

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук
«29» серпня 2022 року, протокол № 14

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

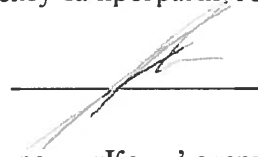
доктор фізико-математичних наук, професор кафедри штучного інтелекту та програмного
забезпечення **Куклін Володимир Михайлович;**

старший викладач кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення **Гущин Іван
Валерійович;**

старший викладач кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення **Мішин
Олександр Вікторович.**

Програму схвалено на засіданні кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення
Протокол від «29» серпня 2022 року, протокол № 1

Завідувач кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення



Володимир КУКЛІН

Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Комп'ютерні науки»

Гарант освітньої програми «Комп'ютерні науки»

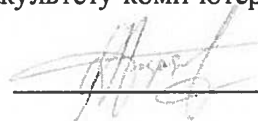


Володимир БАРАНШЧУК

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від «29» серпня 2022 року, протокол № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук



Анатолій БЕРДНІКОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Розробка систем штучного інтелекту» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів теоретичних знань з предмету та практичних навичок у застосуванні методів машинного навчання у різноманітних класах задач та здобуття навичок вибору методів та інструментів, які найбільш придатні вирішувати поставлені задачі.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- виявлення класів задач та підходів для їх вирішення
- ознайомлення з базовими програмними середовищами створення систем обробки та візуалізації даних;
- напрацювання студентами практичних навичок з роботи над задачами, які найбільш приближенні до реальних задач, пов'язаних з використанням технологій МН;
- ознайомлення з деякими головними бібліотеками та фрейморками для роботи над поставленою задачею;
- навчання продуктивної роботи у команді для виконання загальної задачі.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні компетентності.

Загальні компетентності (ЗК).

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. (ЗК1)
- Здатність до науково-професійного іншомовного спілкування. (ЗК2)
- Здатність проведення досліджень на відповідному рівні. (ЗК3)
- Здатність генерувати нові науково-теоретичні та практично спрямовані ідеї (креативність). (ЗК4)
- Здатність приймати обгрунтовані рішення. (ЗК5)
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (ЗК7)
- Здатність розробляти та управляти проектами. (ЗК9)
- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. (ЗК10)
- Здатність визначати головні пріоритети при виконанні поставлених завдань і взятих обов'язків. (ЗК11)

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)

- Здатність до організації та проведення наукових досліджень та виконання інноваційних розробок в галузі комп'ютерних наук і інформаційних технологій. (ФК1)

- Здатність розробляти математичні моделі і алгоритми для вирішення практичних задач прийняття оптимальних рішень і проектування систем, керування системами, процесами та проектами, аналізу та обробки даних, інтелектуального пошуку та видобування знань. (ФК2)
- Професійне володіння сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями. (ФК4)
- Здатність до проектування математичного, інформаційного і програмного забезпечення обчислювальних і автоматизованих систем. (ФК6)
- Здатність до використання сучасних технологій та інструментальних засобів розробки складних програмних систем, уміння їх застосовувати на всіх етапах життєвого циклу розробки. (ФК7)
- Здатність застосовувати обчислювальний експеримент при дослідженнях. (ФК9)
- Здатність опановувати сучасні технології математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти обчислювальні моделі та алгоритми чисельного розв'язування інженерних задач. (ФК13)
- Володіння на високому рівні англійською, українською (та іншими за наявності та необхідності) мовою: усною та письмовою. (ФК15)

1.3. Кількість кредитів – 11

1.4. Загальна кількість годин - 330

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
1-й	1-й
Лекції	
32 год.	3 год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	3 год.
Лабораторні заняття	
32 год.	3 год.
Самостійна робота	
250 год.	321 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
40 год.	40 год.

