

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інформаційних технологій

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

01 09 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Системи комп'ютерного зору

Назва дисципліни

Призначення Робочої програми
Рівень вищої освіти

Для освітніх програм різних спеціальностей
Перший (бакалаврський)

Мова навчання
Обсяг дисципліни, кредитів ЄКТС
Статус дисципліни
Факультет

Українська
8
Вибіркова
Інформаційних технологій
Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих
технологій та робототехніки

Кафедра

Форма здобуття освіти	Обсяг дисципліни		Кількість годин						Форма семестрового контролю
			Аудиторні заняття					Самостійна робота (в т.ч. ІРС)	Залік
	Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття		
Д	8	240	82	32	32	18		158	+

Робоча програма складена на основі освітніх програм підготовки бакалавра та стандарту вищої освіти спеціальності.

Робоча програма складена


Підпис

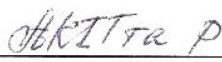
канд. техн. наук, доцент МИКОЛА ФЕДУЛА
Науковий ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Схвалена на засіданні кафедри

Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки
Назва

Протокол від 01.09.2025 № 1

Зав. кафедри


Назва


Підпис

Людмила КОРЕЦЬКА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

3. Пояснювальна записка

Навчальна дисципліна «Системи комп'ютерного зору» має виняткове значення для підготовки фахівців із сучасних автоматизованих та робототехнічних систем, оскільки поєднує фундаментальні знання з оптики, цифрової обробки сигналів, штучного інтелекту, машинного навчання та робототехніки в єдину практично орієнтовану інженерну платформу, що дозволяє створювати інтелектуальні системи сприйняття навколишнього середовища. Вивчення цієї дисципліни формує у студентів здатність розробляти та реалізовувати алгоритми розпізнавання об'єктів, відстеження руху, вимірювання відстаней, відновлення тривимірних сцен, адаптації моделей до змін умов освітлення та середовища, а також інтегрувати зорові модулі з маніпуляторами, мобільними роботами та промисловими контролерами в реальному часі. Вона навчає застосовувати принципи глибокого навчання, класичної фільтрації та геометричної візії для вирішення складних прикладних завдань у промисловості, транспорті, медицині, енергетиці, безпеці та системах Smart City. Особлива увага приділяється інженерному підходу до побудови апаратно-програмних комплексів комп'ютерного зору на базі доступних платформ, таких як Arduino, що забезпечує студентам розвиток навичок практичної інтеграції сенсорів, камер, освітлювальних систем, алгоритмів обробки та керування у функціонально завершені рішення. Таким чином, дисципліна є не лише основою для оволодіння сучасними технологіями машинного зору, але й потужним міждисциплінарним мостом між теорією та практикою інтелектуальної автоматизації.

Мета дисципліни. Формування особистості фахівця, здатного виконувати розроблення та експлуатацію систем автоматизації та робототехнічних систем із застосуванням технологій комп'ютерного зору.

Предмет дисципліни. Методи та системи комп'ютерного зору.

Завдання дисципліни. Формування практичних навичок з реалізації комп'ютерного зору в сучасних системах автоматизованих та робототехнічних системах.

Результати навчання. Після завершення вивчення дисципліни студент повинен: *знати* фізичні основи формування зображення, принципи роботи сучасних оптичних і електронних сенсорів, моделі камер, методи калібрування та геометричної реконструкції сцени, основні алгоритми обробки та аналізу зображень, архітектури глибоких нейронних мереж для класифікації, детекції та сегментації об'єктів, принципи роботи систем SLAM і 3D-візуалізації, а також засади побудови високопродуктивних зорових систем у реальному часі; *вміти* розробляти, програмувати й налагоджувати модулі комп'ютерного зору з використанням MATLAB, Python, OpenCV, Arduino IDE, DOBOT Studio/Dobot Labs; *виконувати* обробку, калібрування та аналіз зображень і відеопотоків; *створювати* та *навчати* моделі розпізнавання й трекінгу об'єктів; *реалізувати* системи оцінки глибини, реконструкції 3D-сцен і зорового керування роботами; *інтегрувати* компоненти комп'ютерного зору в сучасні автоматизовані та робототехнічні системи.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:			
	лекції	лабораторні заняття	практичні заняття	СРС
Тема 1. Фундаментальні основи комп'ютерного зору	4	4	2	18
Тема 2. Сенсори та апаратна платформа систем комп'ютерного зору	4	4	2	20
Тема 3. Геометрія об'єктів та калібрування	4	4	2	20
Тема 4. Класична обробка зображень	4	4	2	20
Тема 5. Глибинне навчання у задачах комп'ютерного зору	4	4	2	20
Тема 6. 3D-перцепція, SLAM і реконструкція	4	4	2	20
Тема 7. Інтеграція комп'ютерного зору в системах реального часу та кіберфізичних системах	4	4	2	20
Тема 8. Особливості налаштувань освітлення, оптика та якість зображення	4	4	4	20
Разом:	32	32	18	158

