

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАТЕМАТИЧНИХ МАШИН І СИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖЕНО

рішенням вченої ради
ІПММС НАН України
від 09 квітня 2026 р.
протокол № 5

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
ДИСЦИПЛІНИ

«ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ»

Третій освітньо-науковий
рівень вищої освіти – доктор філософії

Спеціальність – Комп'ютерні науки

Київ 2026

I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Системи штучного інтелекту — це швидко прогресуючий розділ інформатики, що складає основу розвитку та впровадження інтелектуальних технологій у різних галузях науки та виробництва. За останні роки глибоке навчання, великі мовні моделі (LLM), генеративний ШІ та інші сучасні технології докорінно змінили ландшафт штучного інтелекту, відкривши нові можливості у розпізнаванні образів, обробці природної мови, генерації контенту, автономних системах та багатьох інших сферах.

Метою даної дисципліни є вивчення як класичних принципів організації та проєктування систем штучного інтелекту, так і сучасних підходів, що включають глибоке навчання, трансформерну архітектуру, великі мовні моделі, генеративний ШІ, комп'ютерний зір, навчання з підкріпленням, а також питання етики та відповідального ШІ.

II. РОЗПОДІЛ УЧБОВОГО ЧАСУ

Розподіл за семестрами та видами занять

Семестр	Семестрова атестація	Всього	Лекції	Практ. заняття	Семінари	Лаб. роботи	Самост. робота
1	Екзамен	120	36	18	-	-	66
Кількість кредитів		4					

Перелік основних компетентностей, що мають бути набуті протягом навчання, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Обов'язкові компетентності

Загальні компетентності	Спеціальні (фахові) компетентності	Результати навчання
ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК03. Здатність працювати в міжнародному контексті	СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерних науках та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей. СК02. Здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у	РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних напрямках. РН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

	<p>сфері комп'ютерних наук, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси у науковій та освітній діяльності.</p> <p>СК06. Здатність аналізувати та оцінювати сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій</p>	<p>РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп'ютерної науки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.</p>
--	--	---

III. ЦІЛІ ТА ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ

Типові задачі діяльності

- Вибір та обґрунтування сучасних засобів інтелектуалізації інформаційних систем.
- Розробка та впровадження систем на основі машинного та глибокого навчання.
- Розробка та впровадження баз знань, онтологій та графів знань у прикладних областях.
- Проектування та розгортання моделей ШІ у виробничому середовищі (MLOps).
- Застосування великих мовних моделей та генеративного ШІ для вирішення прикладних задач.
- Забезпечення етичності, прозорості та пояснюваності систем ШІ.

Вміння, які забезпечуються

- Проводити збір, систематизацію та аналіз науково-технічної інформації з питань розробки та застосування сучасних систем ШІ.
- Визначати методи та засоби для вирішення прикладних задач ШІ, включаючи вибір архітектури нейронних мереж.
- Обґрунтовувати архітектуру та вимоги до систем ШІ з урахуванням сучасних підходів.
- Розробляти методик формування та підготовки даних для навчання та тестування моделей ШІ.
- Розробляти та реалізовувати алгоритми ШІ з використанням сучасних фреймворків (PyTorch, TensorFlow, Hugging Face).
- Забезпечувати надійність, ефективність та пояснюваність моделей ШІ.
- Розгортати та супроводжувати моделі ШІ у виробничому середовищі.

