

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж  
(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Технології доповненої реальності для організації віддаленого ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж.

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи СІм-61  
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

Гайдар-Цимбал К.А.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Осухівська Г.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Луцик Н.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Осухівська Г.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Крамар О.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2020

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра комп'ютерних систем та мереж  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2020 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Гайдар-Цимбалу Кирилу Андрійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технології доповненої реальності для організації віддаленого  
Ознайомлення із лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж

Керівник роботи Кандидат технічних наук, доцент, Осухівська Галина Михайлівна  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «28» вересня 2020 року № 4/7 - 687

2. Термін подання студентом завершеної роботи 22.12.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи Затверджена тема кваліфікаційної роботи магістра. Наукові  
Літературні джерела

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина. 2. Теоритична частина. 3. Практична частина. 4. Охорона праці та  
Безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Тема кваліфікаційної роботи, актуальність, об'єкт та предмет дослідження. 2. Мета, задачі та  
наукова новизна. 3. Схема утворення та області впливу AR та VR. 4. Основні етапи розпізнання  
маркеру. 5. Реалізація переходу до віртуального середовища маркерним методом. 6. 3D моделі  
лабораторій : 603 та 605. 7. 3D модель лабораторії 606. 8. Висновки

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Осухівська Г.М.		
Безпека життєдіяльності	Стадник І.Я.		

## 7. Дата видачі завдання 01.10.2020

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	« Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд та аналіз існуючих рішень та досліджень у сфері доповненої реальності.	29.09.2020-10.10.2020	<b>Виконано</b>
2	Розробка 3D моделей для наповнення лабораторій кафедри комп'ютерних систем та мереж.	12.10.2020-24.10.2020	<b>Виконано</b>
3	Розробка та налаштування елементів інтерактивної взаємодії у ICP Unity.	26.10.2020-19.11.2020	<b>Виконано</b>
4	Охорона праці в надзвичайних ситуаціях	21.11.2020-04.12.2020	<b>Виконано</b>
5	Оформлення пояснювальної записки	04.12.2020-06.12.2020	<b>Виконано</b>
6	Оформлення графічного матеріалу	07.12.2020-11.12.2020	<b>Виконано</b>
7	Попередній захист кваліфікаційної роботи магістра	13.12.2020	<b>Виконано</b>
8	Захист кваліфікаційної роботи магістра.	22.12.2020	<b>Виконано</b>

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Гайдар-Цимбал К.А.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Осухівська Г.М.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Технології доповненої реальності для організації віддаленого ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж. // Гайдар-Цимбал Кирило Андрійович // Тернопільський національний технічний університет, Комп'ютерна інженерія, група СІм-61 // Тернопіль, 2020 // С. – 73, рис. – 34, табл. – 2, бібліогр. – 30.

Ключові слова: доповнена реальність, маркерний метод, сцена лабораторії. 3D модель.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено дослідженню технологій та реалізації доповненої реальності. Створено віртуальне середовище у вигляді реалістичних 3D моделей лабораторій кафедри, із елементами взаємодії через маркерний метод.

Для покращення зорового сприйняття сцени використано методи динамічного та комбінованого освітлення. Для зменшення навантаження на систему використано декілька окремо взятих сцен, перехід між якими реалізовано за допомогою застосування маркерних тригерів. Елемент при допомозі якого користувач може переноситися із реального світу у віртуальний простір і назад. Тригери переходу із віртуальної лабораторії до курсів які проводяться в цій лабораторії.

Створено 3D моделі коридору 6 поверху та лабораторій кафедри комп'ютерних систем та мереж: 1-603,1-605,1-606 як основу для подальшого їх наповнення різними віртуальними навчальними об'єктами.

## ANNOTATION

Augmented reality technologies for remote acquaintance with the laboratories of the Department of Computer Systems and Networks. // Gaidar-Tsymbal Kyrylo Andriyovych // Ternopil National Technical University, Computer Engineering, SIM-61 Group // Ternopil, 2020 // P. - 73, fig. - 34, table. - 2, bibliogr. - 30.

Keywords: augmented reality, marker method, laboratory scene. 3D model.

The master's thesis is devoted to the study of technology and the implementation of augmented reality. A virtual environment in the form of realistic 3D models of the laboratories of the department, with elements of interaction through the marker method.

Dynamic and combined lighting methods were used to improve the visual perception of the scene. To reduce the load on the system, several separate scenes were used, the transition between which was realized through the use of marker triggers. An element with which the user can be transferred from the real world to the virtual space and back. Triggers of transition from a virtual laboratory to courses conducted in this laboratory.

3D models of the 6th floor corridor and laboratories of the Department of Computer Systems and Networks were created: 1-603,1-605,1-606 as a basis for their further filling with various virtual educational objects.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ.....	9
1.1. Доповнена реальність.....	9
1.2. Класифікація систем доповненої реальності.....	14
1.3. Методи реалізації доповненої реальності.....	16
1.4. Вибір методів організації віддаленого ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж.....	21
1.5. Висновки до розділу.....	23
РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ ВІДДАЛЕНОГО ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ЛАБОРАТОРІЯМИ.....	24
2.1. Маркерний метод доповненої реальності організації віддаленого доступу	24
2.2. Алгоритм розпізнавання маркера.....	26
2.3. Схема системи доповненої реальності для віддаленого ознайомлення.....	30
2.4. Середовище розробки.....	31
2.5. Висновки до розділу.....	37
РОЗДІЛ 3 МОДЕЛЮВАННЯ ЛАБОРАТОРІЙ КАФЕДРИ.....	38
3.1. Створення 3D моделей лабораторій.....	38
3.2. Створення елементів інтерактивної взаємодії користувача з моделлю.....	47
3.3. Практичне застосування.....	50
3.4. Висновки до розділу.....	54
РОЗДІЛ 4..... ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	55
4.1. Охорона праці.....	55

4.2. Забезпечення захисту працівників підприємства від іонізуючих випромінювань.....	58
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

1. VR — Virtual reality, віртуальна реальність
2. AR — Augmented reality, доповнена реальність
3. XR — Extended reality, розширена реальність
4. UE — Unity Engine, ігровий рушій Unity
5. ICP — Інтегрована середа розробки
6. AS — Audio source
7. UAS — Unity asset store
8. ПЗ — Програмне забезпечення
9. Unity Corp. — Unity Corporation
10. UT — Unity Technologies
11. UI — User interface
12. DL — Directional Light
13. SL — Spot Light
14. FPS Controller — First Person Controller. Контроллер який відповідає у рушії Unity за переміщення та вигляд від першої особи.
15. SDK — Software Development Kit.
16. BO — віддалене ознайомлення
- 17.



## ВСТУП

**Актуальність.** Стрімкий прогрес інформаційних технологій в сучасному світі вражає своїми масштабами. Одними із таких, які на сьогоднішній день є дуже популярними і використовуються для найрізноманітніших цілей, є технології доповненої реальності. Вони дозволяють “відвідати” будь-які об'єкти будь-кому і в будь-який час. Особливо це важливо, зважаючи на ситуацію, яка склалася у зв'язку із введенням карантинних обмежень.

Дослідженнями, які стосувалися впровадження та використання технологій доповненої реальності в різних галузях займалися ряд іноземних та вітчизняних вчених, зокрема, Т.-W.Kan, С.-H.Teng, W.-S.Chou, S.Siltanen, О.В.Сироватський, С.О.Семеріков, Є.О.Модло, Ю.В.Єчкало, С.О.Зелінська та інші.

Є ряд робіт, які присвячені і віддаленому ознайомленню (ВО) з різними об'єктами, але для лабораторій кафедри комп'ютерних систем та мереж це ще не здійснювалось.

Реалізація такого віддаленого ознайомлення дозволить популяризувати спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія», зацікавити та мотивувати до навчання учнів старших класів і сприятиме їх вибору майбутньою спеціальністю та ЗВО.

Тому організація віддаленого ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету є актуальним завданням.

**Мета роботи** - реалізувати можливість віртуального ознайомлення із лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж.

Досягнення мети передбачає необхідність вирішити такі задачі:

- проаналізувати існуючі технології доповненої реальності для можливості організації віддаленого ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж;
- запропонувати можливі засоби реалізації віддаленого ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж;
- створити 3D модель лабораторій кафедри комп'ютерних систем та мереж, а саме: 1-603, 1-605, 1-606;
- створити елементи інтерактивної взаємодії користувача з моделлю;
- здійснити реалізацію десктопного додатку для віддаленого ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж.

*Об'єкт дослідження:* процес організації ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж.

*Предмет дослідження:* віддалене ознайомлення із лабораторіями кафедри.

**Наукова новизна:**

- Вперше обґрунтовано та застосовано технології доповненої реальності для організації віддаленого ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж.
- Запропоновано використання розроблених 3D моделей лабораторій кафедри комп'ютерних систем та мереж як основу для подальшого їх наповнення різними віртуальними навчальними об'єктами.

**Практичне значення:** запропоновані рішення щодо використання технологій доповненої реальності для організації віддаленого ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж можна реалізувати і для навчальних приміщень різних закладів освіти.

**Публікації:** VIII науково-технічна конференція «Інформаційні моделі, системи та технології» м. Тернопіль. 9-10 грудня 2020 року та XIV Міжнародна науково-практична конференція “Multidisciplinary research”, 21 – 24 грудня 2020 р., Більбао, Іспанія.

**Структура роботи.** Робота складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатку. Обсяг роботи: пояснювальна записка – 68 аркушів формату А4, графічна частина -

# РОЗДІЛ 1

## ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

### 1.1. Доповнена реальність

На сьогоднішній день розширена реальність використовує різноманітні сучасні технології: технології комп'ютерного зору, опрацювання зображень та комп'ютерної графіки з метою об'єднати реальний та цифровий світ. Це дозволяє забезпечити взаємодію в режимі реального часу між користувачем, реальними та віртуальними об'єктами.

На теперішній момент, розробники і науковці використовують загальне поняття XR (Extended reality). Цей термін збирає та узагальнює у собі реальні та віртуальні середовища та будь-яку взаємодію в цих середовищах машини та людини. Для більшої наглядності приведено схему поділу розширеної реальності (Рис 1.1).

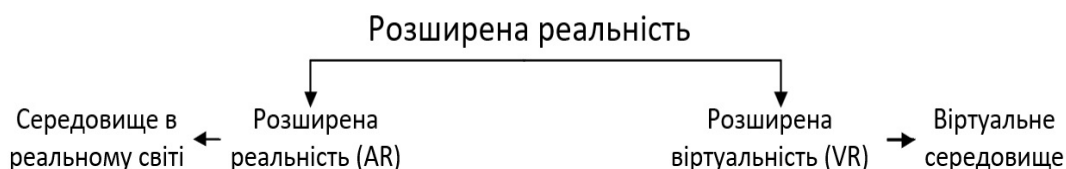


Рис. 1.1. Схема поділу розширеної реальності

Використання AR вже досить довго поширене на світовому ринку. Якщо взяти тільки навчальні процеси, можна навести приклади з різних спеціальностей, на яких навчаються молоді спеціалісти. AR може бути використана для прискорення та полегшення навчання людей в таких сферах життя як:

- мистецтво та дизайн;
- розваги та дозвілля;

- техніка і комп'ютери;
- туризм та подорожі;
- медицина і здоров'я.

Сфери дизайну та мистецтва використовують AR для представлення своїх напрацювань у вигляді попереднього рендеру 3D об'єкту в реальному світі. Це відбувається з використанням додатку на смартфоні.

Додаток виводить через екран картинку реального світу, зняту з камери, і підставляє модель на заплановане місце. Таким чином це дозволяє більш коректно підлаштуватися під замовника і не вносити великої кількості правок.

В сфері охорони здоров'я AR технології допомагають лікарям швидко орієнтуватися в складних ситуаціях з пацієнтами, таких як внутрішні ушкодження органів, переломи та інше. Використання такого підходу значно зменшує час необхідний лікарям для прийняття рішення та кількість летальних випадків.

Щоб більш якісно розібратися з тим, як сильно впливають такі технології на наше життя необхідно розглянути ще такі важливі сфери життя сучасної людини як туризм та взаємодія з технікою.

Туризм в умовах 2020р. є доволі складною річчю, через світову пандемію. Людство вже звикло виїжджати на відпочинок за кордони своєї рідної країни. Саме тому додатки, які дозволяють людині не виходячи зі свого дому побувати в місці, в якому вона ніколи не була, набирають такої стрімкої популярності. Таку екскурсію сучасні програмісти можуть реалізувати при допомозі середовищ розробки AR.

Щоб скористатися такими додатками користувачу не завжди необхідно мати при собі спеціалізовану техніку, до якої можна віднести шоломи VR, GoogleGlasses, або ж інші аналоги окулярів доповненої чи віртуальної реальності. Більшість таких додатків підготовлена для використання на смартфонах, що значно полегшує їх поширення та популярність. Цікаві для туристів міста в багатьох країнах світу активно розробляють та впроваджують

проекти, які дозволяють побачити їх історичні пам'ятки архітектури на телефоні з скануванням QR - коду.

Такі екскурсії проводяться не тільки для ознайомлення, але і з навчальною ціллю. Головною задачею кваліфікаційної роботи є створення подібного роду екскурсій. Такого плану розробка може бути використана наступними способами:

- середовище для ВО;
- демонстрація нових впроваджень на кафедрі КС таких як, нова техніка чи будь які інші зміни;
- ознайомлення із матеріально-технічним забезпеченням лабораторій;
- тренування на віртуальних аналогах замість фізичної присутності в лабораторії та інше.

Ці знання допомагають студентам, а в подальшому спеціалістам, легше розібратися з програмними додатками. Саме тому, з метою підвищення попиту і уваги до цієї галузі науки було проведено аналіз AR.

За запевненням фахівців до 2024р. дохід в цій галузі зросте до \$177млрд. [7]

Завдяки широкому попиту до новітніх технологій у масовій публіки з'явилася можливість реалізовувати проекти, що включають в себе більш глибокий підтекст і несучі користь для людей.

Перші розробки VR і AR технологій були використані в ігровій індустрії. Це обумовлено тим, що ігрова індустрія, прагне якомога повніше і якісніше показати потенційним покупця всі можливості товару, залучити їх чимось новим і незвичайним [1].

Популярність даного напрямку підтверджується статистичними даними продажів за попередні роки. Наочно цю статистику можна побачити на діаграмі продажів продуктів AR/VR (рис 1.2) [2].

