

УДК 528.88  
AGRI P31

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/104/10>

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ

©Шаймарданов Д. А., ORCID: 0009-0007-4797-5672, Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Россия, [dinar-vvv@yandex.ru](mailto:dinar-vvv@yandex.ru)

©Атнабаев А. Ф., ORCID: 0000-0002-1775-7830, SPIN-код: 7651-3116, канд. техн. наук, Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Россия, [aaf1981@mail.ru](mailto:aaf1981@mail.ru)

©Мухаметов Д. И., ORCID: 0009-0009-9348-5812, Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Россия, [seems clever@mail.ru](mailto:seems clever@mail.ru)

©Павлова Л. Г., ORCID: 0009-0008-5393-898X, Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Россия, [liana.pavlova2001@mail.ru](mailto:liana.pavlova2001@mail.ru)

## STATUS AND PROSPECTS FOR THE USE OF REMOTE SENSING DATA FOR THE DETECTION OF WILDFIRES

©Shaimardanov D., ORCID: 0009-0007-4797-5672,

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia, [dinar-vvv@yandex.ru](mailto:dinar-vvv@yandex.ru)

©Atnabaev A., ORCID: 0000-0002-1775-7830, SPIN-code: 7651-3116, Ph.D., Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia, [aaf1981@mail.ru](mailto:aaf1981@mail.ru)

©Mukhametov D., ORCID: 0009-0009-9348-5812,

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia, [seems clever@mail.ru](mailto:seems clever@mail.ru)

©Pavlova L., ORCID: 0009-0008-5393-898X, Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia, [liana.pavlova2001@mail.ru](mailto:liana.pavlova2001@mail.ru)

*Аннотация.* В статье рассматривается проблема пожаров как серьезная угроза для жизни, экономики и экосистем, выделяя необходимость раннего обнаружения и тушения пожаров. Исследуется потенциал комбинации дистанционного зондирования Земли и нейросетей для быстрого и точного обнаружения природных пожаров. Подчеркивается значимость применения искусственного интеллекта, развития методов глубокого обучения моделей нейронных сетей, для анализа космических снимков и выявления ранних признаков пожаров. В статье также приводятся примеры успешных проектов и исследований в области обнаружения природных пожаров. Заключительная часть статьи подчеркивает необходимость дальнейшего исследования и развития методов обучения нейронных сетей, расширение наборов обучающих данных и улучшения технологий получения космических снимков для эффективного контроля и предотвращения пожаров, с целью защиты окружающей среды и минимизация ущерба для людей.

*Abstract.* The article discusses the problem of fires as a serious threat to life, economy and ecosystems, highlighting the need for early detection and suppression of fires. The potential of the combination of Earth remote sensing and neural networks for rapid and accurate detection of natural fires is studied. The significance of applying artificial intelligence, the development of deep learning methods for neural network models, to analyze space images and detect early signs of fires

is emphasized. The article also provides examples of successful projects and research in the field of wildfire detection. The final part of the paper emphasizes the need for further research and development of neural network training methods, expansion of training datasets and improvement of space imagery acquisition technologies for effective control and prevention of fires, in order to protect the environment and minimize damage to people.

*Ключевые слова:* природные пожары, дистанционное зондирование, космические снимки, мониторинг.

*Keywords:* natural fires, remote sensing, space images, monitoring.

Пожары являются серьезной угрозой для жизни людей и животных, также это большой удар по экономике государства. Раннее выявление очагов пожара и их тушение является актуальной проблемой, решение которой поможет минимизировать ущерб для природы и человека [2].

Одним из таких инструментов является дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — наблюдение на расстоянии за поверхностью Земли наземными, авиационными и космическими средствами, оснащенными различными видами съемочной аппаратуры.

С развитием искусственного интеллекта появилась возможность использования нейросетей для быстрой обработки, классификации снимков, полученных с помощью ДЗЗ, что способствует быстрому и точному обнаружению местоположения пожаров, их интенсивности и характера распространения. На Рисунке представлены космические снимки со спутника Sentinel-2 с разрешением 10 метров, аппаратурой L2A.

Снимки представлены в комбинации различных каналов для лучшей визуализации пожара:

А) Комбинация «естественные цвета» (Red, Green, Blue), используются каналы видимого диапазона, объекты земной поверхности выглядят похожими на то, как они воспринимаются человеческим глазом.