IV. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

IV.1. Розподіл учбового часу по темах

Назва розділів, тем	Всього	Лекції	Практ. заняття	Семінари	Лаб. роботи	Самост. робота
Розділ 1. Основи штучного інтелекту	2	3	4	5	6	7
Тема 1.1. Вступ до ШІ. Історія розвитку ШІ. Задачі та методи ШІ. Сучасний стан та тенденції: від класичного ШІ до генеративного ШІ. Загальносистемний, детерміністський та стохастичний підходи.	4	2	2	-	-	-
Тема 1.2. Системний підхід до ШІ. Система та зовнішнє середовище. Поняття динамічної, стохастичної та адаптивної систем. Визначення понять інформації та інтелекту.	8	2	2	-	-	4
Розділ 2. Класичний ШІ: пошук, логіка та знання						
Тема 2.1. Пошук та евристичні алгоритми. Простір станів задачі. Структури даних. Граф І/АБО. Стратегії пошуку: BFS, DFS. Алгоритми евристичного пошуку: A*, жадібний пошук. Рекурсивний пошук. Продукційні системи.	10	2	2	-	-	6
Тема 2.2. Логічний підхід та представлення знань. Логічне програмування. Аксиоматичні системи. Принцип дедукції. Метод резолюцій. Семантичні мережі та концептуальні графи. Фрейми. Онтології предметних областей. Графи знань.	10	4	2	-	-	4
Тема 2.3. Прийняття рішень при невизначеності. Нечітка логіка. Нечітке управління. Байєсовські мережі довіри. Абдуктивний вивід. Метод виведення на основі фактору впевненості.	8	2	-	-	-	6
Розділ 3. Машинне та глибоке навчання						
Тема 3.1. Основи машинного навчання. Типи навчання: з учителем, без учителя, з підкріпленням. Класичні алгоритми: лінійна та логістична регресія, SVM, дерева рішень, Random Forest, градієнтний бустинг. Методи кластеризації. Крос-валідація та метрики якості.	12	4	2	-	-	6
Тема 3.2. Глибоке навчання. Штучні нейронні мережі. Архітектури: багатошаровий перцептрон, згорткові мережі (CNN), рекурентні мережі (RNN, LSTM, GRU). Механізм уваги (Attention). Методи оптимізації: SGD, Adam, BatchNorm, Dropout. Фреймворки: PyTorch, TensorFlow.	14	4	2	-	-	8
Тема 3.3. Навчання з підкріпленням. Марківські процеси прийняття рішень. Q-learning. Deep Q-Network (DQN). Policy Gradient. Proximal Policy Optimization (PPO). Застосування: AlphaGo, робототехніка, ігрові середовища.	8	2	-	-	-	6
Розділ 4. Сучасні напрямки ШІ						

Тема 4.1. Обробка природної мови та великі мовні моделі. Архітектура трансформер. Моделі: BERT, GPT, LLaMA. Дообучення (fine-tuning), RLHF, промпт-інженерія. Токенізація, ембедінги. Застосування LLM у практичних задачах.	14	4	2	-	-	8
Тема 4.2. Комп'ютерний зір. CNN для класифікації зображень (ResNet, EfficientNet). Детекція об'єктів (YOLO, Faster R-CNN). Сегментація зображень. Vision Transformers (ViT). Мультимодальні моделі (CLIP).	10	2	2	-	-	6
Тема 4.3. Генеративний ШІ. Генеративно-змагальні мережі (GAN). Варіаційні автокодувальники (VAE). Дифузійні моделі (Stable Diffusion, DALL-E). Генерація тексту, зображень, коду. Етичні аспекти генеративного ШІ.	10	4	-	-	-	6
Тема 4.4. Проектування та розгортання систем ШІ. MLOps: життєвий цикл моделі ШІ. Підготовка даних, навчання, валідація, розгортання. Мультиагентні системи та LLM-агенти. Пояснюваний ШІ (XAI). Етика та відповідальний ШІ.	12	4	2	-	-	6
Всього за курс	120	36	18	-	-	66

IV.2. Практичні заняття

1 семестр

Практичне заняття 1. Сучасний ландшафт ШІ. Аналіз та класифікація задач ШІ. Огляд сучасних систем штучного інтелекту та їх застосувань - **2 години.**

Практичне заняття 2. Реалізація алгоритмів пошуку: BFS, DFS, A*. Представлення рішень задач графами. Порівняльний аналіз стратегій пошуку - **2 години.**

