

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет комп'ютерних наук та технологій
(повне найменування факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему **СИСТЕМА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ВІДОБРАЖЕННЯ СПРАЦЮВАННЯ**
ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРИСТРОЇВ
(назва теми)

Виконав: студент 2 курсу, групи КНТ-512м
спеціальності _____

123 Комп'ютерна інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Комп'ютерні системи та мережі

КИНЧЕВ В.І.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник КУДЕРМЕТОВ Р.К.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент КАПЛІЄНКО Т.І.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Комп'ютерних наук і технологій
Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»
Ступінь вищої освіти магістерський
Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) «Комп'ютерні системи та мережі»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри Кудерметов Р.К.
“__” _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

КИНЧЕВА Віталія Ігоровича
(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Система доповненої реальності відображення спрацювання вибухонебезпечних пристроїв

керівник проєкту (роботи) к. т. н., доцент, Кудерметов Равіль Камілович
(науковий ступінь, вчене звання, ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “__” _____ 2023 року №

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) презентація спрацювання вибухонебезпечних елементів в форматі доповненої реальності, протипіхотні міни, протитанкові міни, граната Ф1, міни-пастки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

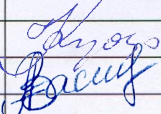
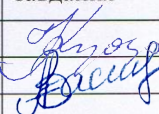
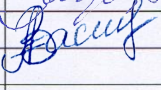
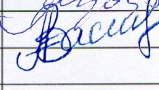
1) Аналіз засобів створення доповненої реальності;

2) Аналіз моделей для створення доповненої реальності;

3) Розробка доповненої реальності;

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

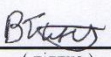
6. Консультанти розділів проекту (роботи)

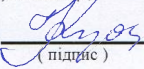
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-3	КУДЕРМЕТОВ Р.К., доцент		
нормоконтроль	ПОЛЬСЬКА О.В., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання 01.10.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз технічного завдання та предметної області	01.10.2023	
2	Розробка моделей спрацювання вибухівки різного типу	20.10.2023	
3	Аналіз і вибір засобів розробки	25.10.2023	
4	Проектування візуальних моделей	01.11.2023	
5	Оформлення отриманих результатів у ПЗ	10.11.2023	
6	Оформлення графічного матеріалу	15.11.2023	
7	Оформлення допоміжного матеріалу	25.11.2023	

Студент  Віталій КИНЧЕВ
(підпис) (ім'я, прізвище)

Керівник проекту (роботи)  Равіль КУДЕРМЕТОВ
(підпис) (ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 75 с., 44 рис., 8 табл., 21 джерела.

СЕРЕДОВИЩЕ РОЗРОБКИ, ДОПОВНЕНА РЕАЛЬНІСТЬ,
ВОГНЕНЕБЕЗПЕЧНІ ПРИСТРОЇ, 3D-МОДЕЛЬ, МАРКЕР, МІТКА, КАМЕРА.

Об'єктом розробки є процес створення моделей доповненої реальності, що демонструють небезпечний процес спрацювання різних типів вибухівки.

Предметом дослідження є технологія створення моделей спрацювання вибухівки.

Мета роботи – підвищити поінформованість людей щодо небезпечних предметів та об'єктів через наочне відображення наслідків взаємодії з ними у доповненій реальності.

У першій частині проведено аналіз програмних засобів створення доповненої реальності таких, як Unity Hub, EyeJack Creator, AR LAB, Blender, а також окреслено завдання і характеристика предметної області.

У другій частині зроблено вибір програмних засобів для реалізації поставленого завдання зі створення моделей вибухівки, розглянуто особливості різних моделей вибухонебезпечних пристроїв.

У третій частині спроектовано та розроблено безпосередньо доповнену реальність, яка відображає негативні можливі наслідки взаємодії з вибухонебезпечними пристроями. А також наведено результати дослідження різних програмних засобів створення доповненої реальності.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ.....	9
1.1 Програмне забезпечення EyeJack Creator.....	14
1.2 Програмне забезпечення Unity 3D з Vuforia SDK	17
1.3 Програмний інструмент Project Anarchy	23
1.4 Програмний інструмент AR Lab	25
1.5 Програмне середовище Blender.....	26
2 АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ.....	30
2.1 Ручні гранати.....	30
2.2 Протипіхотні міни.....	34
2.3 Протитанкові міни	40
2.4 Міни-пастки.....	42
3 РОЗРОБКА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ.....	45
3.1 Створення моделі доповненої реальності в середовищі Unity та Vuforia SDK.....	45
3.2 Створення моделі доповненої реальності у середовищі EyeJack Creator	58
3.3 Демонстрація результату спрацювання моделей вибухівки в доповненої реальності.....	63
3.4 Функціональне тестування моделей доповненої реальності.....	69
3.5 Результати досліджень середовищ розробки.....	69
ВИСНОВКИ.....	72

ВСТУП

На сьогоднішній день доповнена реальність – це відносно нова та перспективна технологія, яка активно розвивається та доповнює можливості людей у багатьох сферах. За останні декілька років доповнена реальність стала стрімко перетворюватися в одне з головних засобів, що використовується для розваг, наприклад, ігор, туризму, наукової сфери та військової справи.

