|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Інститути та факультети | КПІ ім. Ігоря Сікорського** | **Кафедра обчислювальної техніки** |
| **Технології Computer Vision**  **Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)** | | |

# Реквізити навчальної дисципліни

|  |  |
| --- | --- |
| **Рівень вищої освіти** | ***Перший (бакалаврський)*** |
| **Галузь знань** | *12 Інформаційні технології* |
| **Спеціальність** | *123 Комп’ютерна інженерія, 121 Інженерія програмного забезпечення* |
| **Освітня програма** | *Комп’ютерна інженерія, Інженерія програмного забезпечення* |
| **Статус дисципліни** | *Вибіркова компонента ОП, циклу професійної підготовки* |
| **Форма навчання** | *очна (денна) / заочна* |
| **Рік підготовки, семестр** | *4 курс, осінній, зимовий* |
| **Обсяг дисципліни** | *4 кредити /120 год. Денна форма: лекцій 36 годин, лаб. роб. 18 год., СРС 66 год. Заочна форма: лекцій 8 год., лаб. роб. 8 год., СРС 104 год.* |
| **Семестровий контроль/ контрольні заходи** | *Залік* |
| **Розклад занять** | [*http://rozklad.kpi.ua/*](http://rozklad.kpi.ua/)*,* *http://roz.kpi.ua/* |
| **Мова викладання** | *Українська* |
| **Інформація про  керівника курсу / викладачів** | Лектор: *доктор технічних наук, професор Писарчук Олексій Олександрович,* *agd015979@gmail.com.*  Лабораторні: *доктор технічних наук, професор Писарчук Олексій Олександрович,* *agd015979@gmail.com.*  *Асистент Баран Данило Романович,* *agd015979@gmail.com* |
| **Розміщення курсу** | [*https://drive.google.com/drive/folders/ 10qVipTF4nzyQzoKIBxBINiNG1hcuxTpk?usp=sharing*](https://drive.google.com/drive/folders/%2010qVipTF4nzyQzoKIBxBINiNG1hcuxTpk?usp=sharing)  [*https://classroom.google.com/c/NjE4NjE1NDM4NjU5?cjc=66wyc3d*](https://classroom.google.com/c/NjE4NjE1NDM4NjU5?cjc=66wyc3d) |

# Програма навчальної дисципліни

# Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

***Дисципліна «Технології Computer Vision» призначена*** *для набуття студентами здатності синтезувати, верифікувати математичні моделі, і алгоритмів, розробляти спеціалізоване програмне забезпечення із впровадженням технологій Computer Vision (комп’ютерного бачення = комп’ютерного зору). Це досягається вивченням теоретичних основ синтезу математичних моделей, методології вибору методів, і алгоритмів обробки цифрових зображень, верифікації отриманих результатів методами імітаційного моделювання, а також практичної реалізації обраних підходів з метою розробки спеціалізованих прикладних програм із впровадженням технологій Computer Vision.*

***Метою вивчення курсу «Технології Computer Vision» є****: набуття студентами здатності синтезувати, верифікувати математичні моделі, і алгоритмів, розробляти спеціалізоване програмне забезпечення із впровадженням технологій Computer Vision.*

***Задача дисципліни*** *– надання ґрунтовного теоретичного базису та потужних практичних навичок програмної реалізації методів, математичних моделей і алгоритмів технологій Computer Vision.*

*Теоретичні положення Computer Vision надаються у формі лекційних занять з обов’язковою демонстрацією практичної реалізації розглянутих алгоритмів у формі прикладів програмного коду.*

*Практичні навички застосування технологій Computer Vision набуваються на лабораторних заняттях, які побудовані за принципом нарощування функціональності розроблених скриптів. Завдання лабораторних робіт розділені за рівнем складності.* ***Практична частина дисципліни орієнтована на застосування мови програмування високого рівня Python*** *з вивченням можливостей графічних бібліотек Graphics, Tkinter, Matplotlib, NumPy (для «сирої» реалізації алгоритмів Computer Vision) та спеціалізованих пакетів типу OpenCV, Pillow, OpenGL, Scipy, Scikit-learn, Tensorflow, Keras для створення програмних модулів завершеної практичної спрямованості.*

*Дисципліна розкриває суть етапів класичного конвеєра обробки цифрових зображень.* ***1.*** ***Реєстрація / синтез цифрового зображення:*** *синтез векторного зображення - образу; синтез растрового зображення - образу; оцифрування – поточне зображення – реєстрація; геометричні перетворення цифрових зображень.* ***2. Цифрова обробка зображень*** *– з метою покращення якості: корекція кольору; фільтрація; кластеризація; сегментація.* ***3. Аналіз цифрових зображень*** *- з метою ідентифікації / розпізнавання: пошук; класифікація; ідентифікація; багатовидова (стерео / сигнатурна) обробка.* ***4. Синтез реалістичних зображень доповненої реальності.***

***Курс розраховано на фахівців****, що прагнуть опанувати знання, уміння та навички, які потребують посади: Software Developer with Computer Vision; Embedded developer for Computer Vision systems; Computer Vision Research Engineer тощо.*

***Матеріали курсу може використаються*** *для реалізації практичних питань із обробки цифрових зображень для конкретних прикладних завдань, а також у реалізації завдань курсового проектування, розробки кваліфікаційних робіт тощо.*

