

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**
СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ
Система забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти
сертифікована на відповідність ДСТУ ISO 9001:2015 / ISO 9001:2015

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем

ЗАТВЕРДЖЕНО
вченою радою
(пост. п. 6 від «17» березня 2020 р.)
Ректор  А. А. Мазаракі



**МАШИННЕ НАВЧАННЯ /
MACHINE LEARNING**

**РОБОЧА ПРОГРАМА /
COURSE OUTLINE**

освітній ступінь	бакалавр / bachelor
галузь знань	12 Інформаційні технології / Information Technologies
спеціальність	124 Системний аналіз / System analysis
спеціалізація	Інформаційні технології та бізнес-аналітика (Data Science) / Information technologies and business intelligence (Data Science)

Київ 2020

**Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу КНТЕУ
заборонено**

Автори: О. І. Пурський, доктор фізико-математичних наук, професор
С.М. Шклярський, кандидат економічних наук, доцент
А.В. Селіванова, старший викладач

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем 09.11.2020р., протокол № 4

Рецензенти: П.Г. Демідов, кандидат технічних наук, доцент.
А. А. Роскладка, доктор економічних наук, професор
В.М. Волохов, директор ТОВ «МККУ-МЕРЕЖІ», кандидат фізико-математичних наук, доцент, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

**МАШИННЕ НАВЧАННЯ/
MACHINE LEARNING**

**РОБОЧА ПРОГРАМА /
COURSE OUTLINE**

освітній ступінь	бакалавр / bachelor
галузь знань	12 Інформаційні технології / Information Technologies
спеціальність	124 «Системний аналіз» / «System Analysis»
спеціалізація	Інформаційні технології та бізнес-аналітика (Data Science) / Information technologies and business analytics (Data Science)

1. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ ТА РОЗПОДІЛ ГОДИН ЗА ТЕМАМИ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН)

Назва теми	Кількість годин				Форми контролю
	Усього годин / кредитів	з них			
		лекції	лабораторні заняття	самостійна робота студентів	
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Загальні поняття дисципліни «Машинне навчання» (Machine learning)	20	4	4	12	О, ПСР, ПЛР
Тема 2. Введення в машинне навчання на мові програмування Python.	20	2	4	14	О, ПСР, ПЛР
Тема 3. Етапи розробки моделі машинного навчання.	25	4	6	15	О, ПСР, ПЛР
Тема 4. Методи вирішення типових задач в машинному навчанні.	20	2	4	14	О, ПСР, ПЛР
Тема 5. Машинне навчання з учителем.	25	2	6	17	О, ПСР, ПЛР
Тема 6. Машинне навчання без учителя.	25	2	6	17	О, ПСР, ПЛР
Тема 7. Машинне навчання з підкріпленням.	20	2	4	14	О, ПСР, ПЛР
Тема 8. Нейронні мережі, як найпоширеніший метод машинного навчання.	25	2	6	17	О, ПСР, ПЛР
Тема 9. Типи даних і конструювання ознак.	20	2	4	14	О, ПСР, ПЛР
Тема 10. Оцінка і поліпшення якості моделі.	20	2	4	14	О, ПСР, ПЛР
Тема 11. Об'єднання алгоритмів в ланцюги та конвеєри.	25	2	6	17	О, ПСР, ПЛР
Тема 12. Робота з текстовими і графічними даними.	25	4	6	15	О, ПСР, МК, ПЛР
Разом	270/9	30	60	180	
Підсумковий контроль – екзамен					

Умовні позначення: ПСР – перевірка самостійної роботи; МК – модульний контроль; ПЛР – перевірка лабораторної роботи; О – опитування.

2. ТЕМАТИКА ТА ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНИХ, ПРАКТИЧНИХ (СЕМІНАРСЬКИХ), ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ, САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Результати навчання	Навчальна діяльність*	Робочий час студента, год
1	2	3
<p>Знати: типи навчання</p> <p>Вміти: використовувати отримані теоретичні знання про типи навчання в практичній діяльності.</p>	<p>Тема 1. Загальні поняття дисципліни «Машинне навчання» (Machine learning).</p>	20
	<p>Лекція № 1. Загальні поняття дисципліни «Машинне навчання» (Machine learning). План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теорія обчислювального навчання. 2. Типи навчання. 3. Індуктивне навчання на основі емпіричних даних (навчальній вибірці). 	2
	<p>Лекція № 2. Загальні поняття дисципліни «Машинне навчання» (Machine learning). План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дедуктивне навчання на основі формалізації знань експертів. 2. Типи машинного навчання: навчання з вчителем, навчання без вчителя, навчання з підкріпленням. <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 4 Інтернет-ресурси: 2</p>	2
	<p>Самостійна робота студентів. Вивчення матеріалу до теми «Загальні поняття дисципліни «Машинне навчання» (Machine learning)», підготовка до лабораторного заняття. Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Задачі машинного навчання. 2. Кластеризація, регресія, зниження розмірності. <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання. Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2</p>	12