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
<i>Тема 1. Фундаментальні основи комп'ютерного зору</i>		4
1	Оптика, фотометрія, експозиція, динамічний діапазон, шумові моделі. Літ.: [1]: с. 1–80, 90–110; [6]: с. 1–36, 37–73.	2
2	Модель камери (pinhole), дисторсії, проєкції, перетворення між системами координат. Літ.: [1]: с. 90–160, 180–210; [6]: с. 7–36, 75–120.	2
<i>Тема 2. Сенсори та апаратна платформа систем комп'ютерного зору</i>		4
3	Камери RGB/моно, глобальний/покадровий затвори, NIR/SWIR/термо, ToF/LiDAR/структуроване світло. Літ.: [1]: с. 150–220; [2]: с. 7–36, 37–73.	2
4	Оптика, фільтри, поляризація, синхронізація сенсорів, інтерфейси передачі даних, edge-обчислення. Літ.: [1]: с. 40–110, 200–220; [3]: с. 7–36.	2
<i>Тема 3. Геометрія об'єктів та калібрування</i>		4
5	Внутрішні та зовнішні параметри камери, калібрування стерео/мульти-камер. Літ.: [1]: с. 160–210, 230–270; [4]: с. 75–120, 121–189.	2
6	Hand-eye / eye-in-hand для роботів, PnP/EPnP/RANSAC, реєстрація хмар точок, ICP. Літ.: [1]: с. 210–300; [6]: с. 150–189.	2
<i>Тема 4. Класична обробка зображень</i>		4
7	Фільтрація, морфологія, пороговання, детектори ребер, оптичний потік. Літ.: [1]: с. 300–360; [5]: с. 17–21, 28–34.	2
8	Ознаки та дескриптори (Harris, SIFT, SURF, ORB), відповідність і трекінг об'єктів. Літ.: [1]: с. 320–420; [7]: с. 22–26.	2
<i>Тема 5. Глибинне навчання у задачах комп'ютерного зору</i>		4
9	Архітектури CNN/Transformer, класифікація, детекція, сегментація, keypoints та pose-оцінка. Літ.: [1]: с. 450–620; [7]: с. 40–50.	2
10	Domain adaptation, few/self-supervised навчання, оцінка невизначеності, інструменти та інференс. Літ.: [1]: с. 580–740.	2
<i>Тема 6. 3D-перцепція, SLAM і реконструкція</i>		4
11	VIO/VSLAM/LiDAR-SLAM, loop-closure, факторні графи оптимізації, стереозір та ф'южн сенсорів. Літ.: [1]: с. 520–640; [6]: с. 191–325.	2
12	TSDF, Окупансу, NeRF-подібні репрезентації та семантичні карти для навігації. Літ.: [1]: с. 640–740; [6]: с. 75–189, 327–389	2
<i>Тема 7. Інтеграція комп'ютерного зору в системах реального часу та кіберфізичних системах</i>		4
13	Пайплайни з низькою латентністю: ROS 2, GStreamer, Zero-copy I/O, DMA. Літ.: [1]: с. 700–800	2
14	Планування на GPU/FPGA, профілювання, детермінізм та інтеграція з RTS/PLC. Літ.: [1]: с. 700–820	2
<i>Тема 8. Особливості налаштувань освітлення, оптика та якість зображення</i>		4
15	Конструкція освітлення, типи об'єктивів, MTF, DOF, поляризація, HDR. Літ.: [1]: с. 40–110; [6]: с. 7–36, 37–73.	2
16	Метрики якості зображення, калібрування кольору та яскравості, стабільність експозиції. Літ.: [1]: с. 110–150, 300–340; [7]: с. 17–51.	2
Разом:		32

