МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра інженерії програмного забезпечення

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Перший проректор
Іщенко Н.М.
_____
"30" 08 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ І МАШИННЕ НАВЧАННЯ

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Розробник	Горбань Г. В.	_____
Завідувач кафедри розробника	Давиденко Є. О.	_____
Гарант освітньої програми	Швед А. В.	_____
Завідувач відділу аспірантури	Андрєєв В.І.	_____
Декан факультету комп'ютерних наук	Бойко А. П.	_____
Начальник НМВ	Шкірчак С. І.	_____

Миколаїв – 2021 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Штучний інтелект і машинне навчання	
Галузь знань	12 «Інформаційні технології»	
Спеціальність	122 «Комп'ютерні науки»	
Спеціалізація (якщо є)	–	
Освітня програма	Комп'ютерні науки	
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)	
Статус дисципліни	Нормативна	
Курс навчання	2	
Навчальний рік	2022/2023	
Номер(и) семестрів (триместрів):	Денна форма	Заочна форма
	4	
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	3 кредити / 90 годин	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, лабораторні, півгрупові) – годин самостійної роботи здобувачів	Денна форма	Заочна форма
	20 10 60	
Відсоток аудиторного навантаження	33%	
Мова викладання	українська	
Форма проміжного контролю (якщо є)		
Форма підсумкового контролю	екзамен	

2. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни

Мета: формування у здобувачів вищої освіти високого рівня компетенцій щодо базових понять штучного інтелекту, машинного навчання, основних алгоритмів машинного навчання, особливостей їх застосування в умовах розвитку сучасних інформаційних технологій.

Завдання: засвоєння теоретичних основ одного із сучасних наукових напрямків у галузі комп'ютерних технологій та штучного інтелекту «Машинне навчання» та оволодіння технологією розв'язання широкого класу задач за допомогою методів, підходів та алгоритмів машинного навчання.

Передумови вивчення дисципліни: дисципліна «Штучний інтелект та машинне навчання» базується на засвоєнні матеріалу дисциплін «Інтелектуальна обробка великих об'ємів даних», «Методологія наукових досліджень».

В результаті вивчення дисципліни здобувач отримує:

Фахові компетентності спеціальності:

– ФК3. Здатність застосовувати новітні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності;

– ФК6. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проєкти у галузі комп'ютерних наук та дотичні до неї міждисциплінарні проекти;

– ФК9. Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем у галузі комп'ютерних наук, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності в комп'ютерних науках.

Програмні результати навчання:

– ПРН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямах;

– ПРН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерних наук та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень.

3. Програма навчальної дисципліни

	Теми	Лекції	Практичні (семінарські, лабораторні, півгрупові)	Самостійна робота
1	Предмет та задачі штучного інтелекту	8	4	24
2	Основні методи машинного навчання	12	6	36
	Всього за курсом	**20**	**10**	**60**

4. Зміст навчальної дисципліни

4.1. План лекцій

№	Тема заняття / план
1	**Лекція №1. Основні поняття та напрямки дослідження в галузі штучного інтелекту.** 1) Методи пошуку рішень у системах штучного інтелекту. 2) Способи подання інтелектуальних задач, методи інформованого та неінформованого пошуку рішень у просторі станів, які застосовуються у системах штучного інтелекту. 3) Методи пошуку рішень інтелектуальних задач у разі зведення задачі до сукупності підзадач. 4) Основні моделі подання знань у системах штучного інтелекту.
2	**Лекція №2. Нейронні мережі. Онтологічний підхід.** 1) Класифікація нейронних мереж за методами навчання та напрямком розповсюдження помилки. 2) Особливості та алгоритми функціонування нейронних мереж різних типів. 3) Суть онтологічного підходу до подання та інтеграції знань у розподілених інформаційних середовищах. 4) Класифікація онтологій за ступенем формальності, метою створення та за наповненням. 5) Лексичні онтології для обробки текстів природною мовою.
3	**Лекція №3. Загальні принципи та етапи класифікації.** 1) Алгоритми навчання класифікаторів з учителем і без вчителя. 2) Геометрична інтерпретація задачі класифікації. Проєктивний підхід. Метрики в множині ознак.

