

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Декан факультету _____ ФІТ

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методи вирішення слабоформалізованих задач

Назва дисципліни

Галузь знань – F Інформаційні технології

Спеціальність – F3 Комп'ютерні науки

Рівень вищої освіти – Третій (освітньо-науковий)

Освітньо-професійна програма – Комп'ютерні науки

Обсяг дисципліни – 6 кредитів ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОФП.02

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (фахової підготовки)

Факультет – Інформаційних технологій

Кафедра – Комп'ютерних наук

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
					Аудиторні заняття					Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
Д	1	1	6	180	50	16	34			130				+
Разом ДФН			6	180	0	16	34			130				1

Робоча програма складена на основі освітньо-наукової програми «Комп'ютерні науки» за спеціальністю F3 «Комп'ютерні науки»

Робоча програма складена _____ д-р. техн. наук, проф. Олександр БАРМАК
Підпис автора(ів) Науковий ступінь, вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора(ів)

Схвалена на засіданні кафедри _____ Комп'ютерних наук

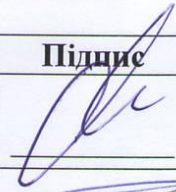
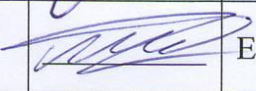
Протокол від 29.08 2025 № 1. Зав. кафедри _____ Олександр БАРМАК
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова вченої ради факультету _____ Тетяна ГОВОРУЩЕНКО
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

2 ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ініціали, прізвище
Завідувач кафедри, д-р. техн. наук, проф.	Комп'ютерні науки		Олександр БАРМАК
Гарант освітньо-професійної програми, д-р. техн. н., проф.	Комп'ютерні науки		Едуард МАНЗЮК

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Методи вирішення слабоформалізованих задач» є дисципліною з циклу фахової підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, очної (денної) (далі – денної) форми здобуття вищої освіти, які навчаються за освітньо-науковою програмою «Комп'ютерні науки» в межах спеціальності F3 «Комп'ютерні науки».

Пререквізити – вихідна.

Постреквізити – педагогічна (викладацька) практика (ОФП.05).

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

компетентностей: здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у сфері комп'ютерних наук, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення (ІК); здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК01); здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК02); 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 (ФК01); здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері комп'ютерних наук, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси у науковій та освітній діяльності (ФК02); здатність виявляти, ставити та вирішувати дослідницькі науково-прикладні задачі та/або проблеми в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень (ФК03); здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти у галузі комп'ютерних наук та дотичних до неї міждисциплінарних проектах, демонструвати лідерство під час їх реалізації (ФК04); здатність розробляти та застосовувати методи і засоби штучного інтелекту з людиноцентрованим підходом для здійснення дослідницької та інноваційної діяльності у галузі комп'ютерних наук, використовуючи інтелектуальні засоби обробки інформації та сучасні інструменти для виконання експериментальних і теоретичних досліджень (УК01).

програмних результатів навчання: формулювати і перевіряти гіпотези, використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані (ПРН03); 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 (ПРН04); визначати актуальні наукові та практичні проблеми у сфері комп'ютерних наук, глибоко розуміти загальні принципи та методи комп'ютерних наук, а також методологію наукових досліджень, застосовувати їх у власних дослідженнях у сфері комп'ютерних наук та у викладацькій практиці (ПРН08); використовувати методи і засоби штучного інтелекту з людиноцентрованим підходом для здійснення дослідницької та інноваційної діяльності у галузі комп'ютерних наук, використовуючи інтелектуальні засоби обробки інформації та сучасні інструменти для виконання експериментальних і теоретичних досліджень (ПРН12).

Мета дисципліни. Формування у здобувачів вищої освіти компетентностей, необхідних для розв'язання слабоформалізованих задач для довільних предметних областей, розвитку абстрактного та логічного мислення, застосування сучасних моделей та методів глибокого навчання.

Предмет дисципліни. Сучасні моделі та методи вирішення слабоформалізованих задач в наукових та прикладних дослідженнях.

Завдання дисципліни. Формування практичних навичок із застосування сучасних моделей та методів вирішення слабоформалізованих задач.