	<p>Додатковий: 4 Інтернет-ресурси: 2</p> <p>Лабораторне заняття №1. Тема: «Загальні поняття дисципліни «Машинне навчання» (Machine learning)».</p> <p><i>Завдання до заняття:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознайомитись з поняттями навчання на основі формалізації знань експертів. 2. Ознайомитись з типами машинного навчання: навчання з вчителем, навчання без вчителя, навчання з підкріпленням обчислювальних методів та алгоритмів. 3. Розв'язати практичну задачу. 4. Виконати відповідний програмний код. 5. Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи. 	4
<p>Знати: загальні поняття мови програмування Python в процедурах машинного навчання</p> <p>Вміти: використовувати отримані теоретичні знання про вбудовані бібліотеки в практичній діяльності.</p>	<p>Тема 2. Введення в машинне навчання на мові програмування Python.</p> <p>Лекція № 3. Введення в машинне навчання на мові програмування Python.</p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Машинне навчання та Python. 2. Переваги використання Python в процедурах машинного навчання. 3. Інсталяція Python. 4. Пакет прикладних програм Anaconda X.X. 5. Загальні поняття мови програмування Python. 6. Вбудовані бібліотеки Python - Jupyter Notebook, NumPy, SciPy, Matplotlib, Pandas, Mgllearn. Бібліотека Scikit-learn – призначення та інсталяція. <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,4 Додатковий: 3 Інтернет-ресурси: 1</p>	20 2
	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу до теми «Введення в машинне навчання на мові програмування Python», підготовка до лабораторного заняття.</p> <p>Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Бібліотека TensorFlow – призначення та інсталяція. 	14

	<p>2. Бібліотека Theano – призначення та інсталяція. 3. Бібліотека CUDA – призначення та інсталяція. 4. Бібліотека Keras – призначення та інсталяція. 5. Бібліотека PyTorch – призначення та інсталяція.</p> <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,4 Додатковий: 3 Інтернет-ресурси: 1</p>	
<p>Знати: етапи розробки моделі машинного навчання</p> <p>Вміти: використовувати отримані теоретичні знання про вибір ключових ознак в практичній діяльності.</p>	<p>Лабораторне заняття №2. Тема: «Введення в машинне навчання на мові програмування Python». Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознайомитись з загальними поняттями мови програмування Python. 2. Ознайомитись з вбудованими бібліотеками Python - Jupyter Notebook, NumPy, SciPy, Matplotlib, Pandas, Mllearn. Бібліотека Scikit-learn 3. Розв'язати практичну задачу. 4. Виконати відповідний програмний код. 5. Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи. <p>Тема 3. Етапи розробки моделі машинного навчання.</p> <p>Лекція № 4. Етапи розробки моделі машинного навчання. План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Етап підготовки (представлення) даних. 2. Ознакове описання об'єкту. 3. Вибір ключових ознак. 4. Етап конструювання алгоритму (вибір типу задачі). 5. Етап тренування та тестування моделі. 6. Перенавчання. 7. Тренувальна та тестувальна вибірки на прикладі нейронної мережі. <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 1,2 Інтернет-ресурси:4</p> <p>Самостійна робота студентів. Вивчення матеріалу до теми «Етапи розробки моделі машинного навчання», підготовка до лабораторного</p>	<p>4</p> <p>25</p> <p>4</p> <p>15</p>