5.2 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
<i>Тема 1. Фундаментальні основи комп'ютерного зору</i>		4
1	Аналіз впливу експозиції та освітлення на якість зображення у MATLAB Online і Python (OpenCV). Літ.: [1]: с. 90–160, 180–210; [6]: с. 7–36, 75–120, [1] (додаткова).	4
<i>Тема 2. Сенсори та апаратна платформа систем комп'ютерного зору</i>		4
2	Порівняння характеристик камер і синхронізація з Arduino. Літ.: [1]: с. 150–220; [2]: с. 7–36, 37–73, [1, 2] (додаткова).	4
<i>Тема 3. Геометрія об'єктів та калібрування</i>		4
3	Калібрування відеокамер та оцінка відстаней. Літ.: [1]: с. 160–210, 230–270; [4]: с. 75–120, 121–189, [1-4] (додаткова).	4

	<i>Тема 4. Класична обробка зображень</i>	4
4	Виявлення та трекінг об'єктів у реальному часі. Літ.: [1]: с. 300–360; [7]: с. 22–36, [1, 2] (додаткова), [2, 3, 5] (додаткова).	4
	<i>Тема 5. Глибинне навчання у задачах комп'ютерного зору</i>	4
5	Детектування об'єктів на відео з веб-камери за допомогою нейронної мережі. Літ.: [1]: с. 450–620; [7]: с. 40–50, [2-5] (додаткова).	4
	<i>Тема 6. 3D-перцепція, SLAM і реконструкція</i>	4
6	Відновлення просторової структури сцени зі стереопари та руху камери. Літ.: [1]: с. 520–640; [6]: с. 191–325, [3, 4] (додаткова).	4
	<i>Тема 7. Інтеграція комп'ютерного зору в системах реального часу та кіберфізичних системах</i>	4
7	Зорове керування маніпулятором DOBOT Magician Lite. Літ.: [1]: с. 700–820, [4, 6-8] (додаткова).	4
	<i>Тема 8. Особливості налаштувань освітлення, оптика та якість зображення</i>	6
8	Оптимізація освітлення для систем машинного зору. Літ.: [1]: с. 40–110; [6]: с. 7–36, 37–73; [7]: с. 17–51, [1, 3] (додаткова).	6
	Разом:	34

5.3 Зміст практичних занять

№ п/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
	<i>Тема 1. Фундаментальні основи комп'ютерного зору</i>	2
1	Налаштування параметрів камери та зображення для системи комп'ютерного зору. Літ.: [1]: с. 1–80, 90–110; [6]: с. 1–36, 37–73, [1] (додаткова).	2
	<i>Тема 2. Сенсори та апаратна платформа систем комп'ютерного зору</i>	2
2	Налаштування параметрів роботизованої системи комп'ютерного зору. Літ.: [1]: с. 40–110, 200–220; [3]: с. 7–36, [1, 2] (додаткова).	2
	<i>Тема 3. Геометрія об'єктів та калібрування</i>	2
3	Захоплення зображень при різних положеннях та перевірка точності трансформацій. Літ.: [1]: с. 210–300; [6]: с. 150–189, [1-4] (додаткова).	2
	<i>Тема 4. Класична обробка зображень</i>	2
4	Збір відео руху об'єктів та застосування алгоритмів оптичного потоку і трекінгу. Літ.: [1]: с. 300–360; [5]: с. 17–21, 28–34, [2, 3, 5] (додаткова).	2
	<i>Тема 5. Глибинне навчання у задачах комп'ютерного зору</i>	2
5	Інтеграція навченої моделі в роботизовану платформу. Літ.: [1]: с. 450–620; [7]: с. 40–50, [5] (додаткова).	2
	<i>Тема 6. 3D-перцепція, SLAM і реконструкція</i>	2
6	Особливості систем комп'ютерного зору мобільних роботів. Літ.: [1]: с. 520–640; [6]: с. 191–325, [3] (додаткова).	2
	<i>Тема 7. Інтеграція комп'ютерного зору в системах реального часу та кіберфізичних системах</i>	2
7	Інтеграція комп'ютерного зору в системах реального часу. Літ.: [1]: с. 700–800, [6-8] (додаткова).	2
	<i>Тема 8. Особливості налаштувань освітлення, оптика та якість зображення</i>	4
8	Роботизовані інспекційні системи на основі комп'ютерного зору. Літ.: [1]: с. 40–110; [6]: с. 7–36, 37–73; [7]: с. 17–51, [1, 3] (додаткова).	4
	Разом:	18