Результати навчання. Після вивчення курсу студент повинен знати фундаментальні концепції, математичні основи та архітектури сучасних моделей глибокого навчання; методологію наукових досліджень у галузі штучного інтелекту, включно з постановкою проблеми, формулюванням гіпотез, плануванням експериментів та аналізом результатів; етичні аспекти застосування людиноцентрованих підходів, а також переваги та обмеження методів глибокого навчання; уміти класифікувати слабоформалізовані задачі комп'ютерних наук, обґрунтовувати доцільність використання конкретних методів, розробляти й програмно реалізовувати моделі глибокого навчання з використанням сучасних фреймворків, проводити експериментальні дослідження з налаштуванням гіперпараметрів, оцінкою точності та інтерпретацією результатів; критично оцінювати адекватність і надійність моделей, застосовувати абстрактне мислення для інтеграції інформації з різних джерел і генерування нових ідей, аргументовано представляти висновки у формі наукових звітів, статей чи презентацій, а також виявляти автономність і відповідальність у плануванні та реалізації дослідницьких і інноваційних проектів у сфері глибокого навчання.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:		
	лекції	лабораторні заняття	СРС
Тема 1. Вступ до методів вирішення слабоформалізованих задач. Практичне використання Великих Мовних Моделей (LLMs) Агенти Великих Мовних Моделей	4	8	34
Тема 2. Використання YOLO для роботи з зображеннями	4	8	32
Тема 3. Інші типи моделей глибокого навчання: - Графові нейронні мережі (Graph Neural Networks, GNNs) - xLSTM – наступне покоління мереж довгої короткочасної пам'яті. Використання xLSTM для прогнозування часових рядів - Навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL)	6	12	48
Тема 4. Розпізнавання мовлення	2	6	16
Разом:	16	34	130

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
	<i>Тема 1.</i> <i>Вступ до методів вирішення слабоформалізованих задач.</i> <i>Практичне використання Великих Мовних Моделей (LLMs)</i>	4
1	Моделі глибокого навчання як основний спосіб вирішення слабоформалізованих задач. Глибинне навчання як основний метод вирішення слабоформалізованих задач. Комп'ютерний зір. Обробка природної мови. Розпізнавання мови (Speech Recognition). Рекомендаційні системи (Recommender Systems). Охорона здоров'я та відкриття нових ліків (Healthcare and Drug Discovery). Промптинг. Термінологія промптингу. Компоненти промпту. Методи текстового промптингу. Few-shot learning. Zero-Shot. Zero-Shot-CoT. Використання CoT для роботи із знаннями LLM. [1], [2], [3], [4]	2
2	Агенти Великих Мовних Моделей. Визначення і причини виникнення LLM агентів. Основні компоненти LLM агентів. Мультиагентні архітектури. Розбір практичних задач, які вирішуються через LLM агентів. [5], [6], [7], [8]	2
	<i>Тема 2. Використання YOLO для роботи з зображеннями.</i>	4
3	Вступ до YOLO та її архітектура. Вступ до Yolo. Області застосування Yolo. Моделі, їх різновиди та архітектура. Приклади застосування Yolo. [9], [10], [11], [12],[13]	2
4	Навчання YOLO на користувацьких наборах даних та оцінка ефективності. Загальний огляд основних етапів навчання YOLO. Підготовка користувацького даних. Налаштування моделі YOLO. Тренування моделі. Оцінка ефективності. [14], [15], [16]	2
	<i>Тема 3. Інші типи моделей глибокого навчання:</i>	6
5	Графові нейронні мережі (Graph Neural Networks, GNNs). Нагадування теорії для графових нейронних мереж. Основні типи графових нейронних шарів. Області використання графових нейронних мереж. Розбір статті із області Drug Discovery. [17], [18], [19], [20]	2
6	xLSTM – наступне покоління мереж довгої короткочасної пам'яті. Використання xLSTM для прогнозування часових рядів. Традиційна LSTM: огляд архітектури та недоліків. xLSTM – наступне покоління мереж довгої короткочасної пам'яті. Огляд статті про довгострокове прогнозування часових рядів за допомогою xLSTM. [21], [22], [23], [24]	2

7	Навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL). Нагадування теорії для навчання з підкріпленням. Переваги на недоліки навчання з підкріпленням. Области використання навчання з підкріпленням. Розбір статті із області NLP. [25], [26], [27], [28]	2
	<i>Тема 4. Розпізнавання мовлення.</i>	2
8	Розпізнавання мовлення. Моделі простору станів. Mamba – вибіркова модель простору станів. Розбір статей з області розпізнавання мовлення. [29], [30], [31]	2
Разом		16

5.2 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Освоєння технік промптингу Великих Мовних Моделей Літ.: [32-35]	4
2	Реалізація агента ReAct Літ.: [36, стаття],[37, програмний код]	4
3	Практичне використання YOLO для задач розпізнавання Літ.: [38, програмний код]	4
4	Навчання YOLO на користувацьких наборах даних та оцінка ефективності Літ.: [39, програмний код]	4
5	Практичне використання графових нейронних мереж Літ.: [40, стаття],[41, програмний код]	4
6	Довгострокове прогнозування часових рядів за допомогою xLSTM Літ.: [42, стаття],[43, програмний код], [44, датасети]	4
7	Використання навчання з підкріпленням Літ.: [45, стаття],[46, програмний код]	4
8	Обробки мовлення Літ.: [47, стаття]	6
Разом:		34

5.3 Зміст самостійної роботи

Самостійна робота виконується студентами за такими напрямками:

- 1) оволодіння теоретичними основами курсу – опрацювання конспекту та рекомендованих джерел інформації;
- 2) підготовка до лекцій і лабораторних занять, виконання завдань лабораторних робіт, та підготовка до їх захисту;

Керівництво самостійною роботою здійснюється викладачем згідно з розкладом консультацій у позаурочний час.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1,2	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції 1, виконання лабораторної роботи №1 та підготовка до її захисту	16
3,4	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції 2, виконання лабораторної роботи №2 та підготовка до її захисту	16
5,6	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції 3, виконання лабораторної роботи №3 та підготовка до її захисту	16
7,8	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції 4, виконання лабораторної роботи №4 та підготовка до її захисту	16
9,10	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції 5, виконання лабораторної роботи №5 та підготовка до її захисту	16
11,12	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції 6, виконання лабораторної роботи №1 та підготовка до її захисту	16
13,14	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції 7, виконання лабораторної роботи №1 та підготовка до її захисту	16
15,16	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції 8, виконання лабораторної роботи №8	16
17	Підготовка до захисту лабораторної роботи №8	2
Разом:		130

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема: лекції (з використанням мультимедійних презентацій, методів візуалізації, пояснення, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів); лабораторні заняття у вигляді майстер-класів (з використанням: інструктування, демонстрування, ситуаційних завдань, елементів дискусії тощо); самостійна робота

(опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторних робіт та їх захисту у вигляді Code Review, підсумкового контролю).

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних лабораторних занять у вигляді публічного захисту лабораторної роботи у форматі Code Review.

Code Review (рецензування програмного коду) є процесом, під час якого викладач перевіряє програмний код щодо помилок, стилю написання та відповідності стандартам якості. Code Review є важливою практикою в розробці програмного забезпечення, спрямованою на поліпшення якості кінцевого продукту і підтримання його відповідності заданим технічним стандартам. У процесі Code Review викладач аналізує програмний код на предмет не тільки помилок і багів, а й оцінює його з погляду оптимізації, безпеки та ефективності. Крім того, регулярне проведення таких рецензій сприяє дотриманню консистентності в стилі програмування в рамках командної роботи, що робить код більш читабельним і зручним для підтримки. Під час публічного ревію студенти можуть ділитися своїм досвідом, опановувати досвід і найкращі практики колег, що сприяє зростанню професійних навичок кожного члена команди. Рецензування коду також важливе для побудови прозорого і відкритого процесу розробки, де кожна зміна або доповнення коду розглядається колективно. Впровадження цієї практики в повсякденну розробку стимулює культуру безперервного навчання і поліпшення всередині команди.

При публічному захисті лабораторної роботи у форматі Code Review використовуються такі складові поточного контролю:

- 1) відповіді на теоретичні питання за темою лабораторної роботи у формі пояснення «навіщо потрібен» той чи інший термін або означення та як він використовується на практиці)
- 2) безпосередній процес Code Review створеного студентом програмного коду за лабораторною роботою;
- 3) якість та повнота підготовленого студентом звіту з лабораторної роботи.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю (наведені вище), так і підсумкового контролю, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, **не допускається** до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який **має** академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватися в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до лабораторних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми), активної праці на занятті, участі у дискусіях щодо прийнятих рішень при виконанні здобувачами задач тощо.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами опитування під час захисту лабораторних робіт.

Здобувач вищої освіти, виконуючи лабораторну, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах, які сприяють формування компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи

(структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>помилки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота (захист лабораторних робіт)								Семестровий контроль	Разом
								Іспит	Сума балів
ЛРН№1	ЛРН№2	ЛРН№3	ЛРН№4	ЛРН№5	ЛРН№5	ЛРН№5	ЛРН№5		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)									
3-5	3-5	3-5	3-5	6-10	6-10	6-10	6-10	24-40	60-100*
36-60								24-40	

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких її складових:

- 1) відповіді на теоретичні питання за темою лабораторної роботи у формі пояснення «навіщо потрібен» той чи інший термін або означення та як він використовується на практиці);
- 2) результати Code Review створеного студентом програмного коду за лабораторною роботою;
- 3) якість та повнота підготовленого студентом звіту з лабораторної роботи.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому *не зараховується* і для

її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит)

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується поєднання питань як теоретичного, так і практичного характеру.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретичне питання № 1	3	4	5
Теоретичне питання № 2	3	4	5
Практичне завдання	18	24	30
Разом:	24	32	40

***Примітка.** *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 балів) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту.*

Для кожного окремого виду завдань підсумкового семестрового контролю застосовуються критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти, наведені вище (**Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти**).

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

10. Питання для самоконтролю результатів навчання

Промптинг.

