



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи машинного навчання

Галузь знань 12 – Інформаційні технології  
 Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення  
 Освітня програма Інженерія програмного забезпечення  
 Статус дисципліни: вибіркова  
 Факультет – Інформаційних технологій  
 Кафедра – Інженерії програмного забезпечення

Форма навчання	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Форма семестрового контролю			
			Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
Д	4	7	8	240	85	17	34	34		155			+	
<b>Разом ДФН</b>			<b>8</b>	<b>240</b>	<b>85</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>34</b>		<b>155</b>			<b>1</b>	

Робоча програма складена на основі навчального плану  
 Програма складена Бедратюк Л.П.  
 Підпис Ініціали, прізвище викладача

Схвалена на засіданні кафедри Інженерії програмного забезпечення

Протокол № 7 від 29.05 2023 р.

Зав. кафедри Інженерії програмного забезпечення Бедратюк Л.П.  
 Підпис Ініціали, прізвище

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова Вченої ради Савенко О.С.  
 Підпис Ініціали, прізвище

## ОСНОВИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Тип дисципліни	Вибіркова
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська
Семестр	7
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	8
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Денна

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: досконало *володіти* професійною термінологією та основними поняттями машинного навчання; *розуміти* цілі та завдання використання машинного навчання; методологічні основи застосування алгоритмів машинного навчання; *візуалізувати* результати роботи алгоритмів машинного навчання; *вибирати* метод машинного навчання, який відповідає поставленій задачі, *інтерпретувати* отримані результати; *застосовувати* методи машинної навчання при вирішенні задач в різних прикладних областях; *використовувати* бібліотеки Pandas, scikit-learn, matplotlib мови Python, для побудови та аналізу моделей машинного навчання; читати і аналізувати літературу з застосування методів машинного навчання, побудови і оцінки якості моделей.

**Зміст навчальної дисципліни.** Предмет і завдання машинного навчання і аналізу даних. Основні принципи, завдання та підходи, використання в різних областях науки і індустрії. Основні етапи еволюції алгоритмів машинного навчання. Бібліотеки Python для машинного навчання. Метричні класифікатори Загальний вигляд метричного класифікатора. Алгоритм  $k$ -найближчих сусідів. Алгоритми відбору еталонів. Алгоритми кластеризації Алгоритми кластеризації з фіксованою кількістю кластерів. Алгоритми кластеризації по щільності. Ієрархічна кластеризація. Дерева рішень. Критерій інформаційного виграшу і критерій Джині. Лінійні класифікатори. Перцептрон і розділююча гіперплощина. Перехід в простір підвищеної розмірності. Метод опорних векторів. Навчання без учителя: зменшення розмірності, метод головних компонент, кластеризація.

**Запланована навчальна діяльність:** лекції – 17 год., лабораторні заняття – 34 год., практичні заняття – 34 год., самостійна робота – 155 год., разом – 240 год.

**Форми (методи) навчання:** лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття, практичні заняття

**Форми оцінювання результатів навчання:** захист лабораторних робіт

**Вид семестрового контролю:** залік

**Навчальні ресурси:**

1. S. Raschka, V. Mirjalili, Python Machine Learning - Second Edition: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow, Packt, 2017.
2. F. Chollet, Deep Learning with Python - Second Edition, Manning Publications Co, 2021
3. I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016
4. A. Müller, S. Guido, Introduction to Machine Learning with Python, O'Reilly Media, Inc, 2017.
5. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
6. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: [http://lib.khnu.km.ua/asp/php\\_f/plage\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/plage_lib.php).

**Викладач:** доктор фізико-математичних наук, професор Бедратюк Л.П.

### 3. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна "Основи машинного навчання" розглядає класичні моделі машинного навчання та їхні реалізації бібліотеками мови Python.

**Мета дисципліни** – сформувати теоретичні знання з основ машинного навчання для побудови формальних математичних моделей та інтерпретації результатів моделювання; виробити вміння щодо практичного застосування методів машинного навчання для розв’язання прикладних завдань у різних галузях; виробити вміння та навички використання бібліотек мови Python для розробки систем машинного навчання.

