

DOI: 10.25728/avtprom.2024.04.11

*Н.А. Захаров (МТУСИ, НПП «Дозор» АО «Концерн КЭМЗ»)*

### **Машинное обучение в устройствах Internet of Things и встраиваемых системах**

*Показана актуальность применения технологий машинного обучения в устройствах Internet of Things и встраиваемых системах. Рассмотрены особенности библиотеки TensorFlow Lite Micro. Показана специфика организации машинного обучения в среде туманных и граничных вычислений во встраиваемых системах.*

*Ключевые слова: машинное обучение, Internet of Things, встраиваемые системы, туманные вычисления, граничные вычисления, фреймворк.*

*Захаров Николай Анатольевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теория электрических цепей» МТУСИ, начальник отдела научно-производственного подразделения «Дозор» АО «Концерн КЭМЗ».*

### **Список литературы**

- 1. Захаров Н.А. Туманные вычисления в промышленности // Автоматизация в промышленности. 2019. №10. С. 3-6.*
- 2. David R., Duke J., Jain A. and ets. TensorFlow lite micro: Embedded machine learning for TinyML systems // Proc. Mach. Learn. Syst. 2021. Vol. 3. Pp. 800-811.*
- 3. Kumar A. and ets. Resource-efficient machine learning in 2 kb ram for the internet of things // International Conference on Machine Learning. 2017. Pp. 1935–1944.*
- 4. Wu X., Lee I., and ets. A 0.04 mm 3 16nw wireless and batteryless sensor system with integra-ted cortex-m0+ processor and optical communication for cellular temperature measurement // IEEE Symposium on VLSI Circuits. 2018. Pp. 191–192.*
- 5. Zaidi S. A. R., and ets. Unlocking Edge Intelligence Through Tiny Machine Learning // IEEE Access. 2022. Vol. 10. Pp. 100867-100877.*
- 6. Wang X., Magno M., Cavigelli L., and Benini L. FANN-on-MCU: An open-source toolkit for energy-efficient neural network inference at the edge of the Internet of Things // IEEE Internet Things J. 2020. Vol. 7. N 5. Pp. 4403-4417.*
- 7. Antonini M., Pincheira M., Vecchio M. and Antonelli F. A TinyML approach to non-repudiable anomaly detection in extreme industrial environments // IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 & IoT 2022. Pp. 397-402.*
- 8. Захаров Н.А. Технология блокчейн в распределенных системах сбора и обработки информации // Автоматизация в промышленности. 2023. № 9. С. 46-52.*
- 9. Йодиче Дж. М. TinyML. Книга рецептов. Пер. с англ. Ю.В. Ревича. М.: ДМК Пресс. 2023. 298 с.: ил.*

**Zakharov N.A.** Machine learning in Internet of Things devices and embedded systems

The relevance of machine learning in the Internet of Things and embedded systems is shown. The features of the TensorFlow Lite Micro library are outlined. The specificity of machine learning organization in fog and edge computing environment in embedded systems is discussed.

**Keywords:** machine learning, Internet of Things, embedded systems, fog computing, edge computing, framework.