1. Які є компоненти промту та для чого вони призначені?
2. Які є методи текстового промтінгу? На які категорії вони поділені?
3. Для чого потрібен Few-shot learning?
4. Для чого потрібен Zero-Shot?
5. Для чого використовується Chain-of-Thought (CoT) промптинг?
6. Для чого використовується Zero-Shot-CoT?
7. Як використовується CoT для роботи із знаннями LLM?

Агенти Великих Мовних Моделей

8. Наведіть означення і причини виникнення LLM агентів.

9. Наведіть основні компоненти LLM агентів.
10. Наведіть мультиагентні архітектури.
11. Наведіть практичні задачі, які розв'язуються за допомогою LLM агентів.

Вступ до YOLO та її архітектура

12. Наведіть предметні області застосування Yolo.
13. Наведіть моделі Yolo, їх різновиди та архітектури.
14. Наведіть практичні задачі у яких застосовується Yolo.

Навчання YOLO на користувацьких наборах даних та оцінка ефективності

15. Наведіть основні етапи навчання YOLO.
16. В чому полягає підготовка користувацького набору даних?
17. Які є налаштування у моделі YOLO?
18. Опишіть процес тренування моделі.
19. За якими статистичними метриками проходить оцінка ефективності моделі?

Графові нейронні мережі (Graph Neural Networks, GNNs).

20. Що таке графові нейронні мережі?
21. Які є основні типи графових нейронних шарів?
22. Наведіть основні предметні області використання графових нейронних мереж.
23. Наведіть суть підходу з використанням графового трансформера нейронної мережі для покращення результатів геометричних методів визначення "кишень" на поверхні структури білка, де малі молекули можуть зв'язуватися.

xLSTM – наступне покоління мереж довгої короткочасної пам'яті. Використання xLSTM для прогнозування часових рядів

24. Яка архітектура та недоліки традиційних моделей LSTM?
25. У чому особливості наступного покоління мереж довгої короткочасної пам'яті (xLSTM)?
26. Яким чином реалізується довгострокове прогнозування часових рядів за допомогою xLSTM?
27. Наведіть оцінки для вибору мереж xLSTM для короткострокового прогнозування у різних предметних областях.

Навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL).

28. Що таке навчання з підкріпленням?
29. Які переваги на недоліки навчання з підкріпленням?
30. Наведіть предметні області використання навчання з підкріпленням.
31. Які переваги використання навчання з підкріпленням?
32. Які недоліки використання навчання з підкріпленням?
33. Як можна покращити навчання великих мовних моделей (LLM) з використанням навчання з підкріпленням (RL) в задачах складного міркування?

Розпізнавання мовлення.

34. Що таке моделі простору станів? Що таке рівняння переходу станів та рівняння спостереження?
35. Опишіть особливості Mamba – вибіркової моделі простору станів.
36. Опишіть процес автоматичного розпізнавання мовлення для довгих аудіопослідовностей, за допомогою архітектури, яка поєднує трансформери та Selective State Space Models (Mamba).
37. Опишіть ефективність архітектури Mamba у трьох ключових завданнях обробки мовлення: розділення мовних сигналів, автоматичне розпізнавання мовлення (ASR) та синтез мовлення.

11. Навчально-методичне забезпечення

Виходячи з особливостей дисципліни «Методи вирішення слабоформалізованих задач», а саме вивчення сучасних підходів до вирішення слабоформалізованих задач – моделей глибокого навчання та великих моделей (мовних, зображень та мультимодальних), їх стрімким розвитком, у якості забезпечення освітнього процесу навчальною літературою, використовуються останні наукові статті у академічних журналах з відкритим доступом, у яких викладені останні досягнення для дисципліни, що розглядається. Перелік цих статей наведено у розділі «Рекомендована література».

Крім того, необхідні для вивчення курсу навчально-методичні матеріали розміщені в Модульному середовищі для навчання MOODLE: Курс «Методи вирішення слабоформалізованих задач».
<https://msn.khmnua.edu.ua/course/view.php?id=9986>

12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)

Для проведення лабораторних занять з дисципліни «Методи вирішення слабоформалізованих задач», лекційна аудиторія та лабораторії кафедри Комп'ютерних наук обладнанні: проекторами, персональними комп'ютерами, підключеними до мережі Інтернет, точками доступу Wi-Fi. Кожен персональний комп'ютер містить ліцензоване ПЗ: ОС Windows Education версій 10 або 11, пакети Microsoft Office LTSC Professional Plus (2021 або 2024) та пакет Visual Studio Enterprise Edition 2022.

13. Рекомендована література:

Основна

1. Schulhoff, S., Ilie, M., Balepur, N., Kahadze, K., Liu, A., Si, C., ... & Resnik, P. (2024). The Prompt Report: A Systematic Survey of Prompting Techniques. arXiv preprint arXiv:2406.06608.
2. Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Xia, F., Chi, E., ... & Zhou, D. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. Advances in neural information processing systems, 35, 24824-24837
3. Zhu, Z. A., & Li, Y. Physics of language models: Part 3.1, knowledge storage and extraction. CoRR, abs/2309.14316, 2023. doi: 10.48550. arXiv preprint ARXIV.2309.14316.

