

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету
інформаційних технологій

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

05 09 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології віртуальної та доповненої реальності

Назва дисципліни

Галузь знань – F Інформаційні технології

Спеціальність – F7 Комп'ютерна інженерія

Рівень вищої освіти – Другий (магістерський)

Освітньо-професійна програма – Комп'ютерна інженерія та програмування

Обсяг дисципліни – 5.0 кредитів ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОФП.05

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (фахової підготовки)

Факультет – Інформаційних технологій

Кафедра – Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
					Аудиторні заняття					Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
Д	1	1	5.0	150	50	16	34			100				+
Разом ДФН														1

Робоча програма складена на основі освітньо-наукової програми «Комп'ютерна інженерія та програмування» за спеціальністю F7 «Комп'ютерна інженерія»

Робоча програма складена

Підпис автора(ів)

д-р. техн. наук, професор Сергій ЛИСЕНКО

Науковий ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора(ів)

Схвалена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Протокол № 1 від 18 08 2025 р.

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Підпис

Ольга ПАВЛОВА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій

Протокол № 1 від 28 09 2025 р.

Голова вченої ради факультету

Підпис

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ініціали, прізвище
Завідувач кафедри, д-р. філософії, доц.	Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем		Ольга ПАВЛОВА
Гарант освітньо-професійної програми, д-р., техн. наук, проф.	Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем		Олег САВЕНКО

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Технології віртуальної та доповненої реальності» є однією із дисциплін фахової підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти, очної (денної) (далі – денної) форми здобуття вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерна інженерія та програмування» в межах спеціальності F7 «Комп'ютерна інженерія».

Пререквізити – Комп'ютерні системи штучного інтелекту (ОФП.01), Технології проектування програмних систем (ОФП.02), Технології проектування програмних систем (курсний проєкт) (ОФП.03), Теорія і проектування комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж (ОФП.04)

Постреквізити – Організація та управління бізнес-проєктами в галузі інформаційних технологій (ОЗП.03), Науково-дослідна практика (ОФП.09), Кваліфікаційна робота (ОФП.10).

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

компетентностей: Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі комп'ютерної інженерії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог (ІК); здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК04); здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем з використанням сучасних методів і мов програмування, а також засобів і систем автоматизації проектування (ФК02); здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема, з метою підвищення їх ефективності (ФК06); обирати ефективні методи розв'язування складних задач комп'ютерної інженерії, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення (ФК11); здатність використовувати методи аналізу, ідентифікації й синтезу комп'ютерних систем та мереж, кіберфізичних систем, засобів Інтернету речей та IT-інфраструктур (ФК12); здатність проектувати засоби комп'ютерної інженерії технологій віртуальної та доповненої реальності для різних предметних областей. (УК04).

програмних результатів навчання: застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерної інженерії, необхідні для професійної діяльності, оригінального мислення та проведення досліджень, критичного осмислення проблем інформаційних технологій та на межі галузей знань. (ПРН4); розробляти і реалізовувати проєкти у сфері комп'ютерної інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проєкти з урахуванням інженерних, соціальних, економічних, правових та інших аспектів (ПРН5); розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем (ПРН9); Проектувати засоби віртуальної та доповненої реальності для різних предметних областей із застосуванням програмних та програмно-апаратних засобів (ПРН 18).

Мета дисципліни. Формування у здобувачів вищої освіти компетентностей і практичних навичок щодо спеціалізованих знань і навичок щодо методів синтезу, розробки та дослідження технологій віртуальної і доповненої реальності, набуття здатності створювати програмно-апаратні рішення у сфері VR/AR, інтегровані з комп'ютерними, кіберфізичними та інформаційними системами, а також забезпечення їх безпечного та ефективного функціонування.

Предмет дисципліни. Технології віртуальної та доповненої реальності як об'єкт наукового дослідження і практичної реалізації, їх теоретичні основи, методи синтезу моделей і алгоритмів, архітектурні та інженерні підходи до створення VR/AR систем, методологія інтеграції з іншими обчислювальними та кіберфізичними системами, а також перспективні напрями їх наукового розвитку.