***Набуті компетенції з Computer Vision можливо застосовувати на проектах:***

*1. Сегментація зображень, розпізнавання об’єктів і розуміння сюжету.*

*2. Пошук та стеження за об’єктами на цифровому відеопотоці.*

*3. Реконструкція 3D сцени та навігація в ній.*

*4. Створення елементів доповненої реальності.*

***Успішне опанування дисципліни «Вступ до технології Data Science» потребує від студента:*** *базових знань з програмування: принципи програмування, алгоритмізація та базові алгоритми; базових знань мови програмування Python: синтаксис, типи та структури даних, базові оператори розгалужених обчислень, функціональне та ООП програмування, робота з IDE, створення оточення; базових знань з математики: елементи теорія ймовірностей, дискретна математика, теорія матриць, дослідження функцій, аналітична геометрія, тригонометрія.*

***Курс включає*** *4 кредитів/120 год. Денна форма: лекцій 36 годин, лаб. роб. 18 год., СРС 66 год. Заочна форма: лекцій 36 год., лаб. роб. 18 год., СРС 104 год.*

***По завершенню курсу студент матимемо експертизу*** *у базових напрямках Data Science.*

***Формування та представлення цифрових 2D та 3D зображень: Координати та перетворення. Площинні (2D) перетворення:*** *Базові геометричні перетворення графічних об'єктів; Прості та композиційні двомірні (2D) перетворення. Технологічні особливості геометричних перетворень 2D графічних об'єктів.* ***Координати та перетворення. Просторові (3D) перетворення:*** *Базові 3-D перетворення графічних об'єктів. Просторові 3-D перетворення високого порядку. Технологічні особливості побудови та перетворення 3-D графічних об'єктів.*

***Растрові цифрові зображення:*** *Принципи створення растрових зображень. Алгоритми для растрових зображень. Модель кольору.* ***Базові алгоритми для растрових зображень:*** *Характеристики растрових зображень. Базові алгоритми для растрових зображень. Технології синтезу та обробки растрових зображень: растеризація, цифрова обробка.*

***Векторні цифрові зображення:*** *Загальна характеристика векторних цифрових зображень.Математичні основи синтезу та обробки векторних зображень.* ***Алгоритми векторних зображень:*** *Видалення невидимих ліній та поверхонь. Алгоритми побудови інтерполяційних та згладжуючих кривих.*

***Цифрова обробка зображень:*** *Теоретичні основи обробки цифрових зображень. Технології цифрової обробки зображень.* ***Покращення якості зображення (кольорова корекція та фільтрація):*** *Перетворення яскравості та контрасту. Фільтрація зображень. Технології цифрової обробки зображень.* ***Кластеризація та сегментація:*** *Методи машинного навчання (Machine learning, ML) для задач Computer Vision. Кластеризація зображень. Сегментація зображень.* ***Аналіз зображень:*** *Дескриптор зображень. Стеження / tracking / та пошук об'єктів.* ***Класифікація та ідентифікація зображень:*** *Класифікація зображень за змістом (Classifying Image Content). Ідентифікація зображень шляхом розпізнавання образів (Pattern Recognition).* ***Ідентифікація об’єктів на цифрових зображеннях з використанням штучних нейронних мереж:*** *Основні відомості про штучні нейронні мережі (artificial neural network). Типи штучних нейромереж. Технології штучних нейромереж для ідентифікації.*

***Аналіз зображень. Багатовидова (стерео / сигнатурна) обробка:*** *Тривимірна реконструкція зображень (2d-to-3d-reconstruction). Співставлення стереозображень (stereo matching).*

***Синтез реалістичних об'єктів доповненої реальності. Фрактальні цифрові зображення. Базові алгоритми:*** *Алгоритми фрактальних зображень. Технології фрактальних зображень.* ***Синтез реалістичних об'єктів доповненої реальності:*** *Моделі реалістичних зображень. Технології реалістичного представлення графічних об’єктів та сцен.*

***Вибіркова навчальна дисципліна «Технології Computer Vision» підсилює фахові/загальні компетенції освітньо-професійних програм (ОПП).***

*123 Комп’ютерна інженерія:*

*ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.*

*ФК2 Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.*

*ФК18 Здатність розробляти, адаптувати, використати програмне забезпечення для покращення ефективності застосування високопродуктивних комп’ютерних систем*

*121 Інженерія програмного забезпечення:*

*ЗК01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;*

*ФК07 Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних;*

*ФК14 Здатність до алгоритмічного та логічного мислення;*

*ПРН05 Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об’єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.*

***Як додатковий результат навчання вибіркова навчальна дисципліна «Технології Computer Vision» спрямована на формування здатності*** *синтезувати, верифікувати математичні моделі, розробляти спеціалізоване програмне забезпечення з обробки і аналізу цифрових зображень.*

# Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

***Перереквізити:***

*Успішне опанування дисципліни «Технології Computer Vision» потребує від студента: базових знань з програмування: принципи програмування, алгоритмізація та базові алгоритми; базових знань мови програмування Python: синтаксис, типи та структури даних, базові оператори розгалужених обчислень, функціональне та ООП програмування, робота з IDE, створення оточення; базових знань з математики: елементи теорія ймовірностей, дискретна математика, теорія матриць, дослідження функцій, аналітична геометрія, тригонометрія.*

*Це підтримується навчальними дисциплінами ОПП:*

*123 Комп’ютерна інженерія:*

*Вища математика. Частина 1,2,3; Аналітична геометрія та лінійна алгебра; Програмування. Частина 1,2; Дискретна математика; Фізика; Теорія ймовірності та математична статистика; Структури даних та алгоритми; Організація баз даних; Інженерія програмного забезпечення; Алгоритми та методи обчислень.*