	3) Евклідова відстань. Відстань Махалонобіса. 4) Крива потужності критерію класифікації. ROC-криві. Перевірка класифікатора. Перевірка тестової вибіркою. Перехресна перевірка. 5) Оцінка інформативності ознак. Класифікація з багатьма (більше двох) класами. Оцінки та ймовірності для багатьох класів.
4	**Лекція №4. Байєсова класифікація.** 1) Умовна ймовірність. Формула повної ймовірності. Формула Байєса. Наївний байєсівський класифікатор. 2) Завдання класифікації спаму. Критерій відношення правдоподібності. Байєсівський рівень помилки. 3) Байєсівський ризик. Критерій Байєса. Максимальний апостеріорний критерій. Критерій максимальної правдоподібності. 4) Байєсівські класифікатори для багатьох (більше 2) класів. Байєсівські класифікатори для нормально розподілених класів за умови різної структури матриці коваріації.
5	**Лекція №5. Основні методи машинного навчання. Оцінювання функцій розподілу.** 1) Параметричне оцінювання. Метод максимуму правдоподібності. Байєсове оцінювання. 2) Непараметричне оцінювання. Оцінювання ядерним згладжуванням. Вікна Парзена. Гладкі ядра. 3) Оцінка багатовимірної щільності. Оцінювання за K найближчими сусідами. Класифікація за K найближчими сусідами. 4) Зважування ознак. Підвищення швидкості пошуку найближчих сусідів. 5) Метод k-D-дерева.
6	**Лекція №6. Дерева рішень.** 1) Основні поняття. Загальний алгоритм побудови дерева рішень. 2) Критерії вибору найкращого атрибута: приріст інформації, відносний приріст інформації, індекс Гіні. 3) Правила зупинки розбиття дерева. Обрізання дерева. 4) Алгоритм ID3. Перенавчання дерев рішень. 5) Обробка безперервних атрибутів. Навчання на даних з пропусками. 6) Програмне забезпечення для побудови дерев рішень.
7	**Лекція №7. Аналіз багатовимірних даних.** 1) Кореляційні і причинно-наслідкові зв'язки. Кореляція ознак і структура даних. Латентні структури в даних. 2) Формальна і ефективна розмірність даних. Структура і шум у даних. 3) Зниження розмірності даних. Пошук латентних структур. Відділення структури від шуму. 4) Метод головних компонент як декомпозиція матриці даних. Матриця рахунків. Матриця навантажень. Матриця помилок. 5) Пояснена і залишкова варіація в даних. Передобробка даних. Графічна інтерпретація методу головних компонент. Критерії вибору кількості головних компонент.
8	**Лекція №8. Регресія (частина 1).** 1) Метод найменших квадратів. Теорема Гаусса-Маркова. 2) Узагальнений метод найменших квадратів. 3) Рекурсивний метод найменших квадратів. Аналіз регресійних залишків. 4) Графічна перевірка лінійності. Коефіцієнт детермінації. 5) Нестійкість МНК до викидів. Робастна регресія.
9	**Лекція №9. Регресія (частина 2).** 1) Багатовимірна регресія. Особливості побудови регресії по багатовимірним даними. 2) Множинна лінійна регресія, її переваги та недоліки. 3) Мультиколінеарність даних. Регресія на головні компоненти. 4) Інтерпретація РГК-моделей. Перевірка регресійних моделей. Помилка навчання і

	помилка прогнозу. 5) Критерій вибору кількості головних компонент при побудові РГК. 6) Проєкція на латентні структури. Алгоритм NIPALS. Інтерпретація ПЛС-моделей.
10	**Лекція №10. Дослідження комп'ютерних систем штучного інтелекту.** 1) Перцептрон Розенблатта. Багатошаровий перцептрон. 2) Карти Кохонена. Мережі Хопфілда. Методи навчання нейромереж. Метод опорних векторів. 3) Машинне навчання та теорія Вапніка-Червоненкіса. 4) Принцип структурної мінімізації ризику. 5) Метод опорних векторів. Регресія опорних векторів.

4.2. План практичних (семінарських, лабораторних, півгрупових) занять

№	К-ть год.	Тема заняття
1	2	**Практична робота №1. Введення у мову програмування R**
2	2	**Практична робота №2. Перевірка статистичних гіпотез**
3	2	**Практична робота №3. Дерева рішень**
4	2	**Практична робота №4. Лінійна регресія**
5	2	**Практична робота №5. Машина опорних векторів**

4.3. Забезпечення освітнього процесу

Практичні заняття проводяться в комп'ютерному класі, де здобувачі виконують завдання практичних робіт і здають за комп'ютером програмне забезпечення самостійних робіт, а також отримують консультації з питань використання конкретних програмних продуктів.

Комп'ютерний клас має бути оснащеним відповідним програмним забезпеченням: Windows 7/Windows 8/Windows 8.1/Windows 10.