Завдання дисципліни. Ознайомлення з науковими парадигмами та методологіями досліджень VR/AR. Формування знань про моделі та методи синтезу VR/AR систем. Засвоєння алгоритмічних і обчислювальних основ функціонування VR/AR. Вивчення методів реалістичної візуалізації та мультимодального синтезу. Опанування наукових методів забезпечення безпеки та надійності VR/AR систем. Дослідження підходів до інтеграції VR/AR із кіберфізичними та обчислювальними системами. Формування навичок проведення наукових експериментів і валідації результатів у VR/AR середовищах. Аналіз перспективних напрямів розвитку VR/AR і формування дослідницьких проблем для майбутніх наукових робіт.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: застосовувати сучасні концептуальні знання у сфері VR/AR і комп'ютерної інженерії для проведення наукових досліджень та критичного аналізу проблем; розробляти та реалізовувати міждисциплінарні проєкти з використанням VR/AR технологій, враховуючи технічні, соціальні, правові та етичні аспекти; створювати алгоритмічне та програмне забезпечення для вбудованих і розподілених VR/AR застосувань, інтегрованих із мобільними та гібридними системами; проектувати та впроваджувати засоби VR/AR для різних предметних областей із використанням сучасних програмних і апаратних засобів; застосовувати методи аналізу, ідентифікації та синтезу VR/AR систем для підвищення їх ефективності та надійності; використовувати методи забезпечення безпеки та захисту даних у VR/AR середовищах; проводити наукові експерименти у VR/AR середовищах, забезпечуючи відтворюваність і достовірність результатів; обирати та критично оцінювати ефективні методи вирішення дослідницьких і прикладних завдань у сфері VR/AR, аргументувати прийняті рішення.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:		
	лекції	лабораторні заняття	СРС
Тема 1. Наукові парадигми розвитку VR/AR: теоретичні та методологічні основи	2	4	12
Тема 2. Наукові парадигми розвитку VR/AR: теоретичні та методологічні основи	2	4	12
Тема 3. Моделі та методи синтезу VR/AR систем	2	4	12
Тема 4. Алгоритмічні та обчислювальні основи VR/AR: напрями досліджень	2	4	12
Тема 5. Методи забезпечення безпеки та надійності VR/AR систем	2	4	12
Тема 6. Методологія інтеграції VR/AR із кіберфізичними та обчислювальними системами	2	4	12
Тема 7. Наукові експерименти та валідація результатів у VR/AR	2	4	12
Тема 8. Перспективні напрями досліджень і відкриті наукові проблеми VR/AR	2	6	16
Разом за семестр:	16	34	100