	<p>заняття.</p> <p>Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Типи ознак (бінарні, номінальні, порядкові, кількісні). 2. Етап валідації алгоритму на тестових даних. 3. Функціонал якості, квадратична та абсолютна похибки. 4. Мінімізація помилки. 5. Зміна сили зв'язків. <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 1,2 Інтернет-ресурси: 4</p>	
	<p>Лабораторне заняття №3. Тема: «Етапи розробки моделі машинного навчання».</p> <p><i>Завдання до заняття:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Ознайомитись з етапами валідації алгоритму на тестових даних.</i> 2. <i>Ознайомитись з функціоналом якості, квадратичними та абсолютними похибками.</i> 3. <i>Розв'язати практичну задачу.</i> 4. <i>Виконати відповідний програмний код.</i> 5. <i>Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи.</i> 	<p>6</p>
<p>Знати: основні методи вирішення типових задач в машинному навчанні.</p> <p>Вміти: використовувати отримані теоретичні знання про показники розподілу в практичній діяльності.</p>	<p>Тема 4. Методи вирішення типових задач в машинному навчанні.</p> <p>Лекція № 5. Методи вирішення типових задач в машинному навчанні.</p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Візуалізація даних (використання бібліотеки Matplotlib). 2. Лінійна алгебра (вектори, матриці, тензори). 3. Статистика (Опис одиночного набору даних). 4. Показники центру розподілу. Показники варіації. Кореляція. Парадокс Сімпсона). 5. Теорія ймовірностей (Залежність і незалежність. Умовна ймовірність. Теорема Байеса. Випадкові величини. Неперервні розподіли. Нормальний розподіл. Центральна 	<p>20</p> <p>2</p>

	<p>гранична теорема).</p> <p>6. Гіпотеза і висновок. Перевірка статистичних гіпотез.</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1 Додатковий: 2 Інтернет-ресурси: 2</p>	
	<p>Самостійна робота студентів. Вивчення матеріалу до теми «Методи вирішення типових задач в машинному навчанні.», підготовка до лабораторного заняття. Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Р-значення. 2. Довірчі інтервали. 3. Підгонка Р-значення. 4. Проведення А/В-тестування. 5. Байесівський статистичний висновок. 6. Лінійна регресія. 7. Градієнтний спуск. 8. Логістична регресія. 9. Навчання логістичної регресії. 10. Софт-макс регресія. <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1 Додатковий: 2 Інтернет-ресурси: 2</p>	14
	<p>Лабораторне заняття №4. Тема: «Методи вирішення типових задач в машинному навчанні». Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознайомитись з логістичною регресією. 2. Ознайомитись з софт-макс регресією. 3. Розв'язати практичну задачу. 4. Виконати відповідний програмний код. 5. Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи. 	4
Знати: алгоритми машинного	Тема 5. Машинне навчання з учителем.	25
	Лекція № 6. Машинне навчання з учителем.	2

<p>навчання з учителем</p> <p>Вміти:</p> <p>використовувати отримані теоретичні знання про алгоритми машинного навчання в практичній діяльності.</p>	<p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Класифікація і регресія. 2. Узагальнююча здатність, перенавчання та недонавчання. 3. Взаємозв'язок між складністю моделі і розміром набору даних. 4. Алгоритми машинного навчання з учителем: набори даних, метод k найближчих сусідів, лінійні моделі, наївні байєсовські класифікатори, дерева рішень. <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 2,4 Інтернет-ресурси: 2</p>	
	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу до теми «Машинне навчання з учителем», підготовка до лабораторного заняття. Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ансамблі дерев рішень, метод опорних векторів, нейронні мережі. 2. Оцінки невизначеності для класифікаторів. 3. Функція рішень. 4. Прогнозування ймовірностей. 5. Невизначеність в мультикласовій класифікації. <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 2,4 Інтернет-ресурси: 2</p>	17
	<p>Лабораторне заняття №5. Тема: «Машинне навчання з учителем».</p> <p>Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознайомитись з прогнозуванням ймовірностей. 2. Ознайомитись з невизначеністю в мультикласовій класифікації. 3. Розв'язати практичну задачу. 4. Виконати відповідний програмний код. 5. Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи. 	6
<p>Знати:</p>	<p>Тема 6. Машинне навчання без учителя.</p>	25

<p>ТИПИ машинного навчання</p> <p>Вміти: використовувати отримані теоретичні знання про проблеми машинного навчання для використання практичній діяльності.</p>	<p>Лекція № 7. Машинне навчання без учителя.</p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Типи машинного навчання без учителя. 2. Проблеми машинного навчання без учителя. 3. Попередня обробка даних і масштабування. 4. Різні види попередньої обробки даних. 5. Застосування перетворень даних. 6. Масштабування навчального і тестового наборів. 7. Вплив попередньої обробки даних на машинне навчання без учителя. 8. Зниження розмірності, виділення ознак і множинне навчання. 9. Аналіз головних компонент (PCA). <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2,3 Додатковий: 1,4 Інтернет-ресурси: 2</p>	<p>2</p>
	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу до теми «Машинне навчання без учителя», підготовка до лабораторного заняття.</p> <p>Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Факторизація невід'ємних матриць (NMF). 2. Множинне навчання за допомогою алгоритму t-SNE. 3. Кластеризація. 4. Кластеризація k-середніх. 5. Агломеративна кластеризація. 6. Кластеризація DBSCAN. 7. Порівняння і оцінка якості алгоритмів кластеризації. <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2,3 Додатковий: 1,4 Інтернет-ресурси: 2</p>	<p>17</p>
	<p>Лабораторне заняття №6. Тема: «Машинне навчання без учителя».</p> <p>Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознайомитись з множинним навчанням. 	<p>6</p>