**Предмет дисципліни** – комплекс питань, пов’язаних з теорією, принципами та методами машинного навчання.

**Завдання дисципліни.** ознайомлення студентів з процесами, алгоритмами та інструментами, що стосуються основних принципів машинного навчання, побудови моделей та особливостей їхнього використання

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: *досконало володіти* професійною термінологією та основними поняттями машинного навчання; *розуміти* цілі та завдання використання машинного навчання; методологічні основи застосування алгоритмів машинного навчання; *візуалізувати* результати роботи алгоритмів машинного навчання; *вибирати* метод машинного навчання, який відповідає поставленій задачі, *інтерпретувати* отримані результати; *застосовувати* методи машинної навчання при вирішенні задач в різних прикладних областях; *використовувати* бібліотеки Pandas, scikit-learn, matplotlib мови Python, для побудови та аналізу моделей машинного навчання; читати і аналізувати літературу з застосування методів машинного навчання, побудови і оцінки якості моделей

#### 4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:			
	Денна форма			
	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні роботи	СРС
<i>Перший семестр</i>				
Тема 1. Вступ до машинного навчання	6	12	12	52
Тема 2. Алгоритми навчання з учителем	8	16	16	69
Тема 3. Алгоритми навчання без учителя	4	8	8	34
<b>Разом</b>	<b>17*</b>	<b>34**</b>	<b>34**</b>	<b>155</b>

**Примітка.**

\* по чисельнику – 18 годин, по знаменнику – 16 годин (розрахунок здійснюється відповідно до розкладу занять)

\*\* по чисельнику – 36 годин, по знаменнику – 32 години (розрахунок здійснюється відповідно до розкладу занять)

## 5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 5.1. Зміст лекційного курсу\*

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
	<i>Перший семестр</i>	
1	<p><b>Тема 1. Вступ до машинного навчання</b></p> <p><i>Лекція 1. Основні поняття машинного навчання</i></p> <p>Предмет і завдання машинного навчання і аналізу даних. Основні принципи, завдання та підходи, використання в різних областях науки і індустрії. Основні етапи еволюції алгоритмів машинного навчання. Етапи розв'язання задачі аналізу даних. Види навчання: з учителем, без вчителі, з підкріпленням.</p>	2
2	<p><i>Лекція 2 Типи задач машинного навчання.</i> Основні типи задач: завдання класифікації, задача регресії, задача кластеризації, задача прогнозування, задача ранжирування. Перенавчання, недонавчання. Параметри та гіперпараметри.</p>	2
3	<p><i>Лекція 3. Повний проєкт задачі машинного навчання.</i> Життєвий цикл проєкту машинного навчання. Етапи реалізації проєкту МН: Уточнення загальної картини. Отримання даних. Виявлення та візуалізація даних для розуміння їх сутності. Підготовка даних алгоритмів машинного навчання. Вибір моделі та її навчання. Точне налаштування моделі. Подання свого рішення. Запуск, спостереження та супровід системи</p>	2
4	<p><b>Тема 2. Навчання з учителем</b></p> <p><i>Лекція 4. Задача класифікації.</i> Лінійна модель та її параметри. Метод найменших квадратів знаходження параметрів моделі. Градієнтний спуск. Методи вимірювання помилки у задачі. Багатомірна регресія, проблема мультиколінеарності. Поліноміальна регресія. Вирішення проблеми перенавчання: L1 - регуляризація (Lasso), L2 – Регуляризація (хребтова регресія), еластична мережа.</p>	2
5	<p><i>Лекція 5. Дерева прийняття рішень.</i></p> <p>Побудова дерев рішень, межі прийняття рішень. Ентропія, критерій інформативності, індекс Джині. Критерії зупинки. Контроль складності, важливість ознак, стрижка дерев. Алгоритми ID3, C4.5, CART. Оцінювання якості. Гіперпараметри регуляризації. Розв'язання задач регресії. Розріджені моделі. Композиція моделей, беггінг, бутстрап, випадкові ліси.</p>	2
6	<p><i>Лекція 6. Метод опорних векторів.</i></p> <p>Лінійна класифікація SVM, математичні основи. Геометрична інтерпретація. Межа прийняття рішень та опорні вектори. Лінійні моделі і нелінійні ознаки. Нелінійна класифікація SVM. Ядерний трюк. Поліноміальне ядро та гаусівське ядро. Налаштування параметрів C та gamma. Попередня обробка даних для SVM. Переваги та недоліки методу, особливості застосування.</p>	2
7	<p><i>Лекція 7. Ансамблеве навчання та випадкові ліси.</i></p> <p>Класифікатори з голосуванням, Беггінг та вставка, Беггінг та вставка в Scikit-Learn, Оцінка на невикористаних зразках, Методи випадкових вибірок та випадкових підпросторів, Випадкові ліси, Особливості випадкових лісів, Значимість ознак, Бустінг, AdaBoost, Градієнтний бустінг, Стекінг.</p>	2
8	<p><b>Тема 3. Навчання без учителя</b></p> <p><i>Лекція 8. Зменшення розмірності.</i></p> <p>Мінімум дисперсії, головні компоненти. Сингулярний розклад матриці. Зниження розмірності. Ядерний аналіз головних компонент. Інші методи зниження розмірності.</p>	2

