

2.4.5 Энергетические системы и комплексы (технические науки)

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ:
СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ****К.В. СУСЛОВ**, д-р техн. наук, профессор**В.А. КАБАНОВ**, аспирант

KabanovValA@mpei.ru

И.А. СТРИЖЕВСКИЙ, студент**А.Н. ДОРОШИН**, канд. техн. наук, доцент**K.V. SUSLOV**, Dr. Sci. (Tech.), Professor**V.A. KABANOV**, Postgraduate Student**I.A. STRIZHEVSKY**, Student**A.N. DOROSHIN**, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Российская Федерация, Москва
National Research University "MPEI", Russian Federation, Moscow

Аннотация: В статье рассматривается применение технологий искусственного интеллекта, в частности нейронных сетей, для решения ключевых задач возобновляемой энергетики. Проанализированы универсальные нейросетевые подходы к прогнозированию выработки электроэнергии, мониторингу и диагностике оборудования, а также оптимизации режимов работы энергосистем. Подробно освещены отраслевые особенности использования нейронных сетей в ветровой, солнечной, гидро- и биоэнергетике, а также для выбора оптимальных площадок размещения объектов ВИЭ. Особое внимание уделено интеграционным решениям, таким как управление гибридными энергокомплексами и системы поддержки принятия решений. В заключении обозначены текущие вызовы и перспективные направления развития, включая создание цифровых двойников и применение глубокого обучения с подкреплением.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, возобновляемая энергетика, прогнозирование выработки, предиктивное обслуживание, оптимизация энергосистем, гибридные энергокомплексы, цифровой двойник, машинное обучение, ВИЭ

Список источников

- Lyu W. Artificial Intelligence and emerging digital technologies in the energy sector / W. Lyu, J. Liu // Applied Energy. 2021. V. 303. P. 117615. DOI: 10.1016/j.apenergy.2021.117615. – EDN ZEVCVQ
- Yağcı B. E., Demirsoy G., Akpolat A. N. General overview of artificial neural network applications in renewable energy systems //Turk. J. Electromechanics Energy. 2024. T. 9. P. 95-107.
- Лютаревич А. Г. Применение нейронных сетей для прогнозирования параметров электропотребления // Вестник Югорского государственного университета. – 2023. № 2 (69). С. 121-129.
- Raihan A. A comprehensive review of artificial intelligence and machine learning applications in energy sector //Journal of Technology Innovations and Energy. 2023. T. 2. № 4. P. 1-26.
- Сидоренко И. С. Перспективы использования нейронных сетей в энергетике. 2024 // Актуальные проблемы энергетики - 2024 : материалы студенческой научно-технической конференции / Минск : БНТУ. 2024. С. 252-254. Деп. в БНТУ 05.02.2025, № DEPBNTU-2025-240.
- Алиев, Р. А. Искусственный интеллект как новый фактор энергетической безопасности / Р. А. Алиев // Проблемы постсоветского пространства. 2025. Т. 12, № 1. С. 30-48. DOI: 10.24975/2313-8920-2025-12-1-30-48. – EDN WBZGGY.
- Терентьев С.Н. «Системный оператор начал использовать нейросеть для прогнозирования выработки ВИЭ-электростанций» // По материалам пресс-релиза АО «СО ЕЭС» от 14.03.2024 // URL: <https://www.soups.ru/news/press-release/press-release-view/news/24306> (дата обращения: 17.11.2025).
- Самарский В.В., Евсина Е. М. Обзор решений на основе искусственного интеллекта в сфере SCADA-систем // Системная инженерия и инфокоммуникации. 2025. № 2. С. 32-35.
- Кленов В. Д. Актуальные вызовы и перспективы возобновляемой энергетики в Российской Федерации / В. Д. Кленов // Вестник университета. 2025. № 3. С. 68-77. DOI: 10.26425/1816-4277-2025-3-68-77. – EDN WVAZPJ.
- Tabassum S., Babu A. R. V., Dheer D. K. A Comprehensive exploration of IoT-enabled smart grid systems: power quality issues, solutions, and challenges //Science and Technology for Energy Transition. 2024. T. 79. С. 62.
- Савин Д. В., Громов В. Е. Применение методов машинного обучения для прогнозирования выработки электроэнергии ветровыми станциями // Электричество. 2023. № 4. С. 23–31.
- Зверев А. А., Лобанов А. Н. Искусственный интеллект в системах возобновляемой энергетики: состояние и перспективы // Энергетика. 2022. № 7. С. 5–18.
- Кирсанов М. Ю. Цифровые двойники и искусственный интеллект в энергетике: современные тренды // Информационные технологии в энергетике. 2022. № 2(15). С. 7–15.
- Wang J., Srinivasan D. Deep learning techniques for renewable energy forecasting and optimization: A review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2023. V. 174. P. 113115.
- Zhang C., Yang Q. Physics-informed neural networks for renewable energy resource assessment and site selection // Energy Conversion and Management. 2022. V. 270. P. 116192.
- Киселев И. В., Черепанов А. В. Использование нейросетевых моделей для оценки потенциала солнечной энергетики в России // Энергетическая политика. 2021. № 10. С. 42–53.
- Поляков А. В., Романов С. Г. Применение нейросетевых алгоритмов при выборе площадок под объекты возобновляемой энергетики // Возобновляемая энергетика. 2023. № 1. С. 60–71.
- Li. X. et al. Deep reinforcement learning for optimal operation of hybrid renewable energy systems // Applied Energy. 2020. V. 275. P. 115390.
- Чжан Юйи. Объяснимый искусственный интеллект в прогнозировании временных рядов : Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук : 1.2.2 / Чжан Юйи. Санкт-Петербургский государственный университет // Санкт-Петербург 2024. С. 121.

