

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ  
Кафедра математичної інформатики**



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
Комп'ютерний зір/ Image Analysis Computer Vision**

**для студентів/ for students**

галузь знань **12 – Інформаційні технології / Information Technologies**  
спеціальність **122 -- Комп'ютерні науки / Computer Science**  
освітній рівень **магістр/masters**  
освітня програма **Штучний інтелект/ Artificial Intelligent**  
вид дисципліни **Обов'язкова / mandatory**

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2020/2021</b>
Семестр	<b>3</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>5</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>англійська, українська / English, Ukrainian</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит/exam</b>

Викладачі: **професор Терещенко В.М., д.ф.-м.н. (лекції)**

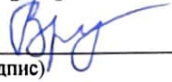
Пролонговано: на 20 /20 н.р. (протокол № від « » 20 р.)  
на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.

**КИЇВ – 2020**

Розробник: **Терещенко Василь Миколайович**, д. ф.-м. н., проф., завідувач кафедри математичної інформатики, кафедра математичної інформатики

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри математичної інформатики

 (Терещенко В.М.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 1 від «28» 08 2020 р.

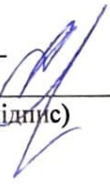
Схвалено Гарантом освітньо-наукової програми «Штучний інтелект»



(Крак Ю.В.)

«28» 08 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «28» 08 2020 року № 1  
Голова науково-методичної комісії  (Омельчук Л.Л.)  
(підпис)

«28» серпня 2020 року

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** «Комп'ютерний зір / Image Analysis Computer Vision» - ознайомлення студентів з основами комп'ютерного зору, як однієї із основних галузей штучного інтелекту, та сучасними методами розв'язання задач комп'ютерного зору і обробки зображень, включаючи одержання семантичної і метричної інформації із зображень. Підготувати студента до ефективного використання сучасних методів таких, як методи машинного навчання для створення систем штучного інтелекту у подальшій професійній діяльності; допомогти набути навичок практичної роботи із сучасними програмними засобами для побудови інтелектуальних моделей.

/

**Discipline aim.** The aim of the discipline is to acquaint students with the basics of computer vision as one of the main branches of artificial intelligence, and modern methods for solving problems of computer vision and image processing, including obtaining semantic and metric information from images. To prepare the student for the effective use of modern methods such as machine learning methods to create artificial intelligence systems in further professional activities; help to acquire skills of practical work with modern software for building intelligent models.

### **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. *Знати:* базові дисципліни - «Актуальні проблеми «Data Mining»», «Штучний інтелект: принципи та методи».

2. *Вміти:* розробляти, аналізувати та застосовувати алгоритми та програмне забезпечення для розв'язання завдань та прикладних задач, використовуючи сучасні методи розробки програм.

### **Preliminary demands to master or choice of the course discipline:**

1. *To know:* the basic disciplines - "Data Mining Actual Problems", "The Principles and Methods of Artificial Intelligence".

2. *To be able to:* develop, analyze and apply algorithms and software to solve problems and applied tasks using modern software development methods.

### **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «Комп'ютерний зір/Image Analysis Computer Vision» є складовою освітньо-наукової програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», освітньої програми «Штучний інтелект». Вона є базовою дисципліною освітньої програм, які спеціалізуються у галузі інформаційних та комп'ютерних технологій, а також ефективний інструмент розв'язування наукових та інженерних задач.

### **Synopsis of the course:**

The discipline "Computer Vision / Image Analysis Computer Vision" is a component of the educational-professional training program at the educational-qualification level "Master" in the field of knowledge 12 "Information Technology" specialty 122 "Computer Science", educational program "Artificial Intelligence". It is a basic discipline of universities specializing in information and computer technology, as well as an effective tool for solving scientific and engineering problems.

**4. Завдання (навчальні цілі):** оволодіти комп'ютерним зором як одним із сучасних провідних наукових напрямків штучного інтелекту, а також оволодіти технологією розв'язання широкого класу задач науки та техніки (зокрема, задач розпізнавання зображень, пошуку рішень, комп'ютерного зору, інтелектуального управління) за допомогою методів, підходів та алгоритмів комп'ютерного зору.

Набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у комп'ютерних науках. Зокрема, розвивати:

- здатність спілкуватися іноземною мовою;
- здатність розробляти та застосовувати індуктивні методи синтезу моделей, розпізнавання об'єктів на зображеннях, мультиагентні та нечіткі системи, нейромережі.

