

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра інформаційних технологій проєктування (№ 105)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Віктор ОВСЯННИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 28 » 08 2026 р.

СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології віртуальної реальності у САПР
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: F «Інформаційні технології»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: F3 «Комп'ютерні науки»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інформаційні технології проєктування»
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Вводиться в дію з «01» вересня 2026 р.

Харків – 2026 р.

Розробник: Крицький Д. М. к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище)



(підпис)

Биков А.М. старший викладач
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни «Технології віртуальної реальності у САПР» розглянуто на засіданні кафедри (№105) інформаційних технологій проєктування

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28 » 08 2026 р.

В.о. завідувача кафедри 105



Аліна АРТЬОМОВА
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач другого рівня вищої освіти спеціальності F3 «Комп'ютерні науки»



Микита МІЛЬШИН
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Крицький Дмитро Миколайович

Посада: доцент кафедри «Інформаційних технологій проектування»

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання: Доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

- *Комп'ютерний зір;*
- *Машинне навчання на Python;*
- *Технології захисту інформації.*

Напрями наукових досліджень:

- *Комп'ютерний зір;*
- *Обробка великих масивів даних;*
- *Віртуальні технології;*
- *Ройовий управління роботами.*

Контактна інформація:

d.kruckyi@khai.edu



ПІБ: Биков Андрій Миколайович

Посада: старший викладач

Науковий ступінь: —

Вчене звання: —

Перелік дисциплін, які викладає:

- *Комп'ютерні технології у виробництві*
- *Технології віртуальної реальності у САПР*
- *Створення 3D графіки для комп'ютерних ігор*
- *Базовий курс для розробників VR*

Напрями наукових досліджень:

- *Технології розширеної реальності (віртуальна реальність, доповнена реальність, змішана реальність)*
- *Системи навчання та моделювання,*
- *Взаємодія людини з комп'ютером,*
- *Інженерія,*
- *Безпілотні літальні апарати.*

Контактна інформація:

a.bykov@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>Денна</i>
Семестр	2
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, лабораторні роботи – 32; СРЗ – 86);
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота
Види контролю	Модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Технологія машинного навчання у САПР

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: сформувати у здобувачів освіти знання та практичні навички з технологій доповненої реальності з акцентом на проєктуванні та розробці XR-додатків, що забезпечують інтерактивну взаємодію з цифровими об'єктами у реальному середовищі.

Завдання: Ознайомити здобувачів освіти з принципами роботи та сучасними тенденціями розвитку технологій доповненої реальності. Надати знання про програмні засоби, інструменти та платформи, що використовуються для створення XR-додатків. Сформувати практичні навички проєктування та розробки інтерактивних XR-сцен і додатків.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Спеціальні компетентності (СК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

СК01. Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.

Програмні результати навчання (РН):

РН1. Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.

РН2. Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.

РН4. Управляти робочими процесами у сфері інформаційних технологій, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Основи розширеної реальності

Тема 1: Доповнена реальність: ключові технології та галузі застосування

Анотація: У темі розглядається хронологія розвитку доповненої реальності, сучасний стан та прогнози ринку AR, приклади її застосування у виробництві, медицині й освіті, інтеграція з супутніми технологіями наступного покоління та основні технічні й соціально-етичні бар'єри впровадження.

Тема лекцій: Доповнена реальність: ключові технології та галузі застосування

Тема лабораторного заняття: —

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: класифікація AR-пристроїв; порівняння *handheld AR*, *smart glasses* та *head-mounted display*; особливості оптичних і відеопрозорих систем доповненої реальності; вимоги до ергономіки та безпеки AR-пристроїв.

Тема 2: Основні принципи роботи AR sdk

Анотація: У темі розглядається поняття та функції AR SDK, порівнюються платформи ARCore і ARKit, аналізуються можливості Unity AR Foundation та базові алгоритми відстеження середовища й об'єктів для розробки AR-застосунків.