*121 Інженерія програмного забезпечення:*

*Математичний аналіз. Частина 1,2; Лінійна алгебра та аналітична геометрія; Теорія ймовірностей; Комп'ютерна дискретна математика; Алгоритми та структури даних. Частина 1,2; Основи програмування. Частина 1,2; Бази даних; Об'єктно-орієнтоване програмування; Методології і технології розроблення програмного забезпечення; Технології штучного інтелекту*

***Постреквізити:***

*Дисципліна відноситься до вибіркової компоненти ОПП, циклу професійної підготовки. Курс орієнтовано на прикладні аспекти проектування, синтезу та розробки математичних моделей, алгоритмів та програмного забезпечення складних розподілених інформаційних систем із властивостями інтелектуальності, що є міждисциплінарним зв’язком компонент освітньої програми.*

*Вибіркова навчальна дисципліни «Технології Computer Vision» є прикладною та спрямована на опанувати знання, уміння та навички - компетенцій, які потребують практичні посади: Software Developer with Computer Vision; Embedded developer for Computer Vision systems; Computer Vision Research Engineer.*

*Компетенції, отримані з курсу можуть також використовуватись для реалізації практичних питань із дослідження цифрових зображень у реалізації завдань курсового проектування, розробки кваліфікаційних робіт тощо.*

# Зміст навчальної дисципліни

***МОДУЛЬ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ COMPUTER VISION.***

***Тема 1.1. Формування та представлення цифрових 2D та 3D зображень.***

***Лекція 1. Вступ до технологій Computer Vision:***

*Структура та завдання дисципліни.*

*Загальні відомості про технології Computer Vision.*

*Технології Computer Vision з Python.*

***Лекція 2. Координати та перетворення. Площинні (2D) перетворення***

*Базові геометричні перетворення графічних об'єктів.*

*Прості та композиційні двомірні (2D) перетворення.*

*Технологічні особливості геометричних перетворень 2D графічних об'єктів.*

***Лекція 3. Координати та перетворення. Просторові (3D) перетворення.***

*Базові 3-D перетворення графічних об'єктів.*

*Просторові 3-D перетворення високого порядку.*

*Технологічні особливості побудови та перетворення 3-D графічних об'єктів.*

***Лабораторна робота 1. Дослідження технологій побудови та перетворення координат площинних (2D) та просторових (3D) об’єктів.***

***Тема 1.2. Растрові цифрові зображення.***

***Лекція 4. Растрові цифрові зображення. Алгоритми для растрових зображень.***

*Принципи створення растрових зображень.*

*Алгоритми для растрових зображень.*

*Модель кольору.*

***Лекція 5. Базові алгоритми для растрових зображень.***

*Характеристики растрових зображень.*

*Базові алгоритми для растрових зображень.*

*Технології синтезу та обробки растрових зображень: растеризація, цифрова обробка.*

***Лабораторна робота 2. Дослідження алгоритмів формування та обробки растрових цифрових зображень.***

***Тема 1.3. Векторні цифрові зображення.***

***Лекція 6. Основні відомості про векторні цифрові зображення.***

*Загальна характеристика векторних цифрових зображень.*

*Математичні основи синтезу та обробки векторних зображень.*

***Лекція 7. Алгоритми векторних зображень. Видалення невидимих ліній та поверхонь.***

*Алгоритми видалення невидимих ліній та поверхонь.*

*Технології видалення невидимих ліній та поверхонь.*

***Лекція 8. Алгоритми векторних зображень. Алгоритми побудови інтерполяційних та згладжуючих кривих.***

*Алгоритми побудови інтерполяційних та згладжуючих кривих.*

*Технології побудови інтерполяційних та згладжуючих кривих.*

***Лабораторна робота 3. Дослідження алгоритмів формування та обробки векторних цифрових зображень.***

***МОДУЛЬ 2. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ COMPUTER VISION.***

***Тема 2.1. Цифрова обробка зображень.***

***Лекція 9. Цифрова обробка зображень. Теоретичні та технологічні основи.***

*Теоретичні основи обробки цифрових зображень.*

*Технології цифрової обробки зображень.*

***Лекція 10. Цифрова обробка зображень. Покращення якості зображення (кольорова корекція та фільтрація).***

*Перетворення яскравості та контрасту.*

*Фільтрація зображень.*

*Технології цифрової обробки зображень.*

***Лабораторна робота 4. Дослідження технологій покращення якості цифрових зображень для задач Computer Vision.***

***Лекція 11. Цифрова обробка зображень. Кластеризація та сегментація.***

*Методи машинного навчання (Machine learning, ML) для задач Computer Vision.*

*Кластеризація зображень.*

*Сегментація зображень.*

***Лабораторна робота 5. Дослідження технологій сегментації та кластеризації цифрових зображень для задач Computer Vision.***

***Лекція 12. Аналіз зображень. Дескриптор та стеження /tracking/ об’єктів.***

*Дескриптор зображень.*

*Стеження / tracking / та пошук об'єктів.*

***Лекція 13. Аналіз зображень. Класифікація та ідентифікація зображень***

*Класифікація зображень за змістом (Classifying Image Content).*

*Ідентифікація зображень шляхом розпізнавання образів (Pattern Recognition).*

***Лабораторна робота 6. Дослідження технологій трекінгу об’єктів на цифрових зображеннях для задач Computer Vision.***

***Лекція 14. Ідентифікація об’єктів на цифрових зображеннях з використанням штучних нейронних мереж.***

*Основні відомості про штучні нейронні мережі (artificial neural network).*

*Типи штучних нейромереж.*

*Технології штучних нейромереж для ідентифікації.*

***Лабораторна робота 7. Дослідження технологій ідентифікації об’єктів на цифрових зображеннях для задач Computer Vision.***