### Objectives of study:

Objectives (learning objectives): to master computer vision as one of the modern leading scientific directions of artificial intelligence, and also to master technology of the decision of a wide class of problems of science and technology (in particular, problems of image recognition, search of decisions, computer sight, intellectual management) by means of methods, approaches and algorithms of computer vision.

Objectives (learning objectives): acquiring knowledge, skills and competences at the level of the latest achievements in computer science. In particular, to develop:

- ability to communicate in a foreign language;
- ability to develop and apply inductive methods of synthesis of models, object recognition in images, multi-agent and fuzzy systems, neural networks in the process of their implementation on modern highperformance systems.

### 5. Результати навчання за дисципліною/ Results of learning:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Знати постановку основних задач обробки зображень / To know the formulation of the main tasks of image processing	Лекція / Lecture	Контрольна робота 1, активна робота на лекції, усні відповіді, іспит/ Test 1, Active work on lectures, oral answers, Exam	35%
РН 1.2	Знати основні підходи до розв'язання задач комп'ютерного зору / To know the basic approaches to solving computer vision problems	Лекція / Lecture		
РН 1.3	Знати основні поняття та методи машинного навчання / To know the basic concepts and methods of machine learning	Лекція / Lecture	Контрольна робота 2, 3, активна робота на лекції, усні відповіді, іспит/ Test 2,3, Active work on lectures, oral answers, Exam	35%
РН 1.4	Знати основні поняття та принципи роботи штучних нейронних мереж / To know the basic concepts and principles of artificial neural networks	Лекція / Lecture		
РН 2.1	Вміти проводити аналіз задачі обробки та розпізнавання зображень для вибору найкращого методу її	Лабораторна робота, самостійна робота/	Захист лабораторної роботи, контрольна	10%

	розв'язання/ Be able to analyze the problem of image processing and recognition to choose the best method for solving it	Laboratory work, individual work	робота 1 / Test 1, Laboratory work defense	
PH 2.2	Вміти формулювати професійні завдання на мові машинного навчання і основі формулювань базових задач комп'ютерного зору/ Be able to formulate professional tasks in the language of machine learning and on the basis of formulations of basic problems of computer vision	Лабораторна робота, самотійна робота/ Laboratory work, individual work	Захист лабораторної роботи, контрольна робота 2, 3 / Laboratory work defense, Test 2, 3	10%
PH 2.3	Вміти застосовувати методи комп'ютерного зору для розв'язання прикладних задач/ Be able to apply computer vision methods to solve applied problems	Лабораторна робота, самотійна робота/ Laboratory work, individual work	Захист лабораторної роботи, контрольна робота 2, 3, іспит / Laboratory work defense, Test 2, 3, Exam	10%

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибірових дисциплін, які не входять до блоків спеціалізації) / Correspondence between learning results and program study results**

Програмні результати навчання (з опису освітньої програми)	Результати навчання дисципліни						
	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 1.4	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3
<b>ПРН9.</b> Володіти методами та технологіями організації та застосування даних у задачах обчислювального інтелекту, будувати моделі прийняття рішень на основі теорії розпізнавання образів, нейромереж та нечіткої логіки./ <b>PLO9</b> To master the methods and technologies for organizing and applying data in the problems of computational intelligence, build decision-making models based on the theory of pattern recognition, neural networks and fuzzy logic..	+	+	+	+	+	+	+

**7. Схема формування оцінки/ Evaluation scheme.**

**7.1. Форми оцінювання студентів/ Forms of evaluation:**

**- семестрове оцінювання/ semester evaluation:**

1. Активна робота на лекції, усні відповіді/ Active work on lectures, oral answers: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4 – **10 балів/6 балів**;
2. Лабораторна робота / Laboratory work: PH2.1, PH2.2, PH2.3 – **15 балів/9 балів**;
3. Контрольна робота 1 / Test 1: PH1.1, PH1.2, PH2.1 – **15 балів/9 балів**;
4. Контрольна робота 2 / Test 2: PH1.3, PH2.2 – **10 балів/6 балів**;
5. Контрольна робота 3 / Test 3: PH1.4, PH2.3 – **10 балів/6 балів**;

**- підсумкове оцінювання: іспит / Final evaluation: exam.**

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом/ maximum points: **40 балів**;
- результати навчання які будуть оцінюватись/ learning outcomes that are evaluated: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4, PH2.3;
- форма проведення / form of holding : письмова робота / written work .
- види завдань / types of tasks: два теоретичні питання / two theoretical tasks (60%), задача / problem (40%).