5.4 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до виконання та захисту лабораторних робіт, практичних занять і тестування. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до лабораторної роботи №1, підготовка до практичного заняття №1.	8
2	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №1, підготовка до лабораторної роботи №2.	10
3	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до лабораторної роботи №2, підготовка до практичного заняття №2.	10
4	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №2, підготовка до лабораторної роботи №3.	10

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
5	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, підготовка до лабораторної роботи №3, підготовка до практичного заняття №3.	10
6	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №3, підготовка до лабораторної роботи №4.	10
7	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4, підготовка до лабораторної роботи №4, підготовка до практичного заняття №4.	10
8	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №4, підготовка до тестування з Т1-Т4, підготовка до лабораторної роботи №5.	10
9	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, підготовка до лабораторної роботи №5, підготовка до практичного заняття №5.	10
10	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №5, підготовка до лабораторної роботи №6.	10
11	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6, підготовка до лабораторної роботи №6, підготовка до практичного заняття №6.	10
12	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №6, підготовка до лабораторної роботи №7.	10
13	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7, підготовка до лабораторної роботи №7, підготовка до практичного заняття №7.	10
14	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №7, підготовка до лабораторної роботи №8.	10
15	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8, підготовка до лабораторної роботи №8, підготовка до тестування з Т5-Т8, підготовка до практичного заняття №8.	10
16	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №8.	10
Разом:		158

Примітка: Т – тема навчальної дисципліни.

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема:

- **лекції** з використанням мультимедійних презентацій, методів візуалізації, пояснення, проблемного й інтерактивного навчання, методів стимулювання і мотивації, інформаційно-комунікаційних технологій, інтенсифікації та індивідуалізації навчання;
- **лабораторні заняття** з використанням методів натурного експерименту, комп'ютерного моделювання, методів проектної діяльності, тренінгових вправ, аналіз проблемних ситуацій, пояснення, дискусія;
- **практичні заняття:** бесіда, інструктування, демонстрування, спостереження, з використанням кейсів, розв'язування ситуаційних завдань, презентацій, тренінгових вправ, дискусій;
- **самостійна робота:** робота над засвоєнням теоретичного матеріалу, підготовка лабораторних робіт, поточного контролю.

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних лабораторних та практичних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- оцінювання результатів виконання лабораторних робіт (перевірка коректності виконання завдань, захист);
- оцінювання результатів роботи на практичних заняттях (опитування теоретичного матеріалу, розв'язування задач, участь у обговоренні ситуацій);
- тестовий контроль засвоєння теоретичного та практичного матеріалу;

Підсумкова семестрова оцінка виставляється за результатами поточного контролю. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, вважається таким, який **має** академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до практичних та лабораторних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять)), активно працювати на занятті, успішно

виконувати тестові завдання, брати участь у дискусіях щодо прийнятих рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Пропущене практичне або лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами опитування під час практичних занять та тестування.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах, які сприяють формування компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив 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. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота																Контрольні заходи	Семестровий контроль
Лабораторні роботи №:								Практичні заняття:								Тестовий контроль:	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	Т 1-8	
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)																	
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	12-20	За рейтингом
24-40								24-40								12-20	60-100*

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Оцінювання на практичних заняттях

Оцінка, яка виставляється за практичне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів на знання теоретичного матеріалу з теми; вільне володіння студентом фаховою термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті рішення при розв'язуванні задач; результати самостійних робіт.

При оцінюванні практичного заняття викладач керується узагальненими критеріями, наведеними у таблиці «Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти» (мінімальний позитивний бал – 3 бали, максимальний – 5 балів).

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання методики виконання дослідів; наявність схем, графіків та програмного коду згідно з вимогами до виконання завдань.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому **не зараховується** і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання результатів тестового контролю

Кожний з тестів, передбачених Робочою програмою, складається із 10 тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним.