Практичне заняття 3. Програмування логічного виведення. Побудова семантичних мереж, онтологій та графів знань - **2 години.**

Практичне заняття 4. Реалізація класичних алгоритмів ML: класифікація та кластеризація з бібліотекою scikit-learn. Підготовка даних, крос-валідація, оцінка якості моделей - **2 години.**

Практичне заняття 5. Побудова та навчання нейронних мереж з PyTorch. Реалізація CNN для класифікації зображень. Візуалізація процесу навчання - **2 години.**

Практичне заняття 6. Обробка тексту з трансформерами. Робота з бібліотекою Hugging Face: класифікація тексту, генерація тексту, використання попередньо навчених моделей - **2 години.**

Практичне заняття 7. Комп'ютерний зір на практиці. Розпізнавання та класифікація зображень з використанням CNN та Vision Transformers - **2 години.**

Практичне заняття 8. Робота з генеративними моделями. Генерація зображень за допомогою дифузійних моделей. Промпт-інженерія для LLM - **2 години.**

Практичне заняття 9. Проектування та розгортання моделі ШІ. Побудова MLOps pipeline: від підготовки даних до розгортання моделі. Аналіз пояснюваності та етичних аспектів - **2 години.**

V. ПОТОЧНИЙ ТА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

Поточний контроль здійснюється під час проведення лекцій та практичних занять. Підсумковий контроль — це оцінювання засвоєння студентами всього теоретичного матеріалу та рівня практичної підготовки з навчальної дисципліни.

Підсумкова оцінка виставляється за результатами поточного контролю за шкалою оцінювання, наведеною в таблиці 2.

Таблиця 2

Оцінка	Бали	
Атестований з оцінкою "відмінно"	90-100	A
Атестований з оцінкою "добре"	82-89	B
	75-81	C
Атестований з оцінкою "задовільно"	67-74	D
	60-66	E
Не атестований з оцінкою "незадовільно з можливістю повторного складання "	35-59	FX
Не атестований з оцінкою "незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу"	1-34	F

Підсумковий контроль проводиться у формі **екзамену**.

VI. ПЕРЕЛІК ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ПИТАНЬ

1. Задачі та методи штучного інтелекту. Сучасний стан та тенденції розвитку.
2. Загальносистемний, детерміністський та стохастичний підходи до ШІ.
3. Система та зовнішнє середовище. Поняття динамічної, стохастичної та адаптивної систем.
4. Визначення понять інформації та інтелекту.
5. Поняття простору станів задачі. Структури даних. Граф I/АБО.
6. Стратегії пошуку в просторі станів: BFS, DFS.
7. Алгоритми евристичного пошуку. Алгоритм A*.
8. Логічне програмування. Аксиоматичні системи.
9. Принцип дедукції. Диз'юнкти та нормальні форми. Метод резолюцій.
10. Представлення знань. Семантичні мережі та концептуальні графи.
11. Об'єктне представлення знань, фрейми. Онтології та графи знань.
12. Прийняття рішень при невизначеності. Нечітка логіка.
13. Байєсовські мережі довіри.
14. Основи машинного навчання. Типи навчання.
15. Лінійна та логістична регресія.
16. Метод опорних векторів (SVM).
17. Дерева рішень та ансамблеві методи: Random Forest, градієнтний бустинг.
18. Методи кластеризації. K-means, ієрархічна кластеризація.
19. Крос-валідація та метрики оцінки якості моделей.
20. Штучні нейронні мережі. Багатошаровий перцептрон.
21. Згорткові нейронні мережі (CNN). Архітектури: LeNet, ResNet, EfficientNet.
22. Рекурентні нейронні мережі (RNN, LSTM, GRU).
23. Механізм уваги (Attention) у нейронних мережах.
24. Методи оптимізації глибокого навчання: SGD, Adam, BatchNorm, Dropout.
25. Фреймворки глибокого навчання: PyTorch, TensorFlow.
26. Навчання з підкріпленням. Q-learning та Deep Q-Network.
27. Policy Gradient та Proximal Policy Optimization (PPO).
28. Застосування навчання з підкріпленням: AlphaGo, робототехніка.
29. Архітектура трансформер. Self-attention та multi-head attention.
30. Модель BERT: архітектура та застосування.
31. Великі мовні моделі: GPT, LLaMA. Принципи роботи та можливості.
32. Дообучення моделей (fine-tuning). RLHF.
33. Промпт-інженерія. Технології RAG (Retrieval-Augmented Generation).
34. Токенізація та ембедінги у NLP.
35. CNN для класифікації зображень та детекції об'єктів (YOLO, Faster R-CNN).
36. Сегментація зображень. Vision Transformers (ViT).