1.6. Заплановані результати навчання

знати:

- теоретичні основи основних методів МН
- які саме методи МН можуть застосовуватися для окремого класу задач;
- декілька різних методів рішення окремих задач та їх відмінності.
- необхідність взагалі використовувати у окремій задачі той чи інший клас методів МН
- теоретичні основи видів навчання, вміти розпізнати вид навчання щодо окремої задачі;

- основні методи та інструментарій, що застосовується при розробці та реалізації систем МН

вміти:

- будувати комп'ютерні моделі МН на основі формулювання задач;
- обрати тип МН в залежності від класу поставленої задачі ;
- застосовувати методи оптимізації навчання, якщо це можливо та необхідно;
- аналізувати отримані результати та давати їх інтерпретацію.
- застосовувати отриманні теоретичні знання для обґрунтування статусу навчання власної моделі;
- самостійно розробляти архітектуру інтелектуальної системи, збирати та систематизувати дані та знання, необхідні для створення інтелектуальної систем;
- Самостійно або в команді реалізувати у програмному коді протестований функціонал, якій в підсумку оптимізує результат загальної моделі.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, студенти мають досягти таких результатів навчання:

- Здатність розробляти технологію наукових досліджень із поставленої проблеми в області комп'ютерних наук та інформаційних технологій із застосуванням сучасних технологій та інструментів. (ПРН1)
- Знання іноземної мови та розуміння іншомовних наукових та професійних текстів. (ПРН2)
- Вміння створювати безпечні умови праці. (ПРН4)
- Знання методів та алгоритмів аналітичної обробки та інтелектуального аналізу даних для задач прогнозування, контролю та забезпечення надійної роботи інформаційних систем із використанням програмних інструментів підтримки багатовимірного аналізу даних. (ПРН6)
- Знання структури, складу і властивостей інформаційних процесів, систем і технологій, стандартів, методів, технологій і засобів управління процесами життєвого циклу інформаційних і програмних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій. (ПРН7)
- Вміння розробляти та застосовувати ефективні алгоритми і методи реалізації функцій інформаційних систем і технологій під час розв'язання наукових та інноваційних задач в області комп'ютерних наук та інформаційних технологій. (ПРН8)
- Знання методів та математичних і комп'ютерних моделей фундаментальних і прикладних дисциплін для обробки, аналізу й синтезу результатів професійних досліджень. (ПРН10)
- Вміння застосовувати мови програмування, мови опису інформаційних ресурсів, мови специфікацій, а також інструментальні засоби проектування і створення систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій. (ПРН12)
- Знання принципів проектування і застосування інтелектуальних систем та вміння використовувати технології штучного інтелекту в управлінні інноваційною діяльністю підприємства. (ПРН15).

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Проектування агентних систем, які навчаються з підкріпленням

Тема 1. Знайомство з машинним навчанням

Що таке машинне навчання (МН). Місце МН у сучасному житті. Термінологія. Загальна структура типів задач, які можуть розв'язуватись за допомогою МН. Моделі навчання, такі як навчання з вчителем, без вчителя, змішанні. Місце навчання з підкріпленням у ієрархії моделей навчання. Приклади.

Тема 2. Вступ у навчання з підкріпленням.

Простір станів. Марковський процес прийняття рішень. Марківські стани. Вірогідності переходів між станами. Поняття агента та його валстивості. Миттєва і відкладена нагороди. Простір дій агента. Поняття історій переміщень у просторі станів. Стан середовища та види середовища відносно агента.

Тема 3. Навчання з підкріпленням. Основні властивості середовищ та агентів

Повністю спостережувані середовища. Частково спостережувані середовища. Основні компоненти навчання з підкріпленням. Policy (лінія поведінки) агента. Функція вартості оцінки якості окремого стану. Модель прийняття рішень щодо окремого кроку. Види агентів. Прогнозування та контроль. Пошук оптимальної лінії поведінки агента.

Тема 4. Навчання з підкріпленням. Види навчання залежно від відомостей о середовищі та можливостей агента

Безмоделеве прогнозування та контроль. Апроксимація функції значень. SARSA. Q навчання. Deep Q навчання за допомогою нейронних мереж. Приклади

Тема 5. Огляд основних видів нейронних мереж (НМ).

НМ прямого поширення сигналу. НМ з наявністю зворотнього зв'язку. Глибокі НМ. Метода градієнтного спуску. Приклади використання окремих архітектур НМ.

Розділ 2. Навчання з вчителем. Лінійні моделі.

Тема 6. Навчання з вчителем. Основні поняття та визначення.

Поняття набору даних (data set), факторів та залежної змінної. Способи представлення набору даних в мові Python. Підготовка набору даних до навчання моделі та розбір прикладів побудови лінійної регресійної моделі.

Тема 7. Робота з набором даних та побудова регресійних моделей.

Знайомство з методами підготовки даних, доцільність їх використання. Аналіз факторів та аналіз їх впливу на залежну змінну. Основні прийоми роботи з набором даних в мові Python. Використання L1 та L2 регуляризації для підвищення точності регресійних моделей.