Студент допускається до іспиту якщо семестрі набрав не менше ніж 36 балів та отримав не менше мінімальної порогової кількості балів за поточне оцінювання та контрольні роботи /

The student is admitted to semester exam if scored at least 36 points and received at least the minimum threshold number of points for ongoing evaluation and tests..

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит має бути не менше 24 балів.

/

For general positive assessment of the course grade for the exam must be at least 24 points..

## МОЖНА ДОДАТИ УМОВУ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ТА ТИПОВІ ЗАВДАННЯ І ЗАПИТАННЯ ДО КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ І ІСПИТУ

### 7.2 Організація оцінювання / Organization of evaluation:

#### Терміни проведення форм оцінювання / The period of evaluation forms:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді/ Active work on lectures, oral answers: **протягом семестру / during the semester**;
2. Лабораторна робота / Laboratory work: PH2.1, PH2.2, PH2.3 – **до 13 тижня семестру / up to 13 weeks of the semester**;
3. Контрольна робота 1 / Test 1: PH1.1, PH1.2, PH2.1 – **до 6 тижня семестру / up to 6 weeks of the semester**;
4. Контрольна робота 2 / Test 2: PH1.3, PH2.2 – **до 10 тижня семестру/ up to 10 weeks of the semester**;
5. Контрольна робота 3 / Test 3: PH1.4, PH2.3 – **до 14 тижня семестру/ up to 13 weeks of the semester**;

Студент має право один раз перескласти контрольну роботу з можливістю отримати не більше 80% балів, призначених за роботу. Термін перескладання визначає викладач.

За відсутності студента з поважних причин перездача КР здійснюється відповідно до «Положення про організацію освітнього процесу».

/

The student has the right to retake the test once with the possibility of obtaining no more than 80% of the points assigned to the job. The term of rearrangement is determined by the teacher.

In the absence of a student for good reasons, the test is retaken in accordance with the "Regulations on the organization of the educational process."

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

**8. Структура навчальної дисципліни**  
**Тематичний план лекцій і лабораторних занять**  
 /  
**Structure of the course**  
**Thematic plan of lectures and laboratory classes**

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні	Самостійна робота
<b>Частина I. Обробка зображень</b> <b>Module I. "Image processing"</b>				
1	<p><b>Тема 1.</b> Вступ до комп'ютерного зору/ Introduction to computer vision.  <i>Самостійна робота:</i>            Провести аналіз програми і змісту курсу та рекомендованої літератури.            /  <b>Theme 1.</b> Introduction to computer vision.  <i>Individual work:</i>            To analyze the program and course content, as well as recommended literature.</p>	2		8
2	<p><b>Тема 2.</b> Цифрове зображення. Принцип роботи цифрової камери. Моделі кольорів (RGB, YUV, HSV)  <i>Самостійна робота:</i>            Описати приклади зображень моделями за допомогою RGB та HSV. Порівняти моделі.            /  <b>Theme 2.</b> Digital image. The principle of the digital camera. Color models(RGB, YUV, HSV).  <i>Individual work:</i>            To describe examples of image models using RGB and HSV. Compare models.</p>	2		10
3	<p><b>Тема 3.</b> Лінійні, нелінійні фільтри. Алгоритм Canny. Згладжування. Згортка та фільтрація.  <i>Самостійна робота:</i>            Для прикладів зображень застосувати box filter, медіанний фільтр, фільтр Гауса.            /  <b>Theme 3.</b> Linear and nonlinear filters. Canny's algorithm. Smoothing.  <i>Individual work:</i>            To apply box filter, median filter, Gaussian filter to examples of images.</p>	2	2	10
4	<p><b>Тема 4.</b> Методи бінаризації зображення. Зв'язані компоненти  <i>Самостійна робота:</i>            Застосувати алгоритм стиснення із втратами JPEG для обраного прикладу зображення.            /  <b>Theme 4.</b> Methods of binaryizing the image. Connected</p>	2	2	10