Тема лекцій: Основні принципи роботи AR sdk

Тема лабораторного заняття: Створення мобільного AR проєкту в Unity та анімація 3D об'єкта

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: життєвий цикл AR-сесії; система координат і просторові якорі в AR; керування дозволами мобільного пристрою; особливості розгортання AR-застосунків на Android та iOS; тестування сумісності пристроїв з AR SDK.

Тема 3: Алгоритми трекінгу та їх реалізація

Анотація: У темі розглядається сутність та види трекінгу в AR, порівнюються алгоритми комп'ютерного зору (ORB, SIFT, SURF, FAST), принципи роботи SLAM та маркерного позиціонування[4], методи розпізнавання об'єктів на основі глибокого навчання та способи стабілізації просторових даних за допомогою фільтрів.

Тема лекцій: Сприйняття технології користувачами.

Тема лабораторного заняття: —

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: використання даних IMU для просторового трекінгу; проблеми *drift* та

relocalization; оцінювання точності й стабільності трекінгу; вплив освітлення, текстурованості поверхонь і швидкості руху камери на якість відстеження.

Тема 4: Виявлення площин та їх використання в AR

Анотація: У темі розглядаються принципи та класифікація площин в AR, порівнюються сенсори LiDAR і RGB-камери, аналізуються алгоритми детекції (RANSAC, Hough Transform, векторні нормалі), а також методи фільтрації шумів і причини виникнення помилок розпізнавання поверхонь.

Тема лекцій: Виявлення площин та їх використання в AR

Тема лабораторного заняття: Розпізнавання зображення в AR та керування 3D моделлю

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: побудова просторових mesh-моделей середовища; визначення глибини сцени; occlusion у доповненій реальності; hit testing і raycasting для розміщення віртуальних об'єктів; визначення меж виявлених поверхонь.

Тема 5: Розпізнавання та трекінг об'єктів

Анотація: У темі розглядається різниця між розпізнаванням та трекінгом об'єктів в AR, порівнюються алгоритми детекції (YOLO, SSD, R-CNN), висвітлюються способи інтеграції TensorFlow й OpenCV у Unity (Barracuda, Flask, Emgu CV), а також основи формування баз даних об'єктів.

Тема лекцій: Розпізнавання та трекінг об'єктів

Тема лабораторного заняття: —

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: підготовка й анотування наборів даних; оцінювання якості моделей за показниками precision, recall, IoU та mAP; multi-object tracking; повторна ідентифікація об'єктів; оптимізація нейромережесевих моделей для виконання на мобільних пристроях.

Тема 6: Штучний інтелект і алгоритми сегментації

Анотація: У темі розглядаються принципи поєднання штучного інтелекту та доповненої реальності, види й приклади сегментації зображень (семантична, інстанс, паноптична), алгоритми обробки графічних даних (GrabCut, CRF, K-means), а також проблеми оптимізації сегментації для мобільних AR-пристроїв.

Тема лекцій: Штучний інтелект і алгоритми сегментації

Тема лабораторного заняття: Виявлення площин і розміщення 3D об'єкта дотиком в AR

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: архітектури нейронних мереж для сегментації зображень; сегментація в режимі реального часу; edge AI та виконання моделей без хмарних сервісів; квантування та спрощення нейронних мереж; оцінювання якості сегментації.

Тема 7: Автоматизація, аналіз і взаємодія у віртуальному світі

Анотація: У темі розглядаються принципи поєднання штучного інтелекту та AR, алгоритми відстеження облич і емоцій, технології AI-генерації та текстуровання 3D-моделей (NeRF, Gaussian Splatting), використання контекстних AR-помічників та методи нейромережевої симуляції фізичних законів у реальному часі.

Тема лекції: Просторові обчислення.

Тема лабораторного заняття: —

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: поведінкові моделі віртуальних агентів; генеративний штучний інтелект для створення XR-контенту; автоматична генерація анімацій та 3D-сцен; використання мовних моделей у просторових інтерфейсах; мультимодальна взаємодія користувача з інтелектуальними XR-системами.

