МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Заступник керівника
(проректор з науково-педагогічної роботи)
_____ М.В. Афанасьєв

Методи і моделі машинного навчання на мові програмування Python

робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань	**05 «Соціальні та поведінкові науки»**
Спеціальність	**051 «Економіка»**
Освітній рівень	**другий (магістерський)**
Освітня програма	**«Економічна кібернетика»**

Вид дисципліни	**базова**
Мова викладання, навчання та оцінювання	**українська**

Завідувач кафедри економічної кібернетики _____ Гур'янова Л.С.

Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2019

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри економічної кібернетики
Протокол № 2 від 02.09.2019 р.

Розробник:
Яценко Роман Миколайович, к.е.н., доц. кафедри економічної кібернетики

Лист оновлення та перезатвердження
робочої програми навчальної дисципліни

Навчальний рік	Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри

1. Вступ

Анотація навчальної дисципліни: Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Методи і моделі машинного навчання на мові програмування Python» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра зі спеціальності 051 «Економіка», освітньої програми «Економічна кібернетика».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є методи і моделі машинного навчання, що реалізовано на мові програмування Python та використовуються для побудови ефективних програмних рішень обробки внутрішньої та зовнішньої інформації підприємства.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Теоретичні основи алгоритмізації та засоби програмування на мові Python.
2. Методи і моделі машинного навчання.

Мета навчальної дисципліни: Метою викладання навчальної дисципліни «Методи і моделі машинного навчання на мові програмування Python» є формування системи теоретичних і практичних знань з основ проектування та застосування програмних рішень на основі методів і моделей машинного навчанння.

Основним завданням вивчення дисципліни «Методи і моделі машинного навчання на мові програмування Python» є вивчення засобів програмування мовою Python, моделей машинного навчання та етапів їх проектування, сучасних підходів до їх реалізації.

Курс	**1м**	
Семестр	**2**	
Кількість кредитів ECTS	**5**	
Аудиторні навчальні заняття	**лекції**	**20**
	лабораторні	**20**
Самостійна робота		**110**
Форма підсумкового контролю	**іспит**	

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни:

Попередні дисципліни	Наступні дисципліни
Вища математика Інформатика Методи та моделі Data science Методи економіко-статистичних досліджень	Консультаційний проект

2. Компетентності та результати навчання за дисципліною:

Компетентності	Результати навчання
СК4. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології та економіко-математичні методи і моделі для дослідження економічних та соціальних процесів.	РН11. Застосовувати сучасні інформаційні технології у соціально-економічних дослідженнях. РН17. Використовувати сучасні технології Data Science та Machine Learning для оцінки та аналізу сучасного стану економічних систем.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.
Теоретичні основи алгоритмізації та засоби програмування на мові Python

Тема 1. Поняття алгоритму, етапи розробки та аналіз ефективності

Поняття та властивості алгоритму. Способи подання алгоритмів. Блок-схема алгоритму. Типові алгоритмічні структури.

Постановка задачі. Побудова моделі. Розробка алгоритму. Перевірка правильності алгоритму. Реалізація алгоритму. Аналіз алгоритму та його складності. Перевірка програми. Складання документації.

Практичні та теоретичні причини для аналізу алгоритмів. Критерій ефективності алгоритму. Експоненційні та поліноміальні алгоритми.

Тема 2. Конструювання алгоритмічних конструкцій мовою програмування Python.

Історія мови програмування Python. Переваги Python. Основні елементи мови. Структурні елементи програми. The Zen of Python.

Оператори введення та виведення даних. Типи даних. Перетворення типів даних. Складені та множинні оператори присвоювання.

Синтаксис умовного оператору. Вкладені умовні інструкції. Оператори порівняння. Логічні оператори. Каскадні умовні конструкції. Тернарний умовний оператор.

Цикл for. Функція range. Генерація псевдовипадкових чисел. Цикл while. Оператори управління циклом.

Тема 3. Методи структурного та рекурсивного програмування.