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
	<i>Тема 1. Наукові парадигми розвитку VR/AR: теоретичні та методологічні основи</i>	2
1	Наукові парадигми розвитку VR/AR: теоретичні та методологічні основи Поняття віртуальної та доповненої реальності як об'єктів наукового дослідження. Історія становлення VR/AR як міждисциплінарної галузі. Теоретичні підходи до класифікації VR/AR систем (іммерсивні, неіммерсивні, змішана реальність). Наукові парадигми – симуляція, цифрові двійники, когнітивне моделювання. Методологічні підходи до досліджень: системний аналіз, моделювання, формалізація. Наукові завдання VR/AR у комп'ютерній інженерії [1-5].	2
	<i>Тема 2. Моделі та методи синтезу VR/AR систем</i>	2
2	Моделі та методи синтезу VR/AR систем Формальні моделі опису VR/AR середовищ: графові, мережеві, стохастичні. Методи синтезу архітектур VR/AR; синтез інтерфейсів користувача на основі когнітивних моделей. Адаптивні VR/AR архітектури та методи їх оптимізації. Наукові проблеми масштабованості, сумісності та модульності [1, 6-7]	2
	<i>Тема 3. Алгоритмічні та обчислювальні основи VR/AR: напрями досліджень.</i>	2
3	Алгоритмічні та обчислювальні основи VR/AR: напрями досліджень Синтез алгоритмів просторового трекінгу (оптичного, інерціального, гібридного). SLAM та його модифікації для VR/AR. Методи обробки потокових даних сенсорів. Штучний інтелект у VR/AR (адаптивні моделі та навчання в реальному часі). Проблеми обчислювальної ефективності та баланс між якістю і продуктивністю; перспективні напрями досліджень у високопродуктивних VR/AR-системах [1, 3, 5, 8, 11].	2
	<i>Тема 4. Методи реалістичної візуалізації та мультимодального синтезу</i>	2
4	Методи реалістичної візуалізації та мультимодального синтезу Фізично коректний рендеринг як предмет наукового дослідження. Методи глобального освітлення, трасування променів у реальному часі. Синтез мультимодальних середовищ – візуальних, аудіальних, тактильних, температурних. Когнітивно-орієнтовані моделі взаємодії. Дослідження біонічних підходів до відтворення відчуттів у VR/AR. Методи інтеграції мультимодальних сигналів для підвищення реалістичності [8-12].	2
	<i>Тема 5. Методи забезпечення безпеки та надійності VR/AR систем</i>	2
5	Методи забезпечення безпеки та надійності VR/AR систем Класифікація кіберзагроз у VR/AR. Вразливості сенсорних і відстежувальних систем. Синтез методів захисту на рівні протоколів, даних і користувацьких інтерфейсів. Моделі верифікації безпеки VR/AR систем. Методи захисту персональних і біометричних даних. Надійність VR/AR у критичних застосуваннях [13-17].	2
	<i>Тема 6. Методологія інтеграції VR/AR із кіберфізичними та обчислювальними системами</i>	2
6	Методологія інтеграції VR/AR із кіберфізичними та обчислювальними системами Цифрові двійники як інтеграційна платформа VR/AR. Методи синтезу моделей взаємодії VR/AR з IoT, робототехнікою та хмарними середовищами; високопродуктивні обчислення (HPC) для VR/AR. Інтеграція зі штучним інтелектом і системами машинного навчання. Архітектури розподілених VR/AR систем. Проблеми сумісності та стандартизації. Наукові експерименти з мультіагентними VR/AR середовищами [2,6, 9-13].	2
	<i>Тема 7. Наукові експерименти та валідація результатів у VR/AR</i>	2
7	Наукові експерименти та валідація результатів у VR/AR Методи планування експериментів у віртуальних середовищах. Моделювання сценаріїв дослідження. Метрики ефективності VR/AR систем (іммерсія, продуктивність, когнітивне навантаження, якість взаємодії). Методи валідації результатів на основі емпіричних і симуляційних досліджень. Проблеми відтворюваності та статистичної достовірності. Роль симуляторів у перевірці інженерних гіпотез [1, 8, 14-21, 24]	2
	<i>Тема 8. Перспективні напрями досліджень і відкриті наукові проблеми VR/AR</i>	2
8	Перспективні напрями досліджень і відкриті наукові проблеми VR/AR Методи синтезу VR/AR у контексті метавсесвіту та колективних віртуальних середовищ. Інтеграція з нейротехнологіями та когнітивними науками; етичні аспекти досліджень VR/AR. Відкриті наукові проблеми – енергоспоживання, масштабованість, емоційно-когнітивна взаємодія, біосенсорні інтерфейси. VR/AR у наукових експериментах, освіті, охороні здоров'я, інженерії; напрями майбутніх дисертаційних досліджень у галузі VR/AR [1, 6,7,13, 21-25].	2
Разом за семестр		16

