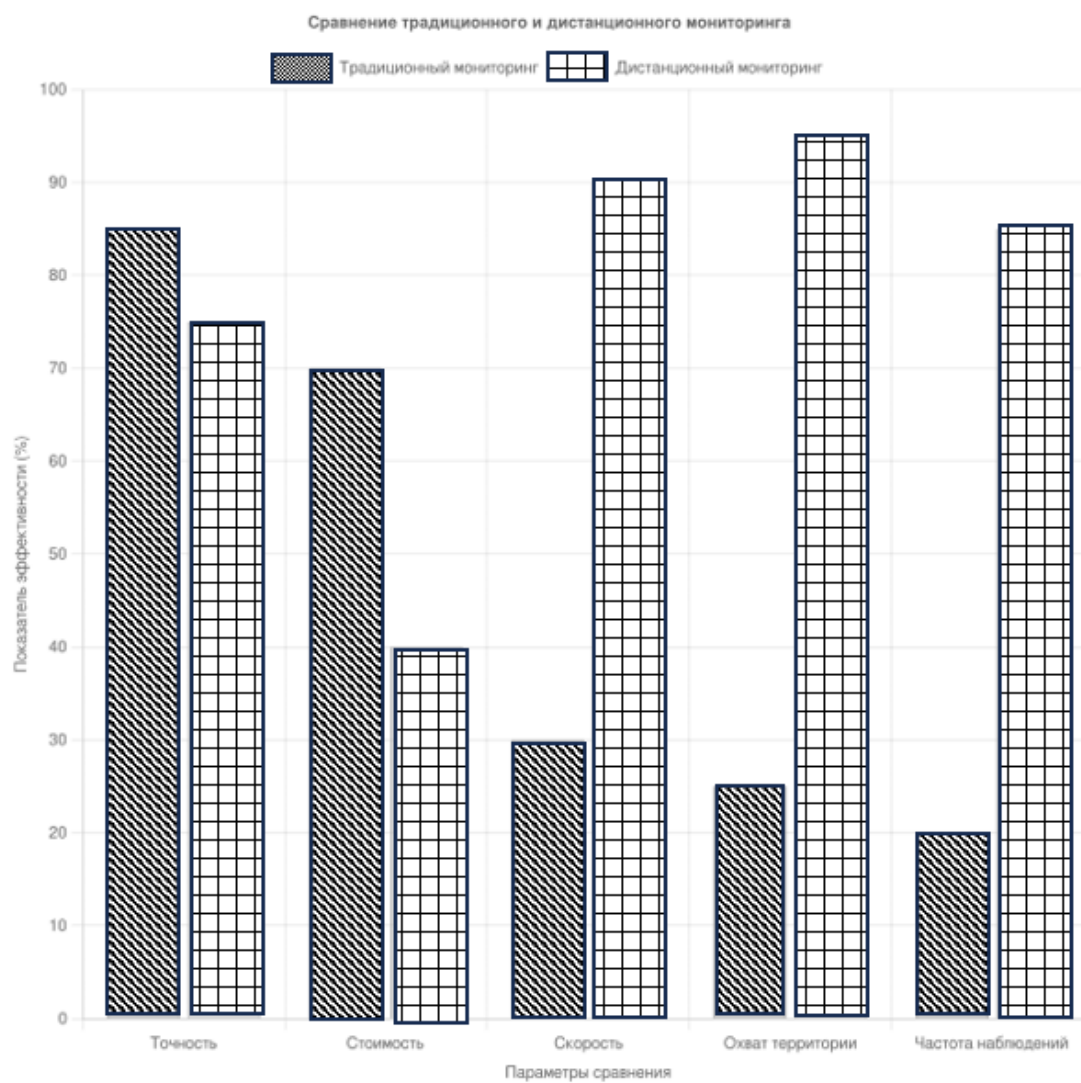


Рис. 2. График сравнения эффективности мониторинга

Как видно из рисунка 2, дистанционный метод демонстрирует значительно более высокую эффективность экологического мониторинга по сравнению с традиционными методами. На длительном промежутке времени данный метод позволяет снизить затраты на сбор данных на 30%, повысить скорость сбора аналитических данных на 60% и значительно увеличить площадь охвата мониторинга.

Заключение

Применение БПЛА для мониторинга загрязнения окружающей природной среды может найти широкое применение в связи с имеющимися преимуществами по сравнению с наземными методами мониторинга

Для успешного применения БПЛА необходимо активно развивать новые технологии и алгоритмы, связанные с обработкой больших объемов данных и разработкой эффективных методов классификации загрязнений с помощью фото и видео материалов. Требуется также проведение дополнительных исследований для оценки достоверности и точности алгоритмов в различных условиях.

Литература

1. Безопасность жизнедеятельности. Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. 87 с. EDN APOAPK.
2. Лабутина И. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков / И. А. Лабутина. Москва: Аспект Пресс, 2004. 184 с.
3. ГОСТ Р 56069-2014. Производственный экологический контроль. Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Дистанционный мониторинг земель. Общие требования. – Москва: Стандартинформ, 2020. 6 с.
4. Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование : Учебник для вузов / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. Москва: Академический проект, 2016. 297 с. ISBN 978-5-8291-1878-5. EDN YSKGMJ.
5. Иванов С. Н., Шахрамьян М. А., Казарян М. Л. Потенциал применения алгоритмов автоматизированного анализа данных, полученных с беспилотных летательных аппаратов для выявления и классификации загрязнений. Информация и космос, №2, 2025, с. 155–161.

UNMANNED AERIAL VEHICLES ENVIRONMENTAL MONITORING

Shakhramanyan, Mikhail Andranikovich

Doctor of technical sciences, professor

Financial University under the Government of the Russian Federation, Department of life safety, professor
Moscow, Russian Federation

7283763@mail.ru

Аннотация

This article describes the feasibility of using unmanned aerial vehicles (UAVs) to monitor environmental pollution using computer vision algorithms and UAV route optimization. A comparison of the effectiveness of using UAVs and ground-based methods for monitoring environmental pollution is provided.

Ключевые слова

unmanned aerial vehicles, computer vision, monitoring, environment

References

1. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. Moskva: Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024. 87 s. EDN APOAPK.
2. Labutina I. A. Deshifrirovaniye aerokosmicheskikh snimkov / I. A. Labutina. Moskva: Aspekt Press, 2004. 184 s.
3. GOST R 56069–2014. Proizvodstvennyy ekologicheskij kontrol'. Monitoring sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchej sredy. Distancionnyy monitoring zemel'. Obshchie trebovaniya. – Moskva: Standartinform, 2020. 6 s.
4. Limonov, A. N. Fotogrammetriya i distancionnoye zondirovaniye : Uchebnik dlya vuzov / A. N. Limonov, L. A. Gavrilova. Moskva: Akademicheskij proekt, 2016. 297 s. ISBN 978-5-8291-1878-5. EDN YSKGMJ.
5. Ivanov S. N., Shahrman'yan M. A., Kazaryan M. L. Potencial primeneniya algoritmov avtomatizirovannogo analiza dannyh, poluchennyh s bespilotnyh letatel'nyh apparatov dlya vyyavleniya i klassifikatsii zagryaznenij. Informatsiya i kosmos, №2, 2025, s. 155–161.