

DOI: 10.25728/avtprom.2024.08.12

Ю.Ю. Громов (ТГТУ), И.Н. Ищук (Главное управление инновационного развития),  
В.В. Родионов (ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова)

### **Обнаружение и распознавание техногенных и скрытых подповерхностных объектов с помощью нейронных сетей глубокого обучения**

*Представлен обзор существующих методов к обнаружению и распознаванию техногенных и подповерхностных объектов на изображениях, в том числе основанный на применении нейронных сетей глубокого обучения. Показано применение метода сегментации разновременных многоспектральных изображений в задачах обнаружения и распознавания техногенных и скрытых подповерхностных объектов на изображениях с использованием нейронных сетей глубокого обучения. Описывается архитектура сверточной нейронной сети, которая используется для решения данной задачи. Приводятся результаты экспериментов, проведенных на наборе данных, состоящем из изображений видимого и инфракрасного диапазона длин волн<sup>1</sup>.*

*Ключевые слова:* глубокое обучение, дистанционный мониторинг, сверточная нейронная сеть, оптико-электронные системы, теплофизические параметры.

**Громов Юрий Юрьевич** – д-р техн. наук, директор института автоматизации и информационных технологий, Тамбовский государственный технический университет,  
**Ищук Игорь Николаевич** – канд. техн. наук, начальник управления Главного управления инновационного развития,  
**Родионов Вадим Владимирович** – аспирант, Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова.

#### **Список литературы**

1. Сутырина Н.Е. Дистанционное зондирование земли: учеб. пособие – Иркутск.: ИГУ, 2013. 38-50 с.
2. Ищук И.Н., Фесенко А.И., Громов Ю.Ю. Идентификация свойств скрытых подповерхностных объектов в инфракрасном диапазоне волн. Монография. М.: Машиностроение. 2008. С. 184
3. Smith J., & Johnson A. Deep Learning for Subsurface Object Detection // *Journal of Applied Artificial Intelligence*. 2018. 10(2). Pp. 45-58.
4. Thompson, R., & Davis S. Application of Convolutional Neural Networks in Sonar Imaging for Hidden Object Detection // *Proceedings of the International Conference on Machine Learning/ 2016*. 201665-79.
5. Brown R., & Lee C. Advances in Neural Networks for Underwater Object Recognition // *International Journal of Computer Vision*. 2017. 15(3). Pp. 78-92.
6. Martinez L., & Garcia M. A Comprehensive Study on Deep Learning Techniques for Detecting Technogenic Subsurface Objects // *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 2019. 23(1). Pp. 112-128.
7. Громов Ю.Ю., Ищук И.Н., Родионов В.В. Применения нейронной сети глубокого обучения U-net для решения задач обнаружения и распознавания объектов // *Авиакосмическое приборостроение*. 2023. С. 3-14.

objects with the help of deep learning neural networks

*The paper reviews the existing methods for the detection and recognition of manmade and hidden subsurface objects on images, including the one based on deep learning neural networks. It demonstrates how the method of multi-temporal image segmentation can be applied in such tasks. The convolutional neural network architecture is described. The results of experiments conducted with the data sample comprising the images of both visible and IR wavelength ranges are included.*

*Keywords: deep learning, remote monitoring, convolutional neural network, optoelectronic systems, thermophysical parameters.*