Тема 8. Лінійні класифікаційні моделі.

Логістична регресія. Підбір параметрів та мультикласифікація «один проти всіх». Лінійний метод опорних векторів (SVC) та його налаштування. Розбір прикладів використання.

Розділ 3. Класифікаційні моделі та ансамблі. Навчання без вчителя.

Тема 9. Класифікація. Рішаючі дерева та їх ансамблі, SVM, та інші класифікаційні моделі.

Розбір принципу побудови рішаючих дерев, їх переваги та недоліки, розбір прикладів використання та підбору параметрів. Основні ансамблі рішаючих дерев: Random Forest, Gradient boosting. Ядерний метод опорних векторів (SVM), принцип роботи та налаштування. Інші класифікаційні алгоритми: KNN, Naïve Bayes.

Тема 10. Оцінка якості класифікаторів. Кросвалідація.

Бінарні метрики оцінки класифікаторів. Вибір порога класифікації. Precision та Recall, кількість помилково позитивних результатів, побудова ROC-кривих, Precision/Recall кривих та AUC-ROC. Вирішення проблеми незбалансованих класів. Крос-валідація. Метод стримування. Кваліфікаційна перехресна перевірка. Leave-one-out перехресна перевірка.

Тема 11. Зменшення розмірності даних та кластеризація.

Розбір принципу та доцільності використання алгоритмів зниження розмірності. PCA та NMF. Розбір прикладів використання для вирішення задачі класифікації зображень. Алгоритми навчання без вчителя кластеризація. Розбір алгоритмів кластеризації: K-Means, Агломеративна кластеризація, Ієрархічна кластеризація та DBSCAN.

Тема 12. Обробка текстових даних.

Основні визначення корпус та документ. Побудування «bag-of-words», токенизація, створення словника ра розрідженої матриці для документів в корпусі, стоп-слова. Tf-idf представлення та використання n-грамм. Стемінг та лематизація, моделювання тем та кластеризація документів. LDA.

Тема 13. Об'єднання різних алгоритмів машинного навчання в ланцюжки та конвеєри.

Використання класів Pipeline та GridSearchSV бібліотеки sklearn для підбору параметрів. Побудування конвеєрів. Використання конвеєра доданого у GridSearchSV та загальний інтерфейс конвеєра. Підбор атрибутів конвеєра. Знаходження оптимальних етапів конвеєра та вибір оптимальної з допомогою решітчастого пошуку.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усьог о	л	п	лаб	інд	с.р.
Розділ 1. Проектування агентних систем, які навчаються з підкріпленням.						
Тема 1. Знайомство с машинним навчанням.	18	2	1			15
Тема 2. Вступ у навчання з підкріпленням.	25	4	1			20
Тема 3. Навчання з підкріпленням. Основні властивості середовищ та агентів	36	4	2	10		20
Тема 4. Навчання з підкріпленням. Види навчання залежно від відомостей о середовищі та можливостей агента	39	4	2	8		25
Тема 5. Огляд основних видів нейронних мереж (НМ).	29	2	2			25
Разом за розділом 1	147	16	8	18		105
Розділ 2. Навчання з вчителем. Лінійні моделі.						
Тема 6. Навчання с вчителем. Основні поняття та визначення.	22	2				20
Тема 7. Робота з набором даних та побудова регресійних моделей.	28	2	1			25
Тема 8. Лінійні класифікаційні моделі.	34	2	1	6		25
Разом за розділом 2	84	6	2	6		70
Розділ 3. Класифікаційні моделі та ансамблі. Навчання без вчителя.						
Тема 9. Класифікація. Рішаючі дерева та їх ансамблі, SVM, та інші класифікаційні моделі.	19	2	2			15
Тема 10. Оцінка якості класифікаторів. Кросвалідація.	19	2	2			15
Тема 11. Зменшення розмірності даних та кластеризація.	19	2	2			15
Тема 12. Обробка текстових даних.	25	2		8		15
Тема 13. Об'єднання різних алгоритмів машинного навчання в ланцюжки та конвеєри.	17	2				15
Разом за розділом 3	99	10	6	8		75
Усього годин	330	32	16	32		250