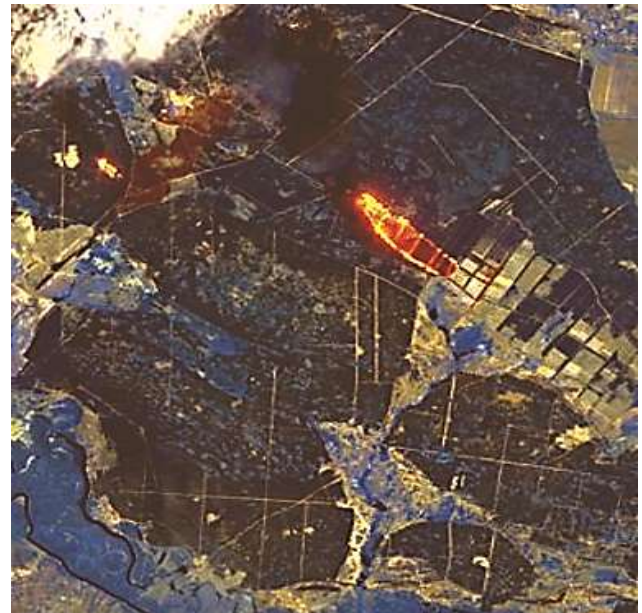
Б) Комбинация «устранение атмосферных эффектов» (SWIR2, SWIR1, Red8) она не включает ни одного канала из видимого диапазона и обеспечивает оптимальный анализ состояния атмосферы.

В) Комбинация «коротковолновой инфракрасный» (SWIR2, Red8, Red) необходима для исследований состояния растительности, обнаружения изменений почв. Эти комбинации помогут определить точные координаты пожара, степень его распространения, очаги пожаров, состояние и тип растительности в области, охваченной пожаром [1].

#### *Применение нейросетей в обнаружении пожаров*

На сегодняшний день активно применяются методы ДЗЗ для обнаружения пожаров, в том числе в этом помогает искусственный интеллект. Нейронные сети представляют собой комплексные математические модели, которые могут обучаться на больших объемах данных, что позволяет им выявлять закономерности и различные шаблоны поведения, связанные с пожарами. Существует несколько типов моделей нейронных сетей, которые успешно могут применяться для обнаружения пожаров. Например, сверточные нейронные сети (CNN) используются для анализа изображения и обнаружения признаков пожара, таких как дым или пламя. Рекуррентные нейронные сети (RNN) анализируют последовательность данных, такие как временные ряды температуры или интенсивность свечения.

Преимущества использования нейронных сетей в обнаружении пожаров включают высокую скорость и точность обработки данных, способность к обучению. Анализируя космические снимки, искусственный интеллект может вычислить точные границы участков земли, затронутых пожаром даже на очень большой территории.



А)

Б)

В)

Рисунок. Космический снимок пожара в комбинации разных каналов (<https://eos.com/products/landviewer/>)

В России тоже активно разрабатываются и внедряются подобные системы, одна из таких — проект «Цифровая Земля» госкорпорации «Роскосмос». Сервисы платформы «Цифровая Земля» предназначены для обеспечения пользователей цифровыми аналитическими продуктами о ведущейся хозяйственной деятельности и состоянии



территорий и природных ресурсов в масштабах всей страны на основе данных космической съемки (<https://dgearth.ru/>).

В рамках этого проекта есть решения по обнаружению пожаров на территории России с использованием данных, полученных от различных спутников. Для мониторинга природных пожаров можно использовать российский спутник «Канопус-В-ИК», так как он имеет высокое разрешение в многозональной съемке 12 метров и большую полосу захвата 23 километра. Помимо традиционного для аппаратов серии «Канопус-В» моноблок целевой аппаратуры, включает в себя панхроматическую и многозональную съемочные системы, космический аппарат «Канопус-В-ИК» оснащен многоканальным радиометром среднего и дальнего инфракрасных диапазонов. Аппаратура «Канопус-В-ИК» позволяет получать качественно новую информацию за счет более высокого пространственного разрешения и широкой полосы захвата 2000км. Но главным достоинством прибора является способность обнаруживать малоразмерные очаги пожара площадью всего 25 м<sup>2</sup>, что значительно упрощает борьбу с ними (<https://www.roscosmos.ru/24985/>).

