



## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У ФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ»

Компонента освітньої програми – вибіркова (4 кредити)

<b>Освітньо-наукова програма</b>	Прикладна фізика та наноматеріали
<b>Спеціальність</b>	Е6 Прикладна фізика та наноматеріали
<b>Галузь знань</b>	Е Природничі науки, математика та статистика
<b>Рівень вищої освіти</b>	третій (освітньо-науковий)
<b>Мова навчання</b>	українська
<b>Профайл викладача</b>	Головацький Володимир Анатолійович - професор, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри термоелектрики та медичної фізики <a href="https://termo.chnu.edu.ua/pro-nashu-kafedru/spivrobotnyky/holovatskyi-volodymyr-anatoliiovych/">https://termo.chnu.edu.ua/pro-nashu-kafedru/spivrobotnyky/holovatskyi-volodymyr-anatoliiovych/</a>
<b>Контактний тел.</b>	+380504340430
<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:v.holovatsky@chnu.edu.ua">v.holovatsky@chnu.edu.ua</a>
<b>Сторінка курсу в Moodle</b>	<a href="https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=2785">https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=2785</a>
<b>Консультації</b>	<i>Очні консультації:</i> за попередньою домовленістю. <i>Онлайн-консультації:</i> згідно погодженого графіку

### АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «**Методи машинного навчання у фізичних дослідженнях**» охоплює сучасні підходи застосування алгоритмів машинного навчання для аналізу експериментальних даних, моделювання фізичних процесів та прогнозування властивостей матеріалів. Особлива увага приділяється використанню методів глибокого навчання для обробки великих масивів даних у термоелектриці, аналізу структурних характеристик наноматеріалів та оптимізації параметрів фізичних систем. Курс включає практичні аспекти застосування нейронних мереж, методів класифікації та регресії для розв'язання задач фізики конденсованого стану та матеріалознавства.

### НАВЧАЛЬНИЙ КОНТЕНТ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

<b>МОДУЛЬ 1. Основи машинного навчання у фізиці</b>	
<b>Тема 1</b>	Вступ до машинного навчання у фізичних дослідженнях. Типи задач: класифікація, регресія, кластеризація. Підготовка та попередня обробка фізичних даних.
<b>Тема 2</b>	Методи навчання з учителем для фізичних систем. Лінійна та поліноміальна регресія, метод опорних векторів, випадковий ліс для прогнозування властивостей матеріалів.

<b>Тема 3</b>	Кластеризація експериментальних результатів, зменшення розмірності, виявлення аномалій у вимірюваннях.
<b>МОДУЛЬ 2. Глибоке навчання та спеціалізовані методи у фізиці</b>	
<b>Тема 4</b>	Нейронні мережі для моделювання фізичних процесів. Багатошарові перцептрони, згорткові мережі для аналізу зображень мікроструктур, рекурентні мережі для часових рядів.
<b>Тема 5</b>	Машинне навчання у дослідженні термоелектричних матеріалів. Прогнозування коефіцієнта Зеебека, оптимізація складу сплавів, аналіз структура-властивість залежностей.
<b>Тема 6</b>	Застосування ШІ для дизайну матеріалів та інтерпретації експериментів. Генеративні моделі, пояснювальний ШІ, автоматизація наукових відкриттів, обробка спектроскопічних даних.

### **ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

Дисципліною передбачене проведення лекцій та практичних занять. Самостійна робота, пов'язана з опрацюванням матеріалу лекцій, розробкою програм для розв'язання фізичних задач. Для досягнення освітньої мети й прогнозованих програмних результатів у дисципліні «**Методи машинного навчання у фізичних дослідженнях**» можуть використовуватись інноваційні освітні технології: інформаційно-комунікаційні, технології студентоцентрованого навчання; проєктна діяльність; традиційні та інтерактивні форми і методи навчання, серед яких: лекція-візуалізація, проблемна лекція, робота в малих групах та тренінги, методи проєктів, кейс-метод, метод «мозкового штурму», ділова гра, рольова гра та інші освітні технології. Частина тем може бути зараховано за результатами неформальної чи інформальної освіти

### **ФОРМИ Й МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ОЦІНЮВАННЯ**

***Поточний контроль:*** усні та письмові (тестування) відповіді студента.

***Підсумковий контроль*** – залік.

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

Оцінювання програмних результатів навчання здобувачів освіти здійснюється за шкалою європейської кредитно-трансферної системи (ECTS).

Критерієм успішного оцінювання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів (балів) за кожним запланованим результатом навчання.

