

Національна академія наук України
Інститут загальної енергетики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ІН НАН України

академік НАН України

В.П. Бабак

2025 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Штучний інтелект в енергетиці

підготовки докторів філософії

спеціальність G3 «Електрична інженерія»

2025 – 2026 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою інституту

«10» квітня 2025 року, протокол №8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: КАРПЕНКО Д.С., канд. техн. наук, ст. наук. співр.

Програму схвалено на засіданні відділу трансформації структури паливно-енергетичного комплексу.

Протокол від —3 квітня 2025 року №5

Завідувач відділу

д-р. техн. наук, чл.-кор. НАН України

(підпис)

Олександр НОВОСЕЛЬЦЕВ
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни —Штучний інтелект в енергетиці» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти доктора філософії

спеціальність G3 «Електрична інженерія».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

1) Метою викладання навчальної дисципліни «Штучний інтелект в енергетиці» є формування та розвиток у аспірантів професійних і дослідницьких компетентностей у галузі електроенергетики, що забезпечують глибоке розуміння теорії та методології системного аналізу, володіння сучасними інформаційними й комунікаційними технологіями, методами машинного навчання та штучного інтелекту, а також здатність їх практичного застосування для прогнозування, оптимізації та управління процесами виробництва, споживання і розподілу електричної енергії, підвищення енергоефективності, автоматизації промислових процесів, розвитку інтелектуальних енергетичних систем та розв’язання складних науково-прикладних задач у сфері енергетики.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни «Штучний інтелект в енергетиці» є формування у здобувачів здатності застосовувати методи штучного інтелекту, машинного навчання та системного аналізу для вирішення прикладних і наукових задач електроенергетики, зокрема задач прогнозування виробництва та споживання енергії, оптимізації режимів роботи енергетичних систем, підвищення енергоефективності, управління навантаженням і накопиченням енергії, автоматизації промислових процесів, оптимізації енергетичних ринків, а також виявлення і локалізації несправностей в енергетичних системах.

1.3. Кількість кредитів 5.

1.4. Загальна кількість годин 150.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни

Нормативна / за вибором	
Вид підсумкового контролю (екзамен або залік)	
Рік підготовки	2-й
Семестр	3-й
Лекції	20 год.
Практичні, семінарські заняття	20 год.
Лабораторні заняття	- год.
Самостійна робота	110 год.
Екзамен	2 год.

1.6. Заплановані результати навчання

знати :

принципи побудови та навчання моделей штучного інтелекту і машинного навчання;
сучасні інформаційні та програмні засоби розробки систем штучного інтелекту;
методи прогнозування виробництва та споживання електричної енергії, у тому числі для відновлюваних джерел енергії;

методи виявлення та локалізації несправностей в енергетичних системах.

вміти :

застосовувати отримані знання на практиці при проведенні теоретичних досліджень.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Основи штучного інтелекту та машинного навчання в енергетиці

Тема 1. Загальні відомості про штучний інтелект та його застосування в енергетиці.

Поняття та класифікація систем штучного інтелекту. Основні напрями використання ШІ в електроенергетиці. Роль штучного інтелекту в розвитку інтелектуальних енергетичних систем.

Тема 2. Види нейронних мереж та методи їх навчання.

Класи нейронних мереж. Алгоритми навчання. Особливості використання нейронних мереж для задач прогнозування та оптимізації в енергетиці.

Розділ 2. Застосування програмних засобів створення систем штучного інтелекту

Тема 3. Програмні засоби створення систем штучного інтелекту.

Сучасні інструменти та платформи розробки ШІ. Побудова та тестування моделей машинного навчання для задач енергетики.

Розділ 3. Застосування моделей штучного інтелекту для прогнозування виробництва та споживання енергії

Тема 4. Прогнозування виробництва енергії з відновлюваних джерел енергії.

Методи прогнозування генерації з ВДЕ. Моделі машинного навчання для сонячної та вітрової енергетики.

Тема 5. Прогнозування споживання енергії будівлями.

Моделі прогнозування енергоспоживання будівель. Особливості прогнозування в режимі реального часу.