***Лекція 15. Аналіз зображень. Багатовидова (стерео / сигнатурна) обробка.***

*Тривимірна реконструкція зображень (2d-to-3d-reconstruction).*

*Співставлення стереозображень (stereo matching).*

***Лабораторна робота 8. Дослідження технологій тривимірної реконструкції об’єктів за цифровими зображеннями.***

***Тема 2.2. Синтез реалістичних об'єктів доповненої реальності.***

***Лекція 16. Фрактальні цифрові зображення. Базові алгоритми.***

*Алгоритми фрактальних зображень.*

*Технології фрактальних зображень.*

***Лекція 17. Синтез реалістичних об'єктів доповненої реальності.***

*Моделі реалістичних зображень.*

*Технології реалістичного представлення графічних об’єктів та сцен.*

***Лабораторна робота 9. Технології синтезу реалістичних об'єктів доповненої реальності.***

# Навчальні матеріали та ресурси

***4.1. Базова література:***

1. *Навчально-методичний комплекс з дисципліни «Технології Computer Vision»* [*https://drive.google.com/drive/folders/ 10qVipTF4nzyQzoKIBxBINiNG1hcuxTpk?usp=sharing*](https://drive.google.com/drive/folders/%2010qVipTF4nzyQzoKIBxBINiNG1hcuxTpk?usp=sharing)*.*
2. *Електронний курс на освітній платформі Sikorsky «Технології Computer Vision», 2023:* [*https://classroom.google.com/c/NjE4NjE1NDM4NjU5?cjc=66wyc3d*](https://classroom.google.com/c/NjE4NjE1NDM4NjU5?cjc=66wyc3d)
3. *Комп’ютерна графіка : навчальний посібник : в 2-х кн. / Укладачі : Тотосько О.В., Микитишин А.Г., Стухляк П.Д. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 304 с.*
4. *Маценко В.Г. Комп’ютерна графіка: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2009 – 343 с.*
5. *Комп’ютерна графіка: конспект лекцій / Укладач: Скиба О.П. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 88с.*
6. *Глібко О. А., Максимова М. О., Гречка І. П.. Комп’ютерна графіка. Cтворення моделей та сцен у тривимірному середовищі: Навчальний посібник. – Харків.: НТУ «ХПІ», 2018. – 132с.*
7. *Кобилін, Олег Анатолійович. Методи цифрової обробки зображень : навчальний посібник / О.А. Кобилін, І.С. Творошенко ; Міністерство освіти і науки України, Харківський національний університет радіоелектроніки. – Харків : ХНУРЕ, 2021. – 123 сторінки. Замовити в Бібліотеці КПІ:* [*https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\_number=000635619&local\_base=KPI01*](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000635619&local_base=KPI01)
8. *Жученко, Анатолій Іванович.Технології штучного інтелекту та основи машинного зору в автоматизації: теорія і практика: підручник для здобувачів ступеня магістра за спеціальністю 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" / А.І. Жученко, І.Ю. Черепанська, А.Ю. Сазонов, Д.О. Ковалюк ; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 383 сторінки. Замовити в Бібліотеці КПІ:* [*https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\_number=000605296&local\_base=KPI01*](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000605296&local_base=KPI01)
9. *Jan Erik Solem Programming Computer Vision with Python. - O'Reilly Media, 2012. - 260p.*
10. *Ranjay Krishna Computer Vision: Foundations and Applications. – Stanford University, 2017. – 213p.*
11. *Shapiro L. Computer Vision. - Prentice Hall, 2011 - 580 p.*
12. *Gonzalez, R. Digital Image Processing. - Pearson Education Limited, 2017. - 1192p.*
13. *Richard Szeliski. Computer Vision: Algorithms and Applications. – Springer, 2022. – 570p.*

***4.2. Додаткова література:***

1. *Peter Comninos.Mathematical and Computer Programming Techniques for Computer Graphics. Springer-Verlag London Limited, 2006. – 556р.*
2. *Eric Lengyel Mathematics for 3D Game Programming and Computer Graphics. Course Technology, a part of Cengage Learning, 2012. – 566р.*
3. *Кононова, Катерина Юріївна,автор. Машинне навчання : методи та моделі :підручник / К.Ю. Кононова ; Міністерство освіти і науки України, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна. – Харків : Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2020. – 279 сторінок. Замовити в Бібліотеці КПІ:* [*https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\_number=000638976&local\_base=KPI01*](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000638976&local_base=KPI01)
4. *Corke Peter. Robotics, Vision and Control[electronic resource] : Fundamental Algorithms In MATLAB® Second, Completely Revised, Extended And Updated Edition / by Peter Corke.2nd ed. 2017. – Cham: Springer International Publishing :Imprint: Springer, 2017. – XXIX, 693 p.* [*https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\_number=000623232&local\_base=KPI01*](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000623232&local_base=KPI01) *Доступно через SpringerLink лише в локальній мережі Бібліотеки КПІ (віддалений доступ через ЕДД)* [*https://doi.org/10.1007/978-3-319-54413-7*](https://doi.org/10.1007/978-3-319-54413-7)
5. *Системи технічного зору [Електронний ресурс] : курс лекцій з дисципліни для студентів спеціальностей 7.091001, 8.091001 «Радіоелектронні апарати та засоби» / Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут" ; укладачі В. Г. Дзюба, А. Ю. Варфоломєєв. – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – 148 с.* [*http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1624*](http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1624)*/*
6. *Пелешко Д. Д. Вибрані методи передискретизації цифрових зображень : монографія / Д.Д. Пелешко, Р.О. Ткаченко, І.Г. Цмоць, І.В. Ізонін. Міністерство освіти і науки України, Приватний заклад вищої освіти "ІТ СТЕП Університет". – Львів : Галич-Прес, 2019. – 199 сторінок. Замовити в Бібліотеці КПІ:* [*https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\_number=000635651&local\_base=KPI01*](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000635651&local_base=KPI01)*.*