Модульний контроль 1

МОДУЛЬ 2

Змістовний модуль 2. Впровадження та тестування програмного забезпечення XR

Тема 8: Інтерактивність в AR-застосунках

Анотація: У темі розглядаються модальності взаємодії в AR (жести, дотики, голос, eye-tracking), специфіка та елементи просторового UI/UX дизайну, способи подолання проблем читабельності й адаптивності інтерфейсу, а також методи створення та інтеграції анімацій у Unity.

Тема лекції: Інтерактивність в AR-застосунках

Тема лабораторного заняття: —

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: просторові зони взаємодії; direct та indirect interaction; haptic feedback в AR-системах; принципи accessibility для просторових інтерфейсів; оцінювання зручності використання AR-застосунків.

Тема 9: Патерни проєктування

Анотація: У темі розглядаються основні рівні архітектури AR-систем та застосування ключових патернів проєктування (MVC, Observer, Strategy, Factory, Decorator, Command) для створення гнучкого коду, динамічної генерації 3D-контенту, обробки подій та підтримання чистої архітектури в Unity.

Тема лекції: Патерни проєктування

Тема лабораторного заняття: Розміщення об'єкта за індикатором

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: Dependency Injection; Service Locator; State та Singleton у XR-проєктах; ScriptableObject як засіб організації архітектури Unity-проєкту; принципи SOLID у розробці AR-застосунків.

Тема 10: Масштабування AR-застосунків

Анотація: У темі розглядається компонентно-орієнтована архітектура AR-застосунків, методи забезпечення кросплатформенності та адаптивної продуктивності, системи динамічного управління контентом AssetBundle й Addressables, а також принципи кешування, асинхронного завантаження й мережевої оптимізації в AR.

Тема лекцій: Масштабування AR-застосунків

Тема лабораторного заняття: —

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: профілювання продуктивності AR-застосунків; оптимізація CPU, GPU та оперативної пам'яті; Level of Detail і occlusion culling; оптимізація текстур і 3D-моделей; хмарне зберігання та динамічне оновлення AR-контенту.

Тема 11: AR як інтерфейс до BIM-моделей та цифрових двійників

Анотація: У темі розглядаються принципи використання AR як візуального інтерфейсу до BIM-моделей та цифрових двійників, інструменти конверсії й відображення просторових даних, роботи з метаданими й шарами інженерних мереж, а також об'єднання AR з IoT для динамічного відображення показань датчиків у реальному часі.

Тема лекцій: AR як інтерфейс до BIM-моделей та цифрових двійників

Тема лабораторного заняття: Взаємодія з об'єктами в доповненій реальності

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: стандарти IFC та обмін BIM-даними; просторове суміщення BIM-моделі з фізичним об'єктом; візуалізація часових рядів і телеметрії в AR; контроль актуальності цифрового двійника; використання AR для технічного обслуговування та моніторингу обладнання.

Тема 12: Синхронізація AR із CAD\PLM системами

Анотація: У темі розглядаються принципи об'єднання CAD/PLM систем із доповненою реальністю, підходи до експорту та оптимізації 3D-моделей, інтеграція даних через API й спеціалізовані платформи, приклади промислового застосування AR у світових компаніях та основні технічні й інфраструктурні виклики синхронізації.

Тема лекцій: Синхронізація AR із CAD\PLM системами

Тема лабораторного заняття: —

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: формати обміну інженерними 3D-даними; автоматизоване спрощення CAD-моделей для real-time візуалізації; контроль версій інженерних моделей; зв'язування геометрії з PLM-метаданими; захист і контроль доступу до промислових даних у XR-системах.

Тема 13: Оптимізація продуктивності, рендерингу та ресурсоемності

Анотація: У темі розглядаються методи комплексного профілювання та оптимізації AR-застосунків для мобільних пристроїв і автономних XR-гарнітур.