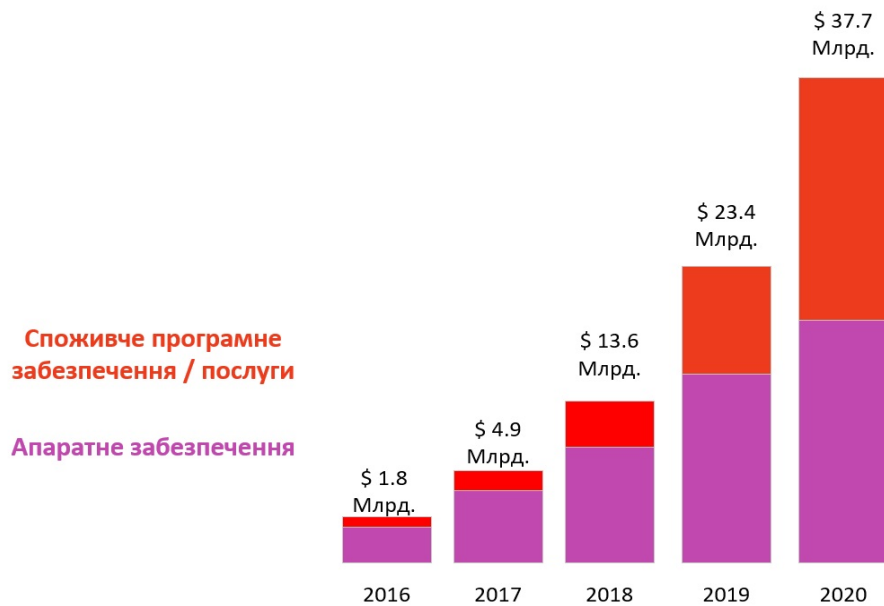


Рис. 1.2. Діаграма продажів продуктів AR/VR

Використання даної стратегії просування товару допомогло збільшити попит. Якщо підносити матеріал наочніше, то його буде простіше запам'ятати. Великі світові компанії, такі як HP, HTC, Schlumberger, використовують сучасні технології в своєму робочому процесі [4].

Сучасні спеціалісти часто проводять відеоконференції для обговорення поточних задач. Але не завжди можливо зануритися в тематику обговорення. Саме для повного розуміння та спрощення мозкового штурму більшість сучасних компаній обирає VR середовище. Можливість використання будь-якого 2D та 3D контенту, взаємодіяти з об'єктами і змінювати їх властивості є основними причинами використання VR [7].

Прикладом компанії, яка використовує VR для проведення тимблдингу є HTC, в середовищі власної розробки Vive SYNC (рис 1.3). [11]



Рис. 1.3. Проведення конференції в Vive SYNC

Компанія HTC представила свій додаток для плідного функціонування компаній в самий розпал пандемії. Поки весь світ стурбований глобальними проблемами і пандемією, сучасні технологічні компанії шукають можливості вирішення приватних проблем. Найгострішою проблемою в рамках пандемії стала самоізоляція. Неможливість відвідувати публічні місця сильно позначилася на всіх сферах життя людей.

Щоб допомогти людям багато компаній випустили свої проекти і почали розробки нових, пов'язаних з VR і AR технологіями. Так компанія Apple вирішила придбати NextVR - одного з перспективних новачків на цьому ринку [12].

І тільки це доводить, що з кожним роком все більша кількість людей буде використовувати в своєму житті VR технології: для роботи, навчання і дозвілля.

Якщо ще в 2012р., за часів підвищеного інтересу людей до даної технології, у більшості людей не було можливості придбати найпростішу модель VR пристрою, то на даний момент часу така можливість є у людей навіть з середньостатистичним рівнем доходу.



У сучасному світі навіть серед студентів зустрічаються люди здатні дозволити собі покупку таких гаджетів не тільки з метою дозвілля, а й для навчання. У найближчому майбутньому у всіх навчальних закладів виникне гостра необхідність придбати технічні пристосування для використання технологій AR і VR.

Використання технологій AR можна використати з метою популяризації того чи іншого навчального закладу, підвищення відвідуваності сайту, а також збільшення зацікавленості майбутніх вступників до тієї чи іншої спеціальності.

Саме з цією метою реалізується організація ВО з лабораторіями кафедри КС з використанням технологій AR.

## 1.2. Класифікація систем доповненої реальності

AR системи можна класифікувати різними методами.

Згідно виду представлення інформації вони бувають:

- зорові - джерелом інформації в таких системах для людини є зображення. В основі їх лежить візуальне сприйняття людини. Завдання такої системи - сформувати зображення для використання людиною. Такий тип рахується найбільш популярним, так як картинка для людини вважається більш інформативною і зрозумілою;

- аудіо-інформація подається у вигляді звуку. Такі системи спрямовані на слухове розуміння. Характерні риси подібних систем розглядаються в роботі М. Tikander [4]. Подібні системи застосовуються в навігації. Наприклад, використання звуку для орієнтації в просторі, людина йде в потрібному напрямку, орієнтуючись на звук; [3]

- аудіовізуальні системи, що з'єднують в собі аудіо і візуальні типи.

Віртуальні об'єкти AR будуються на основі інформації, отриманої з фізичного світу. Для отримання цієї інформації використовуються різні

пристрої. Згідно виду приладів, з яких AR система отримує інформацію про реальний світ, вони класифікуються:

- геопозиційні - подібні системи орієнтуються на сигнали систем GPS або ГЛОНАСС, також можуть застосовувати додатково компас та акселерометр;
- оптичні - джерелом інформації є зображення. Пристрої, які дозволяють отримувати зображення - різні камери.

За рівнем мобільності системи класифікують:

- стаціонарні - транспортування таких систем призводить до збою працездатності, внаслідок чого їх не можна переміщати;
- мобільні - системи, які можливо транспортувати.

Системи AR також можна розрізнити відповідно до рівня взаємодії з користувачем.

В одних системах користувач активно управляє роботою системи, в інших системах - є лише спостерігачем. За цією ознакою системи можна розділити на:

- автономні - мета яких забезпечити користувача необхідною інформацією. Для роботи системи не потрібно втручання користувача. Системи подібного виду використовують в медицині;
- інтерактивні - системи, в яких відбувається інтенсивна взаємодія з користувачем, який з нею взаємодіє.

Подібні системи базуються на взаємодії з користувачем. На свої дії користувач отримує відповідь. У таких системах використовується прилад для введення інформації. Як прилад може використовуватися сенсорний дисплей планшета, телефону або спеціальний пристрій.

### 1.3. Методи реалізації доповненої реальності

Доповнення та покращення сприйняття інформації про навколишнє оточення на сьогоднішній день можна реалізувати за допомогою таких двох

поширених способів реалізації AR додатків: маркерного та безмаркерного методу.

Узгодження ж віртуальних даних із реальними можна здійснити за допомогою певних візуальних маркерів.

Маркерний спосіб розробки передбачає собою “прив’язку” певного тригера до реального об’єкту. При попаданні такого об’єкту в поле зору камери смартфона буде виводитися контент, який в програмі прив’язаний до цього маркеру.

Маркером, тобто тригером можуть бути такі об’єкти як:

- зображення;
- логотип;
- певний набір звуків;
- об’ємні об’єкти.

В залежності від вимог, які ставляться до AR проекту, для виводу можна адаптувати будь-який контент, будь то складна 3D анімація чи набір інтерактивних кнопок.

Приклад маркерної реалізації AR, де зображено модель будинку, “прив’язаної” до тригера, наведений на (рис.1.4) [13].



Рис. 1.4. Модель будинку прив'язана до тригера

Іншим методом реалізації AR проектів є безмаркерний спосіб. Такий варіант реалізовується прив'язкою 3D зображення до площини. Саме цей спосіб реалізації проектів AR надає можливість користувачу комфортно переглядати 3D макети у доповненій реальності, коли немає необхідності утримувати тригер (маркер) в полі зору.

Використання цих методів здійснюється за допомогою відповідних програмних додатків. При створенні додатків для таких платформ як IOS та Android використовують такі SDK як:

- ARkit;
- ARCore;
- Vuforia;
- Wikitude;
- MaxST.

Для коректної роботи програмі необхідно відсканувати навколишній простір. Для цього користувачу необхідно зробити декілька простих рухів смартфоном, які вказані в інструкції. Після завершення сканування об'єкт можна встановити в будь-якій точці простору, він зафіксується та залишиться

на ній. Для реалізації такого методу не потрібні тригери, 3D об'єкти ідеально розміщуються з дотриманням реальних заданих розмірів.

У світі існує велика кількість проектів, які демонструють віртуальні відвідування та екскурсії. Для виконання таких проектів розробники користуються такими методами як:

- фото тур;
- інтерактивні лабораторії (приміщення);
- віртуальні лабораторії;
- додатки для VR окулярів.

Фото тур - це метод, яким активно користуються google maps та інші карти. В додатках цих компаній є можливість переглянути зображення у 2D та 3D форматі. Цей спосіб відрізняється від інших швидкістю своєї реалізації. Все що потрібно, це зробити декілька фотографій місцевості, та, при допомозі спеціалізованого ПЗ, "зібрати" зображення воедино.

Альтернативою є створення фотографій спеціалізованою камерою, яка робить знімок місцевості на всі 360 градусів. На (рис. 1.5.) наведено приклад фото, отриманий за допомогою камери 360 градусів [15].



Рис. 1.5. Фото з камери 360<sup>0</sup>

В таких фототурах, створених вищеописаними методами, рідко зустрічаються випадки додавання елементів взаємодії користувача з середовищем. Через це вони несуть в собі більше оглядову функцію, а ніж можливість взаємодії з інтерактивними елементами.

Альтернативою створенню AR при допомозі фотографій є створення повноцінних 3D моделей і перенесення їх у вже повноцінне VR середовище. Наповнюючи їх тим чи іншим контентом, на який користувач може безпосередньо впливати, розробник збільшує їх цікавість та цінність для кінцевого споживача.

Якщо говорити про повноцінно створені 3D моделі просторів, можна навести приклади віртуальних лабораторій.

В таких просторах учні шкіл та студенти університетів зможуть з більшою швидкістю та цікавістю здобувати нові знання про:

- хімічні реакції;
- закони фізики;
- інформатику та принципи роботи комп'ютера;
- астрономію та явища за межами Землі;
- історію, межі держав за різних епох та інші цікаві явища, на які краще подивитися ніж читати про них сухий текст.

В таких лабораторіях студенти можуть виконувати лабораторні роботи швидше, повністю відслідковуючи всі процеси, які проходять під час іспиту чи виконання лабораторних робіт [16].

Велика кількість теоретичної інформації, яку необхідно засвоїти, створює проблему для людей, охочих дізнатися щось нове. Через неможливість представити або показати деякі речі під час реального навчання страждає навчальний процес. Наочний приклад, створений за допомогою VR і AR технологій, може допомогти вирішити дану проблему.

На (рис. 1.6.) показано одну з існуючих віртуальних лабораторій, ціль якої полягає в поглибленні знань в області медицини [16].



Рис. 1.6. Медична віртуальна лабораторія

Основними способами, які використовуються для реалізації AR інженерній діяльності є доповнений користувач, мобільне вікно, доповнений настільний комп'ютер, доповнена майстерня, доповнений стіл для спільної роботи, доповнена презентація.

В таблиці 1.1. наведено їх рівень, точка зору та можливість підтримки віддаленої роботи [17].

Таблиця 1.1

### Основні способи використання AR в інженерії

Спосіб	Точка зору	Рівень TUI	Рівень GUI	Рівень співпраці	Підтримка віддаленої спільної роботи
Доповнений користувач	мобільна	високий	низький	низький	середній
Мобільне вікно	мобільна	низький	високий	середній	середній
Доповнений настільний комп'ютер	фіксована	середній	високий	низький	високий
Доповнена майстерня	фіксована	середній	низький	низький	низький
Доповнений стіл для спільної роботи	фіксована	високий	середній	високий	середній
Доповнена презентація	фіксована	високий	низький	середній	середній

Проаналізувавши методи реалізації AR проектів, для виконання поставленого завдання було обрано маркерний метод. Вибір був зроблений на його користь саме через великі можливості до реалізації інтерактивних об'єктів всередині макету.

З метою можливості подальшого розширення та наповнення відповідним вмістом моделей лабораторій кафедри КС в роботі здійснено їх 3D моделювання.

#### 1.4. Вибір методів організації віддаленого ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж

В цій кваліфікаційній роботі здійснюється аналіз можливостей використання сучасних технологій з метою практичної реалізації для потреб кафедри КС, а саме - створення можливості ВО лабораторіями.

На основі прийнятих рішень можна буде втілити безліч різноманітних проектів пов'язаних з використанням AR і VR, що допоможе студентам якісніше і повніше розібратися в технології використання даних розробок в сучасному світі.

В ТНТУ було реалізовано 3D огляд навчальних лабораторій кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій. Ця робота є прикладом реалізації 3D туру з використанням фотографій як вихідного матеріалу. Як було зазначено в підрозділі 1.1, де аналізувались варіанти створення віртуальних просторів, метод фототура не відрізняються особливою складністю в реалізації, але вимагає наявності необхідного обладнання, за допомогою якого можна створити фотографії хорошої якості, а також відповідного ПЗ, яке дозволить здійснити їх “зшивання” воедино. Безсумнівною перевагою такого варіанту реалізації є повна достовірність відображення того, що є в реальності. Але, в той же час, практично повністю відсутня взаємодія користувача з моделлю області, яку він оглядає.



Як вже було відмічено, враховуючи необхідність подальшого вдосконалення та наповнення відповідним вмістом, змодельовані лабораторії кафедри КС, вибрано створення 3D моделювання лабораторій, тобто, фактично, реалізувати ознайомчу VR екскурсію для кафедри КС. Основною метою при цьому є створення максимально реалістичного простору і облаштування лабораторій.

Особливістю розробки такого плану є можливість для користувача самому вирішувати, як і куди пересуватися між приміщеннями. Пересування в такому проекті буде відбуватися аналогічно з іграми, а не як в тих же Google картах за чітко заданими траєкторіями.

Як елементи взаємодії - будуть додані маркери у вигляді QR кодів, які розташовуються в лабораторіях і перенаправляють студента на сайт університету чи кафедри, в залежності, з яким маркером “відбуватиметься” взаємодія. Використання QR коду як маркера не вимагає, крім смартфона з доступом до інтернету, який, на сьогоднішній день, є практично в кожній людині, додаткових пристроїв (наприклад окулярів чи шолома AR).

Запропоновано в реальних лабораторіях, а також і, відповідно, в модельованих, ввести маркер (QR код), який буде перенаправляти на електронний навчальний курс (ЕНК) дисципліни, яка викладається в конкретній лабораторії, в системі електронного навчання ТНТУ. Також, запропоновано використання QR коду, нанесеного в певних місцях, для здійснення посилання на сайт кафедри КС, його використання на рекламних матеріалах - дозволить здійснити “перенаправлення” до віртуальної екскурсії лабораторіями кафедри КС.

Оскільки аналогічних розробок для ТНТУ не проводилося, тому було вирішено, що виконання і впровадження контенту такого роду на сайті буде доречним і доцільним.

Тому, перераховані вище відмінності і переваги, послужили основою і причиною реалізації кваліфікаційної роботи за запропонованою тематикою і в

тому вигляді, в якому вона зараз є.