Розділ 4. Застосування штучного інтелекту для оптимізації енергетичних систем

Тема 6. Оптимізація процесів накопичення енергії.

Моделі оптимізації роботи систем накопичення енергії. Використання навчання з підкріпленням для мікромереж.

Тема 7. Прогнозування та управління навантаженням мереж.

Методи короткострокового прогнозування навантаження. Інтелектуальне управління енергетичними мережами.

Розділ 5. Застосування штучного інтелекту для автоматизації та оптимізації енергетичних процесів

Тема 8. Способи автоматизації промислових процесів.

Використання ШІ для автоматизації технологічних процесів. Прогнозування відмов обладнання.

Тема 9. Оптимізація ринків та прогнозів торгівлі енергією.

Аналіз та оптимізація ринкових стратегій торгівлі енергією з використанням штучного інтелекту.

Розділ 6. Застосування штучного інтелекту для діагностики енергетичних систем

Тема 10. Виявлення та локалізація несправностей в енергетичних системах.

Методи діагностики, виявлення та локалізації несправностей із застосуванням моделей штучного інтелекту.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	усього	у тому числі		
		лекції	практичні / семінари	самостійна робота
1	2	3	4	7
Розділ 1. Основи штучного інтелекту та машинного навчання в енергетиці				
Тема 1. Загальні відомості про штучний інтелект та його застосування в енергетиці	14	2	2	10
Тема 2. Види нейронних мереж та методи їх навчання	14	2	2	10
Разом за розділом 1	28	4	4	20
Розділ 2. Застосування програмних засобів створення систем штучного інтелекту				
Тема 3. Програмні засоби створення систем штучного інтелекту	14	2	2	10
Разом за розділом 2	14	2	2	10
Розділ 3. Застосування моделей штучного інтелекту для прогнозування виробництва та споживання енергії				
Тема 4. Прогнозування виробництва енергії з відновлюваних джерел енергії	14	2	2	10
Тема 5. Прогнозування споживання енергії будівлями	14	2	2	10
Разом за розділом 3	28	4	4	20
Розділ 4. Застосування штучного інтелекту для оптимізації енергетичних систем				
Тема 6. Оптимізація процесів накопичення енергії	12	2	2	8
Тема 7. Прогнозування та управління навантаженням мереж	12	2	2	8
Разом за розділом 4	24	4	4	16
Розділ 5. Застосування штучного інтелекту для автоматизації та оптимізації енергетичних процесів				
Тема 8. Способи автоматизації промислових процесів	13	1	2	10
Тема 9. Оптимізація ринків та прогнозів торгівлі енергією	13	1	2	10
Разом за розділом 5	26	4	4	20
Розділ 6. Застосування штучного інтелекту для діагностики енергетичних систем				
Тема 10. Виявлення та локалізація несправностей в енергетичних системах	14	2	2	10
Разом за розділом 6	14	2	2	10
Екзамен	16	2	-	14
Усього годин	150	20	20	110

4. Теми семінарських (практичних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення основних понять штучного інтелекту та аналіз прикладів його використання в енергетичній галузі	2

2	Ознайомлення з різними типами нейронних мереж та практичне застосування методів їх навчання на прикладах з енергетики	2
3	Робота з програмними інструментами для розробки систем штучного інтелекту, створення простих моделей для вирішення енергетичних задач	2
4	Приклад розроблення та тестування моделей прогнозування виробництва енергії з відновлюваних джерел енергії за допомогою машинного навчання	2
5	Приклад розроблення моделей для прогнозування енергоспоживання будівель з використанням машинного навчання	2
6	Застосування алгоритмів штучного інтелекту для оптимізації систем накопичення енергії	2
7	Використання моделей штучного інтелекту для прогнозування навантаження та управління енергетичними мережами	2
8	Вивчення методів автоматизації промислових процесів за допомогою штучного інтелекту	2
9	Аналіз та оптимізація ринкових стратегій торгівлі енергією з використанням штучного інтелекту	2
10	Застосування методів штучного інтелекту для виявлення та локалізації несправностей в енергетичних системах	2
	Разом	20