4. Теми практичних (лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1. Проектування агентних систем, які навчаються з підкріпленням		
Практичні заняття		
1	«Ознайомлення з машинним навчанням (МН)». Місто машинного навчання у сучасному житті. Приклади.	1
2	«Існуючі підходи до навчання МН моделей. Навчання з підкріпленням». Приклади роботи подібних систем на Python.	1
3	«Навчання з підкріпленням». Приклади реалізації Марковських процесів прийняття рішень	2
4	«Навчання з підкріпленням». Приклади реалізації табличного навчання агентів.	2
5	«Навчання з підкріпленням». Приклади навчання агентів за допомогою нейронних мереж.	2
Лабораторні заняття		
6	«Лабораторна робота №1». Використання табличного навчання агентів. Table Q - learning	10
7	«Лабораторна робота №2». Методи вирішення exploration-exploitation trade - off у задачах навчання з підкріпленням.	8
Розділ 2. Навчання з вчителем. Лінійні моделі.		
Лабораторні заняття		
8	«Лабораторна робота №3». Створення регресійної моделі прогнозування затримки відправлення літаків.	6
Практичні заняття		
9	Робота з набором даних. Підготовка набору даних для навчання моделі. Побудова регресійної моделі для задачі Boston housing.	1
10	Нормалізація та стандартизація. Категоризація, one hot encoding, label encoding, регуляризація. Відображення результатів та оцінка точності лінійних моделей. Покращення точності моделі для Boston housing.	1
Розділ 3. Класифікаційні моделі та ансамблі. Навчання без вчителя.		
Практичні заняття		
12	Використання PCA та T-SNE для зменшення розмірності даних. Відбір ознак та аналіз зображень за допомогою виділення компонент.	2
13	Розбір різних методів оцінок класифікаторів, використання кросс-валідації, Leave-one-out та KFold на різних датасетах.	2
14	Робота з текстовими даними у Python. Векторизація набору даних. Формування bag-of-words. Створення tf-idf відображення. Виділення тематик текстів з допомогою кластеризації та LDA.	2
Лабораторні заняття		
16	«Лабораторна робота №4». Створення класифікаційної моделі для визначення типу рослинного покриву місцевості.	8
	Усього	48

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи. Назва теми.	Кількість годин
Розділ 1. Проектування агентних систем, які навчаються з підкріпленням		
1	Знайомство с машинним навчанням на прикладі розбору реалізації роботи з структурами даних у язику Python. <i>Огляд бібліотеки Pandas, огляд можливості загрузки різноманітних типів файлів, засобів їх зберігання. Огляд описових функцій (наприклад describe). Огляд методів обчислення матриць</i>	15
2	Реалізація зберігання стану агента у вигляді датафрейму, який має містити неповторювані елементи <i>Огляд алгоритму Q-learning та принципів формування Q-table, яка має зберігати стани, в якому може перебувати агент. Аргументація обраного типу таблиці (у вигляді датафрейму або інше) та її структури.</i>	20
3	Реалізація “стратегії” агента, яка має становити з себе оптимізацію руху у просторі станів агента та вибір вірної дії на кожному кроці. <i>Згідно алгоритму Q-learning агент повинен рухатись у просторі станів згідно деякому правилу та зберігати свої попередні рухи. Огляд відомих правил прийняття рішень у рамках даного алгоритму навчання.</i>	20
4	Огляд можливостей оптимізації алгоритму навчання за допомогою налаштування параметрів, таких як discount factor або learning rate <i>На швидкість збіжності алгоритму впливають описані параметри, тому огляд того, як саме різноманітне значення цих параметрів впливають на поведінку агента та що потрібно робити у рамках конкретного середовища.</i>	25
5	Огляд прикладу роботи глибокої нейроної мережі для класифікації зображень з використанням бібліотек Theano або Tensorflow <i>Огляд алгоритмів нейронних мереж, розгляд алгоритмів глибокого навчання. Огляд реалізації згорткових нейронних мереж на базі описаних вище фреймворків у контексті навчання з підкріпленням.</i>	25
	Разом	105
Розділ 2. Навчання з вчителем. Лінійні моделі.		
6	Завантаження набору даних з різних типів файлів та основні операції з наборами даних. <i>Індексація з допомогою «слайсів». Створення потрібних вибірок з набору даних без використання класичних циклів.</i>	20
7	Очищення даних. Знаходження кореляції у даних. Створення тренувальної та навчальної вибірок. <i>Випробування різних способів доповнення неповних даних, об'єднання та модифікація фіч, що мають велику кореляцію між собою, визначення оптимальних пропорцій між навчальною та тренувальною вибірками.</i>	25
8	Створення та ініціалізація регресійних моделей. Відображення та оцінка результатів роботи моделей. Вибір оптимальних параметрів. <i>Порівняння результаті роботи моделей з використанням L1, L2 регуляризації, підбір оптимальних параметрів для кращої точності. Об'єднання та усереднення результатів роботи декількох моделей та аналіз результату.</i>	25
	Разом	70