***4.3. Інформаційні ресурси:***

[*https://www.kaggle.com/*](https://www.kaggle.com/)

*https://www.jetbrains.com/*

[*https://github.com/PacktPublishing/Artificial-Intelligence-with-Python*](https://github.com/PacktPublishing/Artificial-Intelligence-with-Python)

[*https://pandas.pydata.org/*](https://pandas.pydata.org/)

[*https://scapy.net/*](https://scapy.net/)

[*https://developers.google.com/optimization*](https://developers.google.com/optimization)

[*https://www.tensorflow.org/*](https://www.tensorflow.org/)

[*https://keras.io/*](https://keras.io/)

[*https://opencv.org/*](https://opencv.org/)

[*https://numpy.org/doc/stable/reference/generated/numpy.polyfit.html*](https://numpy.org/doc/stable/reference/generated/numpy.polyfit.html)

[*https://www.statsmodels.org/stable/examples/notebooks/generated/ols.html*](https://www.statsmodels.org/stable/examples/notebooks/generated/ols.html)

[*https://scikit-learn.org/stable/modules/sgd.html#regression*](https://scikit-learn.org/stable/modules/sgd.html)

# Навчальний контент

# Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

***Навчальна дисципліна «Вступ до технології Data Science» включає*** *4 кредитів/120 год. Денна форма: лекцій 36 годин, лаб. роб. 18 год., СРС 66 год. Заочна форма: лекцій 8 год., лаб. роб. 8 год., СРС 104 год.*

*За дисципліною передбачено проведення таких видів аудиторних занять: лекційних заняття; лабораторні роботи; модульна контрольна робота; залік.*

*Лекційні заняття передбачають розгляд теоретичних положень технологій Computer Vision з обов’язковою демонстрацією практичної реалізації розглянутих алгоритмів у формі прикладів програмного коду.*

*На лабораторних заняттях набуваються практичні навички застосування технологій Computer Vision, які побудовані за принципом нарощування функціональності розроблених скриптів. Завдання лабораторних робіт розділені за рівнем складності. Практична частина дисципліни орієнтована на застосування мови програмування високого рівня Python з вивченням можливостей графічних бібліотек Graphics, Tkinter, Matplotlib, NumPy (для «сирої» реалізації алгоритмів Computer Vision) та спеціалізованих пакетів типу OpenCV, Pillow, OpenGL, Scipy, Scikit-learn, Tensorflow, Keras для створення програмних модулів завершеної практичної спрямованості.*

*Завдання лабораторних робіт розділені за рівнями складності, побудовані за принципами нарощування функціональності в межах тем.*

***Тематика лекційних занять.***

*Лекція 1. Вступ до технологій Computer Vision:*

*Лекція 2. Координати та перетворення. Площинні (2D) перетворення*

*Лекція 3. Координати та перетворення. Просторові (3D) перетворення.*

*Лекція 4. Растрові цифрові зображення. Алгоритми для растрових зображень.*

*Лекція 5. Базові алгоритми для растрових зображень.*

*Лекція 6. Основні відомості про векторні цифрові зображення.*

*Лекція 7. Алгоритми векторних зображень. Видалення невидимих ліній та поверхонь.*

*Лекція 8. Алгоритми векторних зображень. Алгоритми побудови інтерполяційних та згладжуючих кривих.*

*Лекція 9. Цифрова обробка зображень. Теоретичні та технологічні основи.*

*Лекція 10. Цифрова обробка зображень. Покращення якості зображення (кольорова корекція та фільтрація).*

*Лекція 11. Цифрова обробка зображень. Кластеризація та сегментація.*

*Лекція 12. Аналіз зображень. Дескриптор та стеження /tracking/ об’єктів.*

*Лекція 13. Аналіз зображень. Класифікація та ідентифікація зображень*

*Лекція 14. Ідентифікація об’єктів на цифрових зображеннях з використанням штучних нейронних мереж.*

*Лекція 15. Аналіз зображень. Багатовидова (стерео / сигнатурна) обробка.*

*Лекція 16. Фрактальні цифрові зображення. Базові алгоритми.*

*Лекція 17. Синтез реалістичних об'єктів доповненої реальності.*

*Модульна контрольна робота.*

***Тематика лабораторних занять.***

*Лабораторна робота 1. Дослідження технологій побудови та перетворення координат площинних (2D) та просторових (3D) об’єктів.*

*Лабораторна робота 2. Дослідження алгоритмів формування та обробки растрових цифрових зображень.*

*Лабораторна робота 3. Дослідження алгоритмів формування та обробки векторних цифрових зображень.*

*Лабораторна робота 4. Дослідження технологій покращення якості цифрових зображень для задач Computer Vision.*

*Лабораторна робота 5. Дослідження технологій сегментації та кластеризації цифрових зображень для задач Computer Vision.*

*Лабораторна робота 6. Дослідження технологій трекінгу об’єктів на цифрових зображеннях для задач Computer Vision.*

*Лабораторна робота 7. Дослідження технологій ідентифікації об’єктів на цифрових зображеннях для задач Computer Vision.*

*Лабораторна робота 8. Дослідження технологій тривимірної реконструкції об’єктів за цифровими зображеннями.*

*Лабораторна робота 9. Технології синтезу реалістичних об'єктів доповненої реальності.*