Аналізуються особливості конвеєрів рендерингу (Universal Render Pipeline), мінімізація кількості викликів малювання (Draw Calls) за допомогою Dynamic Batching та GPU Instancing. Вивчаються методи оптимізації полігональної геометрії (LOD - Levels of Detail), атласування текстур, шейдерна оптимізація та технології відсікання невидимих об'єктів (Occlusion Culling) для запобігання перегріву та тротлінгу (Thermal Throttling) пристроїв.

Тема лекції: Оптимізація продуктивності, рендерингу та ресурсоемності

Тема лабораторного заняття: Інтерактивна AR вітрина з каталогом моделей

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів:

Аналіз технологій фовеального рендерингу (Foveated Rendering) та повторного використання кадрів; дослідження впливу освітлення та розрахунку тіней на енергоспоживання акумуляторів автономних пристроїв.

Тема 14: Крос-платформна інтеграція, WebXR та хмарні сервіси просторових анкорів

Анотація: Досліджуються сучасні підходи до розгортання доповненої реальності без необхідності встановлення нативних застосунків з використанням специфікацій WebXR Device API та графічних бібліотек (Three.js, Babylon.js). Вивчаються принципи стандартизації OpenXR для забезпечення крос-платформної сумісності програмного забезпечення на різноманітних пристроях. Розглядається використання 5G-мереж та периферійних обчислень (Edge Computing) для віддаленого рендерингу надскладних 3D-моделей (Cloud Rendering) та їх трансляції на мобільні AR-клієнти.

Тема лекції: Крос-платформна інтеграція, WebXR та хмарні сервіси просторових анкорів

Тема лабораторного заняття: —

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів:

Порівняльний аналіз затримок та пропускної спроможності при віддаленому рендерингу (Remote Rendering) через Edge Cloud проти локального розрахунку кадру; вивчення специфікацій стандарту OpenXR.

Модуль контроль 2

5. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання (РГР) передбачене навчальним планом. Зміст: кожному студенту потрібно розробити застосунок доповненої реальності за набутими навичками в результаті виконання лабораторних робіт. Тематику застосунку здобувач вищої освіти обирає самостійно.

6. Методи навчання

При проведенні лекцій, лабораторних робіт та самостійної роботи використовуються такі методи навчання як словесні (пояснення, розповідь, бесіда, навчальна дискусія та ін.); наочні (ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження) та практичні (лабораторні роботи), а саме лекції проводяться з використанням основних розділів конспекту лекцій в електронній формі, елементів мультимедійної підтримки курсу, демонстрацій окремих прийомів роботи з інструментальним середовищем та/або навчально-методичні матеріали у вигляді схем та діаграм.

Лабораторні роботи виконуються з використанням навчальних (демонстраційних) та ліцензованих програмних засобів.

Самостійна робота включає підготовку до лабораторних робіт, модульного контролю та іспиту, виконання поза аудиторної частини індивідуального завдання і вивчення вказаних вище тем за конспектом, літературними джерелами та програмною документацією.

7. Методи контролю

Контроль здійснюється згідно з «Положення про рейтингове оцінювання досягнень студентів».

Поточний контроль – здійснюється за результатами відвідування занять, повноти та своєчасності виконання лабораторних, практичних і самостійних робіт.

Проміжний (модульний) контроль – проводиться після завершення змістових модулів у формі письмових контрольних завдань та тестування.

Підсумковий контроль – здійснюється наприкінці семестру у формі екзамену або заліку, з урахуванням результатів поточного та модульного контролю.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	—	—	—

Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	—	—	—
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Виконання і захист РГР (РР, РК)	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 4 питань кожне питання оцінюється в 25 балів, 2 питання теоретичні, 2 питання практичні - сума 100 балів.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60–74). Досягти очікуваних результатів навчання. Виконати та захистити всі лабораторні роботи й індивідуальні завдання. Вміти створювати та налаштовувати базові XR-сцени, імпортувати 3D-моделі в XR-середовище, застосовувати стандартні інструменти взаємодії користувача з віртуальними об'єктами. Мати уявлення про принципи розпізнавання маркерів і площин та інтеграцію простих UI-елементів у XR-додатку.