### **ПОЛІТИКА ЩОДО АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ**

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу під час вивчення навчальної дисципліни регламентовано:

✓ «Етичним кодексом Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/media/bkyl5klw/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>

✓ «Положенням про виявлення та запобігання академічному плагиату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/media/hkzbr1b2/polozhennia-pro-vyivlennia-ta-zapobihannia-akademichnomu-plahiatu-u-chnu-2025.pdf>

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Revolutionizing physics: a comprehensive survey of machine learning applications in physics [Електронний ресурс]. – Frontiers in Physics, 2024. – Режим доступу: <https://www.frontiersin.org/journals/physics/articles/10.3389/fphy.2024.1322162/full>
2. Machine learning in physics: a short guide [Електронний ресурс]. – arXiv preprint, 2023. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2310.10368>
3. Interpretable Machine Learning in Physics: A Review [Електронний ресурс]. – arXiv preprint, 2025. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2503.23616>
4. Scope of machine learning in materials research — A review [Електронний ресурс]. – ScienceDirect, 2023. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666523923001575>
5. AI methods in materials design, discovery and manufacturing: A review [Електронний ресурс]. – ScienceDirect, 2024. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927025624000144>
6. Application of Machine Learning in Material Synthesis and Property Prediction [Електронний ресурс]. – PMC / NCBI, 2022. – Режим доступу: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10488794/>
7. Materials Representation and Transfer Learning for Multi-Property Prediction [Електронний ресурс]. – arXiv preprint, 2021. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2106.02225>
8. Realistic material property prediction using domain adaptation [Електронний ресурс]. – RSC, 2024. – Режим доступу: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2024/dd/d3dd00162h>
9. Accelerating materials property prediction via a hybrid Transformer [Електронний ресурс]. – Nature Computational Materials, 2024. – Режим доступу: <https://www.nature.com/articles/s41524-024-01472-7>
10. Machine Learning and Theoretical Physics [Електронний ресурс]. – DRSTP лекційні матеріали, 2022. – Режим доступу: [https://www.drstp.nl/wp-content/uploads/2022/06/MLPhysLec1\\_2\\_CHENG.pdf](https://www.drstp.nl/wp-content/uploads/2022/06/MLPhysLec1_2_CHENG.pdf)
11. Machine Learning and the Physical Sciences [Електронний ресурс]. – Review in Modern Physics. – Режим доступу: <https://link.aps.org/doi/10.1103/RevModPhys.91.045002>
12. Investigating the use of Deep Learning in Materials Research for Predicting Material Properties [Електронний ресурс]. – ResearchGate PDF, 2023. – Режим доступу: [https://www.researchgate.net/publication/377751099\\_Investigating\\_the\\_use\\_of\\_Deep\\_Learning\\_in\\_Materials\\_Research\\_for\\_Predicting\\_Material\\_Properties\\_Identifying\\_new\\_Materials\\_and\\_Optimizing\\_Material\\_Selection\\_for\\_Mechanical\\_Components](https://www.researchgate.net/publication/377751099_Investigating_the_use_of_Deep_Learning_in_Materials_Research_for_Predicting_Material_Properties_Identifying_new_Materials_and_Optimizing_Material_Selection_for_Mechanical_Components)
13. Олещенко Л.М. «Машинне навчання. Комп'ютерний практикум» (2022). КІІ ім. Ігоря Сікорського. PDF. – Режим доступу: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi78/0058666.pdf>
14. Навчальний посібник «ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ» (КРІ). PDF (2021–2022). – Режим доступу: <https://apeps.kpi.ua/downloads/%D0%9E%D0%A1%D0%9D%D0%9E%D0%92%D0%98%20%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%86%CC%86%20%D0%9C%D0%90%D0%A8%D0%98%D0%9D%D0%9D%D0%9E%D0%93%D0%9E%20%D0%9D%D0%90%D0%92%D0%A7%D0%90%D0%9D%D0%9D%D0%AF.pdf>
15. Навчальний посібник/підручник «Machine learning» (Kharkiv) PDF (2024). – Режим доступу: <https://web.kpi.kharkov.ua/infiz/wp-content/uploads/sites/59/2024/02/VP4.8-Machine-learning.pdf>
16. Підручник/посібник «Машинне навчання і інтелектуальний аналіз даних» (Mokin, 2024). PDF. – Режим доступу: [https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/Mokin\\_2024\\_263.pdf](https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/Mokin_2024_263.pdf)
17. Методичні рекомендації «Машинне навчання на основі хмарних сервісів» (2025). PDF. – Режим доступу: <https://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/54350/1/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97%20%20-%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B5%20%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%96%20%D1%85%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%B9.pdf>
18. Матеріали школи-семінару 'Наукові тренди сучасного матеріалознавства' (2024–2025) — доповіді з ML у матеріалознавстві. – Режим доступу: <https://kau.org.ua/news/sci/1386-22-23-kvitnia-2025-roku-shkola-seminar-kyivskoho-akademichnoho-universytetu-naukovi-trendy-suchasnoho-materialoznavstva>

*Детальна інформація щодо вивчення курсу «Методи машинного навчання у фізичних дослідженнях» висвітлена у робочій програмі навчальної дисципліни*