9	<i>Лекція 9. Задача кластеризації. Навчання на нерозмічених даних. Прокляття розмірності. Кластеризація. Метод k-середніх. Межі рішень, діаграми Вороного. Методи ініціалізації центроїдів.</i>	2
<b>Разом</b>		17*

\* по чисельнику – 18 годин, по знаменнику – 16 годин (розрахунок здійснюється відповідно до розкладу занять)

## 5.2 Зміст практичних занять

### Перелік практичних занять

№ з/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
1	Встановлення Python, Jupyter notebook, бібліотек NumPy, Pandas, SciPy, matplotlib, scikit-learn. Основи роботи з даними в Pandas.	4
2	Лінійна регресія	4
3	Розв'язання задачі класифікації, метод k-найближчих сусідів	4
4	Дерево рішень	4
5	Метод опорних векторів	
6	Наївний класифікатор Баєса	4
7	Метод головних компонент (PCA)	4
8	Багатошаровий перцептрон в scikit-learn	4
9	Підсумкове заняття	2
<b>Разом</b>		34

## 5.3 Зміст лабораторних занять

### Перелік лабораторних занять

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
<i>Перший семестр</i>		
1	Встановлення Python, Jupyter notebook, бібліотек NumPy, Pandas, SciPy, matplotlib, scikit-learn. Основи роботи з даними в Pandas.	4
2	Лінійна регресія	4
3	Розв'язання задачі класифікації, метод k-найближчих сусідів	4
4	Дерево рішень	4
5	Метод опорних векторів	4
6	Наївний класифікатор Баєса	4
7	Метод головних компонент (PCA)	4

8	Багаточаровий перцептрон в scikit-learn	4
9	Підсумкове заняття	2
	<b>Разом</b>	<b>34</b>

#### 5.4 Зміст самостійної роботи

Самостійна робота студентів денної форми навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу, підготовці до виконання і захисту практичних та лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу, тощо.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	К-ть годин
	Другий семестр	
1-2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи. Підготовка до лабораторної роботи	17
3-4	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи. Підготовка до лабораторної роботи	17
5-6	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи. Підготовка до лабораторної роботи	17
7-8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи. Підготовка до захисту практичної роботи. Підготовка до лабораторної роботи.	17
9-10	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи. Підготовка до лабораторної роботи	17
11-12	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи. Підготовка до лабораторної роботи	17
13-14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи. Підготовка до захисту практичної роботи. Підготовка до лабораторної роботи	17
15-16	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи. Підготовка до лабораторної роботи	17
17	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи. Підготовка до лабораторної роботи. Підготовка до захисту лабораторної роботи. Підготовка до захисту практичної роботи. Підготовка до контрольної роботи	19
	<b>Разом</b>	<b>155</b>

#### 6. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, тренінгів, майстер-класів), практичні заняття, самостійна робота (індивідуальні завдання). Всі заняття проводяться з використанням інформаційних технологій і мають за мету – сформувати теоретичні знання з основ машинного навчання для побудови формальних математичних моделей та інтерпретації результатів моделювання; виробити вміння щодо практичного застосування методів машинного навчання для розв'язання прикладних завдань у різних галузях; виробити вміння та навички використання бібліотек мови Python для розробки систем машинного навчання.

## 7. ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Контроль за засвоєнням навчального матеріалу здійснюється на основі поточного та підсумкового контролю. При оцінюванні знань студентів здійснюються різні засоби контролю, зокрема поточний контроль та підсумковий контроль (написання підсумкової контрольної роботи).

Одержані студентом оцінки під час поточного, проміжного та підсумкового контролю не перепадають.

Також, у процесі оцінювання навчальних досягнень студентів застосовуються такі методи як:

- методи усного контролю: індивідуальне опитування, фронтальне опитування, співбесіда.
- методи письмового контролю: підсумкове письмове тестування, звіт, реферат, есе.
- комп'ютерного контролю: тестові програми.
- методи самоконтролю: уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

Кожний вид роботи оцінюється за чотирибальною шкалою. Підсумкова оцінка за семестр виставляється із урахуванням всіх оцінок, одержаних студентом за семестр та результатів заліку. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни.