Однако, несмотря на развитие и применение систем дистанционного зондирования Земли в области обнаружения пожаров существует ряд проблем и ограничений. Одна из основных проблем – не актуальные данные. Недостаточное количество пролетов спутников над всей территорией страны не дает следить за обстановкой в реальном времени. Также плохая погодная видимость не всегда позволяет получать снимки в хорошем качестве для дальнейшей обработки и анализа. Все это снижает эффективность обнаружения пожаров с помощью спутников, а значит замедляет реагирование служб для борьбы с ними.

Применение нейронных сетей существенно повысит скорость и эффективность обработки и анализа космических снимков, так как искусственный интеллект способен изучать сложные закономерности и особенности на больших наборах данных, что позволит выявлять ранние признаки пожара, такие как шлейфы дыма или тепловые аномалии даже в условиях низкого качества изображения, полученного по причине плохой погодной видимости и т.п. Используя нейронные сети для такого анализа снимков в кратчайшие сроки, становится возможным быстро и точно обнаруживать природные пожары [3].

Одно из исследований в области активного обнаружения пожаров на спутниковых снимках, в основе которого лежит использование методов глубокого обучения, демонстрирует, что различные архитектуры сверточных нейронных сетей могут успешно использоваться для аппроксимации алгоритмов, созданных вручную, и достигают высокой точности при обнаружении пожаров 87,2-92,4%. Авторы работы “Active fire detection in Landsat-8 imagery: A large-scale dataset and a deep-learning study” представили крупномасштабный набор данных, содержащий более 150000 фрагментов изображений Landsat-8 для обучения и оценки моделей [1].

Использование комбинации дистанционного зондирования Земли и нейросетей для обработки изображений представляет собой перспективный и эффективный подход к решению актуальной проблемы по своевременному обнаружению пожаров. Эти технологии помогут значительно улучшить способы контроля и предотвращения пожаров, что защитит окружающую среду, сохранит природные ресурсы и сократит ущерб для людей.

#### *Список литературы:*

1. De Almeida Pereira G. H., Fusioka A. M., Nassu B. T., Minetto R. Active fire detection in Landsat-8 imagery: A large-scale dataset and a deep-learning study // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2021. V. 178. P. 171-186. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.06.002>

2. Атнабаев А. Ф., Калимуллин В. Р., Мустафина Г. Р. Применение сервис-ориентированной архитектуры ГИС для мониторинга состояния лесного хозяйства // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем. Уфа, 2012. С. 85-90. EDN VYEVVN.

3. Еремеев В. В., Егошкин Н. А., Макаренко А. А., Ушенкин В. А., Постыляков О. В. Улучшение технологий искусственного интеллекта при обработке материалов наблюдения Земли на основе системного анализа сквозного информационного тракта // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. №6. С. 144–154. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2023-20-6-144-154>

*References:*

1. De Almeida Pereira, G. H., Fusioka, A. M., Nassu, B. T., & Minetto, R. (2021). Active fire detection in Landsat-8 imagery: A large-scale dataset and a deep-learning study. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 178, 171-186. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.06.002>

2. Atnabaev, A. F., Kalimullin, V. R., & Mustafina, G. R. (2012). Primenenie servis-orientirovannoi arkhitektury GIS dlya monitoringa sostoyaniya lesnogo khozyaistva. In *Geoinformatsionnye tekhnologii v proektirovanii i sozdanii korporativnykh informatsionnykh system, Ufa*, 85-90. (in Russian).

3. Eremeev, V. V., Egoshkin, N. A., Makarenkov, A. A., Ushenkin, V. A., & Postylyakov, O. V. (2023). Uluchshenie tekhnologii iskusstvennogo intellekta pri obrabotke materialov nablyudeniya Zemli na osnove sistemnogo analiza skvoznogo informatsionnogo trakta. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 20(6), 144–154. (in Russian). <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2023-20-6-144-154>

*Работа поступила  
в редакцию 18.06.2024 г.*

*Принята к публикации  
22.06.2024 г.*

*Ссылка для цитирования:*

Шаймарданов Д. А., Атнабаев А. Ф., Мухаметов Д. И., Павлова Л. Г. Состояние и перспективы использования данных дистанционного зондирования Земли для обнаружения природных пожаров // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №7. С. 77-81. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/104/10>

*Cite as (APA):*

Shaimardanov, D., Atnabaev, A., Mukhametov, D., & Pavlova, L. (2024). Status and Prospects for the Use of Remote Sensing Data for the Detection of Wildfires. *Bulletin of Science and Practice*, 10(7), 77-81. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/104/10>