5. Завдання для самостійної роботи

№ розділу	Назва теми	Кількість годин
1	Основи штучного інтелекту та приклади застосування в енергетиці	10
2	Нейронні мережі різних типів на прикладах енергетичних задач	10
3	Робота зі стандартними інструментами машинного навчання в енергетиці	10
4	Прогнозування виробництва енергії з відновлюваних джерел, які використовують сонячну енергію	10
5	Прогнозування енергоспоживання в «розумній» будівлі в режимі реального часу	10
6	Оптимізація систем накопичення енергії за допомогою навчання з підкріпленням для мікромереж	8
7	Короткострокове прогнозування навантаження та управління енергомережами з метою синхронізації попиту та виробництва	8
8	Автоматизація промислових процесів на прикладі прогнозування відмов обладнання	10
9	Аналіз і оптимізація ринкових стратегій торгівлі енергією	10
10	Приклади виявлення та локалізація несправностей в енергосистемах	10
	Підготовка до екзамену	14
	Разом	110

6. Методи контролю

На практичних заняттях – консультації та опитування. По закінченні розділу – усний контроль, додаткова консультація за проханням аспірантів. Форма підсумкового контролю знань — екзамен.

7. Схема нарахування балів

Поточне тестування та самостійна робота										Екзамен (залікова робота)	Сума
Розділ 1		Роз- діл 2	Розділ 3		Розділ 4		Розділ 5		Розділ 6	Разом	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	60
											100

T1, T2 ... – теми розділів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70–89	добре	
50–69	задовільно	
1–49	незадовільно	не зараховано

8. Рекомендована література

Основна література

1. Karpenko, D., Yevtukhova, T., & Novoseltsev, O. (2025). AN INTEGRATED AI-BASED APPROACH TO TRANSFORMING ENERGY SYSTEMS FOR SUSTAINABILITY AND EFFICIENCY. System Research in Energy, (3 (83), 41-55. <https://doi.org/10.15407/srenergy2025.03.041>
2. Kyrylenko, O., Denysiuk, S., & Blinov, I. (2024). Energy management: New priorities of the 21st century. POWER ENGINEERING: Economics, Technique, Ecology, 1(75), 7–27 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.20535/1813-5420.1.2024.297508>
3. Babiarz, B., Krawczyk, D. A., Siuta-Olcha, A., Manuel, C. D., Jaworski, A., Barnat, E., Cholewa, T., Sadowska, B., Bocian, M., Gnięciak, M., Werner-Juszczuk, A., Kłopotowski, M., Gawryluk D., Stachniewicz, R., Święcicki, A., & Rynkowski, P. (2024). Energy efficiency in buildings: Toward climate neutrality. Energies, 17(18), 4680. <https://doi.org/10.3390/en17184680>
4. Tooki, O. O., & Popoola, O. M. (2024). A comprehensive review on recent advances in transactive energy system: Concepts, models, metrics, technologies, challenges, policies and future. Renewable Energy Focus, 50, 100596. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2024.100596>
5. Hotra, O., Kulyk, M., Babak, V., Kovtun, S., Zgurovets, O., Mroczka, J., & Kisała, P. (2023). Organization of the structure and functioning of self-sufficient distributed power generation. Energies, 17(1), 27. <https://doi.org/10.3390/en17010027>
6. Stanytsina, V., Zaporozhets, A., & Artemchuk, V. (2024). Demand forecasting mathematical models for residential electricity consumption considering ambient temperature. Studies in Systems, Decision and Control. Studies in Systems, Decision and Control, 559 (pp. 127–145). https://doi.org/10.1007/978-3-031-66764-0_6