37. Мультимодальні моделі (CLIP).
38. Генеративно-змагальні мережі (GAN).
39. Варіаційні автокодувальники (VAE).
40. Дифузійні моделі: Stable Diffusion, DALL-E.
41. MLOps: життєвий цикл моделі ШІ.
42. Мультиагентні системи та LLM-агенти.
43. Пояснюваний штучний інтелект (XAI).
44. Етика та відповідальний ШІ.

VII. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. S. Russell, P. Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Pearson, 2021. 1115 p.
2. I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. Deep Learning. MIT Press, 2016. 800 p.
3. A. Géron. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. 3rd ed. O'Reilly, 2022. 861 p.
4. C. Bishop, H. Bishop. Deep Learning: Foundations and Concepts. Springer, 2024. 650 p.
5. D. Jurafsky, J. Martin. Speech and Language Processing. 3rd ed. (online), 2024.
6. R. Sutton, A. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction. 2nd ed. MIT Press, 2018. 552 p.
7. A. Zhang, Z. Lipton, M. Li, A. Smola. Dive into Deep Learning. Cambridge University Press, 2023.
8. S. Raschka, Y. Liu, V. Mirjalili. Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn. Packt, 2022. 774 p.
9. Д.Ф. Люгер. Штучний інтелект. Стратегії і методи розв'язання складних проблем. Пер. з англ. Вільямс, 2003. 863 с.
10. Г.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевський. Бази знань інтелектуальних систем. Пітер, 2000. 382 с.

Додаткова література

1. J. Howard, S. Gugger. Deep Learning for Coders with fastai and PyTorch. O'Reilly, 2020. 624 p.
2. F. Chollet. Deep Learning with Python. 2nd ed. Manning, 2021. 504 p.
3. L. Tunstall, L. von Werra, T. Wolf. Natural Language Processing with Transformers. O'Reilly, 2022. 406 p.
4. A. Vaswani et al. Attention Is All You Need. NeurIPS, 2017.
5. J. Devlin et al. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers. NAACL, 2019.
6. T. Brown et al. Language Models are Few-Shot Learners (GPT-3). NeurIPS, 2020.
7. A. Radford et al. Learning Transferable Visual Models (CLIP). ICML, 2021.

8. R. Rombach et al. High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models. CVPR, 2022.
9. J. Kaplan et al. Scaling Laws for Neural Language Models. arXiv, 2020.
10. Y. LeCun, Y. Bengio, G. Hinton. Deep Learning. Nature, 2015.
11. К. Шолле. Глибоке навчання з Python. Пер. з англ. Діалектика, 2023.

Спеціалізовані програмні засоби

- Python 3.10+ з бібліотеками: NumPy, Pandas, Matplotlib, scikit-learn.
- PyTorch — фреймворк глибокого навчання.
- TensorFlow / Keras — фреймворк глибокого навчання.
- Hugging Face Transformers — бібліотека для роботи з трансформерами та LLM.
- Jupyter Notebook / JupyterLab — інтерактивне середовище розробки.
- Google Colab — хмарне середовище з GPU для навчання моделей.
- MLflow / Weights & Biases — інструменти MLOps для відстеження експериментів.

Програму склав

к.ф-м.н. **БЄГУН С.В.**