# Самостійна робота студента/аспіранта

***Види самостійної роботи (66 годин):***

*самостійне опрацювання матеріалів лекційних занять (1 година х 17 лекцій = 17 годин);*

*підготовка та оброблення проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, виконання лабораторних робіт, розв’язок задач надання на перевірку (рекомендовано 2 години х 9 лабораторних робіт = 18 годин);*

*виконання модульної контрольної роботи (МКР = 4 години);*

*підготовка до заліку (8 години);*

*налаштування віртуального середовища для виконання лабораторних робіт (3 години);*

*опрацювання тем на самостійну роботу (16 годин).*

***Теми на самостійне опрацювання (денна форма навчання).***

*МОДУЛЬ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ COMPUTER VISION.*

*Тема 1.1. Формування та представлення цифрових 2D та 3D зображень.*

*Лекція 1. Вступ до технологій Computer Vision:*

*Технології Computer Vision з Python.*

*Лекція 2. Координати та перетворення. Площинні (2D) перетворення*

*Технологічні особливості геометричних перетворень 2D графічних об'єктів.*

*Лекція 3. Координати та перетворення. Просторові (3D) перетворення.*

*Технологічні особливості побудови та перетворення 3-D графічних об'єктів.*

*Тема 1.2. Растрові цифрові зображення.*

*Лекція 4. Растрові цифрові зображення. Алгоритми для растрових зображень.*

*Практика корекції кольору*

*Лекція 5. Базові алгоритми для растрових зображень.*

*Технології синтезу та обробки растрових зображень: растеризація, цифрова обробка.*

*Тема 1.3. Векторні цифрові зображення.*

*Лекція 7. Алгоритми векторних зображень. Видалення невидимих ліній та поверхонь.*

*Технології видалення невидимих ліній та поверхонь.*

*Лекція 8. Алгоритми векторних зображень. Алгоритми побудови інтерполяційних та згладжуючих кривих.*

*Технології побудови інтерполяційних та згладжуючих кривих.*

*МОДУЛЬ 2. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ COMPUTER VISION.*

*Тема 2.1. Цифрова обробка зображень.*

*Лекція 9. Цифрова обробка зображень. Теоретичні та технологічні основи.*

*Технології цифрової обробки зображень.*

*Лекція 10. Цифрова обробка зображень. Покращення якості зображення (кольорова корекція та фільтрація).*

*Технології цифрової обробки зображень.*

*Лекція 11. Цифрова обробка зображень. Кластеризація та сегментація.*

*Практика кластеризації та сегментації цифрових зображень.*

*Лекція 12. Аналіз зображень. Дескриптор та стеження /tracking/ об’єктів.*

*Практика стеження / tracking / та пошук об'єктів.*

*Лекція 13. Аналіз зображень. Класифікація та ідентифікація зображень*

*Практика ідентифікації зображень шляхом розпізнавання образів (Pattern Recognition).*

*Лекція 14. Ідентифікація об’єктів на цифрових зображеннях з використанням штучних нейронних мереж.*

*Технології штучних нейромереж для ідентифікації об’єктів на цифрових зображеннях.*

*Лекція 15. Аналіз зображень. Багатовидова (стерео / сигнатурна) обробка.*

*Практика тривимірної реконструкції зображень (2d-to-3d-reconstruction).*

*Тема 2.2. Синтез реалістичних об'єктів доповненої реальності.*

*Лекція 16. Фрактальні цифрові зображення. Базові алгоритми.*

*Технології фрактальних зображень.*

*Лекція 17. Синтез реалістичних об'єктів доповненої реальності.*

*Технології реалістичного представлення графічних об’єктів та сцен.*

# Методика викладання дисципліни на заочній формі навчання

*Заочна форма бюджет часу: лекцій 8 год., лаб. роб. 8 год., СРС 104 год.*

***Теми на аудиторне опрацювання:***

*МОДУЛЬ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ COMPUTER VISION.*

*Тема 1.1. Формування та представлення цифрових 2D та 3D зображень.*

*Лекція 1. Вступ до технологій Computer Vision:*

*Лабораторна робота 1. Дослідження технологій побудови та перетворення координат площинних (2D) та просторових (3D) об’єктів.*

*Тема 1.2. Растрові цифрові зображення.*

*Лекція 4. Растрові цифрові зображення. Алгоритми для растрових зображень.*

*Лабораторна робота 2. Дослідження алгоритмів формування та обробки растрових цифрових зображень.*

*Тема 1.3. Векторні цифрові зображення.*

*Лекція 6. Основні відомості про векторні цифрові зображення.*

*Лабораторна робота 3. Дослідження алгоритмів формування та обробки векторних цифрових зображень.*

*МОДУЛЬ 2. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ COMPUTER VISION.*

*Тема 2.1. Цифрова обробка зображень.*

*Лекція 9. Цифрова обробка зображень. Теоретичні та технологічні основи.*

*Лабораторна робота 4. Дослідження технологій покращення якості цифрових зображень для задач Computer Vision.*

***Види самостійної роботи (104 годин):***

*самостійне опрацювання матеріалів лекційних занять (1 година х 17 лекцій = 17 годин);*

*підготовка та оброблення проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, виконання лабораторних робіт, розв’язок задач надання на перевірку (рекомендовано 2 години х 9 лабораторних робіт = 18 годин);*

*виконання модульної контрольної роботи (МКР = 4 години);*

*підготовка до заліку (8 години);*

*налаштування віртуального середовища для виконання лабораторних робіт (3 години);*