Доповнена реальність (англ. augmented reality, AR) — це термін, що використовується для опису проєктів, які спрямовані на додавання віртуальних елементів до реального оточення. Цей концепт включається до категорії "змішаної реальності (Mixed Reality)", де також враховується "доповнена віртуальність" - коли реальні об'єкти інтегруються в віртуальне середовище. Один із найвідоміших прикладів доповненої реальності — це відображення кольорової лінії, яка вказує на траєкторію руху шайби під час телетрансляції хокейних матчів.

Інформатизація в сфері Міністерства надзвичайних ситуацій безупинно розвивається, проте велика кількість людей все ще мають дуже низький рівень обізнаності, як правильно дотримуватись умов безпеки при збройних конфліктах, що особливо стосується ситуації, коли війна не десь там, а в твоїй країні, а то й в твоєму місті або селищі.

Доповнена реальність допомагає здійснювати:

- = керування військовою авіацією (вбудована в шолом система індикації необхідної інформації, не відволікаючи пілота від керування літаком або гвинтокрилом), автомобільним (проекція швидкості руху та іншої необхідної інформації на лобове скло);

- також за допомогою доповненої реальності можна грати в ігри, наприклад, в 2004 році була створена гра для мобільних телефонів з назвою Mosquitos, яка відображала на екрані телефону зображення з вбудованої позаду нього камери, з накладеними на це зображення прицілом та величезними комарами, від яких «відстрілювався» гравець;

- рекламу компанії, та інформацію про неї або товар за допомогою штрих-кодів (за допомогою камери смартфона ми можемо навести на штрих код та дізнатися інформацію за даним продуктом).

Розвиток технологій доповненої реальності призвів до появи великої кількості мов середовищ для створення моделей віртуальної реальності.

За допомогою моделей віртуальної реальності люди можуть ознайомитися візуально з різними явищами та як те, або інше працює, при цьому людина може ознайомитись з цим будь де та цілком безпечно, потрібно тільки мати при собі смартфон.

Темою магістерської роботи є «Система відображення спрацювання вибухонебезпечних пристроїв засобами доповненої реальності». Тема є актуальною, бо в Україні йде війна та гинуть невинні люди, більшість з яких це діти, які не знаючи, як треба поводитись з невідомими об'єктами наражають себе на небезпеку.

Актуальність даної роботи зумовлена затребуваністю сучасної інформаційної системи доповненої реальності, яка спроможна попередити про небезпеку. Спосіб інформування за допомогою доповненої реальності відрізняється відносно низькими витратами, сучасним методом подавання інформації та відносно легким чином її надання та сприйняттям.

Мета магістерської роботи – підвищити поінформованість людей щодо небезпечних предметів та об'єктів стало вкрай необхідним, бо така поінформованість може зберегти багато життів. Одна із технологій, що може наочно відобразити наслідки взаємодії з будь-яким з таких предметів, вчасно розпізнати небезпечний предмет та попередити жахливі наслідки – це технології доповненої реальності.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- провести аналіз програмних засобів створення доповненої реальності таких;
- обрати програмні засоби для дослідження та розробки доповненої реальності, що відображатиме спрацювання вибухонебезпечних пристроїв;

- проаналізувати вибухонебезпечні пристрої, що найчастіше зустрічаються і становлять небезпеку для населення;
- розробити доповнену реальність згідно поставленого завдання;
- проаналізувати результати досліджених програмних засобів створення доповненої реальності.

1 АНАЛІЗ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

В даний час, доступність доповненої реальності розширюється дедалі більше. Якщо в 90-х роках минулого століття і на початку 21 століття цей концепт був обмежений військовою авіацією у своїх перспективних розробках допоміжних шоломів для пілотів бойовий гелікоптерів та літаків, то тепер він практично використовується в усіх аспектах життя людини, проєктоване на лобове скло швидкісних та інших показників автомобіля на даний час до ігор та QR-кодів.