5. Підсумковий контроль

Іспит

У кінці семестру передбачений іспит. Кожний іспитовий білет містить 3 завдання: 2 теоретичних питання та практичне завдання.

Перелік питань до іспиту

1. Три основні етапи розвитку досліджень у галузі штучного інтелекту.
2. Основні підходи виділяють у моделюванні штучного інтелекту
3. Приклади ефективного застосування систем штучного інтелекту.
4. Системний та локальний підходи до подання інтелектуальних задач.
5. Відмінність евристичного пошуку від неінформованого.
6. Імовірнісна постановка завдання навчання з учителем. функція втрат. Середній (очікуваний) ризик. Емпіричний ризик. Регресійна функція та байєс-класифікатор. Непереборна (байєсівська) помилка.
7. Помилки 1-го та 2-го роду. Чутливість, специфічність, точність, повнота. ROC-крива. Площа під ROC-кривою.

8. Принцип мінімізації емпіричного ризику. Мінімізація відступу. Регуляризація.

9. Експериментальна (емпірична) оцінка якості навчання. Навчальна, перевірна та тестова вибірки. Метод перехресного (ковзного) контролю.

10. Метод k найближчих сусідів у завданнях класифікації та відновлення регресії. Теорема про оцінку ризику у методі найближчого сусіда. Ідея підтвердження.

11. Метод найменших квадратів. Система звичайних рівнянь. Псевдорішення.

12. Боротьба з перенавчанням у методі найменших квадратів. Скорочення числа параметрів. Повний перебір всіх підмножин ознак. Жадібний (Forward stepwise) алгоритм.

13. Боротьба з перенавчанням у методі найменших квадратів. Рідж-регресія (регуляризація). Метод «Лассо».

14. Наївний байєсівський класифікатор. Згладжування Лапласу. Використання наївного байєсівського класифікатора для кількісних ознак.

15. Лінійний дискримінантний аналіз. Квадратичний дискримінантний аналіз.

16. Логістична регресія. Логістична функція та softmax

17. Нейронні мережі. Алгоритм навчання Back-Propagation.

18. Поняття про глибоке навчання. Згорткові нейронні мережі.

19. Машина опорних векторів. Формулювання завдання як завдання математичного програмування. Подвійне завдання. (Випадок лінійно розділених та нероздільних класів)

20. Машина опорних векторів. Ядра та спрямовуючі простори.

21. Дерева рішень. Алгоритм CART.

22. Випадковий ліс. Екстремально випадкові дерева.

23. Алгоритм XGBoost.

24. Завдання зниження розмірності. Метод основних компонентів. Сингулярне розкладання.

25. Завдання кластеризації. Метод центрів важкості. Метод медоїдів.

26. Алгоритм «Очікування-максимізація».

27. Алгоритм DBSCAN.

28. Алгоритми ієрархічної кластеризації.

29. Основи теорії Вапника-Червоненкіса. Теорема про рівномірну збіжність емпіричного ризику до очікуваного у разі кінцевого класу вирішальних функцій.

30. Розмірність Вапника-Червоненкіса. Теорема про рівномірну збіжність емпіричного ризику до очікуваного у разі кінцевої розмірності Вапника-Червоненкіса.

«0» варіант іспитового білету з зазначенням максимальної кількості балів за кожне виконане завдання

Білет № 1

1. Метод найменших квадратів. Система звичайних рівнянь. Псевдорішення. *(Максимальна кількість балів – 13)*
2. Метод k найближчих сусідів у завданнях класифікації та відновлення регресії. Теорема про оцінку ризику у методі найближчого сусіда. Ідея підтвердження. *(Максимальна кількість балів – 13)*
3. Основи теорії Вапника-Червоненкіса. Теорема про рівномірну збіжність емпіричного ризику до очікуваного у разі кінцевого класу вирішальних функцій. *(Максимальна кількість балів – 14)*

Доцент, к.т.н **Г. В. Горбань**

Зав. кафедри, к.т.н, доцент **Є. О. Давиденко**

6. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Практична робота №1	12
2	Практична робота №2	12
3	Практична робота №3	12
4	Практична робота №4	12
5	Практична робота №5	12
6	Екзамен	40
	Всього	**100**

Для зарахування практичної роботи здобувач має змогу надати сертифікат (або інший документ) про проходження курсів на платформах Prometheus, Coursera тощо та за умови співпадіння направленості курсів блоку освітньої компоненти.