4. Allen-Zhu, Z., & Li, Y. (2023). Physics of language models: Part 3.2, knowledge manipulation. arXiv preprint arXiv:2309.14402.
5. Yao, S., Zhao, J., Yu, D., Du, N., Shafran, I., Narasimhan, K., & Cao, Y. (2022). React: Synergizing reasoning and acting in language models. arXiv preprint arXiv:2210.03629.
6. Bran, A. M., Cox, S., Schilter, O., Baldassari, C., White, A. D., & Schwaller, P. (2023). ChemCrow: Augmenting large-language models with chemistry tools. arXiv preprint arXiv:2304.05376.
7. Skarlinski, M. D., Cox, S., Laurent, J. M., Braza, J. D., Hinks, M., Hammerling, M. J., ... & White, A. D. (2024). Language agents achieve superhuman synthesis of scientific knowledge. arXiv preprint arXiv:2409.13740.
8. Du, Y., Wei, F., & Zhang, H. (2024). Anytool: Self-reflective, hierarchical agents for large-scale api calls. arXiv preprint arXiv:2402.04253
9. Wu, T., & Dong, Y. (2023). YOLO-SE: Improved YOLOv8 for Remote Sensing Object Detection and Recognition. MDPI Applied Sciences, 13(24), 12977. <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/24/12977>
10. Rath, S. (2023). Train YOLOv8 on Custom Dataset – A Complete Tutorial. LearnOpenCV. <https://learnopencv.com/train-yolov8-on-custom-dataset/>
11. Asamoah, A. K. (2024). Performance Evaluation of YOLOv8 Model Configurations, for Instance Segmentation of Strawberry Fruit Development Stages in an Open Field Environment. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2408.05661>
12. YOLOv10: Real-Time End-to-End Object Detection. (2024). Ultralytics Documentation. <https://docs.ultralytics.com/models/yolov10/>
13. Zhang, X., & Liu, Y. (2024). Application of Reinforcement Learning in Controlling Quadrotor UAV Flight Actions. MDPI Applied Sciences, 8(11), 660. <https://www.mdpi.com/2504-446X/8/11/660>
14. Kunal Kejriwal. (2023) YOLOv7: the most advanced object detection algorithm? Link: <https://www.unite.ai/uk/yolov7/>
15. Abdussalam Elhadi Elhanash, Pierpaolo Dini, Zheng Qinghe (2023). TeleStroke: real-time stroke detection with federated learning and YOLOv8 on edge devices. Link: <https://www.researchgate.net/publication/381736334>
16. Wang, H., Zhang, C., Zhou, B., Xue, S., & Wang, F. (2023). Prediction of the productivity ratio of perforated wells using least squares support vector machine with particle swarm optimization. Applied Sciences, 13(24), 12977. <https://doi.org/10.3390/app132412977>.
17. Kipf, T. N., & Welling, M. (2017). Semi-supervised classification with graph convolutional networks. arXiv. arXiv:1609.02907.
18. Veličković, P., Cucurull, G., Casanova, A., Romero, A., Liò, P., & Bengio, Y. (2018). Graph attention networks. arXiv. arXiv:1710.10903.
19. Veličković, P. (2021). Theoretical foundations of graph neural networks. Retrieved from <https://petar-v.com/talks/GNN-Wednesday.pdf>
20. Ishitani, R., Takemoto, M., & Tomii, K. (2024). Protein ligand binding site prediction using graph transformer neural network. PLoS ONE, 19(8), e0308425. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308425>
21. Maximilian Beck, Korbinian Pöppel, Markus Spanring, Andreas Auer, Oleksandra Prudnikova, Michael Kopp, Günter Klambauer, Johannes Brandstetter, Sepp Hochreiter (2024). xLSTM: Extended Long Short-Term Memory. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.04517>
22. Musleh Alharthi, Ausif Mahmood (2024). xLSTMTime : Long-term Time Series Forecasting With xLSTM <https://doi.org/10.3390/ai5030071>
23. Gonzalo Lopez Gil, Paul Duhamel-Seblin, Andrew McCarren (2024). An Evaluation of Deep Learning Models for Stock Market Trend Prediction <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.12408>
24. Yaxuan Kong, Zepu Wang, Yuqi Nie, Tian Zhou, Stefan Zohren, Yuxuan Liang, Peng Sun, Qingsong Wen (2024). Unlocking the Power of LSTM for Long Term Time Series Forecasting <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.10006>
25. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction (2nd ed.). MIT Press.
26. Powell, W. B. (2011). Reinforcement learning and stochastic optimization: A unified framework for sequential decisions. Wiley.
27. Szepesvári, C. (2010). Algorithms for reinforcement learning. Morgan & Claypool Publishers.
28. Kazemnejad, A., Aghajohari, M., Portelance, E., Sordani, A., Reddy, S., Courville, A., & Le Roux, N. (2024). VinePPO: Unlocking RL potential for LLM reasoning through refined credit assignment. arXiv. arXiv:2410.01679v1.
29. Albert Gu, Tri Dao (2023). Mamba: Linear-Time Sequence Modeling with Selective State Spaces <https://arxiv.org/abs/2312.00752>
30. Xiaoxue Gao, Nancy F. Chen (2024). Speech-Mamba: long-context speech recognition with selective state spaces models <https://arxiv.org/abs/2409.18654>
31. Xilin Jiang, Yinghao Aaron Li, Adrian Nicolas Florea, Cong Han, Nima Mesgarani (2024). Speech Slytherin: Examining the Performance and Efficiency of Mamba for Speech Separation, Recognition, and Synthesis <https://arxiv.org/abs/2407.09732>
32. The Prompt Report: A Systematic Survey of Prompting Techniques [<https://arxiv.org/abs/2406.06608>], 2024
33. Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models [<https://arxiv.org/abs/2201.11903>], 2023
34. Physics of Language Models: Part 3.1, Knowledge Storage and Extraction [<https://arxiv.org/abs/2309.14316>], 2024
35. Physics of Language Models: Part 3.2, Knowledge Manipulation [<https://arxiv.org/abs/2309.14402>], 2024
36. Стаття: <https://arxiv.org/abs/2210.03629>
37. Код: <https://langchain-ai.github.io/langgraph/how-tos/react-agent-from-scratch/>
38. Код: <https://github.com/Sousannah/YOLOv8-Projects>
39. Код: <https://github.com/WongKinYiu/yolov7>
40. Стаття: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11302905/>
41. Код: https://github.com/pfnet-research/pocket_detection
42. Стаття: <https://arxiv.org/pdf/2407.10240>
43. Код: <https://github.com/muslehal/xLSTMTime>