Доповнена реальність може бути новою технологією для деяких, але цей термін, насправді, був використаний вже в 1990-х роках. Створення терміну належить професору Томові Коделле з Boeing Computer Services в Сіетлі. Він шукав новий спосіб, щоб допомогти процесу виробництва та почав використовувати деякі технології віртуальної реальності. В результаті він створив складне програмне забезпечення, яке мало можливість накладання віртуальних об'єктів у процесі будівництва на місця їхнього розташування. 1999 заслуговує на особливу увагу: цього року побачила світ 'ARToolKit' - бібліотека з відкритим вихідним кодом для розробка програм з елементами доповненої реальності. Кілька років через, ера смартфонів очолила нову хвилю розвитку AR, на цей раз з особливим напливом мобільних додатків для широкого кола споживачів [1].

Але існують декілька визначень доповненої реальності. У 1997 році дослідник Рональд Азума визначив доповнену реальність як систему, яка [2]:

1. Поєднує віртуальний та реальний світи.
2. Взаємодіє у реальному часі
3. Працює у тривимірному просторі.

У 1994 році Пол Мілгром та Фуміо Кісіно описали Континуум Віртуальність-Реальність, який представляє собою простір між реальністю та віртуальністю, де розташована доповнена реальність (наближена до реальності) та доповнена віртуальність (наближена до віртуальності). Ще одне визначення: Доповнена реальність — додавання до відчуттів уявних об'єктів, що надходять з реального

світу, зазвичай допоміжно-інформативної властивості. У західному науковому співтоваристві цей напрямок отримав чіткий усталений термін - Augmented Reality (AR).

Створення моделей віртуальної реальності, які демонструють принцип спрацювання вибухівки надає нам:

- оперативне інформування громадян та їх дітей про небезпеку, яку несуть у собі вибухові пристрої: замасковані за допомогою ландшафту місцевості чи під вид якогось предмету(наприклад іграшка чи телефон), або які мають вигляд тих, які не спрацювали;
- ефективний інструмент для попередження травмування чи летальних випадків цивільних;
- скорочення витрат часу та грошей, на відміну від того, що без цього методу є потреба у тому, щоб збирати людей та проводити роз'яснювальні бесіди, витрачаючи паливо та безцінний час оперативного працівника, якого може бути обмаль у цей непростий час;
- доступність демонстрації моделей доповненої реальності для громадян маючих звичайний смартфон під керуванням операційної системи Android або IOS.

На рисунку 1.1 демонструється принцип створення доповненої реальності.