Відповідно до таблиці структурування видів робіт за тестовий контроль здобувач залежно від кількості правильних відповідей може отримати від 12 до 20 балів.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	0-5	6	7	8	9	10
Відсоток правильних відповідей	0-59	60	70	80	90	100
Кількість отриманих балів	0	12	14	16	18	20

На тестування відводиться 40 хвилин. Студент проходить тестування в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. Також, студент може проходити тестування письмово, записуючи правильні відповіді у талоні відповідей. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну **наступного** контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий залік виставляється на останньому занятті за умови якщо загальна сума балів, яку накопичив здобувач з дисципліни (іншого освітнього компонента) за результатами **поточного** контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «**зараховано**», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення. Присутність здобувача у цьому випадку не є обов'язковою.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом

B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		
D	66-72		
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

10. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Що таке експозиція та як вона впливає на якість зображення?
2. Поясніть різницю між фотометричними та радіометричними величинами.
3. Які основні джерела шуму в цифрових камерах і як їх зменшують?
4. Що таке динамічний діапазон зображення?
5. Як формується зображення у pinhole-камері?
6. Які типи дисторсій існують у реальних оптичних системах?
7. Яким чином можна оцінити та скоригувати дисторсії камери?
8. Як відбувається проєкція точки простору на площину зображення?
9. Що таке глибина різкості (DOF) та як вона залежить від фокусної відстані?
10. Як освітлення та баланс білого впливають на сприйняття кольору?
11. У чому відмінність між глобальним та покадровим затвором камери?
12. Які переваги та недоліки камер RGB і монохромних камер?
13. Поясніть принцип роботи ToF-камери.
14. Для чого використовують LiDAR-сенсори у системах комп'ютерного зору?
15. Що таке структуроване світло і як воно використовується для вимірювання глибини?
16. Які фактори впливають на синхронізацію кількох сенсорів у робототехніці?
17. Назвіть основні інтерфейси підключення промислових камер.
18. Що означає поняття edge-обчислення у візуальних системах?
19. Як поляризаційні фільтри можуть покращити якість візуального аналізу?
20. У яких випадках доцільно використовувати інфрачервоні або тепловізійні камери?
21. Які параметри камери визначаються під час калібрування?
22. Як виконується калібрування стереосистеми?
23. Що таке зовнішні параметри камери?
24. У чому суть задачі PnP (Perspective-n-Point)?
25. Як працює метод RANSAC для відкидання викидів?
26. Поясніть поняття hand-eye калібрування в робототехніці.
27. Як відбувається реєстрація двох хмар точок методом ICP?
28. Яке практичне значення має геометрична трасованість у вимірюваннях?
29. У чому різниця між просторовими та частотними методами фільтрації?
30. Як реалізується морфологічна обробка зображень?
31. Що таке порогування і як вибрати оптимальний поріг?
32. Який принцип роботи детектора Canny?
33. Як обчислюється оптичний потік і що він показує?
34. У чому полягає відмінність між ознаками Harris, SIFT і ORB?
35. Як виконується відповідність ознак між двома зображеннями?
36. Поясніть принцип трекінгу об'єктів у відеопотоці.
37. Яка різниця між одноетапними та двоетапними детекторами об'єктів?
38. Для чого використовують згорткові шари в CNN?
39. Які переваги Vision Transformer порівняно з CNN?
40. Що таке сегментація зображення та які її основні типи?
41. Як застосовується few-shot та self-supervised навчання у зорових задачах?
42. Які існують методи оцінки невизначеності моделі?
43. Що таке квантизація моделі та для чого вона застосовується?
44. Як формат ONNX спрощує перенесення моделей між фреймворками?
45. У чому полягає відмінність між VSLAM та LiDAR-SLAM?
46. Як працює замикання циклу (loop-closure) у SLAM-системах?
47. Яке призначення факторних графів у 3D-оптимізації?
48. Як формується карта глибини (depth map) зі стереопари?
49. Що таке TSDF та як він використовується для моделювання середовища?
50. Поясніть основну ідею методу NeRF та його переваги над класичною реконструкцією.

11. Навчально-методичне забезпечення

Освітній процес з дисципліни «Системи комп'ютерного зору» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проектор.

Програмне забезпечення: веб-додаток MATLAB Online (basic), Python, Arduino IDE, DOBOT Studio, Dobot Labs, офісні програми, веб-браузер, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

Лабораторне обладнання: веб-камери та/або смартфони з відеокамерами, роботи DOBOT Magician Lite, роботи на базі контролерів Arduino.

13. Рекомендована література:

Основна

6. Fang L. Plenoptic Imaging and Processing. Springer, 2025. 389 с. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-97-6915-5>.

7. Шаповал Н. В. Розпізнавання образів. Комп'ютерний практикум. Навчальний посібник. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 50 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/47e5ffb3-1e5d-4a95-8a6c-18233bb375dc/content>.