Методологія структурного програмування. Декомпозиція задачі. Визначення й завдання підпрограм. Загальні принципи виділення підпрограм.

Синтаксис оголошення функцій. Локальні та глобальні змінні. Види параметрів функцій, значення за замовчуванням.

Визначення рекурсії та приклади найпростіших рекурсивних алгоритмів. Взаємодія рекурсивних підпрограм за управлінням та даними. Загальні схеми побудови рекурсивних алгоритмів. Рекурсія у порівнянні з ітерацією.

Тема 4. Складені та динамічні структури даних.

Класифікація структур даних типу колекція. Властивості колекцій.

Загальні підходи до обробки символьних даних. Створення зрізів. Методи роботи з рядками.

Поняття списку. Методи split та join. Операції зі списками. Генератори списків. Вкладені списки. Створення та введення вкладених списків.

Призначення та створення словників. Робота з елементами словника. Призначення множини як структури даних. Операції над множинами.

Змістовий модуль 2.
Методи і моделі машинного навчання

Тема 5. Призначення та класифікація методів та моделей машинного навчання

Коротка історія машинного навчання та зв'язок з іншими напрямами інтелектуального аналізу даних.

Класифікація та загальний огляд алгоритмів машинного навчання.

Класифікація за парадигмами їх навчання. Супервізорне навчання. Несупервізорне навчання. Посилене навчання.

Огляд та налаштування Python-середовища для машинного навчання.

Тема 6. Попередня обробка та методи зменшення розмірності даних

Обробка відсутніх даних. Управління категоріальними даними. Поділ вихідних даних на навчальний та тестовий набори. Шкалювання ознак. Вибір значущих ознак. Оцінка важливості ознак.

Несупервізорне зменшення розмірності методом аналізу головних компонент. Супервізорне стискання даних методом лінійного дискримінантного аналізу. Нелінійний мапінг.

Тема 7. Моделювання методами штучних нейронних мереж

Поняття штучних нейронних мереж (ШНМ), їх зв'язок з біологічними нейронами. Напрямки застосування штучних нейронних мереж. Характерні властивості людського мозку, які можуть бути використані для штучних систем.

Поняття і загальна характеристика штучного нейрону, його структурні елементи. Формули функціонування нейрону. Параметри нейрону.

Види функцій активації, що набули поширення в штучних НМ. Жорстка сходинка. Полога сходинка. Логістична функція. Гіперболічний тангенс. Експонента. Лінійна функція.

Поняття нейромережевої топології. Базові топології. Шарові мережі. Мережі рекурентного типу. Топологічні особливості вибору функції активації.

Тема 8. Методи ансамблювання моделей машинного навчання

Навчання з ансамблюванням. Простий класифікатор більшістю голосів. Оцінка та налаштування класифікайного ансамблю. Бегінг. Адаптивний бустінг. Побудова випадкових лісів рішень.

Теми лабораторних занять

Лабораторна робота 1. Аналіз складності та порівняння алгоритмів сортування/

Лабораторна робота 2. Лінійний та розгалужений обчислювальний процес. Реалізація ітеративних алгоритмів.

Лабораторна робота 3. Структурна декомпозиція та застосування рекурсії до програмних одиниць.

Лабораторна робота 4. Застосування динамічних структур даних в прикладних задачах.

Лабораторна робота 5. Налаштування Python-середовища для машинного навчання.

Лабораторна робота 6. Застосування методів попередньої обробки за зменшення розмірності вихідних даних.

Лабораторна робота 7. Побудова моделей методами штучних нейронних мереж.

Лабораторна робота 8. Побудова ансамблів моделей машинного навчання.