7. Kulyk, M., & Zgurovets, O. (2020). Modeling of power systems with wind, solar power plants and energy storage. *Studies in Systems, Decision and Control. Systems, Decision and Control in Energy I*, 298 (pp. 231–245). https://doi.org/10.1007/978-3-030-48583-2_15
8. Nagappan, B., Chaudhary, C., Doda, D. K., & Kumar, S. (2024). Review on smart grids and renewable integration: An artificial intelligence-powered perspective. *Multidisciplinary Reviews*, 6, 2023ss070. <https://doi.org/10.31893/multirev.2023ss070>
9. Safari, A., Daneshvar, M., & Anvari-Moghaddam, A. (2024). Energy intelligence: A systematic review of artificial intelligence for energy management. *Applied Sciences*, 14(23), 11112. <https://doi.org/10.3390/app142311112>
10. Denysov, V., Kostenko, G., Babak, V., Shulzhenko, S., & Zaporozhets, A. (2023). Accounting the forecasting stochasticity at the power system modes optimization. *Studies in Systems, Decision and Control. Studies in Systems, Decision and Control*, 481 (pp. 43–55). https://doi.org/10.1007/978-3-031-35088-7_3
11. Perger, A. v., Gamper, P., & Witzmann, R. (2022). Behavior trees for smart grid control. *IFAC-PapersOnLine*, 55(9), 122–127. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.07.022>
12. Derevianko, D., & Vorobel, V. (2023). Performance efficiency increase of the microgrids with energy storage systems. *POWER ENGINEERING: Economics, Technique, Ecology*, 4(74), 22–28 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.20535/1813-5420.4.2023.290885>
13. Hou, H., Gan, M., Wu, X., Xie, K., Fan, Z., Xie, C., Shi, Y., & Huang, L. (2023). Real-time energy management of low-carbon ship microgrid based on data-driven stochastic model predictive control. *CSEE Journal of Power and Energy Systems*, 9(4), 1482–1492. <https://doi.org/10.17775/cseejpes.2021.08950>
14. Forootan, M. M., Larki, I., Zahedi, R., & Ahmadi, A. (2022). Machine Learning and Deep Learning in energy systems: A review. *Sustainability*, 14(8), 4832. <https://doi.org/10.3390/su14084832>
15. Bilous, I., Biriukov, D., Karpenko, D., Eutukhova, T., Novoseltsev, O., & Voloshchuk, V. (2024). Reinforcement learning model for energy system management to ensure energy efficiency and comfort in buildings. *Energy Engineering*, 121(12), 3617–3634. <https://doi.org/10.32604/ee.2024.051684>
16. Eutukhova, T., Kovalko, O., Novoseltsev, O., & Woodroof, E. (2020). Energy services: A proposed framework to improve results. *Energy Engineering*, 117(3), 99–110. <https://doi.org/10.32604/ee.2020.010864>
17. Szczepaniuk, H., & Szczepaniuk, E. K. (2022). Applications of artificial intelligence algorithms in the energy sector. *Energies*, 16(1), 347. <https://doi.org/10.3390/en16010347>
18. Ali, S. S., & Choi, B. J. (2020). State-of-the-art artificial intelligence techniques for distributed smart grids: A review. *Electronics*, 9(6), 1030. <https://doi.org/10.3390/electronics9061030>
19. Irmak, E., Kabalci, E., & Kabalci, Y. (2023). Digital transformation of microgrids: A review of design, operation, optimization, and cybersecurity. *Energies*, 16(12), 4590. <https://doi.org/10.3390/en16124590>
20. Arévalo, P., Ochoa-Correa, D., & Villa-Ávila, E. (2024). A systematic review on the integration of artificial intelligence into energy management systems for electric vehicles: Recent advances and future perspectives. *World Electric Vehicle Journal*, 15(8), 364. <https://doi.org/10.3390/wevj15080364>
21. Holub, H., Gorobchenko, O., Kulbovskyi, I., Goolak, S., & Haidenko, O. (2023). Development of an innovative model for the inter-integration of the architecture of the intelligent computer environment of critical infrastructure facilities of the railway. *Technology Audit and Production Reserves*, 6(2(74)), 20–27. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.291244>
22. Danish, M. S. S. (2023). AI in energy: Overcoming unforeseen obstacles. *AI*, 4(2), 406–425. <https://doi.org/10.3390/ai4020022>