Додаткова

1. Чепурна К. О., Хмільярчук О. І. Технології опрацювання графічної інформації. Практикум. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 120 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/ac44250d-ce76-4ce8-96fd-c86033669a70>.

2. Онищенко В. В., Нікітін В. А. Штучний інтелект в задачах обробки зображень. Лабораторний практикум. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 183 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/151829a6-8c6e-4835-917f-3cddbba674f43>.

3. Lv Z., Wang J.-Y., Kumar N., Lloret J. Augmented Reality, Virtual Reality & Semantic 3D Reconstruction. MDPI, 2022. 304 с. <https://www.mdpi.com/books/reprint/6481-augmented-reality-virtual-reality-semantic-3d-reconstruction>.

4. Федула М.В. Моркун Н.В. Технології кіберфізичних систем та цифрові двійники. Хм.: ХНУ, 2023. 71 с.

5. Zasornova I., Novorushchenko T., Fedula M., Hnatchuk A. An information technology for joint decision making in machine embroidery with means of augmented reality. CEUR-WS. 2024. Vol. 3736. Pp. 93-111. <https://ceur-ws.org/Vol-3736/paper8.pdf>.

6. Мартинюк В.В., Федула М.В., Косенков В.Д., Слива А.А. Високоєфективна автономна система електроживлення установки переробки полімерних відходів у дизпаливо. Монографія. Хмельницький: ХНУ, 2024. 60 с. <https://elar.khmnu.edu.ua/items/5a9f9461-489f-4589-9b0a-21ce54cf339d>.

7. Zasornova I. Optimization of cyber-physical system parameters based on intelligent IoT sensors data / I. Zasornova, M. Fedula, A. Rudyi // Computer Systems and Information Technologies. – 2024. – No 2. – P. 53-58. <https://csitjournal.khmnu.edu.ua/index.php/csit/article/view/290>.

8. Федула М.В. Метод автоматизованого керування рухом роботів на базі алгоритму самоорганізації з оцінкою рівня хаосу / М.В. Федула, М.С. Гусаченко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2024. – №4. – С. 301-313. <https://vottp.khmnu.edu.ua/index.php/vottp/article/view/421>.

14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=8279>

2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>

3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Тип дисципліни	Вибіркова
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська
Семестр	—
Кількість призначених кредитів ЄКТС	8,0
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна	Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: *знати* фізичні основи формування зображення, принципи роботи сучасних оптичних і електронних сенсорів, моделі камер, методи калібрування та геометричної реконструкції сцени, основні алгоритми обробки та аналізу зображень, архітектури глибоких нейронних мереж для класифікації, детекції та сегментації об'єктів, принципи роботи систем SLAM і 3D-візуалізації, а також засади побудови високопродуктивних зорових систем у реальному часі; *вміти* розробляти, програмувати й налагоджувати модулі комп'ютерного зору з використанням MATLAB, Python, OpenCV, Arduino IDE, DOBOT Studio/Dobot Labs; *виконувати* обробку, калібрування та аналіз зображень і відеопотоків; *створювати* та *навчати* моделі розпізнавання й трекінгу об'єктів; *реалізувати* системи оцінки глибини, реконструкції 3D-сцен і зорового керування роботами; *інтегрувати* компоненти комп'ютерного зору в сучасні автоматизовані та робототехнічні системи.

Зміст навчальної дисципліни. Фундаментальні основи комп'ютерного зору. Сенсори та апаратна платформа систем комп'ютерного зору. Геометрія об'єктів та калібрування. Класична обробка зображень. Глибинне навчання у задачах комп'ютерного зору. 3D-перцепція, SLAM і реконструкція. Інтеграція комп'ютерного зору в системах реального часу та кіберфізичних системах. Особливості налаштувань освітлення, оптика та якість зображення.

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *першого* (бакалаврського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 10 годин на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); лабораторні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, натурних експериментів, комп'ютерної симуляції, наукових та інженерних розрахунків та різних форм візуалізації даних); практичні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, розв'язування типових і прикладних задач, аналізу кейсів, ситуаційних завдань, елементів дискусії тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт, підготовка до виконання практичних робіт, поточного контролю), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

Форми оцінювання результатів навчання: оцінювання лабораторних та практичних робіт; тестування.

Вид семестрового контролю: залік.

Навчальні ресурси:

Н
М
М
М
М
М
У

6. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу:
<https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=8279>

8. Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>

Викладач: канд. техн. наук, доцент Микола ФЕДУЛА