6.1. Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти на практичних заняттях

Якісними критеріями оцінювання роботи здобувача на лабораторному занятті є:

1. Повнота виконання завдання: елементарна, фрагментарна, неповна, повна.
2. Рівень самостійності здобувача: під керівництвом викладача, консультація викладача, самостійно.

3. Рівень навчально-пізнавальної діяльності: репродуктивний, алгоритмічний, продуктивний, творчий.

Оцінка	Критерії оцінювання навчальних досягнень
10-12 балів	Робота виконана у повному обсязі, здобувач володіє навчальним матеріалом, вільно і самостійно виконує практичні завдання, вільно розв'язує задачі як стандартним, так й оригінальним способом
7-9 бали	Робота виконана у повному обсязі, однак здобувач звертався за консультаціями до викладача, вільно розв'язує задачі стандартним способом. Допускаються окремі неістотні неточності та незначні помилки
4-6 бали	Здобувач виконав більшу частину поставлених у практичній роботі завдань, потребував допомоги викладача, при поясненні результатів не здатний до глибокого і всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускає істотні неточності та помилки
1-3 бали	Оцінюється робота здобувача, який не володіє навчальним матеріалом, фрагментарно, поверхово розкриває послідовність практичних завдань
0 балів	Здобувач не розуміє змісту практичних завдань лабораторної роботи

6.2. Критерії оцінювання самостійної роботи

Якісними критеріями оцінювання індивідуальних завдань здобувача є:

1. самостійність виконання завдання;
2. правильність, точність, оптимальність реалізації поставленого завдання;
3. завершеність завдання;
4. вміння захищати результати виконаного завдання.

Оцінка	Критерії оцінювання навчальних досягнень
7-8 балів	Оцінюється робота здобувача, який вільно володіє матеріалом, творче його осмислив, оперує поняттями та категоріями, вміє встановити зв'язок між теоретичною базою та практикою, залучає до відповіді самостійно опрацьовану літературу. Відповідає на додаткові запитання, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки
5-6 балів	Оцінюється робота здобувача, який достатньо повно володіє матеріалом, орієнтується в ньому, оперує необхідним колом понять та категорій щодо самостійної роботи, вміє встановити зв'язок між теоретичною базою та практикою. Відповідь з незначною кількістю помилок, відповідає на додаткові запитання, але не має аргументованої думки, висновки не повні
3-4 бали	Оцінюється робота здобувача, який виконав самостійну роботу, яка містить значну кількість недоліків і помилок, неповне висвітлення змісту питань. Здобувач володіє матеріалом і частково відповідає на

	додаткові питання, проте недостатньо відповідає на питання, не може зробити аргументовані висновки
1-2 бали	Самостійну роботу виконано не правильно, здобувач показує істотне нерозуміння проблеми, в роботі не виконано всі завдання; або здобувач не здатен захистити результати представленої роботи
0 балів	Здобувач не виконав самостійну роботу

7. Рекомендовані джерела інформації

7.1. Основні:

1. Рассел С. Искусственный интеллект: современный поход, 2-е изд. : пер. с англ. / С. Рассел, П. Норвиг. – М. : Вильямс, 2016. – 1408 с.
2. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусств.о построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных/ пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.:ДМК Пресс, 2015. – 400 с.: ил.
3. Паттерсон, Дж. Глубокое обучение с точки зрения практика / Дж. Паттерсон, А. Гибсон; Пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.:ДМК Пресс, 2018. – 417 с. – ISBN 9785970604816: 1299.00.
4. Николенко, С. Глубокое обучение: погружение в мир нейронных сетей / С. Николенко, А. Кадурин, Е. Архангельская. – СПб.:Питер, 2018. – 476 с. – (Б-ка программиста). – ISBN 9785496025362: 1093.00.
5. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение =Deep Learning. – М.:ДМК Пресс, 2017. – 652 с. – ISBN 978-5-97060-554-7.
6. Уикем Х., Гроулмунд Г. Язык R в задачах науки о данных: импорт, подготовка, обработка, визуализация и моделирование данных = R for Data Science: Visualize, Model, Transform, Tidy, and Import Data. – М.:Вильямс, 2017.

6.1. Додаткові:

7. Агарвал Ч. Нейронные сети и глубокое обучение: учебный курс. : Пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2020.
8. Барсегян А. А. Анализ данных и процессов / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, И. И. Холод, М. Д. Тесс, С. И. Елизаров. – 3-е изд. – СПб.: БХВ-Перетбург, 2009.
9. Stephen Marsland. Machine Learning: An Algorithmic Perspective, 452 p., 2015.