4. Порядок оцінювання результатів навчання

Система оцінювання сформованих компетентностей у студентів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні, лабораторні заняття, а також виконання самостійної роботи. Оцінювання сформованих компетентностей у студентів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою. Відповідно до Тимчасового положення "Про порядок оцінювання результатів навчання студентів за накопичувальною бально-рейтинговою системою" ХНЕУ ім. С. Кузнеця, контрольні заходи включають:

поточний контроль, що здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, лабораторних занять і оцінюється сумою набраних балів (максимальна сума – 60 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту складати іспит, – 35 балів);

модульний контроль, що проводиться у формі контрольної роботи як проміжний міні-екзамен з ініціативи викладача з урахуванням поточного контролю за відповідний змістовий модуль і має на меті *інтегровану* оцінку результатів навчання студента після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля;

підсумковий/семестровий контроль, що проводиться у формі семестрового екзамену, відповідно до графіку навчального процесу.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Об'єктами поточного контролю є:

1) систематичність, активність та результативність роботи протягом семестру над вивченням змістовного матеріалу дисципліни;

2) відвідування занять;

3) рівень засвоєння знань та їхнього розуміння, продемонстрований у відповідях і виступах;

4) активність у процесі обговорення питань;

5) результати виконання й захисту лабораторних робіт, експрес-контролю у формі тестів тощо.

Порядок проведення поточного оцінювання знань студентів. Оцінювання знань студента під час лабораторних занять та виконання індивідуальних завдань проводиться за такими критеріями:

1) розуміння, ступінь засвоєння теорії та методології проблем машинного навчання, що розглядаються;

2) ступінь ефективності застосованого інструментарію навчальної дисципліни ;

3) ознайомлення з рекомендованою літературою, а також із сучасною літературою з питань машинного навчання;

4) уміння поєднувати теорію з практикою в процесі розгляду економічних ситуацій, розв'язання алгоритмічних задач, проведення розрахунків у ході виконання завдань, винесених для самостійного опрацювання, та завдань, винесених на розгляд в аудиторії;

5) логіка, структура, стиль викладу матеріалу в письмових роботах і під час виступів в аудиторії, вміння обґрунтовувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації та робити висновки на основі отриманих моделей та результатів їх застосування.

Максимальна оцінка ставиться за умови відповідності виконаного завдання студента або його усної відповіді всім п’ятьом зазначеним критеріям. Відсутність тієї або іншої складової знижує оцінку на відповідну кількість балів.

У процесі оцінювання практичних завдань увага також приділяється якості,

самостійності та своєчасності здачі виконаних завдань викладачу (згідно з графіком навчального процесу). Загальними критеріями, за якими здійснюється оцінювання позааудиторної самостійної роботи студентів, є: глибина і міцність знань, рівень мислення, вміння систематизувати знання за окремими темами, вміння робити обґрунтовані висновки, володіння категорійним апаратом, навички і прийоми виконання практичних завдань, вміння знаходити необхідну інформацію, здійснювати її систематизацію та обробку, самореалізація на практичних та семінарських заняттях.

Підсумковий контроль знань та компетентностей студентів з навчальної дисципліни здійснюється на підставі проведення семестрового екзамену, завданням якого є перевірка розуміння студентом програмного матеріалу в цілому, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності творчого використання накопичених знань, вміння формулювати своє ставлення до певної проблеми навчальної дисципліни тощо.

Екзаменаційний білет охоплює програму дисципліни і передбачає визначення рівня знань та ступеня опанування студентами компетентностей.

Кожен екзаменаційний білет складається із 40 тестових стереотипних завдань, діагностичного та евристичного завдання, які передбачають вирішення типових професійних завдань фахівця на робочому місці та дозволяють діагностувати рівень теоретичної підготовки студента і рівень його компетентності з навчальної дисципліни.

Результат семестрового екзамену оцінюється в балах (максимальна кількість – 40 балів, мінімальна кількість, що зараховується, – 25 балів) і проставляється у відповідній графі екзаменаційної "Відомості обліку успішності".

Студента слід **вважати атестованим**, якщо сума балів, одержаних за результатами підсумкової/семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60. Мінімально можлива кількість балів за поточний і модульний контроль упродовж семестру – 35 та мінімально можлива кількість балів, набраних на екзамені, – 25.