	components. <i>Individual work:</i> To apply the Canny method to define image contours.			
5	<b>Тема 5.</b> Формати зображень: JPEG, PNG, GIF <i>Самостійна робота:</i> Застосувати метод Canny для визначення контурів на зображенні. / <b>Theme 5.</b> Image formats: JPEG, PNG, GIF <i>Individual work:</i> To apply a JPEG lossy compression algorithm to the selected image example.	2		10
<i>Контрольна робота I/Test I</i>		2		
<b>Частина II. Розпізнавання зображень/ Module II. Image Recognition</b>				
6	<b>Тема 6.</b> Класифікація зображень, основні етапи отримання евристичних ознак. Перетворення Хафа. LBP. Haar Cascade <i>Самостійна робота:</i> Застосувати перетворення Хафа для обраних об'єктів. / <b>Theme 6.</b> Classification of images, basic stages of obtaining heuristic features. Haf's transformation. LBP Haar Cascade. <i>Individual work:</i> To apply Huff transforms to selected objects.	2		10
7	<b>Тема 7.</b> Ознаки зображення: HOG, SURF, LSK, SWT. Методи класифікації <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати методи класифікації на прикладах зображень. / <b>Theme 7.</b> Image Attributes: HOG, SURF, LSK, SWT. Methods of classification. <i>Individual work:</i> To develop methods of classification on the examples of images.	2	2	12
8	<b>Тема 8.</b> Нейромережіві методи класифікації. Попередня обробка зображення. Метрики <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати нейромережіві методи класифікації на прикладах зображень. / <b>Theme 8.</b> Neural network classification methods. Pre image processing. Metrics <i>Individual work:</i> To develop neural network classification methods on the examples of images.	2	2	
9	<b>Тема 9.</b> Виявлення об'єкта. Семантична сегментація <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати алгоритми детекції та сегментації	2	2	12



	об'єкта на зображенні. / <b>Theme 9.</b> Object Detection. Semantic segmentation. <i>Individual work:</i> To develop algorithms for detecting and segmenting an object in an image.			
<i>Контрольна робота 2/ Test 2</i>		2		
<b>Частина III. Аналіз відео/ Module III. Video analysis</b>				
10	<b>Тема 10.</b> Основні завдання аналізу відео. Оптичний потік. Визначення фону <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати поняття «оптичний потік» та методи його опису. / <b>Theme 10.</b> The main tasks of video analysis. Optical flow. Background Definition. <i>Individual work:</i> To develop the concept of "optical flow" and methods of its description.	2	2	12
11	<b>Тема 11.</b> Трекінг. Розпізнавання подій на відео <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати алгоритми розпізнавання об'єктів на відео / <b>Theme 11.</b> Trekking. Recognize video events. <i>Individual work:</i> To develop algorithms for object recognition in video	2	2	12
<i>Контрольна робота 3/ Test 3</i>		2		
ВСЬОГО		28	14	106

Загальний обсяг 150 *годин*, в тому числі:

Лекцій – 28 *годин*.

Лабораторні роботи -14 годин, Самостійна робота – 106 *годин*.

## 9. Рекомендовані джерела /References

### *Основні / Main:*

1. Richard Szeliski. Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer, 2010
2. Дэвид А. Форсайт, Жан Понс. Компьютерное зрение. Современный подход, 2004
3. Линда Шапиро, Джордж Стокман. Компьютерное зрение. Лаборатория знаний. 2013
4. Stephen Marsland. Machine Learning: An Algorithmic Perspective, 452 p., 2015.
5. Christopher M Bishop. Pattern recognition. Machine Learning, 128 p., 2006.
6. Ethem Alpaydin. Introduction To Machine Learning, 584 p., 2009.
7. Tom M. Mitchell. Machine Learning [http://www.cs.cmu.edu/~tom/mlbook.html]
8. Yaser S. Abu-Mostafa. Learning from data, 215 p., 2017
9. Alex Smola. Introduction to Machine Learning, 234 p., 2008.
10. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – М.: Вильямс, 2005. – 864 с.

11. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction, 764 p., 2008.

*Додаткові / Additional:*

12. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 452 с.
13. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход . – М.: Вильямс, 2006. – 1408 с.
14. Simon J.D. Prince. Computer Vision: Models, Learning, and Inference.- Cambridge: Cambridge University Press. - 567 p.- 2017.[ <http://www.cambridge.org/>].
15. Andrej Karpathy. The unreasonable effectiveness of recurrent neural networks. <http://karpathy.github.io/2015/05/21/rnn-effectiveness/>, 2015. Online; accessed 11-December.
16. Andrew Moore. Statistical Data Mining Tutorials [<http://www.autonlab.org/tutorials/>]
17. Pierre Baldi and Søren Brunak. Chapter 6. Neural networks: applications. In Bioinformatics: The Machine Learning Approach. MIT press, 2001.