## 1.5. Висновки до розділу

З метою популяризації спеціальності 123 “Комп’ютерна інженерія”, підвищення відвідуваності сайту кафедри КС та ТНТУ запропоновано використати технології AR.

Проаналізовано можливості технології AR для організації ВО із лабораторіями кафедри КС.

В результаті аналізу методів реалізації AR проектів для виконання поставленого завдання запропоновано використання маркерного методу.

Обґрунтовано використання QR код, як маркера, для здійснення ВО із лабораторіями кафедри КС.

Враховуючи необхідність подальшого розширення та наповнення відповідним вмістом об’єкти ознайомлення (лабораторії кафедри КС) запропоновано здійснити їх 3D моделювання.

Обґрунтовано доцільність 3D моделювання лабораторій кафедри КС.

## РОЗДІЛ 2

### ОРГАНІЗАЦІЯ ВІДДАЛЕНОГО ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ЛАБОРАТОРІЯМИ

#### 2.1. Маркерний метод доповненої реальності організації віддаленого доступу

Для реалізації ВО із лабораторіями кафедри КС, вірніше - з їх віртуальними моделями, важливим є, щоб 3D модель була вірно накладена. Важливим для пристрою із ПЗ AR є правильно розпізнати маркер, який буде підвантажувати необхідні моделі. Цей процес показаний та реалізується за схемою, поданою на (рис.2.1).

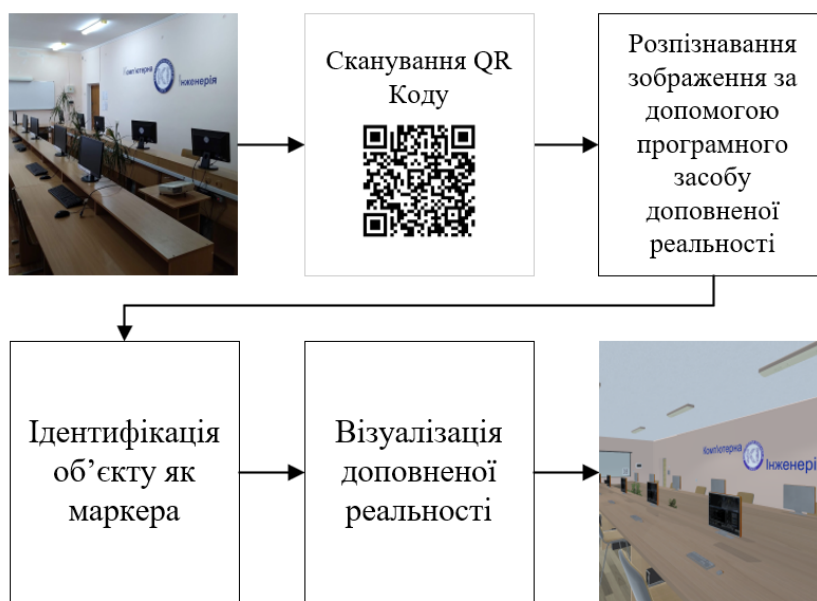


Рис. 2.1. Етапи переходу до віртуального середовища

Розглянемо це на прикладі ВО із лабораторією 1-606. Як видно із рис.2.1, на фотографії реальної лабораторії, яка розміщена на сайті, чи будь якому іншому рекламному матеріалі, встановлюється маркер (який є QR кодом). Далі, за допомогою відповідного ПЗ в смартфоні, здійснюється сканування QR коду, розпізнавання зображення, ідентифікація його як маркера, а тоді вже -

візуалізація. Візуалізація в даному випадку здійснюється у вигляді віртуальних моделей лабораторій.

За аналогічною схемою здійснюється розпізнавання маркерів, які знаходяться безпосередньо в приміщеннях лабораторій для здійснення “перенаправлення” на ЕНК дисциплін, заняття з яких в ній проводяться, а також - на сайт кафедри.

На рисунку 2.2. зображено узагальнена схема основних етапів розпізнавання маркера в технологіях AR.

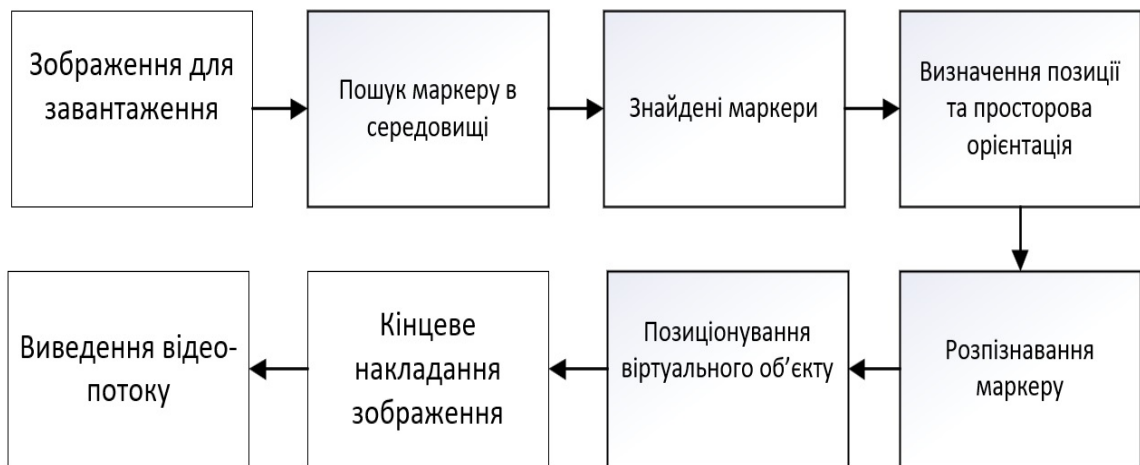


Рис. 2.2. Етапи розпізнавання маркера

## 2.2. Алгоритм розпізнавання маркера

Існує два принципи моделювання і побудови AR:

- на основі маркера;
- за координатами користувача.

Додатки, що створюють під телефонну платформу частіше за все користуються безмаркерними технологіями. Їх побудова відбувається при допомозі спеціальних давачів, таких як: акселерометр, гіроскоп та GPS приймачі. Таким чином, програма отримує всю необхідну інформацію про пристрій, таку як орієнтація і положення у просторі.

Знаючи місцезнаходження користувача та положення екрану, можна визначити, що саме бачить користувач, а також - перспективу. Маючи цю інформацію на пристрої проходить процес опрацювання зображення та отримання інформації з давача. Але зображення з камери все ще вимагає попереднього опрацювання, а дані, які передаються гіроскопом та іншими давачами, неточні.

Маркером називають об'єкт, розташований в просторі реального світу. Для подальшого відображення 3D об'єктів, маркер аналізується спеціалізованим ПЗ. На основі відомостей про стан в просторі маркера, програма дозволяє досить точно розташувати на нього створений об'єкт – це і дасть ефект фізичної присутності.

Використовуючи додаткові (ГФ) і високоякісні моделі, дозволять віртуальному об'єкту стати практично реальним.

Як маркер, зазвичай, виступає зображення, або ж QR код. Тип зображення може кардинально відрізнитися і залежати від алгоритмі, які розпізнають його. Як вже було зазначено, що для ВО з лабораторіями маркерами є зображення QR кодів, що розташовані, як в реальних приміщеннях, так і у віртуальному просторі.

Запропоновано як маркер використати QR-код, в якому «зашито» доступ до коридору 6 поверху, а вже з нього – в лабораторії 1-603, 1-605 та 1-606 кафедри КС, а також використати відповідні маркери для доступу з реальних та віртуальних лабораторій до ЕНК відповідних дисциплін та на сайт кафедри.

Алгоритм розпізнавання зображення маркера (ЗМ) складається з таких основних етапів [20-22]:

- переведення ЗМ в градації сірого;
- здійснення бінаризації ЗМ;
- знаходження замкнутих областей;
- вирізнення контурів ЗМ;
- виокремлення кутів ЗМ;
- перетворення координат.

Для більшої наглядності наведемо на рис. 2.3 повний алгоритм розпізнавання ЗМ спеціалізованим ПЗ через камеру.

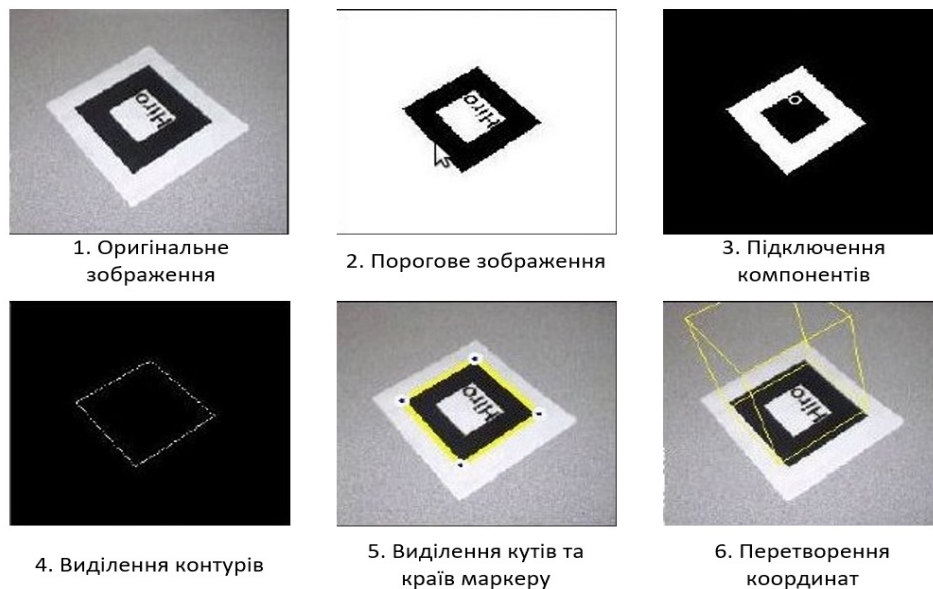


Рис. 2.3. Загальний алгоритм розпізнавання маркеру

Програма починає свою роботу з захоплення оригінального ЗМ. В нашому випадку - QR коду. Наступним кроком розпізнавання ЗМ є перетворення кольорового зображення у градації сірих кольорів.

Цей процес проходить за трьома відомими алгоритмами:

1. Делікатність(Lightness):  $GS=(\max(R,G,B)+\min(R,G,B))/2$ .
2. Освітленість(Luminosity):  $GS=0.21\times R+0.72\times G+0.07\times B$ .
3. Усереднення(Average):  $GS=(R+G+B)/3$ .

Після переведення в градації сірого ЗМ виконується бінаризація.

Відомо, що для переносу зображення в двоколірний стан використовується певний поріг. Методи перетворення (МП) зображення в чорно-біле:

1. МП, у вигляді "форми" гістограми.
2. МП у вигляді кластеризації.
3. МП на основі ентропії.
4. МП на основі подібності.
5. МП, на основі кореляційних залежностей та статистичного розподілу між пікселями в областях зображення.
6. МП, побудовані на локальній адаптації порогу, враховуючи кожен піксель зображення.

Етап визначення замкнутих областей є наступним після бінаризації зображення. Зазвичай, на цьому етапі відбувається комбінація алгоритмів, але найчастіше застосовують алгоритми "заповнення" білих областей і виокремлення замкнутих областей.

Передостаннім етапом перетворення є вирізнення контурів. Є декілька способів як вирізнути контури на зображенні. Основними та загально використовуваними прийнято вважати такі:

- детектор границь Марр-Хілдрета;
- евклідова відстань;
- детектор границь Канні;
- логічні функції на базі Edge Detector;
- глибинне виявлення границь багатоканальним зображенням;
- векторно-кутовий детектор границь;
- детектор границь Собеля.

На рисунку зображено результат використання алгоритму Собеля для виділення границь (рис 2.4).

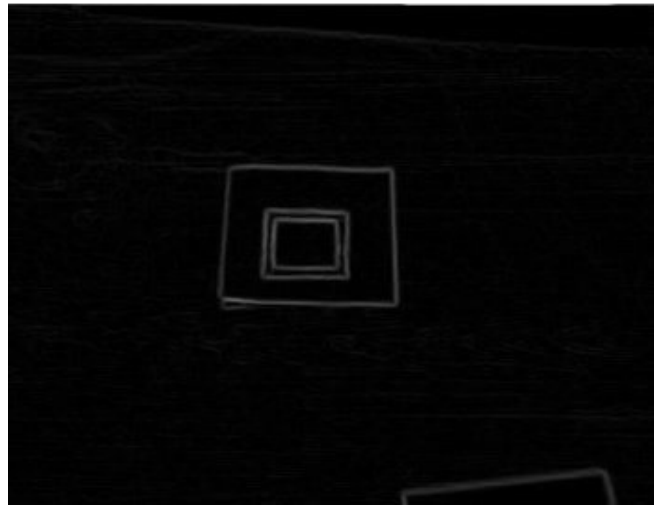


Рис 2.4. Алгоритм Собеля для виділення границь

Для завершення процесу РМ необхідно виділити кути маркеру (рис 2.5).

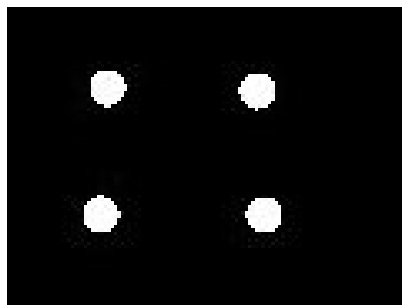


Рис. 2.5. Виділення кутів маркеру

Після вирізнення кутів РМ отримали їх координати. Вони є перпендикулярними, хоча в реальності – знаходяться під іншим кутом. Осі координат будуть сторони квадрата. Такий спосіб дає можливість визначити положення «камери» відносно об'єкта, а також точку відліку початку координат. Весь описаний процес представлений у вигляді схеми (рис. 2.6).



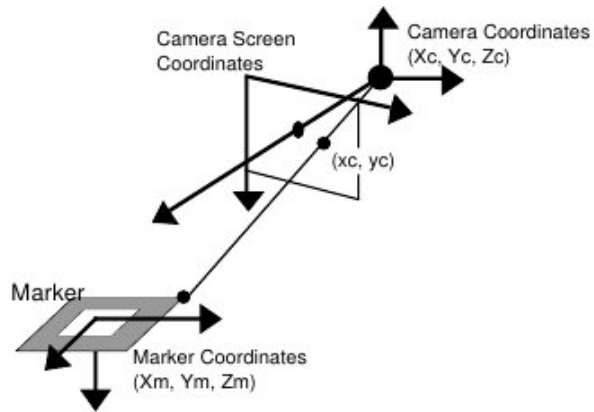


Рис. 2.6. Перетворення координат

### 2.3. Схема системи доповненої реальності для віддаленого ознайомлення

Розробка системи AR ВО з лабораторіями кафедри КС здійснювалось, як показано на схемі (рис. 2.7).