Розділ 3. Класифікаційні моделі та ансамблі. Навчання без вчителя.		
9	Використання алгоритмів зменшення розмірності даних для відбіру ознак замість їх ручного аналізу. <i>Використати PCA для отримання найкращого результату роботи регресійної моделі в задачі Boston housing/</i>	15
10	Способи оцінки роботи різних алгоритмів класифікації. <i>Побудова ROC-кривих на графіках, обчислення значення AUC-ROC для моделі, аналіз TP, FP, TN, FN значень для різних класифікаційних моделей.</i>	15
11	Вирішення задачі регресії з допомогою нелінійних моделей. <i>Застосувати DecisionTreeRegressor побудови регресійної моделі та порівняти результат з лінійною та поліноміальною регресійними моделями.</i>	10
12	Векторизація датасету за допомогою різних векторизаторів та порівняння результатів. <i>Застосувати власний токенизатор для побудови словника та bag-of-words який буде мати можливість застосовувати стеммінг.</i>	20
13	Аналіз результатів роботи моделі створеної під час роботи над лабораторною роботою №4. <i>Вибрати алгоритм класифікації та кроки з підготовки набору даних. Визначити які ознаки виявилися найбільш важливими для визначення міток класів та розібратись чому саме вони.</i>	15
	Разом	75
	Усього	250

6. Індивідуальні завдання

Напрямки для виконання курсової роботи:

- Реалізація завдання класифікації методом logistic regression.
- Реалізація завдання класифікації методом SVM.
- Реалізація завдання класифікації методом decision tree.
- Реалізація завдання класифікації методом random forest.
- Реалізація завдання класифікації методом KNN.
- Реалізація завдання класифікації методом Naive Bayes.
- Реалізація завдання класифікації методом Neural Network.
- Використання бібліотеки scіru для вирішення завдання максимізації прибутку.
- Використання бібліотеки scіru для вирішення завдання мінімізації витрат.
- Огляд утиліти для розмітки зображень LabelImg.
- Огляд можливостей бібліотеки PyBrain.
- Огляд можливостей бібліотеки SimpleAI.
- Огляд можливостей бібліотеки Keras.
- Огляд можливостей бібліотеки Neurolab.
- Огляд можливостей бібліотеки Theano в роботі з глибокими нейронними мережами.
- Огляд можливостей бібліотеки Tensorflow в роботі з глибокими нейронними мережами.
- Огляд можливостей бібліотеки Brainforge.
- Sentiment analysis with NLTK and Naive Bayes.
- Огляд можливостей фреймворка глибокого навчання PyTorch.
- Реалізація завдання зменшення розмірності даних, використовуючи метод PCA бібліотеки sklearn.
- Рішення завдання "коктейльної вечірки" за допомогою методів бібліотеки sklearn (ICA).
- Реалізація завдання кластеризації методом k-means бібліотеки sklearn.
- Використання Dropout підходу в задачах регуляризації.

- Огляд можливостей фреймворка Scab для створення рекомендаційних систем.
- Реалізація завдання регресії за допомогою ElasticNet.
- Реалізація CartPole завдання за допомогою нейронних мереж.
- Реалізація багат шарового перцептрона на основі функцій бібліотеки sklearn.
- Реалізація autoencoder.
- Огляд можливостей Open AI Universe.

7. Методи навчання

Як правило лекційні та практичні заняття проводяться аудиторне. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторне або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

8. Методи контролю

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- проведення захисту курсових робіт
- проведення іспиту з використанням інформаційних технологій, тобто на іспиті команди повинні реалізувати та захистити тестовий проект (у форматі “хакатону”), захист якого повинен бути підкріплений звітом щодо внеску кожного учасника команди до результату.
- при виникненні спірної ситуації з оцінкою іспиту студентам будуть задані усні запитання з представленого нижче списку і у відповідності з отриманими відповідями буде виставлена оцінка на їх екзаменаційному звіті, де вони повинні будуть поставити свій підпис.