	<p>2. <i>Ознайомитись з агломеративною кластеризацією.</i></p> <p>3. <i>Розв'язати практичну задачу.</i></p> <p>4. <i>Виконати відповідний програмний код.</i></p> <p>5. <i>Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи.</i></p>	
<p>Знати: етапи навчання з підкріпленням</p> <p>Вміти: використовувати отримані теоретичні знання про функції підкріплення в практичній діяльності.</p>	<p>Тема 7. Машинне навчання з підкріпленням.</p> <p>Лекція № 8. Машинне навчання з підкріпленням.</p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навчання з підкріпленням. 2. Етапи та основні проблеми. 3. Функція підкріплення. 4. Середовища та ресурси. <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,5 Додатковий: 4 Інтернет-ресурси:2</p>	<p>20</p> <p>2</p>
	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу до теми «Машинне навчання з підкріпленням», підготовка до лабораторного заняття.</p> <p>Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Кластеризація та зменшення розмірності в машинному навчанні з підкріпленням. 2. Автокодувальники. <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,5 Додатковий: 4 Інтернет-ресурси: 2</p>	<p>14</p>
	<p>Лабораторне заняття №7. Тема: «Машинне навчання з підкріпленням».</p> <p>Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Ознайомитись з кластеризацією та зменшенням розмірності в машинному навчанні з підкріпленням.</i> 2. <i>Розв'язати практичну задачу.</i> 3. <i>Виконати відповідний програмний код.</i> 4. <i>Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи.</i> 	<p>6</p>

<p>Знати: процес навчання нейронної мережі</p> <p>Вміти: використовувати отримані теоретичні знання про навчання нейронних мереж в практичній діяльності.</p>	<p>Тема 8. Нейронні мережі, як найпоширеніший метод машинного навчання.</p> <p>Лекція № 9. Нейронні мережі, як найпоширеніший метод машинного навчання.</p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нейронні мережі. 2. Перцептрони. 3. Нейронні мережі прямого розповсюдження. 4. Нейронні мережі зі згорткою (конволютивні). 5. Мах-пулінг. 6. Процес навчання нейронної мережі методом зворотного поширення помилки. 7. Оцінка помилки. Зворотне поширення помилки. 8. Посилення зв'язків. 9. Зміна величини кроку. Адаптивна зміна величини кроку. <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2,3 Додатковий: 2,3 Інтернет-ресурси: 2,5</p>	<p>25</p> <p>2</p>
	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу до теми «Нейронні мережі, як найпоширеніший метод машинного навчання», підготовка до лабораторного заняття.</p> <p>Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Локальні мінімуми. 2. VDG-архітектура нейронної мережі. 3. Нейронна мережа Елмана. 4. Архітектура рекурентної нейронної мережі Елмана, приклад роботи. 5. LSTM-архітектура нейронних мереж, приклад роботи. <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2,3 Додатковий: 2,3 Інтернет-ресурси: 2,5</p>	<p>17</p>
	<p>Лабораторне заняття №8. Тема: «Нейронні мережі, як найпоширеніший метод машинного</p>	<p>6</p>