## 6. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ У СЕМЕСТРІ

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з врахуванням коефіцієнта вагомості.

При оцінюванні знань студентів здійснюються різні засоби контролю, зокрема поточний контроль здійснюється під час лабораторних занять, при чому враховуються різні види роботи. Окремо здійснюється контроль за виконанням самостійної та індивідуальної роботи.

Пропущене заняття студент повинен відпрацювати у встановлений викладачем термін. Протягом семестру студент повинен отримати не менше 4 оцінок на лабораторних заняттях.

При оцінюванні знань студентів викладач керується такими критеріями.

Оцінку „відмінно” отримує студент за глибоке і повне опанування змісту навчального матеріалу, в якому він легко орієнтується, понятійного апарату, за уміння зв'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, висловлювати і обґрунтовувати свої судження і конструктивні рішення. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і в письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення.

Оцінку „добре” отримує студент за повне засвоєння навчального матеріалу, володіння понятійним апаратом, орієнтування в вивченому матеріалі, свідоме використання знань для вирішення практичних завдань, грамотний виклад відповіді, але у змісті і формі відповіді мали місце окремі неточності (похибки), нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента має будуватись на основі самостійного мислення.

Оцінки "задовільно" заслуговує студент, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, що справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою.



Оцінки "задовільно" заслуговує студент за неповне опанування програмного матеріалу.

Оцінка „незадовільно” виставляється, коли студент має розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань.

На основі результатів поточного контролю і підсумкового контрольного заходу виставляється підсумкова семестрова оцінка.

### Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота										Самостійна, індивідуальна робота								Семестровий контроль (залік)	
<i>I семестр</i>																			
Лабораторні роботи №:						Практичні роботи						Підготовка до лабораторних та практичних занять				Підсумковий контрольний захід			
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	+			
ВК 0,6						0,4													

Умовні позначення: ВК – ваговий коефіцієнт

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення усіх оцінок до електронного журналу. При цьому за вітчизняною шкалою ставиться «зараховано», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів.

### Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інтервальна шкала балів	Вітчизняна оцінка	
A	4,75–5,00	5	<b>Відмінно</b> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4	<b>Добре</b> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	<b>Добре</b> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3	<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3	<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	<b>Незадовільно</b> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2	<b>Незадовільно</b> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

## 7. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗДОБУТИХ СТУДЕНТАМИ ЗНАНЬ

1. Що таке машинне навчання?
2. Для чого використовують машинне навчання?
3. Типи систем машинного навчання
4. Навчання з учителем та без вчителя
5. Пакетне та динамічне навчання
6. Навчання на основі зразків або на основі моделей
7. Основні проблеми машинного навчання

8. Недостатній розмір навчальних даних
9. Нерепрезентативні навчальні дані
10. Дані поганої якості
11. Несуттєві ознаки
12. Перенавчання навчальних даних
13. Недонавчання навчальних даних
14. Навчання двійкового класифікатора
15. Показники продуктивності
16. Вимірювання правильності з використанням перехресної перевірки
17. Матриця неточностей
18. Точність та повнота
19. Співвідношення точність/повнота
20. Крива ROC
21. Багатокласова класифікація
22. Аналіз помилок
23. Багатозначна класифікація
24. Багатовихідна класифікація
25. Лінійна регресія
26. Нормальне рівняння
27. Обчислювальна складність
28. Градієнтний спуск
29. Пакетний градієнтний спуск
30. Стохастичний градієнтний спуск
31. Міні-пакетний градієнтний спуск
32. Поліноміальна регресія
33. Криві навчання
34. Регуляризовані лінійні моделі
35. Гребенева регресія
36. Лассо-регресія
37. Еластична мережа
38. Рання зупинка
39. Лінійна класифікація SVM
40. Класифікація з м'яким просвітом
41. Нелінійна класифікація SVM
42. Поліноміальне ядро
43. Додавання ознак близькості
44. Гаусове ядро RBF
45. Обчислювальна складність
46. Регресія SVM
47. Лінійна класифікація SVM
48. Навчання та візуалізація дерева прийняття рішень
49. Вироблення прогнозів
50. Оцінювання ймовірностей класів
51. Алгоритм навчання CART
52. Обчислювальна складність
53. Забрудненість Джині чи ентропія?
54. Гіперпараметри регуляризації
55. Регресія
56. Нестійкість
57. Класифікатори з голосуванням
58. Бегінг та вставка
59. Бегінг та вставка в Scikit-Learn
60. Оцінка на невикористаних зразках
61. Методи випадкових ділянок та випадкових підпросторів
62. Випадкові ліси
63. Особливо випадкові дерева
64. Значимість ознак