8.1 Додаткові усні питання до іспиту

1. Чим відрізняється регресія від класифікації?
2. Які задачі машинного навчання ви знаєте?
3. Що таке машинне навчання?
4. Приклади роботи алгоритму навчання з вчителем?
5. Приклади роботи алгоритму навчання без учителя?
6. Приклади роботи алгоритму навчання з підкріпленням?
7. Які існують методи оцінки результатів класифікаційної моделі?
8. Які існують методи оцінки результатів регресійної моделі?
9. Які існують етапи роботи з даними ?
10. Який зміст у негативній кореляції?
11. Що таке мультиколінійність?
12. Які є підходи до вирішення проблеми мультиколінійності?
13. Що таке регуляризація?
14. Нормалізація та стандартизація. Що це таке та для чого використовується?
15. Який фізичний зміст у Q - таблиці?
16. Що таке exploration-exploitation trade-off?
17. Що таке Марківський стан?
18. Вірогідності переходів між станами ?
19. Поняття агента та його властивості ?
20. Поняття нагороди. Миттєва і відкладена нагороди?
21. Простір дій агента?
22. Поняття історій переміщень у просторі станів?
23. Стан середовища та види середовища відносно агента?

24. Policy (лінія поведінки) агента?
25. Функція вартості оцінки якості окремого стану?
26. Модель прийняття рішень щодо окремого кроку?.
27. Види агентів?
28. Прогнозування та контроль?
29. Пошук оптимальної лінії поведінки агента?
30. Що таке глибоке навчання за допомогою нейронних мереж?

9. Схема нарахування балів

Розподіл балів для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену.

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання													Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Курсова робота	Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1					Розділ 2			Розділ 3									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
10					10			10					10	20	60	40	100

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ УСПІШНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ З КУРСУ «РОЗРОБКА СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ»

№	Форми навчальної діяльності	Кількість балів	Термін	Примітки
1	Відвідування лекцій	5		
2	Відвідування практичних та лабораторних занять	5		
3	Звіти для поточного контролю	20		
4	Контрольна робота	10		
5	Курсова робота	20		
6	Підсумковий контроль	40		
7	ВСЬОГО	100		
8	Додаткові бали (бонуси): Підготовка доповіді з теми яка розширює курс; Відповідь на додаткові питання для підсумкового контролю.			

Критерії оцінювання знань студентів під час поточного контролю.

Відвідування лекцій:

- 5 балів:** студент відвідав 90 - 100 % лекційних занять;
- 4 бали:** студент відвідав 66 - 89 % лекційних занять;
- 3 бали:** студент відвідав 41 - 65 % лекційних занять;
- 2 балів:** студент відвідав 21 - 40% лекційних занять;
- 1 бал:** студент відвідав 1- 20 % лекційних занять;
- 0 балів:** студент не відвідував лекційні заняття.

Відвідування практичних занять:

- 5 балів:** студент відвідав 90 - 100 % практичних занять;
- 4 балів:** студент відвідав 66 - 89 % практичних занять;
- 3 балів:** студент відвідав 41 - 65 % практичних занять;

2 бали: студент відвідав 21 - 40% практичних занять;

1 бал: студент відвідав 1- 20 % практичних занять;

0 балів: студент не відвідував практичні заняття.

Критерії оцінювання знань студентів за виконання курсової роботи:

15-20 балів:

- робота виконана на високому рівні;
- тема роботи всебічно розкрита;
- програмна частина роботи завершена, реалізація виконана на високому рівні ;
- презентація побудована послідовно, системно, логічно;
- пояснювальна записка оформлена згідно з вимогами;
- під час доповіді студент чітко та точно відповідає на запитання.

10-15 балів:

- робота виконана на хорошому рівні;
- тема роботи в цілому розкрита;
- програмна частина роботи завершена, але має зауваження;
- презентація побудована в цілому послідовно та логічно;
- пояснювальна записка оформлена згідно з вимогами;
- під час доповіді студент в цілому впевнено відповідає на запитання.

5-10 балів:

- робота виконана на достатньому рівні;
- тема роботи розкрита не в повному обсязі;
- програмна частина роботи реалізована, але не завершена та має зауваження;
- презентація побудована часом непослідовно;
- пояснювальна записка оформлена в цілому згідно з вимогами, а присутні зауваження;
- під час доповіді студент виглядає невпевнено, відповідає не на всі запитання.