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни розраховується з урахуванням балів, отриманих під час екзамену, та балів, отриманих під час поточного контролю за накопичувальною системою. Сумарний результат у балах за семестр складає: "60 і більше балів – зараховано", "59 і менше балів – не зараховано" та заноситься у залікову "Відомість обліку успішності" навчальної дисципліни.

Розподіл балів за тижнями

(вказати засоби оцінювання згідно з технологічною картою)

Теми змістового модуля			Лекційні заняття	Лабораторні	Захист індивідуального завдання	Іспит	Усього
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи алгоритмізації та засоби програмування на мові Python	**Тема 1**	1 тиждень	1	1	4		6
	Тема 2	2 тиждень	1	1			2
		3 тиждень	1	1	8		10
	Тема 3	4 тиждень	1	1	4		6
	Тема 4	5 тиждень	1	1	4		6
Змістовий модуль 2. Методи і моделі машинного навчання	**Тема 5**	6 тиждень	1	1	4		6
	Тема 6	7 тиждень	1	1	4		6
	Тема 7	8 тиждень	1	1			2
		9 тиждень	1	1	8		10
	Тема 8	10 тиждень	1	1	4		6
		11 тиждень				40	
Усього			10	10	40	40	100

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D	задовільно	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	незадовільно	не зараховано
1 – 34	F		

5. Рекомендована література

Основна:

1. Барсегян А.А. и др. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.
2. Изучаем Python, 4-е издание. - Пер. с англ. - СПб.: Символ-Плюс, 2011. - 1280 с, ил.
3. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2001. — 294 с. : ил.
4. Лутц М. Программирование на Python, 4-е издание. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 992 с., ил.
5. Рашка С. Python и машинное обучение. : Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2017. — 418 с. : ил.
6. Саммерфилд М. Программирование на Python 3. Подробное руководство. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2009. – 608 с., ил. Лутц М.
7. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. – 1104 с.

Додаткова:

8. Дунець Р. Б. Арифметичні основи комп'ютерної техніки / Р. Б. Дунець, О. Т. Кудрявцев. – Львів : Ліга-Прес, 2006. – 142 с.
9. Язык программирования Python / Г. Россум, Ф. Л. Дж. Дрейк, Д. С. Откидач та ін. 2001. – 454 с.
10. Бизли Д. Python. Подробный справочник / Д. Бизли. – СПб. : Символ-Плюс, 2010. – 864 с.
11. Хахаев И. А. Python. Практикум по алгоритмизации и программированию на Python / И. А. Хахаев. – М. : Альт Линукс, 2010. – 126 с.
12. Любанович Б. Python. Простой Python. Современный стиль программирования / Б. Любанович. – СПб. : Питер, 2016. – 480 с.
13. Федоров Д. Ю. Основы программирования на примере языка Python : учеб.пособие / Д. Ю. Федоров. – СПб. : Питер, 2016. – 176 с.
14. Доусон М. Программируем на Python / М. Доусон. – СПб. : Питер, 2014. – 416 с. 186
15. Мусин Д. Самоучитель Python. Выпуск 0.2 / Д. Мусин. – Pythonworld.ru, 2015. – 136 с.
16. Прохоренок Н. А. Python 3 и PyQt. Разработка приложений / Н. А. Прохоренок. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 704 с.
17. Кнут Д. Искусство программирования, том 1. Основные алгоритмы – The Art of Computer Programming, vol.1. Fundamental Algorithms / Д. Кнут. – М. : "Вильямс", 2006. – 720 с.

Інформаційні ресурси:

18. Python [Електронний ресурс]. – Режим доступа : https://www.python.org/.
19. Anaconda Distribution [Електронний ресурс]. – Режим доступа : https://www.anaconda.com/distribution/.
20. Scikit-learn [Електронний ресурс]. – Режим доступа : https://scikit-learn.org/stable/.