5.3 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Аналіз можливостей VR/AR-платформи Meta Quest 3 для наукових досліджень (огляд архітектури пристрою, сенсорів, трекінгу; вивчення SDK та можливостей Unity/Unreal; постановка наукової проблеми, яка буде вирішуватись у підсумковому проєкті) [6,7,13, 22, 26]	4
2	Формалізація дослідницької задачі та побудова концептуальної VR/AR-моделі (розробка наукової гіпотези, яку буде перевіряти VR-дослідження; створення схеми майбутнього VR/AR середовища; визначення змінних та параметрів для дослідження) [1, 7,13, 22, 26]	4
3	Реалізація базового VR-середовища та дослідження трекінгу рухів (побудова тестового середовища у Unity/Unreal; дослідження точності трекінгу голови й рук; аналіз впливу зовнішніх умов на похибки; визначення обмежень системи) [3, 22, 26]	4
4	Інтеграція мультимодальної взаємодії (аудіо-візуальна синхронізація) (додавання віртуальних об'єктів із аудіо-ефектами; дослідження впливу синхронізації сигналів на іммерсію; збір даних про користувацьке сприйняття) [7,22, 26]	4
5	Розробка AR-компоненту (Passthrough + MR) для накладання об'єктів на реальність (експерименти з позиціонуванням віртуальних об'єктів у фізичному просторі; тестування стабільності AR-відображення; оцінка придатності MR для наукової візуалізації даних) [22, 26]	4
6	Моделювання факторів ризику та загроз у VR/AR середовищах (створення сценаріїв підміни об'єктів або спотворення даних трекінгу; оцінка впливу таких аномалій на користувача; розробка пропозицій для захисту дослідницьких VR-систем) [4, 6,17,13, 26]	4
7	VR-візуалізація наукових даних та колективна взаємодія Імпорт реальних наукових/інженерних даних (3D-моделей, графів, статистики) у VR. Реалізація багатокористувацького режиму. Оцінка ефективності спільної роботи в VR у порівнянні з традиційними методами [5,13, 22, 26]	4
8	Захист інтегрованого науково-дослідного VR/AR-проєкту Об'єднання результатів попередніх лабораторних у єдиний прототип. Проведення експериментів. Аналіз зібраних даних. Підготовка наукового звіту та VR-демонстрації. Публічний захист із презентацією отриманих результатів [22, 26]	4
9	Узагальнююче заняття	2
Разом:		34

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 лабораторних занять, контрольних робіт, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, 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
1-2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР1. Підготовка до захисту ЛР1.	12
3-4	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР2. Підготовка до захисту ЛР2.	12
5-6	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР3. Підготовка до захисту ЛР3.	12
7-8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР4. Підготовка до захисту ЛР4.	12
9-10	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР5. Підготовка до захисту ЛР5.	12
11-12	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР6. Підготовка до захисту ЛР6.	12
13-14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР7. Підготовка до захисту ЛР7.	12
15-16	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР8. Підготовка до захисту ЛР8.	12
17	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до тестування.	4
Разом семестр:		100

Примітки: ЛР– лабораторна робота.

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, методів проєктної діяльності); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання практичних робіт, поточного та підсумкового контролю), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних лабораторних 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 роботи на практичних заняттях (опитування теоретичного матеріалу, розв'язування задач, участь у обговоренні ситуацій);
- тестовий контроль засвоєння теоретичного та практичного матеріалу з теми;
- оцінювання контрольних робіт (практичних завдань за темами).
- оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу з розділу;
- оцінювання контрольних робіт.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контролю, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, **не допускається** до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, 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 лабораторних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми), активно працювати на занятті, коректно виконувати практичні завдання з об'єктно-орієнтованого програмування, брати участь у дискусіях щодо прийнятих рішень при виконанні здобувачами задач; необхідність підготовки до лабораторних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять)), якісно підготувати звіт, захистити результати виконаної роботи.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним,

якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене 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, тестування та контрольної роботи.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу або індивідуальну 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 (<https://www.edx.org/learn/virtual-reality/the-university-of-california-san-diego-creating-virtual-reality-vr-apps>), 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 похибки .
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 несуттєві помилки .
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 суттєві помилки 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	
3 семестр											
Лабораторні роботи №:								Тестовий контроль ТК	Контрольна робота КР	Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	7	8	1	1		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)											
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	6-10	6-10	24-40	60-100*
24-40								12-20		24-40	

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 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 виконаного завдання, відповіді та знання з технологій віртуальної та доповненої реальності; дотримання вимог при оформленні звіту з лабораторної роботи.

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, методичку 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 25 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 6 до 10 балів.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	1-13	14-16	17-18	19-20	21-22	23-25
Відсоток правильних відповідей	0-59	60-65	66-72	73-82	83-89	90-100
Кількість балів	-	6	7	8	9	10

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.

Оцінювання контрольної роботи

Контрольна робота передбачає виконання 5 практичних завдань (практичне завдання передбачає виконання завдання з даної теми). При оцінюванні контрольної роботи враховуються: повнота відповіді та якість виконання. Кожне завдання оцінюється 2 балами, загальна сума балів на позитивну оцінку становить від 6 до 10.