*опрацювання тем на самостійну роботу (504 годин).*

***Теми на самостійне опрацювання***

*МОДУЛЬ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ COMPUTER VISION.*

*Тема 1.1. Формування та представлення цифрових 2D та 3D зображень.*

*Лекція 2. Координати та перетворення. Площинні (2D) перетворення*

*Лекція 3. Координати та перетворення. Просторові (3D) перетворення.*

*Тема 1.2. Растрові цифрові зображення.*

*Лекція 5. Базові алгоритми для растрових зображень.*

*Тема 1.3. Векторні цифрові зображення.*

*Лекція 7. Алгоритми векторних зображень. Видалення невидимих ліній та поверхонь.*

*Лекція 8. Алгоритми векторних зображень. Алгоритми побудови інтерполяційних та згладжуючих кривих.*

*МОДУЛЬ 2. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ COMPUTER VISION.*

*Тема 2.1. Цифрова обробка зображень.*

*Лекція 10. Цифрова обробка зображень. Покращення якості зображення (кольорова корекція та фільтрація).*

*Лекція 11. Цифрова обробка зображень. Кластеризація та сегментація.*

*Лабораторна робота 5. Дослідження технологій сегментації та кластеризації цифрових зображень для задач Computer Vision.*

*Лекція 12. Аналіз зображень. Дескриптор та стеження /tracking/ об’єктів.*

*Лекція 13. Аналіз зображень. Класифікація та ідентифікація зображень*

*Лабораторна робота 6. Дослідження технологій трекінгу об’єктів на цифрових зображеннях для задач Computer Vision.*

*Лекція 14. Ідентифікація об’єктів на цифрових зображеннях з використанням штучних нейронних мереж.*

*Лабораторна робота 7. Дослідження технологій ідентифікації об’єктів на цифрових зображеннях для задач Computer Vision.*

*Лекція 15. Аналіз зображень. Багатовидова (стерео / сигнатурна) обробка.*

*Лабораторна робота 8. Дослідження технологій тривимірної реконструкції об’єктів за цифровими зображеннями.*

*Тема 2.2. Синтез реалістичних об'єктів доповненої реальності.*

*Лекція 16. Фрактальні цифрові зображення. Базові алгоритми.*

*Лекція 17. Синтез реалістичних об'єктів доповненої реальності.*

*Лабораторна робота 9. Технології синтезу реалістичних об'єктів доповненої реальності.*

# Політика та контроль

# Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

*Для виконання лабораторних робіт та модульних контрольних робіт встановлюються дедлайни.*

*Виконання лабораторних робіт поза встановлених термінів супроводжуються штрафними балами, які вираховуються із оцінки за протокол (п. 2.9. ПОЛОЖЕННЯ про систему оцінювання результатів навчання). МКР не приймається поза встановлені терміни.*

*Штрафні бали виставляються за: невчасну здачу лабораторної роботи. Кількість штрафних балів не більше 10 (9 лабораторних робіт + МКР). Штрафні бали та жорсткі дедлайни не запроваджуються у період військового стану.*

*Заохочувальні бали виставляються за: R&D результати виконання лабораторних робіт; активну участь на лекціях; виконання поточних домашніх завдань, ведення конспекту, підготовка повідомлення з презентацією по одній із тем СРС дисципліни тощо. Кількість заохочуваних балів не більше 10.*

*Виконанню кожної лабораторної роботи передує виконання індивідуального завдання і оформлення його у вигляді протоколу. Студент, який прийшов на заняття без оформленого протоколу до лабораторної роботи не допускається. Першим етапом студент захищає результати отримані під час виконання індивідуального завдання до лабораторної роботи, на другому етапі – захищає теорію шляхом усного опитування або тестування (за необхідності). Захист лабораторних робіт може бути проведено за результатами аналізу повноти і якості виконання протоколу. Бали отримані за виконання лабораторної роботи, за теоретичною частиною та за протокол входять в оцінку за лабораторну роботу.*

*Перездача лабораторної роботи у разі її позитивної оцінки з метою підвищення оцінки – не передбачено.*

*Виконання лабораторних робіт є обов’язковими для допуску до семестрового контролю. Умовою допуску до семестрового контролю є зарахування всіх лабораторних робіт та стартовий рейтинг не менше 60 балів.*

*Модульна контрольна робота пишеться на лекційному занятті без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.); результат в електронному вигляді надаються викладачеві.*

*Модульна контрольна робота не переписується за умови негативної оцінки. Негативна оцінка за МКР прирівнюється до 0 балів, в цьому випадку МКР не зараховується.*

*Оцінка, яку студент може отримати за виконання кожної лабораторної роботи та за модульну контрольну роботу наведені в таблиці 1 оцінювання семестрових робіт, розділ 8 силабусу.*

*Таким чином мінімальна оцінка, яку повинен отримати студент для допуску до семестрового контролю дорівнює 60 балів, максимальна – 100 балів за виконання всіх поточних робіт за семестр.*

*Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку (виконали всі лабораторні роботи) та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також ти здобувачі, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті мають можливість пройти семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.*

*У разі виконання залікової контрольної роботи рейтингова оцінка визначається як сума балів за залікову контрольну роботу та балів за індивідуальні семестрові завдання.*

# Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

*Для навчальної дисципліни «Вступ до технології Data Science», як прикладної дисципліни, що спрямована на отримання комплексного ґрунтовного теоретичного базису та потужних практичних навичок програмної реалізації методів, математичних моделей і алгоритмів технологічних процесів Data Science застосовується РСО-1 (п. 2.1. ПОЛОЖЕННЯ про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologennia\_RSO\_2022.pdf).*

*Семестровий рейтинг студента розраховується, виходячи із 100-бальної шкали. Рейтинг складається з балів, що студент отримав за виконання 9 лабораторних робіт RЛ та однієї модульної контрольної роботи RМКР.*