	<p>навчання».</p> <p><i>Завдання до заняття:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознайомитись з архітектурою рекурентної нейронної мережі Елмана. 2. Ознайомитись з LSTM-архітектурою нейронних мереж. 3. Розв'язати практичну задачу. 4. Виконати відповідний програмний код. 5. Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи. 	
<p>Знати: особливості прямого кодування</p> <p>Вміти: використовувати отримані теоретичні знання про пряме кодування в практичній діяльності.</p>	<p>Тема 9. Типи даних і конструювання ознак.</p> <p>Лекція № 10. Типи даних і конструювання ознак.</p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Категоріальні змінні. 2. Пряме кодування (dummy-змінні). 3. Біннінг, дискретизація, лінійні моделі і дерева. 4. Взаємодії і поліноми. 5. Одномірні нелінійні перетворення. 6. Автоматичний відбір ознак. <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 2,4 Інтернет-ресурси: 2,3</p>	<p>20</p> <p>2</p>
	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу до теми «Типи даних і конструювання ознак», підготовка до лабораторного заняття.</p> <p>Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Одномірні статистики. 2. Відбір ознак на основі моделі. 3. Ітеративний відбір ознак. 4. Застосування експертних знань. <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 2,4 Інтернет-ресурси: 2,3</p>	<p>14</p>
	<p>Лабораторне заняття №9. Тема: «Типи даних і конструювання ознак».</p> <p><i>1. Завдання до заняття:</i></p>	<p>4</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 2. <i>Ознайомитись з відбором ознак на основі моделі.</i> 3. <i>Ознайомитись з ітеративним відбором ознак.</i> 4. <i>Розв'язати практичну задачу.</i> 5. <i>Виконати відповідний програмний код.</i> 6. <i>Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи.</i> 	
<p>Знати: переваги перехресної перевірки</p> <p>Вміти: використовувати отримані теоретичні знання про перехресну перевірку в практичній діяльності.</p>	<p>Тема 10. Оцінка і поліпшення якості моделі. Лекція № 11. Оцінка і поліпшення якості моделі. План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перехресна перевірка. 2. Перехресна перевірка в scikit-learn. 3. Переваги перехресної перевірки. 4. Стратифікована k-блокова перехресна перевірка та інші стратегії. 5. Решітчастий пошук. 6. Небезпека перенавчання параметрів і перевірочний набір даних. 7. Решітчастий пошук з перехресною перевіркою. <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 3,4 Інтернет-ресурси: 2,4</p>	20
	<p>Самостійна робота студентів. Вивчення матеріалу до теми «Оцінка і поліпшення якості моделі», підготовка до лабораторного заняття. Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метрики якості моделі і їх обчислення. 2. Метрики для бінарної класифікації. 3. Метрики для мультикласової класифікації. 4. Метрики регресії. 5. Використання метрик оцінки для відбору моделі. <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 3,4 Інтернет-ресурси: 2,4</p>	14
	<p>Лабораторне заняття №10. Тема: «Оцінка і поліпшення якості моделі».</p>	4

	<p><i>Завдання до заняття:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Ознайомитись з метриками якості моделі.</i> <i>2. Ознайомитись з метриками бінарної класифікації.</i> <i>3. Розв'язати практичну задачу.</i> <i>4. Виконати відповідний програмний код.</i> <i>5. Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи.</i> 	
<p>Знати: особливості відбору параметрів з використанням попередньої обробки</p> <p>Вміти: використовувати отримані теоретичні знання про методи побудови конвеєрів для використання практичній діяльності.</p>	<p>Тема 11. Об'єднання алгоритмів в ланцюги та конвеєри.</p> <p>Лекція № 12. Об'єднання алгоритмів в ланцюги та конвеєри.</p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> Відбір параметрів з використанням попередньої обробки. Побудова конвеєрів. Використання конвеєра, поміщеного в об'єкт GridSearchCV. Загальний інтерфейс конвеєра. Метод побудови конвеєрів за допомогою функції <code>make_pipeline</code>. <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 3,4 Інтернет-ресурси: 1,2</p>	<p>25</p> <p>2</p>
	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу до теми «Об'єднання алгоритмів в ланцюги та конвеєри», підготовка до лабораторного заняття.</p> <p>Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> Робота з атрибутами етапів. Оптимальні параметри етапів конвеєра. Вибір оптимальної моделі конвейера. <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2 Додатковий: 3,4 Інтернет-ресурси: 1,2</p>	<p>17</p>
	<p>Лабораторне заняття №11. Тема: «Об'єднання алгоритмів в ланцюги та конвеєри».</p>	<p>6</p>