Розподіл балів при оцінюванні завдань контрольної роботи

Кількість правильних відповідей	1	2	3	4	5
Відсоток правильних відповідей	0-59		60	80	100
Кількість отриманих балів	0		6	8	10

При отриманні негативної оцінки контрольну роботу слід перездати до терміну **наступного** контролю.

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит)

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується поєднання питань як теоретичного (в т.ч. у тестовій формі), так і практичного характеру.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань
--------------	-----------------------------------

	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретичне питання № 1	3	4	5
Теоретичне питання № 2	3	4	5
Практичне завдання	18	24	30
Разом:	24		40

Примітка. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 бали) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту.

Для кожного окремого виду завдань підсумкового семестрового контролю застосовуються критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти, наведені вище (Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти).

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 іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

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		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
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. Дайте визначення поняттям «віртуальна реальність» і «доповнена реальність» у науковому контексті.
2. які основні етапи становлення VR/AR як міждисциплінарної галузі?
3. Назвіть класифікаційні ознаки VR/AR систем (іммерсивні, неіммерсивні, змішана реальність).
4. У чому полягає відмінність парадигм симуляції, цифрових двійників та когнітивного моделювання?
5. Як системний аналіз застосовується у дослідженнях VR/AR?
6. Які методологічні виклики виникають у наукових дослідженнях VR/AR у комп'ютерній інженерії?
7. Які формальні моделі використовуються для опису VR/AR середовищ?
8. Опишіть застосування графових моделей у проектуванні VR/AR.
9. Як когнітивні моделі впливають на синтез інтерфейсів користувача у VR/AR?
10. Що таке адаптивна VR/AR архітектура та які методи її оптимізації?
11. У чому полягають проблеми масштабованості VR/AR систем?
12. Які методологічні підходи можна застосувати для забезпечення сумісності VR/AR архітектур?
13. Поясніть принцип роботи алгоритмів просторового трекінгу.
14. Які модифікації SLAM використовуються у VR/AR системах?
15. Як обробляються потокові дані сенсорів у VR/AR середовищах?
16. Які можливості застосування штучного інтелекту у VR/AR ви знаєте?
17. Як забезпечується баланс між продуктивністю та якістю відображення у VR/AR?
18. Визначте перспективні напрями досліджень у високопродуктивних VR/AR системах.
19. Що таке фізично коректний рендеринг і як він досліджується у VR/AR?
20. Які методи глобального освітлення застосовуються для реалістичної візуалізації?
21. У чому переваги трасування променів у реальному часі для VR/AR?

22. Які складнощі виникають під час синтезу мультимодальних середовищ?
23. Як когнітивні моделі взаємодії враховуються при створенні VR/AR систем?
24. Які наукові перспективи біонічних підходів у VR/AR?
25. Які основні кіберзагрози притаманні VR/AR середовищам?
26. Чому сенсорні системи VR/AR є вразливими?
27. Які методи синтезу захисту VR/AR систем на рівні протоколів і даних ви знаєте?
28. Опишіть наукові моделі верифікації безпеки VR/AR систем.
29. Як захищаються персональні та біометричні дані у VR/AR середовищах?
30. Які особливості забезпечення надійності VR/AR у критичних сферах (медицина, транспорт, військова справа)?
31. Яку роль відіграють цифрові двійники у VR/AR?
32. Як VR/AR інтегрується з IoT і робототехнікою?
33. Які обчислювальні ресурси вимагають VR/AR системи при НРС-інтеграції?
34. Як AI та ML можуть бути інтегровані у VR/AR архітектури?
35. Які проблеми сумісності виникають при інтеграції VR/AR з іншими кіберфізичними системами?
36. Як реалізуються мультиагентні VR/AR середовища для наукових експериментів?
37. Як плануються експерименти у VR середовищах?
38. Які сценарії моделювання застосовуються у VR/AR дослідженнях?
39. Назвіть ключові метрики ефективності VR/AR систем.
40. Як проводиться валідація результатів у VR/AR на основі емпіричних даних?
41. Які проблеми відтворюваності досліджень у VR/AR існують?
42. Як симулятори допомагають перевіряти інженерні гіпотези у VR/AR?
43. Які підходи до синтезу VR/AR у метавсесвіті ви знаєте?
44. Як VR/AR інтегрується з нейротехнологіями?
45. Які етичні виклики постають у наукових дослідженнях VR/AR?
46. У чому полягають проблеми енергоспоживання у VR/AR пристроях?
47. Як вирішуються питання масштабованості VR/AR систем?
48. Яке значення має емоційно-когнітивна взаємодія у VR/AR дослідженнях?
49. Які перспективи використання біосенсорних інтерфейсів у VR/AR?
50. Назвіть можливі напрями майбутніх дисертаційних досліджень у галузі VR/AR.