44. Датарсети: https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1ZOYpTUa82_jCcXIdTmyr0LXQfvaM9vIy
45. Стаття: <https://arxiv.org/abs/2410.01679v1>
46. Код: <https://github.com/mcgill-nlp/vineppo>
47. Стаття: <https://arxiv.org/abs/2407.09732>

Додаткова

1. Ostrovskiy Z, Barmak O, Radiuk P, Krak I. Unsupervised Knowledge Extraction of Distinctive Landmarks from Earth Imagery Using Deep Feature Outliers for Robust UAV Geo-Localization. Machine Learning and Knowledge Extraction. 2025; 7(3):81. <https://doi.org/10.3390/make7030081> (Scopus, Q1)
2. Towards transparent AI in medicine: ECG-based arrhythmia detection with explainable deep learning / O. Kovalchuk et al. Technologies. 2025. Vol. 13, no. 1. P. 34. URL: <https://doi.org/10.3390/technologies13010034> (Scopus, Q1).
3. Toward explainable deep learning in healthcare through transition matrix and user-friendly features / O. Barmak et al. Frontiers in Artificial Intelligence. 2024. Vol. 7. P. 1482141. URL: <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1482141> (Scopus, Q2)
4. Radiuk P, Barmak O, Manziuk E, Krak I. Explainable Deep Learning: A Visual Analytics Approach with Transition Matrices. Mathematics. 2024; 12(7):1024. <https://doi.org/10.3390/math12071024>, Open Access: <https://www.mdpi.com/2227-7390/12/7/1024> (Scopus, Q1).
5. Крак Ю.В., Бармак О.В. Методика інверсного багатовимірного шкалювання для синтезу моделей машинного навчання // Кібернетика та системний аналіз, 2023, (5), сс.46-54 (категорія А).
6. Barmak O., Krak I., Yakovlev S., Manziuk E., Radiuk P., Kuznetsov V. Toward explainable deep learning in healthcare through transition matrix and user-friendly features. In monograph: Chumachenko, D., Kaur, J., Chen, J. Y., eds. (2025). Outbreak oracles: how AI's journey through COVID-19 shapes future epidemic strategy. Lausanne: Frontiers Media SA. doi: 10.3389/978-2-8325-6513-1
7. Manziuk E., Barmak O., Krak I., Petliak N., Jin Z., Radiuk P. Explainable Deep Learning for Interpretable Brain Tumor Diagnosis from MRI Images: Lecture Notes in Data Engineering, Computational Intelligence, and Decision-Making, Volume 1, Cham, Springer Nature Switzerland, 2024. Pp.326–348. eBook ISBN978-3-031-70959-3, DOI: 10.1007/978-3-031-70959-3_17
8. Сергієнко І.В., Крак Ю.В., Бармак О.В., Манзюк Е.А., Куляс А.І. Інтелектуальні інформаційні технології: людиноцентризований підхід, принципи етики та довіри. Монографія. – К: Наукова думка, 2023. – 310 с.
9. Kovalchuk O., Slobodzian V., Sobko O., Molchanova M., Mazurets O., Barmak O., Krak I., Savina N. Visual Analytics-Based Method for Sentiment Analysis of COVID-19 Ukrainian Tweets. Book Chapter. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. 2023. Vol. 149. pp. 591–607. DOI: 10.1007/978-3-031-16203-9_33
10. Krak I., Kuznetsov V., Kondratiuk S., Azarova L., Barmak O., Radiuk P. Analysis of Deep Learning Methods in Adaptation to the Small Data Problem Solving. Lecture Notes in Data Engineering, Computational Intelligence, and Decision Making. Cham, 2022. P. 333–352. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-16203-9_20