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS IN RENEWABLE ENERGY: MODERN CHALLENGES AND PROSPECTS

Abstract. This article examines the application of artificial intelligence technologies, particularly neural networks, to address key renewable energy challenges. It analyzes universal neural network approaches to forecasting power generation, monitoring and diagnosing equipment, and optimizing power system operating modes. It covers in detail the industry-specific uses of neural networks in wind, solar, hydro, and bioenergy, as well as for selecting optimal sites for renewable energy facilities. Particular attention is paid to integrated solutions, such as hybrid energy system management and decision support systems. The conclusion highlights current challenges and promising areas of development, including the creation of digital twins and the use of deep reinforcement learning.

Keywords: artificial intelligence, neural networks, renewable energy, generation forecasting, predictive maintenance, energy system optimization, hybrid energy complexes, digital twin, machine learning, and renewable energy sources

References

1. Lyu W. Artificial Intelligence and Emerging Digital Technologies in the Energy Sector / W. Lyu, J. Liu // *Applied Energy*. 2021. V. 303. P. 117615. DOI: 10.1016/j.apenergy.2021.117615. – EDN ZEVCVQ
2. Yağcı B. E., Demirsoy G., Akpolat A. N. General overview of artificial neural network applications in renewable energy systems // *Turk. J. Electromechanics Energy*. 2024. Vol. 9. P. 95-107.
3. Lyutarevich A. G. Application of neural networks for forecasting electricity consumption parameters // *Bulletin of Yugra State University*. - 2023. No. 2 (69). P. 121-129.
4. Raihan A. A comprehensive review of artificial intelligence and machine learning applications in the energy sector // *Journal of Technology Innovations and Energy*. 2023. Vol. 2. No. 4. P. 1-26.
5. Sidorenko I. S. Prospects for Using Neural Networks in Energy. 2024 // *Actual Problems of Energy - 2024: Proceedings of the Student Scientific and Technical Conference* / Minsk: BNTU. 2024. Pp. 252-254. Dep. to BNTU 05.02.2025, No. DEPBNTU-2025-240.
6. Aliyev, R. A. Artificial Intelligence as a New Factor in Energy Security / R. A. Aliyev // *Problems of the Post-Soviet Space*. 2025. Vol. 12, No. 1. Pp. 30-48. DOI: 10.24975/2313-8920-2025-12-1-30-48. – EDN WBZGGY.
7. Terentyev S.N. "The system operator began using a neural network to forecast the output of renewable energy power plants" // Based on the press release of JSC "SO UES" dated March 14, 2024 // URL: <https://www.so-ups.ru/news/press-release/press-release-view/news/24306> (date accessed: November 17, 2025).
8. Samarsky V.V., Evsina E.M. Review of solutions based on artificial intelligence in the field of SCADA systems // *Systems Engineering and Infocommunications*. 2025. No. 2. pp. 32-35.
9. Klenov V. D. Current Challenges and Prospects of Renewable Energy in the Russian Federation / V. D. Klenov // *Bulletin of the University*. 2025. No. 3. pp. 68-77. DOI: 10.26425/1816-4277-2025-3-68-77. – EDN WVAZPJ.
10. Tabassum S., Babu A. R. V., Dheer D. K. A Comprehensive exploration of IoT-enabled smart grid systems: power quality issues, solutions, and challenges // *Science and Technology for Energy Transition*. 2024. Vol. 79. p. 62.
11. Savin D. V., Gromov V. E. Application of machine learning methods to forecast electricity generation by wind power plants // *Electricity*. 2023. No. 4. pp. 23–31.
12. Zverev A. A., Lobanov A. N. Artificial Intelligence in Renewable Energy Systems: Status and Prospects // *Power Engineering*. 2022. No. 7. pp. 5–18.
13. Kirsanov M. Yu. Digital Twins and Artificial Intelligence in Energy: Current Trends // *Information Technologies in Energy*. 2022. No. 2(15). pp. 7–15.
14. Wang J., Srinivasan D. Deep Learning Techniques for Renewable Energy Forecasting and Optimization: A Review // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2023. Vol. 174. p. 113–115.
15. Zhang C., Yang Q. Physics-Informed Neural Networks for Renewable Energy Resource Assessment and Site Selection // *Energy Conversion and Management*. 2022. Vol. 270. P. 116192.
16. Kiselev I. V., Cherepanov A. V. Using Neural Network Models to Assess the Solar Energy Potential in Russia // *Energy Policy*. 2021. No. 10. Pp. 42–53.
17. Polyakov A. V., Romanov S. G. Using Neural Network Algorithms to Select Sites for Renewable Energy Facilities // *Renewable Energy*. 2023. No. 1. Pp. 60–71.
18. Li. X. et al. Deep Reinforcement Learning for Optimal Operation of Hybrid Renewable Energy Systems // *Applied Energy*. 2020. Vol. 275. P. 115390.
19. Zhang Yuyi. Explainable Artificial Intelligence in Time Series Forecasting: Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences: 1.2.2 / Zhang Yuyi. Saint Petersburg State University // Saint Petersburg 2024. P. 121.

© Суслов К.В., Кабанов В.А., Стрижевский И.А., Дорошин А.Н., 2025