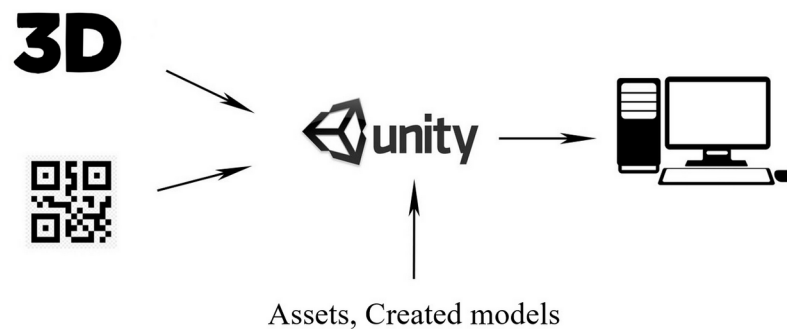


Рис.2.7. Схема розробки систем із доповненою реальністю оглядового призначення

Створення ВО з лабораторіями кафедри КС відбувалося за схемою, зображеною на рис. 2.7. Вхідними даними, матеріалами виступали фотографії реальних лабораторій, це те що можна віднести до 3D.

QR код на схемі виступає в ролі маркеру який при розпізнаванні переносить користувача з реального середовища у віртуальне. Ще однією функцією яку виконує QR код - це інтерактивний елемент взаємодії.

Assets, Created models - моделі та набори які виступають в якості наповнення в сценах лабораторій.

Unity і самий ПК є вже фінальною частиною утворення програми. Рушії Unity виступає як “будівельний майданчик” та застосунок, який надає можливість розробнику зкомбінувати все в єдиний продукт. Саме ця програма і буде виконуватися у фінального користувача на пристрої виведення, будь то ПК чи смартфон.

## 2.4. Середовище розробки

Першим кроком для створення проекту ВО з лабораторіями кафедри був вибір середовища розробки. Інтегроване середовище розробки (ICP) є невід'ємним та основним інструментом при створенні будь-якого технічного проекту. ICP - це комплекс програмних засобів, необхідних для виконання поставлених задач.

Оскільки, як було обґрунтовано в розділі 1, ВО буде здійснюватись з 3D моделями лабораторій кафедри КС, створення яких буде відбуватися аналогічно до ігрові середовищ. Тому використано ICP Unity. Звичайно, що на ринку ігрових рушіїв є кілька яскравих представників, які надають свої ресурси в безкоштовному і платному доступі. Unity є одним із найпопулярніших ігрових рушіїв в сучасному світі. Грунтуючись на великій кількості проаналізованої інформації можна зробити висновок про його унікальність.

Основними технічними характеристиками рушія є:

- Підтримувані мови програмування.
- Підтримуванні платформи.
- Підтримувана графіка.

- Фізичне моделювання.
- Звук.
- Скрипти.
- Ліцензування для некомерційної розробки.
- Ліцензування для комерційної розробки.
- Приклади ігор.
- Розробник.
- Поява.
- Версія.

Розглядаючи Unity, як основне середовище для розробки моделей лабораторій кафедри, зупинимося детально на основних його характеристиках.

В Unity використовуються такі мови програмування як: C#, Boo, JavaScript, Lua, IronPython і IronRuby, Rust, C/C++. Також платформи, на яких здійснюється розробка при допомозі цього рушія Windows, macOS, Linux.

Даний рушій має змогу працювати із 2D та 3D графікою, тобто розробник має змогу реалізовувати комерційні та некомерційні проекти в обох сферах.

В основі Unity може використовувати фізичне моделювання на основі примітивів таких як Cube, Box, Cylinder, Plane та інших. З їх допомогою користувач може отримати нескладні моделі, з якими гравець може взаємодіяти через тригери та скрипти.

Звукова частина в рушії реалізується за допомогою модулів, які призначаються певним об'єктам чи простору, в якому буде здійснюватися подія. Для цього використовують модуль Audio Source, цей модуль є багатограним та різноманітним в варіаціях свого використання. На модуль AS для збагачення сприйняття та більшої реалістичності можна застосовувати аудіо-фільтри (рис 2.8.)

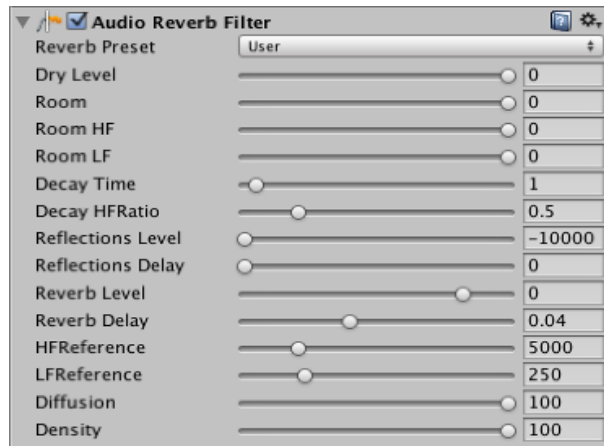


Рис. 2.8. Налаштування звукового фільтру

Розробник для реалізації взаємодії гравця, тобто моделі персонажа з оточенням використовує скрипти, які написані на мові програмування C#. Завдяки Unity Asset Store та великому ком'юніті розробників є велика кількість готових рішень, які користувач може видозмінити чи використати в готовому вигляді.

Компанія Unity пропонує як безкоштовну ліцензію, так і платну підписку. Безкоштовна ліцензія допускається для некомерційного використання, чи для малих компаній, дохід яких не перевищує 100000\$ прибутку в рік. Також Unity Corp. пропонує 3 види платної підписки, в залежності від вимог компанії, яка хоче співпрацювати з нею.

Unity - є кросплатформним середовищем для розробки ігор, тому наведемо декілька прикладів ігор серед різних платформ це 7 Days to Die, Гвинт, POKEMON GO, Superhot, Beat Saber.

UT - є творцем рушія Unity, перша версія створена була ще у 2005р. На той час рушій не мав стільки можливостей і різноманітностей на відміну від теперішнього часу. Останньою актуальною версією є Unity Version:2020.1.8f1.

Для більш детального розуміння середовища розробки Unity потрібно провести порівняльний аналіз конкурентних рушіїв. Для порівняння були взяті одні з найпоширеніших рушіїв по всьому світі, такі як CryEngine, UnrealEngine, Rage.

CryEngine - ігровий рушій, який вийшов в світ у 2004р. і був розроблений спеціально для гри FarCry німецькою студією CryTek. На той час величезною перевагою цього рушія був відкритий світ, без необхідності постійних підзагрузок локацій. В порівнянні з конкурентами цей рушій може видавати найбільш реалістичну графіку за рахунок таких функцій як: попиксельне освітлення, Real Time render.

UnrealEngine - це найстаріший із ігрових рушіїв, які будуть розглянуті, перша його версія з'явилася на на світ ще в 1998р. і зараз залишається одним з найпоширеніших. На відміну від свого прямого конкурента Unity, цей рушій має вже всі необхідні плагіни в своїй основі, і не потребує додаткового завантаження. Основною мовою програмування є C++. Саме тому, користувачі, які досить добре знають цю мову програмування, зможуть легко розібратися із усіма функціями та можливостями.

Rage - повнофункціональний ігровий рушій, який розробила компанія Rockstar. Першу версію цього ігрового рушія було представлено у 2005р. На даний момент часу не може бути ліцензований сторонніми компаніями. Перевагою Rage є його пристосованість до обробки великих масивів інформації, тому що розроблявся рушій саме під ігри з відкритим безшовним світом.

Більш наглядно і досконало різницю між ігровими рушіями можна розглянути в таблиці 2.1, наведеній нижче.

*Таблиця 2.1*

**Порівняльна характеристика можливостей рушіїв**

№ п\п	Назва/Харак-ка	Оперуван Mesh моделями	Створення складних анімацій	Додавання власних плагінів	База готових рішень	Ліцензування
1.	CryEngine	+	+	-	-	+
2.	UnrealEngine	+	+	+	-	+
3.	Rage	+	+	-	-	-

4.	Unity	+	+	+	+	+
----	-------	---	---	---	---	---

Базуючись на проведеному аналізі різних рушіїв була обрана IPC Unity. Є кілька причин такого вибору:

- гнучке та широке ком'юніті;
- можливість користуватися зручною мовою програмування;
- інтуїтивно - зрозумілий інтерфейс програмного забезпечення;
- широкий функціонал середовища розробки;
- адаптивність платформи.

Першою причиною вибору середовища розробки послугувало широке ком'юніті даного середовища розробки. Asset Store в якому користувачі можуть викладати свої пропозиції, скрипти та рішення як в платному вигляді так і в безкоштовному сприяє швидкій реалізації поставлених задач.

У Unity використовується мова програмування C#, це високорівнева мова програмування який дозволяє досить легко зрозуміти і самому почати реалізовувати проекти. Через достатню легкість архітектури коду виправлення недоліків чи помилок не є великою проблемою. Через велику кількість мов програмування які підтримує середовище розробки у кожного користувача є можливість обрати зручну саме для нього мову програмування.

Завдяки останнім оновленням UI Юніті дозволив розробникам сильно кастомізувати меню як самого середовища розробки, так і кінцевого меню гри, яке користувач бачить при запуску програми. Це дозволило значно скоротити час за який людина навчається працювати і вносити зміни в програмі.

Великою і найголовнішою перевагою цього рушія є його адаптивність і кросплатформеність. На ньому досить легко реалізувати проект і адаптувати його до різних пристроїв. Проект можна почати реалізовувати під Windows платформу, але потім легко трансформувати з допомогою вбудованих можливостей Unity під MAC, IOS а також Android платформу.

Ще однією з причин є широке розповсюдження Unity на ринку та впізнаваність серед розробників мобільних додатків та комп'ютерних ігор.

Також сильною перевагою обрання Unity є легке перенесення проекту з ПК платформи під яку був розроблений даний проект під будь-яку іншу платформу яка цікава користувачу. Але це ще не все, Unity не припиняє підтримку своїх старих версій, тобто, якщо даний проект був виконаний в версії 5, в майбутньому, через рік або два, нова людина яка захоче вдосконалити даний вид розробки або привнести в нього нові аспекти зможе змінити програмний код або замінити застарілі моделі на новітні, більш технологічні.

Сукупність цих чинників і послужила основою вибору середовища розробки Unity. Велика кількість інформації і можливостей для реалізації проекту було одним з найважливіших критеріїв при виборі середовища розробки. Саме платформа Unity змогла надати необхідні для реалізації проекту інструменти.

## 2.5. Висновки до розділу

Проаналізовано маркерний метод AR організації ВО з лабораторіями кафедри КС та описано основні етапи переходу до віртуального середовища за допомогою нього.

Описано алгоритм розпізнавання маркера AR для організації ВО з лабораторіями кафедри КС.

Розроблено загальну схему системи AR для здійснення ВО з лабораторіями кафедри КС

Враховуючи необхідність створення 3D моделей лабораторій кафедри КС обґрунтовано використання ICP Unity.

## РОЗДІЛ 3

### МОДЕЛЮВАННЯ ЛАБОРАТОРІЙ КАФЕДРИ

#### 3.1. Створення 3D моделей лабораторій

Оскільки, враховуючи необхідність подальшого розширення та наповнення відповідним вмістом AR лабораторій кафедри КС, запропоновано використати їх 3D моделі.

Тому прийнято рішення розробляти комп'ютерний додаток, за допомогою якого людина зможе віртуально відвідати напівреалістичну копію лабораторій кафедри КС університету.

Робота починається з встановлення ігрового рушія. Саме для таких невеликих проектів Unity починаючи з 5 версії пропонує своїм користувачам безкоштовний варіант свого програмного забезпечення. Обмежений функціонал trial-версії Unity з великим набором безкоштовних доповнень повністю задовольняє умовам реалізації такого роду проектів.

Починаючи із 5 версії Unity, при запуску рушія, відкривається Unity Hub - це середовище в якому користувач може отримати всю інформацію по своїм проектам, їх версіям та платформам, під які вони орієнтовані (рис. 3.1).

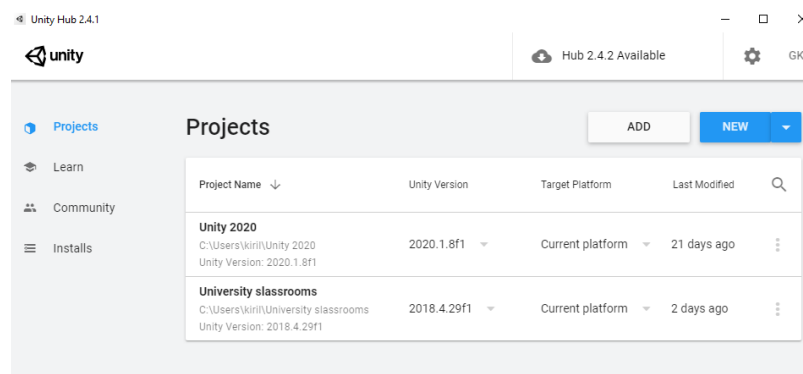


Рис. 3.1. Вікно Unity HUB з версіями проектів



В HUB для початку реалізації був обраний новий проект на базі стандартного 3D шаблону орієнтованого під ПК платформу.

Для початку реалізації необхідно точно відобразити розміщення стін та вікон лабораторії на майбутній моделі. Для цієї цілі підходить навіть просто відсканований план будівлі.

Для того, щоб якомога точніше розташувати та змодельовати весь “каркас” кафедри КС було використано програмне забезпечення Blender. Завдяки Blender були створені майже всі моделі, які були використані для реалізації моделей заданих лабораторій (1-603,1-605,1-606). Починаючи від створення макету лабораторії, тобто “сірих” стін, до малих моделей Raspberry та закінчуючи освітлювальними приладами.

Наступним кроком є створення текстур та матеріалів, які будуть використані для накладення на моделі, взяті при проектуванні 6 поверху будівлі ТНТУ. Створення матеріалів та текстур було вирішено робити в тому ж середовищі, що і макети стін, тобто той самий Blender.

Після того, як макет був створений, його необхідно перенести в середовище Unity. Для більшості 3D редакторів є проблемою перенос моделі з середовища полігонального MESH-моделювання в середовище кінцевої розробки. Це відбувається через неможливість працювати відразу із багатьма форматами. Але це не є проблема для Blender, оскільки серед доступних варіантів 3D моделювання це програмне забезпечення є найбільш UI орієнтоване та сучасне, тому і проблем з імпортом моделей з нього в Unity не виникає.

Точки координат встановлені, загальна геометрія лабораторій теж виставлена по прикладу плану будівлі. Тепер необхідно наповнити лабораторії меблями та обладнанням, яке знаходиться в них. Насамперед це столи, на яких будуть стояти комп’ютери та ноутбук викладача.

Для створення 3D моделей столів та інших предметів в лабораторії використане ПЗ для 3D моделювання об'єктів Blender, в якому вже попередньо створювалися макети стін та текстури.