Добре (75–89). Крім базових вимог на оцінку «задовільно», показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи у визначені строки з аргументованим поясненням обраних рішень. Володіти методами оптимізації XR-сцен, пояснювати принципи побудови інтерактивних сценаріїв у доповненій реальності та забезпечувати їх працездатність. Вміти інтегрувати CAD-моделі з різних форматів у XR-середовище, налаштовувати системи трекінгу та реалізовувати складніші механіки взаємодії користувача з об'єктами.

Відмінно (90–100). Повно знати основний та додатковий матеріал курсу. Орієнтуватися у сучасних підручниках, посібниках і програмному забезпеченні для XR-розробки та CAD-систем. Досконало знати технології створення XR-

сцен, оптимізації продуктивності, використання SDK та інтеграції інтерфейсів користувача. Вміти проєктувати та реалізовувати складні XR-застосунки на базі CAD-моделей із різними сценаріями взаємодії, демонструвати високий рівень технічного обґрунтування рішень і креативність у підходах до візуалізації. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні та індивідуальні роботи у визначені строки.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування лабораторних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати лабораторні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етики в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/kodeks-etiki>).

10. Методичне забезпечення

Електронні матеріали «Технологія віртуальної реальності у САПР»
[Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=9496>

1. Рекомендована література

Базова

- 1) Pangilinan E. Creating Augmented and Virtual Realities: Theory and Practice E. Pangilinan, S. Lukas, V. Mohan., 2019. – 372 с.
- 2) Osslan Osiris VergXRa Villegas. Augmented Reality Fundamentals and Applications / Osslan Osiris VergXRa Villegas, Vianey Guadalupe Cruz Sánchez., 2024. – 222 с
- 3) Бородкіна І. Теорія алгоритмів. Посібник для студентів вищих навчальних закладів / Ірина Бородкіна., 2019. – 184 с.
- 4) Torralba A. Foundations of Computer Vision / A. Torralba, P. Isola, W. Freeman., 2024. – 840 с.
- 5) Fundamentals of Programming. National Aerospace University 'KhXRkiv Aviation Institute', Projekt 'Open Education Resources with Ukraine', https://doi.org/10.5446/s_1500
- 6) V. Ivanov. Augmented Reality for Engineering Graphics / V. Ivanov, I. Pavlenko, A. Evtuhov, J. Trojanowska. – 2024.

Допоміжна

- 1) Aukstakalnis S. Practical Augmented Reality: A Guide to the Technologies, Applications, and Human Factors for XR and VR / Steve Aukstakalnis., 2016. – 448 с.
- 2) Zhang Y. 2d Computer Vision: Principles, Algorithms And Applications / Yu-Jing Zhang., 2022. – 556 с.
- 3) В. А. Ровінський. Лабораторний практикум з дисципліни «Доповнена реальність, симулятори та людино-машинні інтерфейси» / В. А. Ровінський. – Івано-Франківськ : Голіней, 2025. – 48 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Mehler-Bicher, A. & Steiger, L. (2022). Augmented Reality: Theorie und Praxis. Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg. <https://doi.org/10.1515/9783110756500>
2. Wijesooriya, I. (2024). Augmented Reality Development with Unity. Berlin, Boston: Mercury LeXRning and Information. <https://doi.org/10.1515/9781501519321>
3. Bale, A., Joy, S., R., B., S., R. & N., V. (2024). 4 Augmented reality in cross-domain applications. In R. KumXR, V. Jain, A. A. ElngXR & A. Al-HXRaizah (Ed.), Augmented and Virtual Reality in Social LeXRning: Technological Impacts and Challenges (pp. 43-62). Berlin, Boston: De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110981445-004>