1-5 балів:

- робота виконана на низькому рівні;
- тема роботи розкрита частково;
- програмна частина роботи реалізована частково, працює на стабільно;
- презентація побудована хаотично та не завжди логічно;
- пояснювальна записка оформлена із зауваженнями;
- під час доповіді студент плутається у відповідях на запитання.

0 балів: курсова робота відсутня.

Критерії оцінювання контрольної роботи:

Студент має виконати контрольну роботи з курсу «Розробка систем штучного інтелекту, яка передбачена навчальним планом підготовки», яка передбачена навчальним планом підготовки.

9-10 балів:

- студент демонструє глибоке розуміння теми питання;
- студент повністю розкриває сутність питання;
- в роботі наведені приклади, якщо це необхідно;
- текст роботи викладено лаконічно, чітко, логічно та послідовно;
- робота демонструє високий рівень засвоєння матеріалу курсу.

7-8 балів:

- студент демонструє розуміння теми питання;
- студент в цілому розкриває сутність питання;
- в роботі наведені деякі з необхідних прикладів;
- текст роботи викладено в цілому логічно та послідовно;
- робота демонструє хороший рівень засвоєння матеріалу курсу.

5-6 балів:

- студент демонструє базове розуміння теми питання;
- студент частково розкриває сутність питання;
- в роботі не наведені необхідні приклади;
- текст роботи викладено в цілому логічно, але не завжди послідовно;
- робота демонструє середній рівень засвоєння матеріалу курсу.

3-4 балів:

- студент демонструє часткове розуміння теми питання;
- студент не достатньо розкриває сутність питання;
- в роботі не наведені необхідні приклади;
- текст роботи викладено дещо хаотично та не завжди логічно;
- робота демонструє часткове засвоєння матеріалу курсу.

1-2 балів:

- студент дещо помилково розуміє тему питання;
- студент не розкриває сутність питання;
- в роботі не наведені необхідні приклади;
- текст роботи викладено хаотично та не логічно;
- робота демонструє мінімальний рівень засвоєння матеріалу курсу.

0 балів: робота відсутня.

Критерії оцінювання звітів про виконання навчальних завдань для поточного контролю:

5 балів:

- звіт підготовлений вчасно;
- звітну доповідь побудовано послідовно, системно, логічно;
- звіт є послідовним та виходить із поставлених задач;
- представлені результати роботи можна напряму зв'язати з діяльністю конкретного члена команди;
- задачі на наступну ітерацію поставлені чітко та розподілені між членами команди.

4 бали:

- звіт підготовлений вчасно;
- звітну доповідь побудовано в цілому послідовно, логічно;
- звіт є в цілому послідовним та виходить із поставлених задач;
- представлені результати роботи можна зв'язати з діяльністю конкретного члена команди;
- задачі на наступну ітерацію поставлені та в цілому розподілені між членами команди.

3 бали:

- звіт підготовлений із запізненням;
- звітну доповідь побудовано в цілому послідовно;

- результати виконання задач в цілому показані;
- результати роботи можна пов'язати з діяльністю різних членів команди;
- задачі на наступну ітерацію в цілому поставлені.

2 бали:

- звіт підготовлений не вчасно;
- звітну доповідь побудовано не завжди послідовно;
- результати роботи показані, але не в повному обсязі та розпливчато;
- результати роботи складно пов'язати з діяльністю конкретних членів команди;
- задачі на наступну ітерацію поставлені, але дуже загально.

1 бал:

- звіт підготовлений не вчасно;
- звітну доповідь побудовано здебільшого стихійно;
- результати роботи не показані;
- результати роботи неможливо зв'язати з діяльністю конкретних членів команди;
- задачі на наступну ітерацію не поставлені.

0 балів: звітна доповідь відсутня.

Критерії оцінювання знань студентів під час підсумкового контролю

Підсумкова робота складається з програмної реалізації та захисту підсумкового проекту (у форматі «хакатону»). Кожен учасник команди повинен звітувати щодо своєї частини роботи.

30-40 балів:

- регресійна модель реалізована та працює з високою точністю;
- класифікаційна модель реалізована та працює з високою точністю;
- агент успішно долає усі 3 рівня перешкод створених середовищем, та здатний навчитися за задану кількість навчальних ітерацій;
- кожен член команди чітко та змістовно доповідає свою частину виконаної роботи;
- студент демонструє розуміння поставленої задачі та глибоке розуміння тематики машинного навчання в цілому та підходу навчання з підкріпленням зокрема;
- студент показує різні підходи до вирішення задачі та обґрунтовує вибір підходу;
- презентація створена грамотно;
- доповідь побудовано логічно, чітко та послідовно.