Всі три лабораторії – 1.603,1-605 та 1-606 були зроблені по одній схемі побудови. Під час їх створення були використані однакові основи моделей техніки і меблювання лабораторій. Для надання їм більшої реалістичності - в ці моделі були внесені незначні зміни. Розгляд всіх деталей реалізованого проекту буде проходити на базі макету лабораторії 1-605.

Наповнення сцени лабораторії було вирішено розпочати з меблів, першими моделями меблів, які будуть створюватися, було обрано столи.

За основу було взято модель стола, яка складається з декількох примітивів Cube та Cylinder (рис. 3.2).

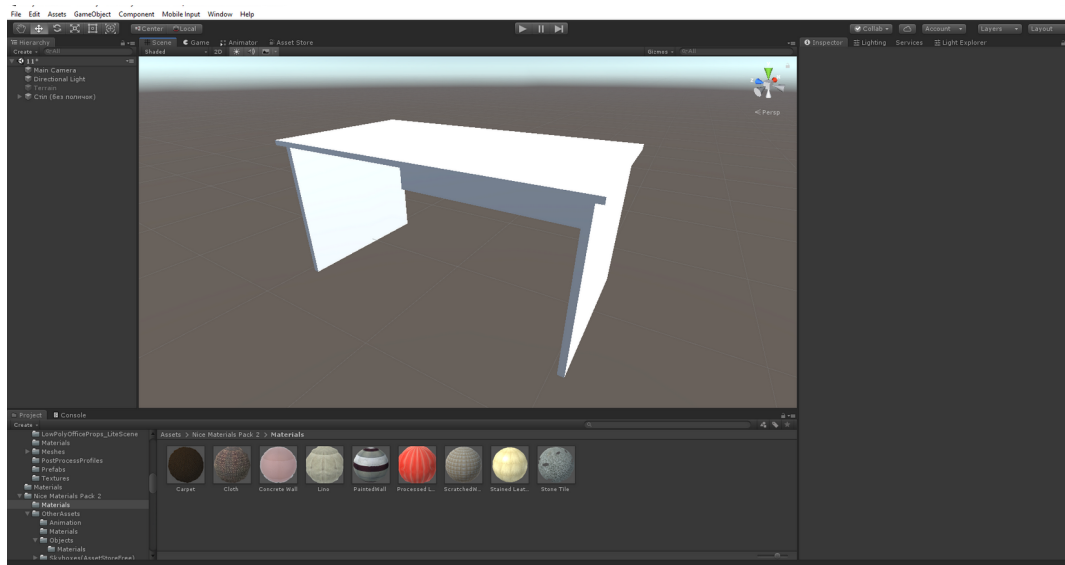


Рис.3.2. Модель столу створена з примітивів

Базуючись на моделюванні з простих об'єктів, примітивів 3D моделювання, було створено всі меблі, техніку і також дрібні деталі, які наповнюють лабораторії кафедри.

Для надання реалістичного вигляду потрібно накласти текстури, подібні до реальних матеріалів, які використані на меблях в лабораторії. Щоб створити

текстури матеріалів використовувалися картинки дерева, фанери та облицювальних матеріалів, таких як фарба, пластик та інших. Основна обробка виконувалася в програмі Blender і готові текстури імпортувалися вже у вигляді повноцінних текстур наборів у ICP Unity.

Прикладом накладання текстури слугує модель стола, який попередньо був змодельований (рис. 3.3) .

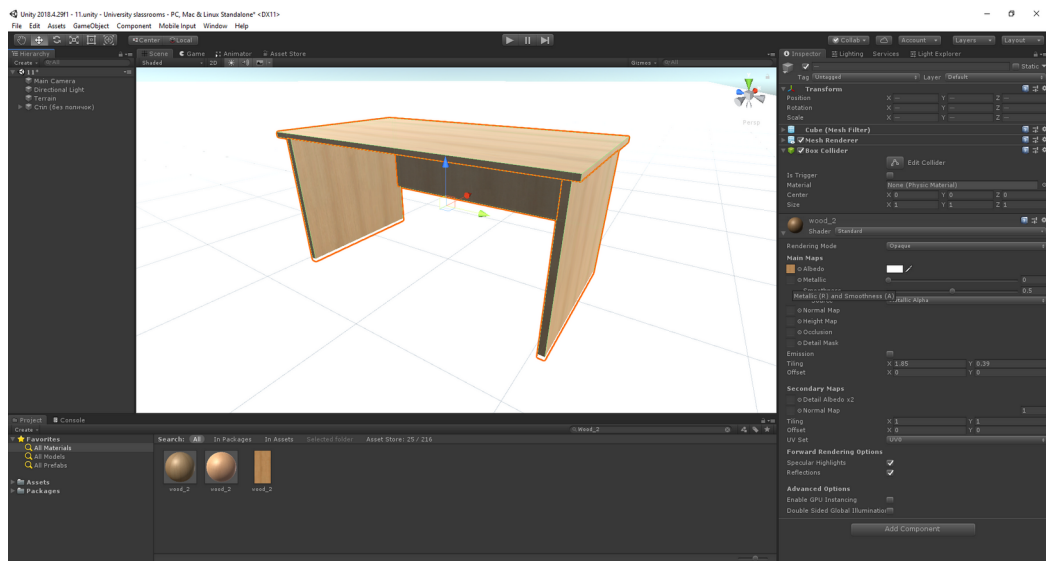


Рис.3.3. Модель стола із накладеними текстурами

Моделі таких столів виставляються відповідно до їх реального розташування в лабораторії. Щоб уникнути невідповідності, постійно проводилося звірення з реальним взірцем у вигляді фотографій лабораторій, які були зроблені попередньо. Прикладом такої фотографії слугує рис 3.4.

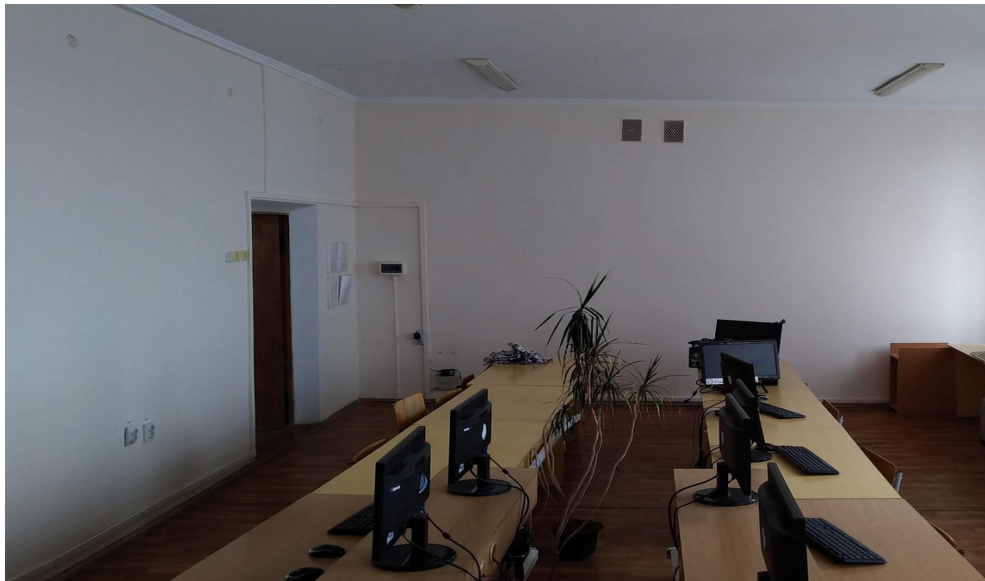


Рис.3.4. Фотографія лабораторії 1-605

Наступним кроком є імпорт моделі столу, в сцену лабораторії. Використовуючи за основу реальні дані, можна цілком скопіювати зовнішній вигляд лабораторії, що являє собою кінцеву ціль роботи. На рис.3.5. можна побачити один з етапів роботи по наповненню лабораторії деталями інтер'єру.



Рис. 3.5. Проміжний етап меблювання лабораторії

Як видно, на рис. 3.5 представлена модель лабораторії 1-605, в котрій на момент створення скріншоту були встановлені такі елементи як підлога, стіни, студентські столи. В реальності можна побачити два студентських столи, які

відрізняються по своїй будові від усіх інших. щоб розроблюваний проект відповідав дійсності є необхідність видозмінити моделі столів.

В модель стола були внесені такі зміни, як довжина стола, його текстура стала більш темнішою і було додано підставку для моніторів (рис. 3.6). Після внесених змін, другий тип столів додано на сцену лабораторії.

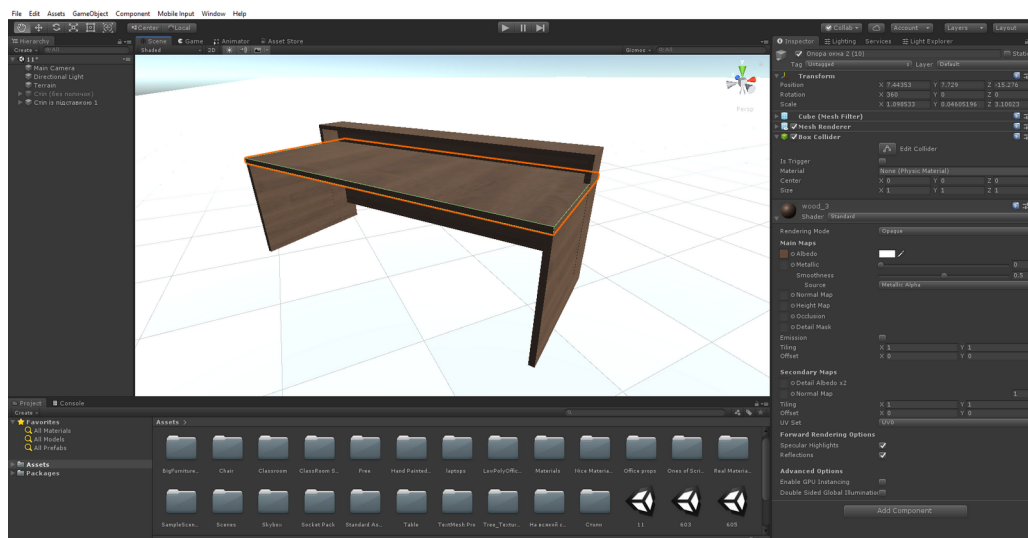


Рис. 3.6. Модель другого типу студентських столів

Далі необхідно додати на сцену комп'ютери студентів. Для цього були змодельовані монітори, системні блоки, мишки та клавіатури. Для викладацького місця були окремо змодельовані ноутбуки із різними кольорами, через те, що викладачі завжди проводять свої заняття з лептопів, підключаючись до проектора в лабораторіях.

На рис. 3.7 наведені приклади моделей комп'ютерної техніки із накладеними текстурами, які будуть використані при наповненні лабораторій кафедри КС університету.

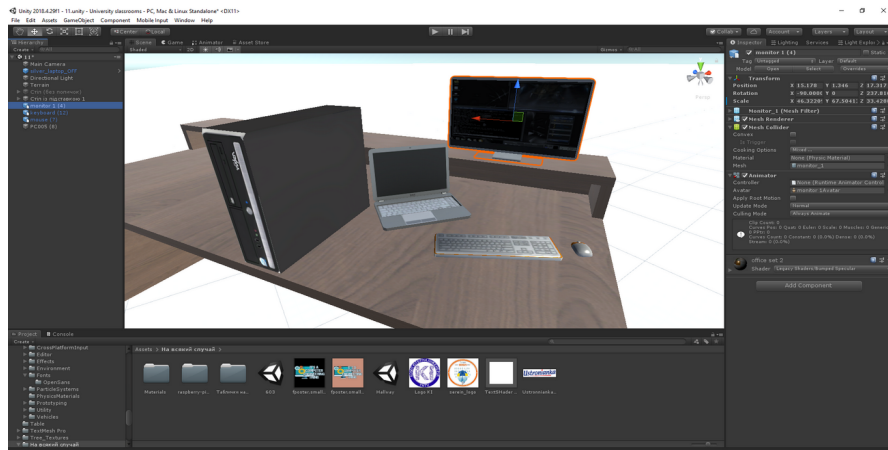


Рис. 3.7. Текстуровані моделі техніки

Після розташування техніки в лабораторії вона починає приймати більш деталізований та реалістичний вигляд (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Сцена лабораторії з моделями техніки та меблі

Наступним етапом є додавання невеликих об'єктів, таких як вентиляція, розетки, стільці та об'єкти які пов'язані з вікнами. З базових примітивів змодельовані віконні рами, жалюзі та карнизи, на які вони кріпляться. Більше уваги та часу було присвячено моделюванню дрібних деталей. Стільці, розетки та техніка вже створювалися методом полігональних змін базових примітивів.

На рис. 3.9. видно створені та розставлені вище перелічені моделі в лабораторії 1-605.

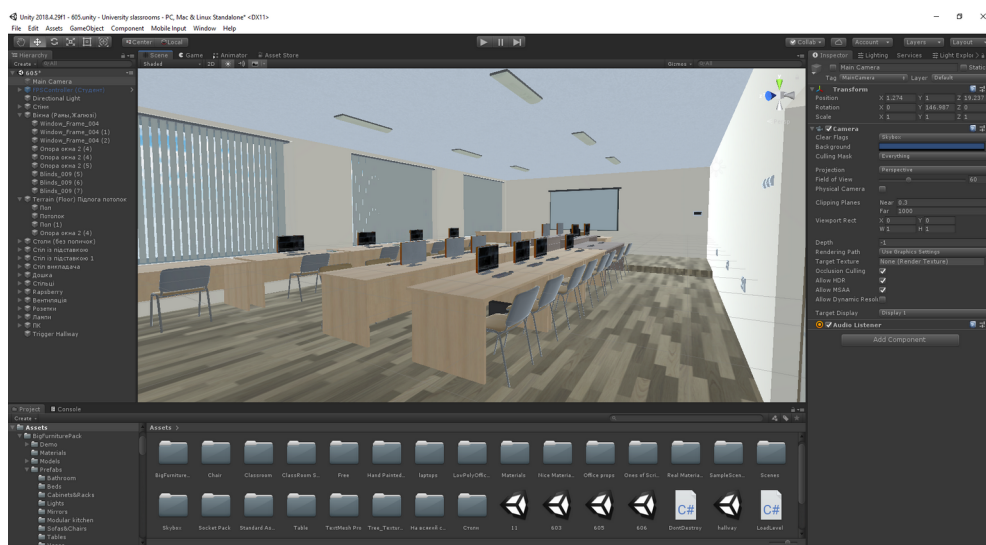


Рис. 3.9. Сцена лабораторії з доданими мілкими моделями

Головна відміна даної лабораторії від двох інших, це наявність в ній моделей Raspberry Pi, які слугують тренажером в програмуванні для студентів, котрі навчаються в університеті. Вони знаходяться на столах, які розташовані біля вікна в кількості 4 штук.