14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=9986>
2. Електронна бібліотека ХНУ, URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
3. Інституційний репозитарій ХНУ, URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

МЕТОДИ ВИРІШЕННЯ СЛАБОФОРМАЛІЗОВАНИХ ЗАДАЧ

Тип дисципліни
Рівень вищої освіти
Мова викладання
Семестр

Кількість призначених кредитів ЄКТС

Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна

Обов'язкова
Третій (освітньо-науковий)
Українська
Перший
6,0
Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення курсу студент повинен знати фундаментальні концепції, математичні основи та архітектури сучасних моделей глибокого навчання; методологію наукових досліджень у галузі штучного інтелекту, включно з постановкою проблеми, формулюванням гіпотез, плануванням експериментів та аналізом результатів; етичні аспекти застосування людиноцентризованих підходів, а також переваги та обмеження методів глибокого навчання; уміти класифікувати слабоформалізовані задачі комп'ютерних наук, обґрунтовувати доцільність використання конкретних методів, розробляти й програмно реалізовувати моделі глибокого навчання з використанням сучасних фреймворків, проводити експериментальні дослідження з налаштуванням гіперпараметрів, оцінкою точності та інтерпретацією результатів; критично оцінювати адекватність і надійність моделей, застосовувати абстрактне мислення для інтеграції інформації з різних джерел і генерування нових ідей, аргументовано представляти висновки у формі наукових звітів, статей чи презентацій, а також виявляти автономність і відповідальність у плануванні та реалізації дослідницьких і інноваційних проєктів у сфері глибокого навчання.

Зміст навчальної дисципліни. Вступ до методів вирішення слабоформалізованих задач. Практичне використання Великих Мовних Моделей (LLMs). Використання YOLO для роботи з зображеннями. . Інші типи моделей глибокого навчання: графові нейронні мережі (Graph Neural Networks, GNNs); xLSTM – наступне покоління мереж довгої короткочасної пам'яті. Використання xLSTM для прогнозування часових рядів; навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL); розпізнавання мовлення.

Пререквізити: вихідна.

Постреквізити: педагогічна (викладацька) практика.

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *третього* (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить **8** годин; для заочної форми – **2–3** години на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням мультимедійної і візуалізації); лабораторні заняття (з використанням тренінгів, майстер-класів), самостійна робота.

Форми оцінювання результатів навчання: захист лабораторних робіт.

Вид семестрового контролю: іспит – 1.

Навчальні ресурси:

- Schulhoff, S., Ilie, M., Balepur, N., Kahadze, K., Liu, A., Si, C., ... & Resnik, P. (2024). The Prompt Report: A Systematic Survey of Prompting Techniques. arXiv preprint arXiv:2406.06608.
- Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Xia, F., Chi, E., ... & Zhou, D. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. Advances in neural information processing systems, 35, 24824-24837
- Zhu, Z. A., & Li, Y. Physics of language models: Part 3.1, knowledge storage and extraction. CoRR, abs/2309.14316, 2023. doi: 10.48550. arXiv preprint ARXIV.2309.14316.
- Allen-Zhu, Z., & Li, Y. (2023). Physics of language models: Part 3.2, knowledge manipulation. arXiv preprint arXiv:2309.14402.
- Yao, S., Zhao, J., Yu, D., Du, N., Shafran, I., Narasimhan, K., & Cao, Y. (2022). React: Synergizing reasoning and acting in language models. arXiv preprint arXiv:2210.03629.
- Bran, A. M., Cox, S., Schilter, O., Baldassari, C., White, A. D., & Schwaller, P. (2023). ChemCrow: Augmenting large-language models with chemistry tools. arXiv preprint arXiv:2304.05376.
- Skarlinski, M. D., Cox, S., Laurent, J. M., Braza, J. D., Hinks, M., Hammerling, M. J., ... & White, A. D. (2024). Language agents achieve superhuman synthesis of scientific knowledge. arXiv preprint arXiv:2409.13740.
- Du, Y., Wei, F., & Zhang, H. (2024). Anytool: Self-reflective, hierarchical agents for large-scale api calls. arXiv preprint arXiv:2402.04253
- Wu, T., & Dong, Y. (2023). YOLO-SE: Improved YOLOv8 for Remote Sensing Object Detection and Recognition. MDPI Applied Sciences, 13(24), 12977. <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/24/12977>
- Rath, S. (2023). Train YOLOv8 on Custom Dataset – A Complete Tutorial. LearnOpenCV. <https://learnopencv.com/train-yolov8-on-custom-dataset/>
- Asamoah, A. K. (2024). Performance Evaluation of YOLOv8 Model Configurations, for Instance Segmentation of Strawberry Fruit Development Stages in an Open Field Environment. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2408.05661>
- YOLOv10: Real-Time End-to-End Object Detection. (2024). Ultralytics Documentation. <https://docs.ultralytics.com/models/yolov10/>