11. Навчально-методичне забезпечення

Освітній процес з дисципліни «Об'єктно-орієнтоване програмування» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлені і видані такі роботи:

1. Технології віртуальної та доповненої реальності : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт /С. М. Лисенко. – Хмельницький : ХНУ, 2025. – 150 с.

12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проектор. Програмне забезпечення: програми Microsoft Office або аналогічні, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями. Вивчення навчальної дисципліни не потребує використання спеціального програмного прикладного забезпечення, крім загальноновживаних програм і операційних систем.

13. Рекомендована література:

1. Kachur, A., Lysenko, S., Bodnaruk, O., & Gaj, P. (2024, March). Methods of improving security and resilience of VR systems' architecture. In *IntelITSIS* (pp. 285-304).
2. Lysenko S. Kachur A., "Challenges Towards VR Technology: VR Architecture Optimization," 2023 13th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Athens, Greece, 2023, pp. 1-9, doi: 10.1109/DESSERT61349.2023.10416538.
3. Лисенко, С., & Качур, А. (2024). Технологія віртуальної реальності: оптимізація архітектури систем віртуальної реальності. *Measuring and computing devices in technological processes*, (1), 288–297. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-77-39>.
4. Li, P., Chen, F., Pan, L., Hoang, T., Zhu, Y., & Yang, L. (2025). LightLiveAuth: A Lightweight Continuous Authentication Model for Virtual Reality. *IoT*, 6(3), 50. <https://doi.org/10.3390/iot6030050>
5. Polechoński, J., & Horbacz, A. (2025). Assessment of the Validity and Reliability of Reaction Speed Measurements Using the Rezzil Player Application in Virtual Reality. *Multimodal Technologies and Interaction*, 9(9), 91. <https://doi.org/10.3390/mti9090091>
6. Panya, D. S., Kim, T., Hong, S. M., & Choo, S. (2025). Development of a BIM-Based Metaverse Virtual World for Collaborative Architectural Design. *Architecture*, 5(3), 71. <https://doi.org/10.3390/architecture5030071>
7. Saha, N., Gadow, V., & Harik, R. (2025). Emerging Technologies in Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) for Manufacturing Applications: A Comprehensive Review. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 9(9), 297. <https://doi.org/10.3390/jmmp9090297>