Великим фактором, який впливає на сприйняття картинки лабораторії є освітлення. Для кожної лабораторії було створено декілька джерел світла різного типу. У всіх кабінетах є загальне джерело освітлення, яке називається Directional Light. Цей тип освітлення на сцені відповідає за сонячне світло, тобто воно замінює звичайне сонце. Принцип його роботи простий і не має великої різноманітності в налаштуваннях. В DL, який встановлено на сцені, було зменшено яскравість та відбивання від поверхонь моделей, які є на сцені (рис 3.10).

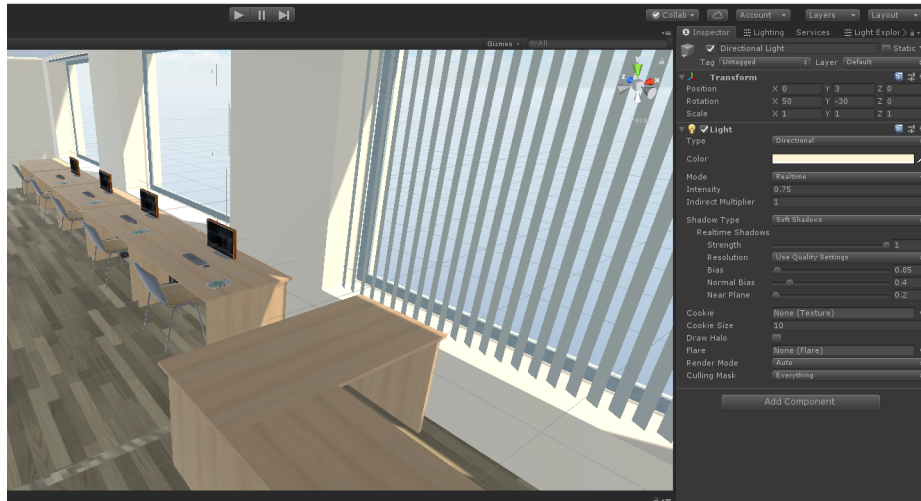


Рис.3.10. Вигляд сцени лабораторії з доданим DL

Крім DL в усіх лабораторіях, для кожної лампи було додано тип освітлення Spot Light. SL - це джерело світла яке імітує напрямлене світло що схоже на звичайні лампи. Цей елемент вже має більше налаштувань, які можна використати для моделі освітлення лабораторій. Змінено було область, яку кожна лампа може освітити, яскравість та тіні, які відкидають об'єкти.

На рис. 3.11. жовтими лініями та контурами позначено області впливу джерел світла. В правій частині скріншоту видно налаштування, які були задані однотипно для кожної лампи.

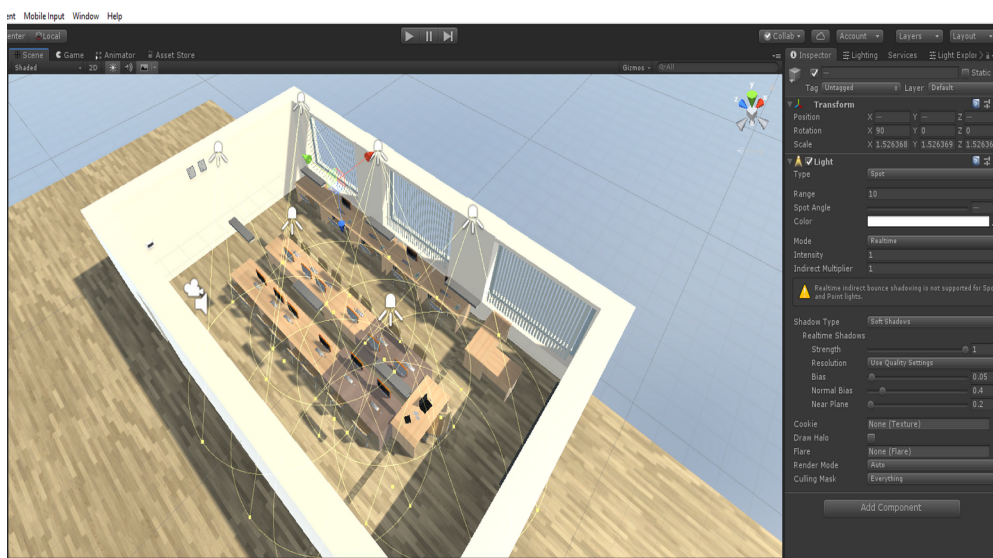


Рис. 3.11. Реальний приклад виставлення освітлення на сцені



Додавання освітлення було кінцевим етапом побудови макетів лабораторій, і надало завершеності результату моделювання.

### 3.2. Створення елементів інтерактивної взаємодії користувача з моделлю

Наступним кроком після створення моделі стін коридору 6 поверху та кожної з лабораторій кафедри КС, потрібно зробити правильний перехід між ними. Цього можна добитися декількома способами.

Закінчивши етап моделювання лабораторій, виникла необхідність перейти до наповнення проекту об'єктами взаємодії. Головним об'єктом, який буде взаємодіяти з усією моделлю кафедри КС буде Character Controller. Елемент СС - це вбудований початковий набір функцій, з допомогою якого розробник може впливати на наповнення на сценах та рівнях.

Перший варіант - це зробити загальний, цілісний макет поверху, в дверних отворах поставити тригери, які обертали б модель дверей на  $90^{\circ}$  і пропускали користувача всередину. Цей спосіб є досить прийнятним, але якщо його використати, то це унеможливило б здійснення моделі різного освітлення в різних лабораторіях. При такому варіанті створити різний "Skybox", тобто модель неба, і освітлення в одній сцені неможливо.

Другим варіантом є створення декількох сцен, на які може переміщуватися користувач при натисканні клавіші на клавіатурі.

В цій роботі для переміщення між лабораторіями використовується скрипт, у вигляді тригера з активною англійською клавішею "E" (рис. 3.12).

```

using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class LoadLevel : MonoBehaviour {

    public int numberScene;
    public string playerTag;

    void OnTriggerEnter (Collider other)
    {
        Debug.Log("!");
        if (other.tag == playerTag)
        {
            if (Input.GetKeyDown(KeyCode.E))
            {
                SceneManager.LoadScene(numberScene);
            }
        }
    }
}

```

Рис. 3.12. Лістинг скрипту переходу між сценами

При реалізації переходу між сценами через тригер важливо правильно розмістити площину в точках координат сцени. Для коректного переходу між локаціями необхідно встановити точки координат на нульові позиції, а по осі X виставити на декілька пунктів нижче ніж початкова сцена.

В даній роботі використано контролер, який відповідає за дії людини від першої особи. Точніше його називають First Person Controller.

Цей елемент розміщено на площині моделі в тій точці, де користувач почне своє ознайомлення з кафедрою КС. В даній роботі він розміщений на початку коридору 6 поверху ТНТУ.

Для переміщення по моделі кафедри КС призначено стандартні клавіші WASD. Насамперед для реалізації переходу між кабінетами необхідно встановити колайдери і призначити їх тригерами (рис. 3.13). На рисунку зеленими лініями видно якого розміру є колайдер переходу.

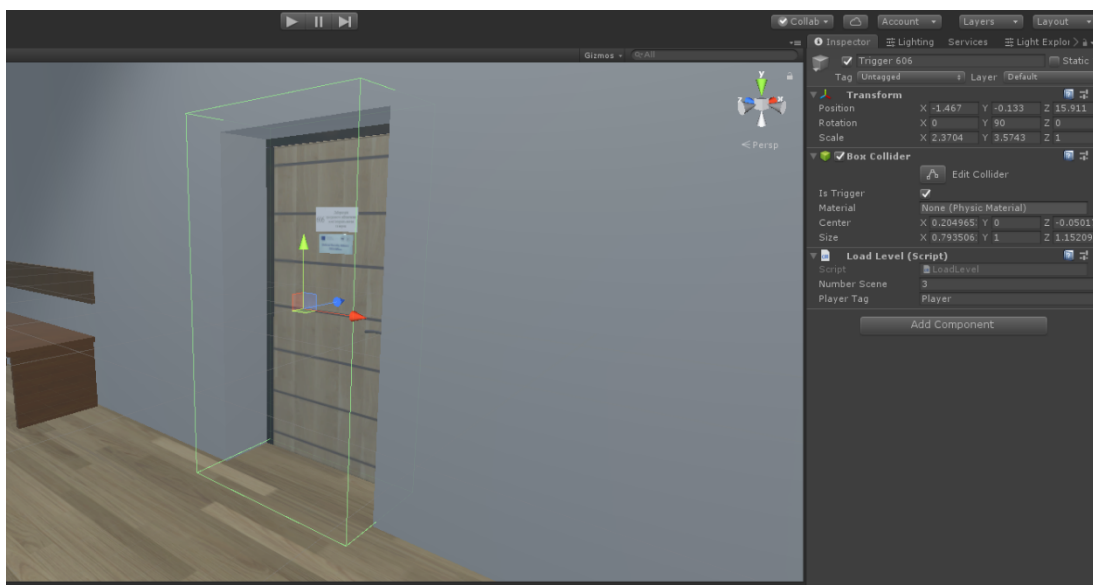


Рис. 3.13. Візуалізація колайдери переходу

Якщо користувач заходить в поле дії та натискає кнопку взаємодії “Е”, його «переносить» в іншу лабораторію. Щоб перейти в одну з трьох реалізованих лабораторій був написаний скрипт “Load Level” переходу між сценами. Лістинг цього скрипту зазначено на рис. 3.2.

Кожній сцені в вікні Build Settings призначено порядковий номер. Використовуємо його в налаштуваннях тригера у вікні Scene number, щоб задати параметри переходу. При спрацьовуванні тригера “Load Level”, студент переноситься в задану сцену. Щоб уникнути багів з камерою, яка після переходу втрачає можливість рухів вниз та вгору був доданий скрипт “Don't Destroy” і прив’язаний до початкового FPS Controller’а. Це дало змогу зберегти всі необхідні налаштування рухів і сприйняття задані на початку.

### 3.3. Практичне застосування

Проект реалізовано у формі десктопного додатку, який можна скачати у вільному доступі з сайту університету. Основною мотивацією було створення проекту, який є дійсно корисним і який можна буде покращити, а не кинути як не перспективну розробку.

Ще одним способом реалізації або ж трансформації цього проекту є перенесення його у форму мобільного додатку. Можливості при використанні декількох платформ збільшуються, через різноманітність варіантів того, що можна реалізувати під кожную з них

Таким чином на рисунках показано вигляд коридору 6 поверху та лабораторій кафедри КС, з якими буде здійснено ознайомлення. Як вже зазначалося – це лабораторії 1-603,1-605 та 1-606. На рис. 3.1. наведено загальний вигляд 3D моделі коридору, в який «падає» користувач. Рухаючись по ньому, можна «зайти» в усі змодельовані лабораторії.



Рис.3.14. 3D модель коридору 6 поверху

Загальний вигляд лабораторій показано на наступних рисунках:

- рис. 3.15 – лабораторія кафедри КС 1-603;
- рис. 3.16 – лабораторія кафедри КС 1-605;
- рис. 3.17 – лабораторія кафедри КС 1-606.



Рис.3.15. 3D модель лабораторії 1-603



Рис. 3.16. 3D модель лабораторії 1-605



Рис.3.17. 3D модель лабораторії 1-606

Як зазначалося раніше, віддалене ознайомлення в роботі буде здійснено з 3D моделями лабораторій кафедри КС, оскільки планується в подальшому їх використати як основу для наповнення різними віртуальними об'єктами.

І в реальних лабораторіях, і в змодельованих введено маркери, за допомогою яких користувач зможе відразу ж перейти на електронні навчальні курси (ЕНК) дисциплін в системі електронного навчання ТНТУ, заняття з яких проводяться в даному приміщенні.

Зображення маркера у вигляді QR коду в змодельованих лабораторіях показано на рис.3.18, рис.3.19, рис.3.20, які демонструють модель лабораторій 1-603,1-605, 1-606.

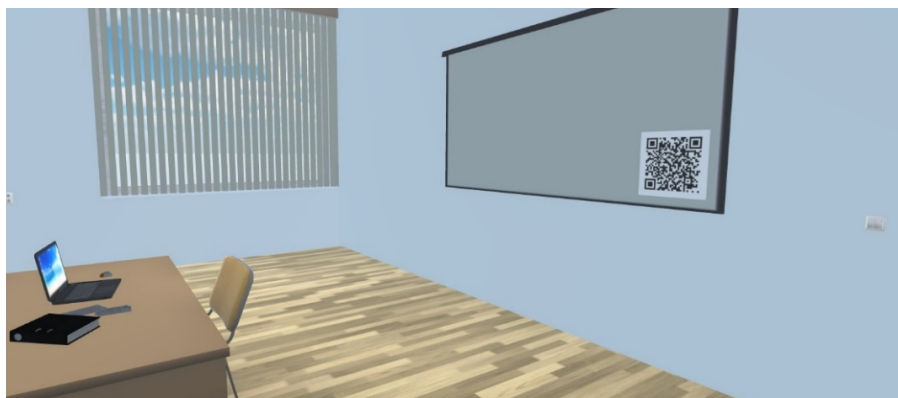


Рис.3.18. Зображення маркера в 3D моделі лабораторії 1-603



Рис.3.19. Зображення маркера в 3D моделі лабораторії 1-605



Рис.3.20. Зображення маркера в 3D моделі лабораторії 1-606

Такі ж маркери (QR код) нанесено в реальних лабораторіях кафедри КС та на дверях приміщення кафедри КС (1-604). Маркер, який запропонованому розмістити на дверях кафедри, дозволяє студенту чи будь-кому іншому – перейти на сайт кафедри за посиланням: <http://kaf-ks.tntu.edu.ua/>, для отримання всієї необхідної інформації.

На даний момент ВО з лабораторіями кафедри КС представляє собою макет реальних приміщень з невеликою кількістю функцій, якими може скористатися користувач. Проте цей макет можна використати для реалізації тестів, та як віртуальне середовище, в якому може проходити навчальний процес на віртуальних копіях тренажерів для розвитку різноманітних навичок студентів.

Оскільки AR стає невід'ємною частиною сучасного суспільства, тому проекти, схожі на цей, можуть бути реалізовані для навчальних приміщень різних закладів освіти.

### 3.4. Висновки до розділу

Створено 3D моделі коридору 6 поверху та лабораторій кафедри КС: 1-603,1-605,1-606 як основу для подальшого їх наповнення різними віртуальними навчальними об'єктами.

Створено елементи інтерактивної взаємодії користувача з моделлю у вигляді тригера.

ВО з лабораторіями кафедри КС здійснено із використанням маркерів у вигляді QR коду.

Здійснено реалізацію десктопного додатку для ВО з лабораторіями кафедри КС, доступ до якого розміщений на сайті кафедри.



## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 4.1. Охорона праці

Мета кваліфікаційної роботи магістра полягає у дослідженні методів і засобів реалізації ВО з лабораторіями кафедри КС, та реалізація десктопного додатку на якому є можливість відтворити віртуальний тур. При роботі обов'язково будуть використані різні технічні прилади, такі як персональний комп'ютер. Саме тому необхідно забезпечити дотримання вимог з охорони праці, техніки безпеки та протипожежної безпеки при використанні ПК.

Основними регламентуючими нормативними документами охорони праці користувачів комп'ютерів є:

- НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями»;
- ДСанПіН 3.3-2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»;
- НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Вимоги до приміщень, згідно з [26, 27], щодо розташування робочого місця передбачають виконання наступних вимог:

- мінімальна площа, яка виділяється на одне робоче місце повинна становити мінімум  $6,0 \text{ м}^2$ , при об'ємі – мінімум  $20,0 \text{ м}^3$ ;
- розташування робочих місць користувачів ПК заборонено у цокольних або підвальних приміщеннях.

При організації робочих місць у НПАОП 0.00-7.15-18 передбачено наявність природного і штучного освітлення. Зазвичай, природне освітлення поступає у приміщення через вікна та світлові прорізи і забезпечує коефіцієнт освітленості на рівні не менше 1,5%. Орієнтація вікон – на північ або північний схід. Штучне освітлення забезпечують відповідні джерела, наприклад, люмінесцентні лампи.

Приміщення з комп'ютерною технікою не повинні межувати з будівлями, де рівень шуму чи вібрації перевищує визначені допустимі значення. Покриття підлоги повинне бути матовим з коефіцієнтом відбиття 0,3-0,5. Для внутрішнього оздоблення приміщень слід використовувати дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтами відбиття для стелі 0,7-0,8, для стін 0,5-0,6 [28].

У приміщеннях, де організовано робочі місця користувачів ПК, повинні бути забезпечені аптечками першої медичної допомоги. Вологе прибирання у таких приміщеннях є обов'язковим кожного дня.

Щодо ергономічної організації робочого місця, то воно також повинно відповідати вимогам, наведеним у [26, 27]. Конструкція робочого місця повинна забезпечити підтримання оптимальної робочої пози. У відповідності до НПАОП 0.00- 7.15-18, обладнання і організація робочого місця працюючих з ЕОМ мають забезпечувати відповідність конструкції всіх елементів робочого місця та їх взаємного, розташування ергономічним вимогам з урахуванням характеру і особливостей трудової діяльності.

Екран комп'ютера повинен бути розміщений на відстані 600...700 мм від очей користувача. Розташування монітору має забезпечувати зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом +30 градусів до нормальної лінії погляду працівника [28].

Електромережі штепсельних з'єднань та електророзеток для живлення ПК потрібно виконувати за магістральною схемою. При організації робочих місць електромережу штепсельних розеток для живлення ПК у центрі приміщення прокладають у каналах або під знімною підлогою в металевих трубах або гнучких металевих рукавах [28].

Щодо безпеки при роботі з ПК, щодня перед початком роботи необхідно очищати монітор від пилу та інших забруднень. Після закінчення роботи з ПК, він та периферійні пристрої повинні бути відключені від електричної мережі. У разі виникнення певної аварійної ситуації необхідно негайно відключити ПК

від електричної мережі. Не допускається виконувати обслуговування, ремонт та налагодження ПК безпосередньо на робочому місці [26].

Основні вимоги до пожежної безпеки вказані в НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні». Згідно з [27], на та під приміщеннями, в яких розміщені ЕОМ, а також у суміжних із ними приміщеннях не дозволяється розташування приміщень категорій А та Б за вибухопожежною небезпекою.

Фальш підлога у приміщеннях з ЕОМ має бути з негорючих матеріалів або матеріалів груп горючості Г1, Г2 з межею вогнестійкості не менше 0,5 години. Простір під нею слід розділяти негорючими діафрагмами на відсіки площею не більше 250м<sup>2</sup>. Діафрагми повинні мати межу вогнестійкості не менше 0,75 год. Звукопоглинаюче облицювання стін та стель цих приміщень слід виготовляти з негорючих матеріалів або матеріалів груп горючості Г1, Г2.

Персональні комп'ютери після закінчення роботи повинні відключатися від мережі. Не рідше одного разу на квартал необхідно очищати від пилу агрегати та вузли, кабельні канали та простір між підлогами [26].

Приміщення повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння, а саме вогнегасниками, що використовуються для локалізації і ліквідації пожеж у їх початковій стадії розвитку.

Вогнегасники слід встановлювати у легкодоступних та помітних місцях (коридорах, біля входів або виходів з приміщень тощо), а також у пожежонебезпечних місцях, де найбільш вірогідна поява осередків пожежі. При цьому необхідно забезпечити їх захист від попадання прямих сонячних променів та безпосередньої (без загороджувальних щитків) дії опалювальних та нагрівальних приладів.

Вибір типу та необхідна кількість вогнегасників визначається відповідно до типових норм належності вогнегасників.

У кваліфікаційній роботі досліджено методи і засоби реалізації ВО із лабораторіями кафедри КС, через десктопний додаток який виконується на

комп'ютері. Через це важливим та актуальним було провести аналіз основних вимог до приміщень та робочих місць з ПК, що дозволило забезпечити комфортні і безпечні умови праці інженерам комп'ютерних систем. Також проаналізовано правила електробезпеки під час роботи з ПК та вимоги до пожежної безпеки в приміщенні.

#### 4.2. Забезпечення захисту працівників підприємства від іонізуючих випромінювань

Засоби захисту працівників від радіації. Працівники, які виконують роботи з радіоактивними речовинами, повинні перебувати під постійним медичним наглядом, використовувати засоби індивідуального захисту від радіації та прилади індивідуального дозиметричного контролю (універсальні радіометри) для своєчасного виявлення і вимірювання рівня випромінювання. [29]

Захищаючись від зовнішнього іонізуючого опромінювання при роботах із закритими джерелами випромінювання, тобто такими, які виключають можливість потрапляння радіоактивних речовин у навколишнє середовище, перш за все необхідно не допустити переопромінення працівників.

Основним способами захисту від цього є:

- зменшення активності джерела, з яким контактують працівники під час конкретного технологічного процесу, – досягається шляхом використання речовин із меншою активністю;
- зменшення часу контакту з джерелом випромінювання — досягається шляхом вдосконалення організації робіт і технологічного виробничого процесу та проведення попередніх тренінгів працівників;
- збільшення відстані між людиною і джерелом — використовується, як правило, при контакті з точковим джерелом випромінювання шляхом

використання дистанційних універсальних маніпуляторів та інших автоматизованих пристроїв;

- розташування між людиною і джерелом захисного екрану (стаціонарного, пересувного, розбірного, настільного тощо), тобто пристрою, який зменшує інтенсивність випромінювання до безпечного рівня. [30]

Для виготовлення екранів, а також для захисту працівників в стаціонарних спорудах, використовується бетон, чавун, сталь, алюміній, скло, свинець та інші матеріали.

Від дії рентгенівських променів застосовують екрани зі сталевого листа товщиною 0,5-1 мм або алюмінію товщиною 3 мм, спеціальної гуми. Оглядові вікна виконують з плексигласу товщиною 30 мм або з покритого оловом скла товщиною 9 мм.

Для захисту шкіри від забруднень радіоактивними речовинами та запобігання їх попаданню всередину організму, захисту від альфа і бета-випромінювання передусім застосовуються засоби індивідуального захисту від радіації (ЗІЗ від радіації).

Отже, засоби захисту від радіації використовуються у тих випадках, коли інші заходи недостатньо ефективні: при переході через зони збільшеної інтенсивності випромінювання, при ремонтних та налагоджувальних роботах у аварійних ситуаціях, під час короткочасного контролю та при зміні інтенсивності опромінення.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра вирішено актуальне завдання організації віддаленого ознайомлення з віртуальними моделями лабораторій кафедри комп'ютерних систем та мереж. При цьому отримані результати:

1. Обґрунтовано та застосовано технології доповненої реальності для організації віддаленого ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж.
2. В результаті аналізу методів реалізації AR проектів для виконання поставленого завдання запропоновано використання маркерного методу.
3. Обґрунтовано використання QR коду, як маркера, для здійснення ВО із лабораторіями кафедри КС та описано основні етапи переходу до віртуального середовища за його допомогою.
4. Обґрунтовано доцільність 3D моделювання лабораторій кафедри КС.
5. Створено 3D моделі коридору 6 поверху та лабораторій кафедри КС: 1-603,1-605,1-606 як основу для подальшого їх наповнення різними віртуальними навчальними об'єктами.
6. Здійснено реалізацію десктопного додатку для ВО з лабораторіями кафедри КС, доступ до якого розміщений на сайті кафедри.
7. Запропоновано використання технологій AR для організації ВО з навчальними приміщеннями різних закладів освіти.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. К.А. Гайдар-Цимбал, Г.М. Осухівська. 3D моделювання лабораторій кафедри комп'ютерних систем та мереж // Матеріали VIII науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 9 – 10 грудня 2020р.). – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2020. – С.103.
2. Гайдар-Цимбал К.А., Величко Д.В., Осухівська Г.М. Використання технологій розширеної реальності для віддаленого ознайомлення із навчальними лабораторіями // Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference, December 21 – 24, 2020, Bilbao, Spain. – С.489 – 491. [http://tntu.edu.ua/storage/pages/00000830/8NKH\\_zbirnyk\\_9.12.2020.pdf](http://tntu.edu.ua/storage/pages/00000830/8NKH_zbirnyk_9.12.2020.pdf).
3. Tsyurulnyk, S. Застосування технології доповненої реальності у процесі підготовки фахівців з радіоелектроніки. // Електронне наукове фахове видання “Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету”. (Вер 2019). - С.355-362. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s32>.
4. Syrovatskyi O. V. Augmented reality software design for educational purposes / Oleksandr V. Syrovatskyi, Serhiy O. Semerikov, Yevhenii O. Modlo, Yuliia V. Yechkalo, Snizhana O. Zelinska // Computer Science & Software Engineering : Proceedings of the 1st Student Workshop (CS&SE@SW 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, November 30, 2018 / Edited by : Arnold E. Kiv, Serhiy O. Semerikov, Vladimir N. Soloviev, Andrii M. Striuk. – P. 193-225. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 2292). – Access mode : <http://ceur-ws.org/Vol-2292/paper20.pdf>.
5. Методичний посібник для виконання практичних робіт з дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень» для студентів спеціальності

123 «Комп'ютерна інженерія» / Уклад. Осухівська Г.М. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 36 с.

6. Методичні вказівки до виконання підрозділу "Охорона праці" в кваліфікаційних роботах магістрів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» /Укл.: Осухівська Г.М. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. – 22 с.

7. Технологии виртуальной и дополненной реальности. Москва, 2019. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019vrrar.pdf> (дата звернення 18.11.2020).

8. Theory and applications of marker-based augmented reality, Sanni Siltanen, 2012. URL: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/science/2012/S3.pdf> (дата звернення 07.12.2020).

9. Віртуальна реальність, фінансові можливості. Київ, 2017. URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/virtualnaja-realnost-vr> (дата звернення 01.12.2020).

10. 9 сфер застосування віртуальної реальності: розміри ринку та перспективи. 2016. URL: <https://vc.ru/flood/13837-vr-use> (дата звернення 19.11.2020).

11. HTC Vive Sync. Онлайн-конференції и зустрічі в віртуальній реальності 2020. URL: <https://hi-tech.ua/htc-vive-sync-onlajn-konferenczii-i-vstrechi-v-virtualnoj-realnosti/> (дата звернення 19.11.2020).

12. Apple купила компанію NextVR, розробників VR та AR технологій. 2020. URL: <https://hi-tech.ua/apple-kupila-nextvr-razrobotchikov-ar-i-vr-tehnologij/> (дата звернення 16.11.2020).

13. J. Rämö and V. Välimäki, "Digital Augmented Reality Headset," Journal of Electrical and Computer Engineering. 2012. URL: <https://www.aalto.fi/en/departement-of-signal-processing-and-acoustics/headphone-audio-and-augmented-reality> (дата звернення 09.12.2020).



14. Доповнена реальність в сфері нерухомості. 2019. URL: <https://arvar.org/blog/dopolnennaya-realnost-stanovitsya-zhiznenno-neobhodimoj-dlya-biznesa-v-sfere-nedvizhimosti/> (дата звернення 09.12.2020).
15. Методи створення 360°-фото, 3D-фото. 2020. URL: <https://habr.com/ru/company/pult/blog/524178/> (дата звернення 30.10.2020).
16. Віртуальні лабораторії – зручно, ефективно та цікаво. Мелітополь, 2019 URL: <http://osnova.com.ua/news/1509> (дата звернення 25.11.2020).
17. Використання віртуальної реальності у промисловості. 2020. URL: <https://habr.com/ru/post/509374/> (дата звернення 23.11.2020).
18. Дослідження по застосуванню VR та AR у промисловості. 2019. URL: <https://ntinews.ru/news/tsifrovaya-ekonomika/2019-god-dlya-promyshlennogo-ar-vr-v-rossii-stal-perelomnym.html> (дата звернення 23.11.2020).
19. Результати досліджень щодо застосування VR та AR технологій у важкій промисловості на російських підприємствах. 2019. URL: <https://4industry.ru/ar-vr-for-industry-2019> (дата звернення 27.11.2020).
20. Visual marker detection and decoding in AR systems: a comparative study. Germany, 2003. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1115078> (дата звернення 22.11.2020). (2)
21. Mehmet Sezgin, Bulent Sankur. Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation. 2004. URL: [https://www.researchgate.net/publication/202972407\\_Survey\\_over\\_image\\_thresholding\\_techniques\\_and\\_quantitative\\_performance\\_evaluation](https://www.researchgate.net/publication/202972407_Survey_over_image_thresholding_techniques_and_quantitative_performance_evaluation) (дата звернення 23.11.2020).
22. Ehsan Nadernejad. Edge Detection Techniques: Evaluations and Comparisons. 2008. URL: [https://www.researchgate.net/publication/228730232\\_Edge\\_detection\\_techniques\\_Evaluations\\_and\\_comparisons](https://www.researchgate.net/publication/228730232_Edge_detection_techniques_Evaluations_and_comparisons) (дата звернення 25.11.2020).
23. Hirokazu Kato, Mark Billinghurst. Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-based Augmented Reality Conferencing System. 1999. URL:

[https://www.researchgate.net/publication/3824580\\_Marker\\_tracking\\_and\\_HMD\\_calibration\\_for\\_a\\_video-based\\_augmentedreality\\_conferencing\\_system](https://www.researchgate.net/publication/3824580_Marker_tracking_and_HMD_calibration_for_a_video-based_augmentedreality_conferencing_system) (дата звернення 19.11.2020).