*Завдання лабораторних робіт розділені за рівнями складності. Високий рівень складності передбачає отримання максимум 9 балів, середній рівень – 7 балів.*

***Максимальна кількість балів за лабораторні роботи (RЛ) за високим рівнем складає 81 бал, за середнім рівнем - 63 балів.***

*Розподіл балів за виконання лабораторних робіт.*

*1.1. Якість / повнота оформлення протоколу з лабораторної роботи – 1 бал.*

*1.2. Своєчасний захист роботи – 1 бал.*

*1.3. Повнота аналізу отриманих результатів – 1 бал.*

*1.4. Якість та повнота виконання технічних умов завдання, функціональність розробленої технічної продукції (програмного скрипта) -4 бали.*

*1.5. Рівень теоретичної підготовки – 2 бали.*

*\*\*\* Для умов дистанційного навчання бали за теоретичну підготовленість (п.1.4) можуть нараховуватись за результатами аналізу вмісту протоколу з лабораторної роботи.*

*\*\*\* Для умов військового стану – своєчасність захисту лабораторної роботи (п.1.2) – не застосовується а додається до п.1.4.*

***Максимальна кількість балів за МКР - RМКР = 9.***

*Розподіл балів за виконання МКР.*

*2.1. Якість / повнота оформлення звіту з МКР – 1 бал;*

*2.2. Повнота розкриття суті та оригінальність відповіді на теоретичні питання – 1,5 балів за кожне питання – загалом – 3 бали;*

*2.3. Повнота, оригінальність та якість виконання практичного питання – 5 бали.*

***Максимальна кількість балів за залікову роботу складає RЗ = 10 балів.***

*3.1. Якість / повнота оформлення звіту із залікової роботи – 1 бал;*

*3.2. Повнота розкриття суті та оригінальність відповіді на теоретичні питання – 2 балів за кожне питання – загалом – 4 бали;*

*3.3. Повнота, оригінальність та якість виконання практичного питання – 5 бали.*

*У разі* ***значних запозичень / порушення вимог доброчесності*** *в звітному протоколі з лабораторної роботи - робота може бути не зарахована, або повернення на переопрацювання. За таких умов МКР та залікова робота – не зараховуються.*

***Календарна атестація студентів*** *(на 8 та 14 тижнях семестрів) з дисципліни проводиться за значенням поточного рейтингу студента на час атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50 % від максимально можливого на час атестації, студент вважається атестованим. В іншому випадку в атестаційній відомості виставляється «неатестовано».*

*Таким чином, порядок визначення загального рейтингу пояснюється Таб.1 та визначається за виразом*

*R = RЛ + RМКР + RЗ.*

*Таблиця 1*

*Загальний рейтинг за дисципліною*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Звітність* | *Лр1* | *Лр2* | *Лр3* | *Лр4* | *Лр5* | *Лр6* | *Лр7* | *Лр8* | *Лр9* | *МК* | *СУМА* | *Залік* | *Сумма+залік* |
| *Високий рівень* | *9* | *9* | *9* | *9* | *9* | *9* | *9* | *9* | *9* | *9* | *90* | *10* | *100* |
| *Середній рівень* | *7* | *7* | *7* | *7* | *7* | *7* | *7* | *7* | *7* | *9* | *72* | *10* | *82* |

*Максимальна кількість балів за семестр не перевищує RС = 100.*

*З урахуванням одержаної суми балів кінцева оцінка визначається за Табл.2.*

*Таблиця 2*

*Визначення семестрової оцінки*

|  |  |
| --- | --- |
| ***Кількість балів*** | ***Оцінка*** |
| *100-95* | *Відмінно* |
| *94-85* | *Дуже добре* |
| *84-75* | *Добре* |
| *74-65* | *Задовільно* |
| *64-60* | *Достатньо* |
| *Менше 60* | *Незадовільно* |
| *Не виконані умови допуску* | *Не допущено* |

# Визнання результатів неформальної освіти

*Визнання результатів неформальної освіти здійснюється у відповідності до Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті, див. за посиланням:*

[*https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/%D0%9D%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC\_%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC.pdf*](https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/%D0%9D%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC_%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC.pdf)

*За даним курсом можуть бути визнати результати навчання здобуті у неформальній / інформальній освіті в обсязі, що не перевищує 10% від загального обсягу навчального курсу (п.2.6 Положення).*

*У разі виконання рекомендованого викладачем онлайн курсу додаткова валідація результатів неформального навчання не потрібна. Поточний контроль з відповідної частини курсу оцінюється відповідно до рейтингової системи оцінювання результатів навчання та політики навчальної дисципліни. В такому форматі одним онлайн курсом можна замінити одну лабораторну роботу на вибір (8 балів) і не можна замінити МКР.*

*У разі зарахування сторонніх результатів неформальної освіти, визнання результатів проводиться на початку семестру, у якому передбачено опанування освітнього компонента, який може бути частково зарахований. Викладач проводить аналіз їх відповідності силабусу, проводить співбесіду із студентом. Студент має підготувати і захистити звіт з результатами опанованої частини курсу. В окремих випадках може бути зарахований весь курс, або більша частина курсу. Процедура відбувається згідно Положення з дозволу декана, валідацію результатів навчання проводить комісія.*

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено професором кафедри обчислювальної техніки, доктором технічних наук, професором Писарчуком Олексієм Олександровичем.**

**Ухвалено кафедрою обчислювальної техніки (протокол № 10 від 25.05.2023).**

**Погоджено Методичною комісією факультету інформатики та обчислювальної техніки (протокол № 11 від 30.06.2023).**