13. Zhang, X., & Liu, Y. (2024). Application of Reinforcement Learning in Controlling Quadrotor UAV Flight Actions. MDPI Applied Sciences, 8(11), 660. <https://www.mdpi.com/2504-446X/8/11/660>
14. Kunal Kejriwal. (2023) YOLOv7: the most advanced object detection algorithm? Link: <https://www.unite.ai/uk/yolov7/>
15. Abdussalam Elhadi Elhanash, Pierpaolo Dini, Zheng Qinghe (2023). TeleStroke: real-time stroke detection with federated learning and YOLOv8 on edge devices. Link: https://www.researchgate.net/figure/The-frames-per-second-FPS-performance-for-different-YOLO-models-YOLOv8n-YOLOv8l_fig8_381736334
16. Wang, H., Zhang, C., Zhou, B., Xue, S., & Wang, F. (2023). Prediction of the productivity ratio of perforated wells using least squares support vector machine with particle swarm optimization. Applied Sciences, 13(24), 12977. <https://doi.org/10.3390/app132412977>.
17. Kipf, T. N., & Welling, M. (2017). Semi-supervised classification with graph convolutional networks. arXiv. arXiv:1609.02907.
18. Veličković, P., Cucurull, G., Casanova, A., Romero, A., Liò, P., & Bengio, Y. (2018). Graph attention networks. arXiv. arXiv:1710.10903.
19. Veličković, P. (2021). Theoretical foundations of graph neural networks. Retrieved from <https://petarv.com/talks/GNN-Wednesday.pdf>
20. Ishitani, R., Takemoto, M., & Tomii, K. (2024). Protein ligand binding site prediction using graph transformer neural network. PLoS ONE, 19(8), e0308425. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308425>
21. Maximilian Beck, Korbinian Pöppel, Markus Spanring, Andreas Auer, Oleksandra Prudnikova, Michael Kopp, Günter Klambauer, Johannes Brandstetter, Sepp Hochreiter (2024). xLSTM: Extended Long Short-Term Memory. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.04517>
22. Musleh Alharthi, Ausif Mahmood (2024). xLSTMTime : Long-term Time Series Forecasting With xLSTM <https://doi.org/10.3390/ai5030071>
23. Gonzalo Lopez Gil, Paul Duhamel-Seblin, Andrew McCarren (2024). An Evaluation of Deep Learning Models for Stock Market Trend Prediction <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.12408>
24. Yaxuan Kong, Zepu Wang, Yuqi Nie, Tian Zhou, Stefan Zohren, Yuxuan Liang, Peng Sun, Qingsong Wen (2024) Unlocking the Power of LSTM for Long Term Time Series Forecasting <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.10006>
25. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction (2nd ed.). MIT Press.
26. Powell, W. B. (2011). Reinforcement learning and stochastic optimization: A unified framework for sequential decisions. Wiley.
27. Szepesvári, C. (2010). Algorithms for reinforcement learning. Morgan & Claypool Publishers.
28. Kazemnejad, A., Aghajohari, M., Portelance, E., Sordoni, A., Reddy, S., Courville, A., & Le Roux, N. (2024). VinePPO: Unlocking RL potential for LLM reasoning through refined credit assignment. arXiv. arXiv:2410.01679v1.
29. Albert Gu, Tri Dao (2023). Mamba: Linear-Time Sequence Modeling with Selective State Spaces <https://arxiv.org/abs/2312.00752>
30. Xiaoxue Gao, Nancy F. Chen (2024). Speech-Mamba: long-context speech recognition with selective state spaces models <https://arxiv.org/abs/2409.18654>
31. Xilin Jiang, Yinghao Aaron Li, Adrian Nicolas Florea, Cong Han, Nima Mesgarani (2024). Speech Slytherin: Examining the Performance and Efficiency of Mamba for Speech Separation, Recognition, and Synthesis <https://arxiv.org/abs/2407.09732>
32. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=9986>
33. Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>

Викладач: д-р. техн. наук, проф. Олександр БАРМАК