23. Dong, F., Zhang, S., Zhu, J., & Sun, J. (2021). The impact of the integrated development of AI and energy industry on regional energy industry: A case of China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 8946. <https://doi.org/10.3390/ijerph18178946>
24. Li, X., & Zhang, S. (2024). Management mode and path of digital transformation of power grid enterprises based on artificial intelligence algorithm. *International Journal of Thermofluids*, 21, 100552. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100552>
25. Zhou, Y. (2022). Artificial intelligence in renewable systems for transformation towards intelligent buildings. *Energy and AI*, 10, 100182. <https://doi.org/10.1016/j.egyai.2022.100182>
26. Ibrahim, B., Rabelo, L., Gutierrez-Franco, E., & Clavijo-Buritica, N. (2022). Machine learning for short-term load forecasting in smart grids. *Energies*, 15(21), 8079. <https://doi.org/10.3390/en15218079>
27. Kuzmenko, O., Chorna, V., & Kozhura, L. (2024). Implementation of artificial intelligence in energy consumption calculations to reduce excess generation in the context of Ukraine's recovery. *Baltic Journal of Economic Studies*, 10(1), 153–162. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2024-10-1-153-162>
28. Strielkowski, W., Vlasov, A., Selivanov, K., Muraviev, K., & Shakhnov, V. (2023). Prospects and challenges of the machine learning and data-driven methods for the predictive analysis of power systems: A review. *Energies*, 16(10), 4025. <https://doi.org/10.3390/en16104025>
29. Olson, E. (2024). Digital transformation and AI in energy systems: Applications, challenges, and the path forward. *Palgrave Studies in Digital Business & Enabling Technologies* (pp. 63–79). https://doi.org/10.1007/978-3-031-61749-2_4
30. Rojek, I., Mroziński, A., Kotlarz, P., Macko, M., & Mikołajewski, D. (2023). AI-based computational model in sustainable transformation of energy markets. *Energies*, 16(24), 8059. <https://doi.org/10.3390/en16248059>
31. Danish, M. S. S., & Senjyu, T. (2023). Shaping the future of sustainable energy through AI-enabled circular economy policies. *Circular Economy*, 2(2), 100040. <https://doi.org/10.1016/j.cec.2023.100040>
32. Franki, V., Majnarić, D., & Višković, A. (2023). A comprehensive review of Artificial Intelligence (AI) companies in the power sector. *Energies*, 16(3), 1077. <https://doi.org/10.3390/en16031077>
33. Fouad, M., Mali, R., Lmouatassime, A., & Bousmah, M. (2020). Machine Learning and IoT for Smart Grid. *ISPRS – International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIV-4/W3-2020, 233–240. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xliv-4-w3-2020-233-2020>
34. Dzyuba, V., & Zaporozhets, A. (2023). Using of big data technologies to improve the quality of the functioning of production processes in the energy sector. In *Studies in Systems, Decision and Control*. Studies in Systems, Decision and Control, 454 (pp. 117–128). https://doi.org/10.1007/978-3-031-22464-5_6
35. Hural, I., Putsenteilo, P., Fayerchuk, V., Kudybyn, M., & Koshparenko, O. (2024). Artificial Intelligence Application in Renewable Energy Sources. *CEUR Workshop Proceedings*, 3716, 1–8. Retrieved March 11, 2025, from <https://ceur-ws.org/Vol-3716/short1.pdf>
36. Karpenko, D., Yevtukhova, T., Novoseltsev, O., & Khodakivskyi, V. (2025). Improving the competitive structure of the district heating market through energy storage devices. *POWER ENGINEERING: Economics, Technique, Ecology*, 1(79), 126–132. <https://doi.org/10.20535/1813-5420.1.2025.324272>

Допоміжна література

1. Sukhodolia, O. (2022). Artificial Intelligence in Energy. Kyiv: National Institute for Strategic Studies (49 p.) [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.09>
2. IEA. (2024). Ukraine's Energy Security and the Coming Winter, IEA, Paris. Retrieved March 11, 2025, from <https://www.iea.org/reports/ukraines-energy-security-and-the-coming-winter>, Licence: CC BY 4.0

9 Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Мережа Internet.
2. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського.
3. Бібліотека ІЗЕ НАН України.