20-30 балів:

- регресійна модель реалізована та працює з високою точністю;
- класифікаційна модель реалізована та працює з високою точністю;
- агент здатний навчитися за задану кількість навчальних ітерацій, але успішно долає не всі рівні перешкод створених середовищем;
- кожен член команди змістовно доповідає свою частину виконаної роботи;
- студент демонструє розуміння поставленої задачі та хороше розуміння тематики машинного навчання в цілому та підходу навчання з підкріпленням зокрема;
- студент пояснює вибір підходу до вирішення поставленої задачі;
- презентація створена на хорошому рівні;
- доповідь побудовано в цілому логічно та послідовно.

10-20 балів:

- регресійна модель реалізована та працює з достатньою точністю;
- класифікаційна модель реалізована та працює з достатньою точністю;
- кожен член команди змістовно доповідає свою частину виконаної роботи;

- студент демонструє розуміння поставленої задачі в цілому, та задовільне розуміння тематики машинного навчання в цілому;
- презентація створена на хорошому рівні, але є певні недоліки;
- доповідь побудовано в цілому логічно, але є недоліки у послідовності.

1-10 балів:

- регресійна модель реалізована та працює з мінімально достатньою точністю;
- класифікаційна модель реалізована та працює з мінімально достатньою точністю;
- кожен член команди доповідає свою частину виконаної роботи;
- студент показує розуміння поставленої задачі та базове розуміння тематики машинного навчання в цілому;
- презентація створена, але є недоліки щодо подачі інформації;
- доповідь побудовано хаотично та часом непослідовно.

0 балів: результати роботи відсутні.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література**Основна література**

1. Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction: [Електронний ресурс]. Copyright © 1993, 1994, Nikos Drakos, Computer Based Learning Unit, University of Leeds. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/aa32/c33e7c832e76040edc85e8922423b1a1db77.pdf>.
2. Sergey Levine , CS 294: Deep Reinforcement Learning, [Електронний ресурс]. URL: <http://rll.berkeley.edu/deeprlcourse/>
3. Denny Britz, Learning Reinforcement Learning (with Code, Exercises and Solutions), [Електронний ресурс]. 2016. URL: <http://www.wildml.com/2016/10/learning-reinforcement-learning/>
4. Abhijit Gosavi, A Tutorial for Reinforcement Learning, [Електронний ресурс]. URL: <https://web.mst.edu/~gosavia/tutorial.pdf>
5. Саймон Хайкін, «Нейронні мережі повний курс», 2-ге вид., Випр.: Пров. з англ. - К.: ТОВ «І.Д. Вільямс», 2006. 1104 с.
6. Осовський «Нейронні мережі для обробки інформації» Видавництво: Фінанси та статистика ISBN 5-279-02567-4, 83-7207-187-X; 2004 г.
7. Andrew Ng, Machine learning course notes, [Електронний ресурс]. URL: <http://cs229.stanford.edu/notes/>

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

1. Язык програмування з документацією, Python 3.x., [Електронний ресурс].
URL: www.python.org
2. Набір бібліотек для Python, Anaconda 3.x., [Електронний ресурс].
URL: www.continuum.io/ (includes Numpy, Matplotlib, sklearn, Ipython Notebook))
3. Набір інструментів Open AI Gym, [Електронний ресурс]. URL: <https://gym.openai.com>
4. Система командного спілкування, Slack, [Електронний ресурс].
URL: <https://slack.com/>
5. Репозиторії, Gitlab / Github / BitBucket, [Електронний ресурс]. URL: <https://gitlab.com/>, <https://github.com/>, <https://bitbucket.org/>
6. Приклади реалізації Reinforcement Learning алгоритмов, [Електронний ресурс].
URL: <https://github.com/rlcode/reinforcement-learning>
7. http://frnsys.com/ai_notes/artificial_intelligence/reinforcement_learning.html
8. Відео-лекції, Andrew Ng, Machine Learning, [Електронний ресурс].
URL: <https://www.youtube.com/playlist?list=PL0Smm0jPm9WeCsYvbhPCdizqNKps69W4Z>