65. Бустинг
66. AdaBoost
67. Градієнтний бустинг
68. Стекінг
69. "Прокляття розмірності"
70. Основні підходи до зниження розмірності
71. PCA
72. Головні компоненти
73. Проектування до вимірювань d
74. Використання Scikit-Learn
75. Коефіцієнт поясненої дисперсії
76. Вибір правильної кількості вимірювань
77. Алгоритм PCA для стиснення
78. Інкрементний аналіз основних компонентів
79. Рандомізований аналіз основних компонентів
80. Ядерний аналіз основних компонентів

## **9. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Навчальний процес з дисципліни «Основи машинного навчання» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

## **10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Основна**

1. S. Raschka, V. Mirjalili, Python Machine Learning - Second Edition: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow, Packt, 2017.
2. F. Chollet, Deep Learning with Python - Second Edition, Manning Publications Co, 2021
3. I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016
4. A. Müller, S. Guido, Introduction to Machine Learning with Python, O'Reilly Media, Inc, 2017.
5. Рашкевич Ю.М., Ткаченко Р.О., Цмоць Г.І., Пелешко Д.Д. Нейроподібні методи, алгоритми та структури обробки зображень у реальному часі: монографія — Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2014. — 256 с.
6. A. Zheng, A. Casari, Feature Engineering for Machine Learning, O'Reilly Media, Inc, 2018
7. A. Géron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, O'Reilly Media, Inc, 2019

### **Допоміжна**

8. Кононова К. Ю. Машинне навчання: методи та моделі: підручник для бакалаврів, магістрів та докторів філософії спеціальності 051 «Економіка» / К. Ю. Кононова. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. – 301 с.
9. Kinser I., Image Operators, Image Processing in Python, CRC Press, 2019, – 366с.
10. Штовба С.Д. Machine learning: стартовий курс : електронний навчальний посібник / Штовба С.Д., Козачко О.М. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 81 с.
11. den Bakker I., Python Deep Learning Cookbook, Packt P., 2017, 436pp
12. Rosebrock A., Deep Learning for Computer Vision with Python, Pyimagesearch, 2017, 210 pp
13. RB Fisher, TP Breckon, K Dawson-Howe, A Fitzgibbon, Dictionary of computer vision and image processing, Wiley, 2014, 382 p.

## **11. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
2. Електронна бібліотека університету . Доступ до ресурсу: [http://lib.khnu.km.ua/asp/php\\_f/plage\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/plage_lib.php).

3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.
4. Image processing Tutorials and Insights. <https://www.codementor.io/community/topic/image-processing>
5. IEEE Signal Processing Society. <https://signalprocessingsociety.org/>

Плагін "Show me" від OpenAI - це інструмент, який створює візуальні діаграми на основі текстових запитів. Цей плагін може бути використаний для візуалізації різних концепцій, процесів, структур даних, алгоритмів та інших тем.

Цей плагін використовує синтаксис Mermaid для створення діаграм. Mermaid - це мова розмітки, яка дозволяє легко створювати діаграми та графіки за допомогою простого текстового формату.

Ось декілька прикладів діаграм, створених за допомогою плагіна "Show me":

1. Діаграма двигуна автомобіля: ця діаграма показує, як паливо проходить через різні частини двигуна автомобіля. [Посилання на діаграму](#)
2. Діаграма фотосинтезу: ця діаграма візуалізує процес фотосинтезу в рослинах. [Посилання на діаграму](#)
3. Діаграма поділу клітини: ця діаграма показує етапи мітозу. [Посилання на діаграму](#)

Ці діаграми зображуються прямо в тексті чату, що дозволяє користувачам легко переглядати та аналізувати інформацію.

При використанні плагіна "Show me" рекомендується зробити запит якомога більш конкретним. Крім того, слід уникати використання символу & в діаграмі, використовуючи слово "та" замість нього. Також не варто використовувати круглі дужки в ідентифікаторах вузлів, мітках вузлів та мітках країв.

Якщо ви зацікавлені в тому, щоб допомогти з розробкою цього плагіна, ви можете внести свій вклад в проект відкритого коду. [Посилання на проект](#).