	<p><i>Завдання до заняття:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознайомитись з використанням конвеєра, поміщеного в об'єкт <i>GridSearchCV</i>. 2. Ознайомитись з методом побудови конвеєрів за допомогою функції <i>make_pipeline</i>. 3. Розв'язати практичну задачу. 4. Виконати відповідний програмний код. 5. Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи. 	
<p>Знати: особливості обчислення ознак по зображенню</p> <p>Вміти: використовувати отримані теоретичні знання про масштабування даних в практичній діяльності.</p>	<p>Тема 12. Робота з текстовими і графічними даними.</p> <p>Лекція № 13. Робота з текстовими даними</p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Строкові типи даних. 2. Приклад застосування: аналіз тональності кіно відгуків. 3. Подання текстових даних у вигляді «кошика слів». 4. Застосування моделі «кошика слів» до синтетичного набору даних. 5. Модель «мішка слів» для кіноотзивов. 6. Стоп-слова. Масштабування даних за допомогою TensorFlow-idf. <p>Лекція № 14. Робота з графічними даними</p> <p>План лекції:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Введення в обробку зображень. 2. Завантаження та показ зображень. 3. Бінаризація. Гаусове розмивання. 4. Проста класифікація зображень. 5. Обчислення ознак по зображенню. 6. Створення власних ознак. Використання ознак для пошуку подібних зображень. 7. Локальні представлення ознак. Прикладна задача: конвеєр розпізнавання облич. 8. Ознаки в методі HOG. Метод HOG - простий детектор обличь. <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2,3 Додатковий: 3,4 Інтернет-ресурси: 1,2</p>	<p>25</p> <p>2</p> <p>2</p>
	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу до теми «Робота з текстовими і графічними даними», підготовка до лабораторного заняття.</p> <p>Самостійна робота передбачає вивчення окремих питань дисципліни на основі опрацювання</p>	<p>15</p>

	<p>літератури та пошуку інформаційних джерел у середовищі Інтернет. Пропонуються такі питання для самостійного опрацювання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дослідження коефіцієнтів моделі. 2. Модель «кошика слів» для послідовностей з декількох слів (n-грам). 3. Просунута токенизація, стемінг і лематизація. 4. Моделювання тем і кластеризація документів. 5. Латентне розміщення Діріхле. <p>Самостійна робота студентів перевіряється з допомогою опитувань, перевірки виконання лабораторних робіт та написання рефератів на питання винесених на самостійне опрацювання.</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,2,3 Додатковий: 3,4 Інтернет-ресурси: 1,2</p>	
	<p>Лабораторне заняття №12. Тема: «Робота з текстовими і графічними даними».</p> <p><i>Завдання до заняття:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Ознайомитись з масштабуванням даних за допомогою TensorFlow-idf.</i> 2. <i>Ознайомитись з моделлю «кошика слів» для послідовностей з декількох слів (n-грам).</i> 3. <i>Розв'язати практичну задачу.</i> 4. <i>Виконати відповідний програмний код.</i> 5. <i>Підготувати звіт про виконання лабораторної роботи.</i> 	4
	Разом	270

* +20% інтерактиву – зазначені курсивом

3. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основний:

1. Muller A.C. Introduction to Machine Learning with Python / A.C. Muller, S. Guido. — Published by O'Reilly Media, Inc., 2017. — 376 p.
2. Коельо Л.П. Побудова систем машинного навчання на мові Python / Л.П. Коельо, В. Річарт. – К.: Видавнича група BHV, 2016. – 302 с.
3. Жерон О. Прикладне машинне навчання за допомогою Scikit-Learn і TensorFlow: концепції, інструменти і техніки для створення інтелектуальних систем / О. Жерон. – К: Діалектика, 2018. – 688 с.
4. Lutz M. Learning Python / M. Lutz. – 4th. Ed. – O'Reilly Media, 2009. – 1280 p.
5. Raschka S. Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow / S. Raschka, V. Mirjalili. – 2nd Ed. – Packt Publishing, 2017. – 622 p.

Додатковий:

1. *Pursky O.I. Identifying customer segments in e-trade with using system analysis and clustering methods: Monograph / O.I. Pursky. – Agenda Publishing House, Coventry, United Kingdom, 2018. - 140 p.*
2. Hastie T. The Elements of Statistical Learning / T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman. – Springer, 2014. – 739 p.
3. McKinney W. Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and Ipython / W. McKinney. – 2nd. Ed. – O'Reilly Media, 2017. – 550 p.
4. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning / C.M. Bishop. – New York: Springer, 2006. – 738 p.

Інтернет-ресурси:

1. Interactive course. Deep Learning in Python [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.datacamp.com/courses/deep-learning-in-python>.
2. Machine Learning [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kaggle.com/learn/machine-learning>.
3. Datasets [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kaggle.com/datasets>.
4. BrainBasket Foundation. Відео-курс “Intro to Data Science” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://brainbasket.org/data-science-3/>.
5. Машинне навчання і нейронні мережі: бібліотека PHP-ML [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://echo.lviv.ua/dev/5469>.

******- Курсивом виділені джерела, що є в бібліотеці КНТЕУ