8. Christian, N. A., Turuwhenua, J., & Norouzifard, M. (2025). AI and Generative Models in 360-Degree Video Creation: Building the Future of Virtual Realities. *Applied Sciences*, 15(17), 9292. <https://doi.org/10.3390/app15179292>
9. Materazzini, M., Morciano, G., Alcalde-Llargo, J. M., Yeguas-Bolivar, E., Calabrò, G., Zingoni, A., & Taborri, J. (2025). Combine Virtual Reality and Machine-Learning to Identify the Presence of Dyslexia: A Cross-Linguistic Approach. *Information*, 16(9), 719. <https://doi.org/10.3390/info16090719>
10. Budnarski, D., Jereczek, D., Detka, K., & Wiecezorek, I. (2025). Application of Artificial Intelligence and Virtual Reality in Soft Skills Training with Modeled Personality. *Applied Sciences*, 15(16), 9067. <https://doi.org/10.3390/app15169067>
11. More, S. S., Antron, B., Paeres, D., & Araya, G. (2025). Remote Visualization and Optimization of Fluid Dynamics Using Mixed Reality. *Applied Sciences*, 15(16), 9017. <https://doi.org/10.3390/app15169017>
12. Piccardi, L., Massidda, M., Travaglini, L., Pescarin, S., Giancola, M., Palmiero, M., Deflorian, M., Apollaro, S., Lista, R., & Nori, R. (2025). Comparing Immersive and Non-Immersive VR: Effects on Spatial Learning and Aesthetic Experience in Museum Settings. *Brain Sciences*, 15(8), 852. <https://doi.org/10.3390/brainsci15080852>
13. Masoudi, K., Wong, M., Tchao, D., Orchanian-Cheff, A., Reber, M., & Appel, L. (2025). Seeing Opportunity in Virtual Reality: A Rapid Review of the Use of VR as a Tool in Vision Care. *Technologies*, 13(8), 342. <https://doi.org/10.3390/technologies13080342>
14. Orlewski, J., Hochreiter, B., Wieser, K., & Kriechling, P. (2025). Application of Augmented Reality in Reverse Total Shoulder Arthroplasty: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 14(15), 5533. <https://doi.org/10.3390/jcm14155533>
15. Hong, S., Moon, J., Eom, T., Awoyemi, I. D., & Hwang, J. (2025). Generative AI-Enhanced Virtual Reality Simulation for Pre-Service Teacher Education: A Mixed-Methods Analysis of Usability and Instructional Utility for Course Integration. *Education Sciences*, 15(8), 997. <https://doi.org/10.3390/educsci15080997>
16. Fernandes, S., Oliveira, B., Sacadura, S., Rakasi, C., Furtado, I., Figueiredo, J. P., Gonçalves, R. S., & Martins, A. C. (2025). The Effectiveness of Virtual Reality in Improving Balance and Gait in People with Parkinson's Disease: A Systematic Review. *Sensors*, 25(15), 4795. <https://doi.org/10.3390/s25154795>
17. Mohamed, A., Faisal, R., Al-Gindy, A., & Shaalan, K. (2025). Artificial Intelligence and Immersive Technologies: Virtual Assistants in AR/VR for Special Needs Learners. *Computers*, 14(8), 306. <https://doi.org/10.3390/computers14080306>
18. Srdanović, P., Skala, T., & Maričević, M. (2025). Neurocognitive Foundations of Memory Retention in AR and VR Cultural Heritage Experiences. *Electronics*, 14(15), 2920. <https://doi.org/10.3390/electronics14152920>
19. Hamad, J., Bianchi, M., & Ferrari, V. (2025). Integrated Haptic Feedback with Augmented Reality to Improve Pinching and Fine Moving of Objects. *Applied Sciences*, 15(13), 7619. <https://doi.org/10.3390/app15137619>
20. Rojas Catalán, V., Valín, J. L., Muñoz-La Rivera, F., Ortega, J., Norambuena, N., Ramirez, E., & Galleguillos Ketterer, C. I. (2025). Virtual Reality and Digital Twins for Catastrophic Failure Prevention in Industry 4.0. *Applied Sciences*, 15(13), 7230. <https://doi.org/10.3390/app15137230>
21. Fridkin, S., Kordova, S., & Hirschprung, R. S. (2025). Engineering the Future: Evaluation of Virtual Reality Across Project Lifecycle Stages. *Applied Sciences*, 15(13), 7077. <https://doi.org/10.3390/app15137077>
22. Zhou, S., Zheng, W., Xu, Y., & Liu, Y. (2024). Enhancing user experience in VR environments through AI-driven adaptive UI design. *Journal of Artificial Intelligence General Science (JAIGS)* ISSN: 3006-4023, 6(1), 59-82.
23. LIU, Yingjie; ZHAN, Qinglong; ZHAO, Wenping. A systematic review of VR/AR applications in vocational education: models, affects, and performances. *Interactive Learning Environments*, 2024, 32.10: 6375-6392.
24. Cortes, D., Bermejo, B., & Juiz, C. (2024). The use of CNNs in VR/AR/MR/XR: a systematic literature review. *Virtual Reality*, 28(3), 154.
25. Sivakami, S., Deepa, A., Sharma, H., Shilpa, K., Adnan, M. M., & Thrisha, R. (2024, November). VR/AR System Interchangeability: A Data-Driven Method for Better Integration and Reliability. In *2024 International Conference on IoT, Communication and Automation Technology (ICICAT)* (pp. 1366-1370). IEEE.
26. Building with Unity . <https://developers.meta.com/horizon/develop/unity>

14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmn.edu.ua/course/view.php?id=9973>
2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmn.edu.ua/>
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmn.edu.ua/home>

ТЕХНОЛОГІЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Тип дисципліни
Рівень вищої освіти
Мова викладання
Семестр
Кількість призначених кредитів ЄКТС
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна

Обов'язкова
Другий (магістерський)
Українська
Перший
5,0
Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: застосовувати сучасні концептуальні знання у сфері VR/AR і комп'ютерної інженерії для проведення наукових досліджень та критичного аналізу проблем; розробляти та реалізовувати міждисциплінарні проекти з використанням VR/AR технологій, враховуючи технічні, соціальні, правові та етичні аспекти; створювати алгоритмічне та програмне забезпечення для вбудованих і розподілених VR/AR застосувань, інтегрованих із мобільними та гібридними системами; проектувати та впроваджувати засоби VR/AR для різних предметних областей із використанням сучасних програмних і апаратних засобів; застосовувати методи аналізу, ідентифікації та синтезу VR/AR систем для підвищення їх ефективності та надійності; використовувати методи забезпечення безпеки та захисту даних у VR/AR середовищах; проводити наукові експерименти у VR/AR середовищах, забезпечуючи відтворюваність і достовірність результатів; обирати та критично оцінювати ефективні методи вирішення дослідницьких і прикладних завдань у сфері VR/AR, аргументувати прийняті рішення.

Зміст навчальної дисципліни. Наукові парадигми розвитку VR/AR: теоретичні та методологічні основи. Наукові парадигми розвитку VR/AR: теоретичні та методологічні основи. Моделі та методи синтезу VR/AR систем. Алгоритмічні та обчислювальні основи VR/AR: напрями досліджень. Методи забезпечення безпеки та надійності VR/AR систем. Методологія інтеграції VR/AR із кіберфізичними та обчислювальними системами. Наукові експерименти та валідація результатів у VR/AR. Перспективні напрями досліджень і відкриті наукові проблеми VR/AR.

Пререквізити – Комп'ютерні системи штучного інтелекту (ОФП.01), Технології проектування програмних систем (ОФП.02), Технології проектування програмних систем (курсний проєкт) (ОФП.03), Теорія і проектування комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж (ОФП.04)

Постреквізити – Організація та управління бізнес-проєктами в галузі інформаційних технологій (ОЗП.03), Науково-дослідна практика (ОФП.09), Кваліфікаційна робота (ОФП.10).

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *другого* (магістерського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 8 годин на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання практичних робіт, поточного та підсумкового контролю, виконання індивідуальних та домашніх завдань), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

Форми оцінювання результатів навчання: оцінювання лабораторних, контрольних робіт; тестування.

Вид семестрового контролю: іспит – 2 семестр

Навчальні ресурси:

1. Kachur, A., Lysenko, S., Bodnaruk, O., & Gaj, P. (2024, March). Methods of improving security and resilience of VR systems' architecture. In IntelITSIS (pp. 285-304).
2. Лисенко, С., & Качур, А. (2024). Технологія віртуальної реальності: оптимізація архітектури систем віртуальної реальності. Measuring and computing devices in technological processes, (1), 288–297. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-77-39>.
3. Christian, N. A., Turuwhenua, J., & Norouzifard, M. (2025). AI and Generative Models in 360-Degree Video Creation: Building the Future of Virtual Realities. Applied Sciences, 15(17), 9292. <https://doi.org/10.3390/app15179292>
4. Materazzini, M., Morciano, G., Alcalde-Llargo, J. M., Yeguas-Bolívar, E., Calabrò, G., Zingoni, A., & Taborri, J. (2025). Combine Virtual Reality and Machine-Learning to Identify the Presence of Dyslexia: A Cross-Linguistic Approach. Information, 16(9), 719. <https://doi.org/10.3390/info16090719>
5. Sivakami, S., Deepa, A., Sharma, H., Shilpa, K., Adnan, M. M., & Thrisha, R. (2024, November). VR/AR System Interchangeability: A Data-Driven Method for Better Integration and Reliability. In 2024 International Conference on IoT, Communication and Automation Technology (ICICAT) (pp. 1366-1370). IEEE.
6. Building with Unity . <https://developers.meta.com/horizon/develop/unity>
7. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=9973>
8. Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>

Викладач: д-р. техн. наук, професор Лисенко С.М.