24. Itan Markott Отзывчивый веб дизайн. Москва, 2012. 176 с.
25. Aaron Uolter Эмоциональный веб дизайн. Москва, 2012. 144 с.
26. Князівська Б. А., Долина П.А., Охорона праці: Підручник для студентів вузів: Вища школа. Харків, 2003. 448 с.
27. Белов С.В., Ільницька А.В., Козьяков А. Ф., Безпека життєдіяльності. Київ, 2005. 232 с.
28. Охорона праці на підприємствах та організаціях: рекомендаційний покажчик літератури. / за ред.: Бут. О.Ю. Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. 23 с.
29. Засоби індивідуального захисту від радіації. Лідньов А.О. 2019.
30. URL: <https://www.sop.com.ua/article/1073-zasobi-ndivdualnogo-zahistu-vd-radats> (дата звернення 09.12.2020).

Додаток А

Тези конференції

---

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

МАТЕРІАЛИ

VIII НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,  
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**

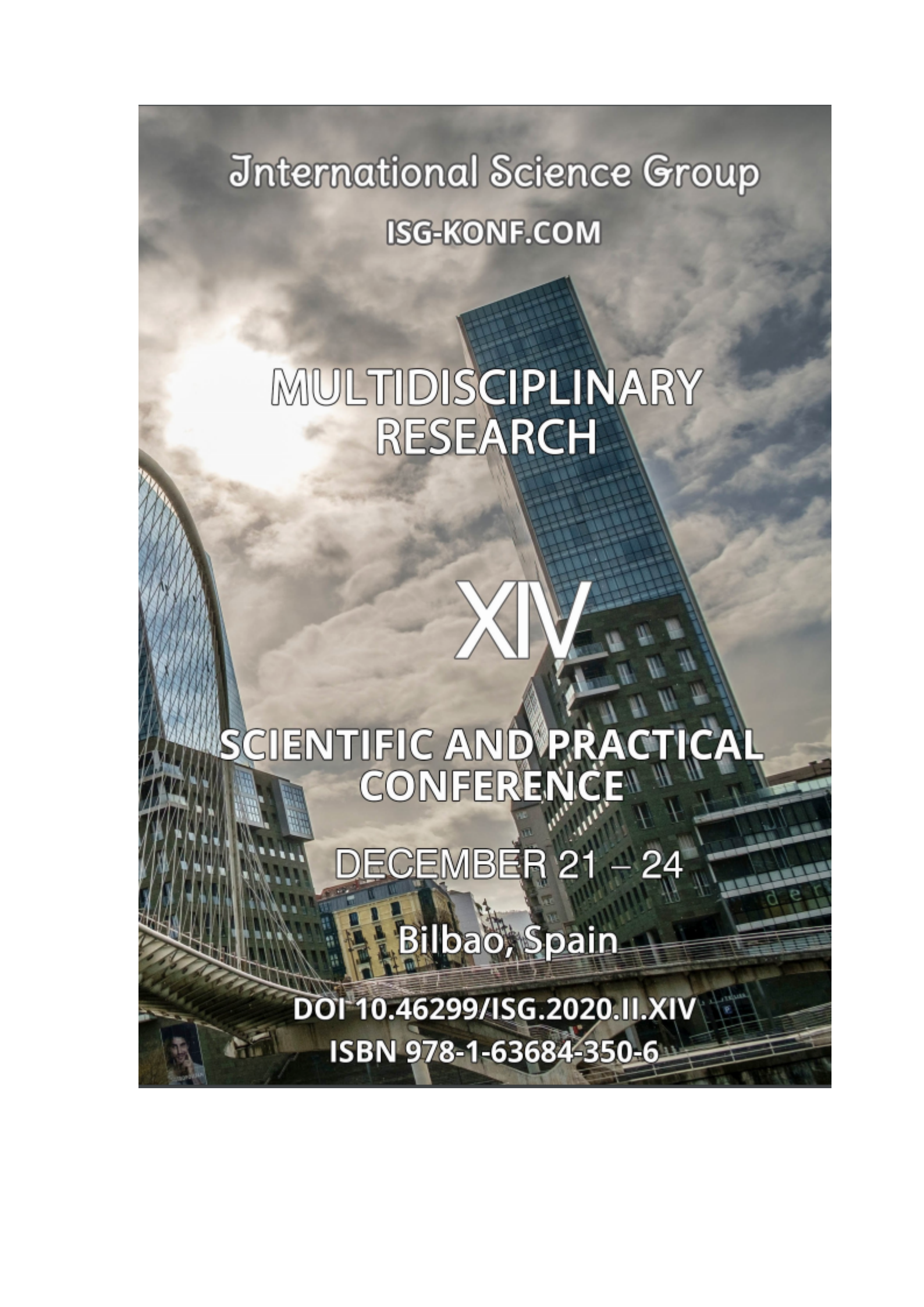


9–10 грудня 2020 року

ТЕРНОПЛЬ  
2020

<b>Р. Верницький</b> РЕАЛІЗАЦІЯ СИНХРОНІЗАЦІЇ ТА УЗГОДЖЕННЯ ДАНИХ У БРАУЗЕРНІЙ ГРІ <b>I. Vernytskyi</b> IMPLEMENTING DATA SYNCHRONIZATION AND RECONCILIATION IN A BROWSER GAME	100
<b>С. Лупенко, В. Вівчарук</b> ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВІДДАЛЕНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ <b>S. Lupenko, V. Vivcharyk</b> USING METHODS AND TOOLS OF REMOTE ENGINEERING TO DESIGN COMPUTER SYSTEMS	101
<b>О. Віглінецький</b> ІНТЕГРАЦІЯ МЕСЕНДЖЕРІВ В СЕРЕДОВИЩЕ ATUTOR. ЕКСПОРТ ПОВІДОМЛЕНЬ <b>O. Vihlinskyi</b> INTEGRATION OF MESSENGERS INTO THE ATUTOR ENVIRONMENT. EXPORT MESSAGES	102
<b>К. Гайдар-Цимбал, Г. Осухівська</b> 3D МОДЕЛЮВАННЯ ЛАБОРАТОРІЙ КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ <b>K. Haidar-Tsybalya, H. Osukhivska</b> 3D SIMULATION OF LABORATORIES OF THE DEPARTMENT OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS	103
<b>Б. Гасулець, І. Литвиненко, М. Поп, С. Смерека</b> АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ВЛАСНОГО ШАБЛОНУ ДЛЯ WORDPRESS <b>B. Hasmulets, I. Lytvynenko, M. Pop, S. Smereka</b> ASPECTS OF CREATING YOUR OWN TEMPLATE FOR WORDPRESS	104
<b>О. Ясний, В. Карпюк</b> ЗАХИСТ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА АПАРАТНОМУ ТА ПРОГРАМНОМУ РІВНЯХ <b>O. Yasnii, V. Karpyuk</b> SOFTWARE PROTECTION AT HARDWARE AND SOFTWARE LEVELS	105
<b>С. Лупенко, І. Кивацький</b> ТЕХНОЛОГІЇ ГОЛОСОВОЇ ВЗАЄМОДІЇ З ВЕБ-ОРІЄНТОВАНИМ ВІРТУАЛЬНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ <b>S. Lupenko, I. Kyvatskyi</b> VOICE INTERACTION TECHNOLOGIES WITH A WEB-ORIENTED VIRTUAL ENVIRONMENT	106
<b>О. Коваленко</b> ПОБУДОВА КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ТОПОЛОГІЇ MESH <b>O. Kovalenko</b> CONSTRUCTION OF A COMPUTER NETWORK BASED ON MESH TOPOLOGY	107
<b>В. Леськів, Н. Луцьк</b> ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОГО АНАЛІЗУ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ БІОМЕДИЧНИХ ДАНИХ ПАЦІЄНТА <b>V. Leskiiv, N. Lutsyk</b> TECHNOLOGIES FOR COMPUTER ANALYSIS AND VISUALIZATION OF PATIENT BIOMEDICAL DATA	108





International Science Group

ISG-KONF.COM

MULTIDISCIPLINARY  
RESEARCH

XIV

SCIENTIFIC AND PRACTICAL  
CONFERENCE

DECEMBER 21 – 24

Bilbao, Spain

DOI 10.46299/ISG.2020.II.XIV

ISBN 978-1-63684-350-6

## MULTIDISCIPLINARY RESEARCH

121.	Serhiienko S., Kryzhanivsky V., Chernov D. TRANSMISSION OF INFORMATION BY A PASSIV RADIO DEVICE IN THE FIELD OF RADIO NOISE INTERFERENCE WITH TRANSMISSION ON TERRESTRIAL RADIO FREQUENCY	472
122.	Zhuk V. PROBLEMS AND PROSPECTS OF MULTIDISCIPLINARY APPROACHES IN MODELLING STORMWATER RUNOFF IN URBANIZED AREAS	477
123.	Братковська К.О., Красносельська І.Р., Ходаков Я.Е. ОЦІНКА МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА	480
124.	Братковська К.О., Горбенко В.І., Нечитайло А.В. ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕЛІОСИСТЕМ ТА СФЕРИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ	483
125.	Бровенко Т.В. ЦИФРОВІ ПЛАТФОРМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТИ РОЗВИТКУ РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ	486
126.	Гайдар-Цимбал К.А., Величко Д.В., Осухівська Г.М. ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗШИРЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО ОЗНАЙОМЛЕННЯ ІЗ НАВЧАЛЬНИМИ ЛАБОРАТОРІЯМИ	489
127.	Кавин С.Я., Кавин О.М., Кавин Я.М. ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО СЕРЕДОВИЩА COMSOL MULTIPHYSICS ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ	492
128.	Маньшин І.С., Селіванов К.О., Красноженюк Я.О. ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНОВОГО РАДІО У СИСТЕМАХ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ	495
129.	Ходякова Г.В., Ходякова Н.В. ЭЛЕМЕНТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В JAVA	499
130.	Цатурян О.Г. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ УПРАВЛІННЯ ДІАГРАМОУТВОРЕННЯМ АДАПТИВНИХ АНТЕННИХ РЕШТОК МОБІЛЬНИХ АПАРАТНИХ І СТАНЦІЙ ЗВ'ЯЗКУ	504

## **ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗШИРЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО ОЗНАЙОМЛЕННЯ ІЗ НАВЧАЛЬНИМИ ЛАБОРАТОРІЯМИ**

**Гайдар-Цимбал Кирило Андрійович**

студент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Величко Діана Вадимівна**

студентка

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Осухівська Галина Михайлівна**

кандидат технічних наук, доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Стрімкий розвиток інформаційних технологій в сучасному світі вражає своїми масштабами. Одними із таких, які на сьогодні є досить популярними і використовуються для найрізноманітніших цілей, є технології розширеної реальності, які використовують різноманітні сучасні технології: технології комп'ютерного зору, опрацювання зображень та комп'ютерної графіки з метою об'єднати реальний та цифровий світ [1,2]. Вони дозволяють "відвідати" будь-які об'єкти будь-кому і в будь-який час. Особливо це важливо, зважаючи на ситуацію, яка склалася у зв'язку із введенням карантинних обмежень.

Проаналізуємо можливість використання таких технологій з метою віддаленого ознайомлення з навчальними лабораторіями закладу вищої освіти на прикладі лабораторій кафедри комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Враховуючи необхідність подальшого вдосконалення та наповнення відповідним вмістом навчальних приміщень запропоновано створення 3D моделі лабораторій, тобто, фактично, реалізувати ознайомчу VR екскурсію з ними [3]. Основною метою при цьому є створення максимально реалістичного простору і облаштування лабораторій. Особливістю розробки такого плану є можливість для користувача самому вирішувати, як і куди пересуватися між приміщеннями. Пересування в такому проекті буде відбуватися аналогічно з іграми, а не як в тих же Google картах за чітко заданими траєкторіями.

Як додаткові елементи взаємодії запропоновано ввести маркери у вигляді QR кодів, які розташовуються в лабораторіях і перенаправляють студента чи «відвідувача» на сайт університету чи кафедри, в залежності, з яким маркером «відбудуватиметься» взаємодія. Використання QR коду, як маркера, не вимагає, крім смартфона з доступом до інтернету, який, на сьогоднішній день, є практично в кожній людини, додаткових пристроїв (наприклад, окулярів чи шолома AR).

Запропоновано в реальних лабораторіях, а також і, відповідно, в



модельованих, ввести маркер (QR код), який буде «перенаправляти» на електронний навчальний курс дисципліни, яка викладається в конкретній лабораторії, в системі електронного навчання Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, а використання QR коду, нанесеного в певних місця, - для здійснення посилання на сайт кафедри з метою отримання необхідної інформації.

На даний момент віддалене ознайомлення з лабораторіями кафедри комп'ютерних систем та мереж представляє собою макет реальних приміщень з невеликою кількістю функцій, якими може скористатися користувач. Проте цей макет можна використати для реалізації тестів, та як віртуальне середовище, в якому може проходити навчальний процес на віртуальних копіях тренажерів для розвитку різноманітних навичок студентів.

Загальний вигляд модельованих лабораторій показано на рис. 1,2.



Рисунок 1. 3D модель лабораторії моделювання інформаційних систем та цифрової обробки сигналів



Рисунок 2. 3D модель лабораторії програмного забезпечення комп'ютерних систем та мереж

На основі запропонованих рішень можна буде втілити безліч різноманітних проектів пов'язаних з використанням AR і VR, що допоможе студентам якісніше і повніше розібратися в технології використання даних розробок в сучасному світі.

Оскільки розширена реальність стає невід'ємною частиною сучасного суспільства, тому проекти, схожі на цей, можуть бути реалізовані для навчальних приміщень різних закладів освіти.

#### Список літератури:

1. Syrovatskyi O. V. Augmented reality software design for educational purposes / Oleksandr V. Syrovatskyi, Serhiy O. Semerikov, Yevhenii O. Modlo, Yuliia V. Yechkalo, Snizhana O. Zelinska // Computer Science & Software Engineering : Proceedings of the 1st Student Workshop (CS&SE@SW 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, November 30, 2018 / Edited by : Arnold E. Kiv, Serhiy O. Semerikov, Vladimir N. Soloviev, Andrii M. Striuk. – P. 193-225. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 2292). – Access mode : <http://ceur-ws.org/Vol-2292/paper20.pdf>.
2. Tsyurulnyk, S. Застосування технології доповненої реальності у процесі підготовки фахівців з радіоелектроніки. // Електронне наукове фахове видання "Відкрите освітнє e-середовище сучасного університету". (Вер 2019). - С.355-362. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s32>.
3. К.А. Гайдар-Цимбал, Г.М. Осухівська. 3D моделювання лабораторій кафедри комп'ютерних систем та мереж // Матеріали VIII науково-технічної конфіції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 9 – 10 грудня 2020р.). – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2020. – С.103. [http://tntu.edu.ua/storage/pages/00000830/8NKH\\_zbirnyk\\_9.12.2020.pdf](http://tntu.edu.ua/storage/pages/00000830/8NKH_zbirnyk_9.12.2020.pdf).