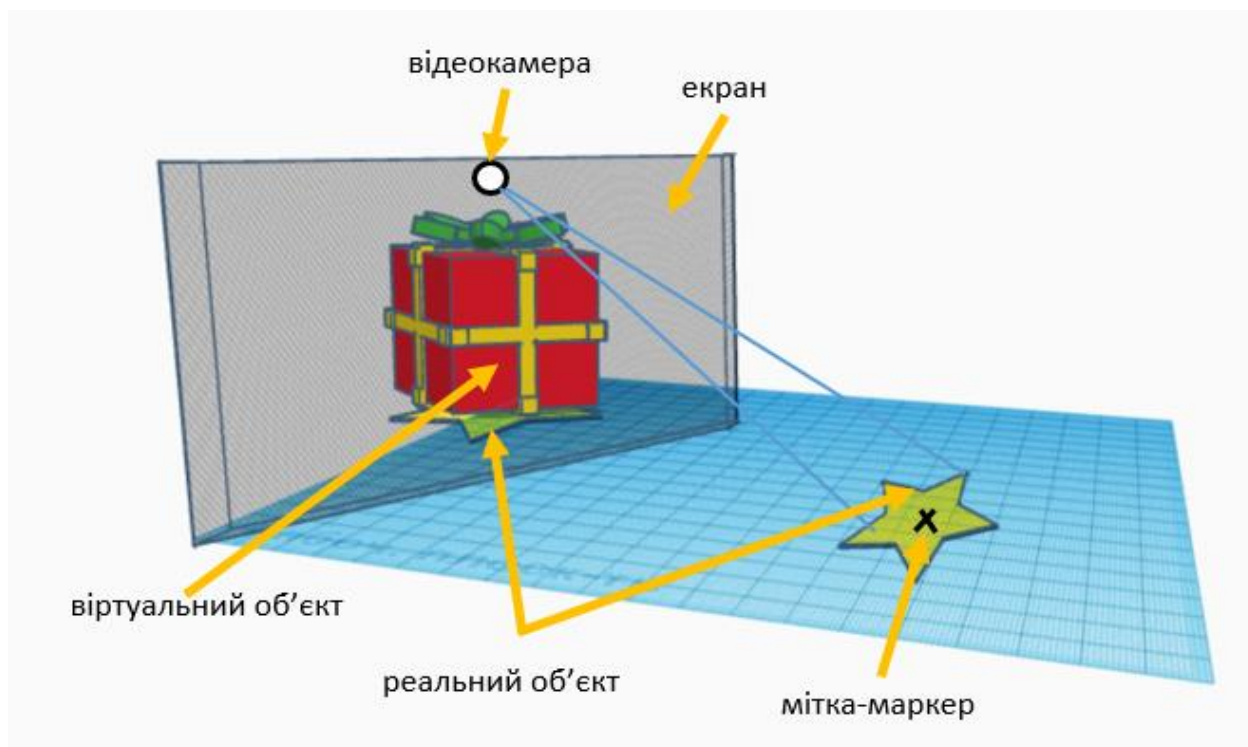


Рисунок 1.1– Принцип створення доповненої реальності

Доповнена реальність досягається за допомогою різних технологічних інновацій; вони можуть бути реалізовані окремо або в поєднанні один з одним. Щоб створити доповнену реальність, необхідно:

- Загальні апаратні компоненти – процесор, дисплей, датчики та пристрої введення. Як правило, смартфон містить процесор, дисплей, акселерометри, GPS, камеру, мікрофон і т.д., і містить усе необхідне обладнання.

- Дисплеї – в той час, як монітор цілком здатний відображати дані AR існує й інші системи, такі як оптичні проекційних системи, дисплеї головного монтажу, окуляри, контактні лінзи, віртуальні дисплеї сітківки, EyeTap (це пристрій, який змінює промені світла, захоплені з навколишнього середовища) доповненої реальності (PC - який використовує звичайні методи проекції як заміна для відображення будь-якого виду) та портативні дисплеї.

- Датчики та пристрій введення включають GPS, гіроскопи, акселерометри, компаси, RFID, бездротові датчики, сенсорне розпізнавання мови, відстеження очей та периферійні пристрої.

- Програмне забезпечення – більшість розвитку для АРА буде в розроблення подальшого програмного забезпечення, щоб скористатися апаратними можливостями. Існує вже доповнена реальність Markup Language (ARML), яка використовується для стандартизації XML граматики для віртуальної реальності [12].

У найпростішому випадку для створення ефекту доповненої реальності потрібні чотири основні компоненти: веб-камера, комп'ютер, маркер і програма. Користувач друкує на аркуші паперу спеціальне зображення (маркер) та підносить його до веб-камери. На комп'ютері повинен бути запущений додаток, який розпізнає маркер на одержуваній з камери картинці і відобразить на його місці будь-який елемент - текст, фотографію, об'ємний об'єкт тощо. Іншими словами для того, щоб оживити зображення доповненої реальності необхідно зробити кілька елементарних дій, що призведуть до дивовижного результату. Насамперед необхідно завантажити спеціалізовану програму та встановити її на свій гаджет, а потім необхідно знайти рекламну конструкцію, зображення в журналі чи газеті або щось подібне та навести на нього свій смартфон, планшет чи будь-який інший аналогічний пристрій. І найважливіше, в жодному разі не можна забувати, що потрібні маркери або мітки, які є спеціальним ідентифікатором для програми віртуалізації на існуючий об'єкт.

У випадку з браузерами доповненої реальності для телефонів роль маркера виконують дані, що отримуються з GPS-приймача, акселерометра (пристрій, здатний вимірювати прискорення предмета, який він набуває при зміщенні свого нульового положення) і електронного компаса.

Мітка (маркер) – це звичайне зображення, нанесене на будь-яку поверхню, таку як папір, пластик чи інший матеріал. При піднятті цього маркера перед камерою відбувається віртуальне застосування тривимірного об'єкта з анімацією або відео на екрані [4].

Маркери можна обертати, нахиляти і переміщати в реальному просторі в будь-якому напрямку, і всі тривимірні моделі на екрані точно повторюватимуть рухи маркера перед камерою. Мітка може містити в собі будь-яке наповнення: від

досить простого предмета, такого як статична модель машини або будівлі, до складної презентації з використанням анімації та зв'язків між віртуальними об'єктами, як-от, наприклад, керування посадкою літака або вирощування квітки, з додатковою текстовою або звуковою інформацією.

В наш час існує 2 різновиди міток: маркерна та безмаркерна.

Маркерна технологія – це нова інтерактивна система з використанням спеціального маркера. Коли ви підносите маркер (мітку) до камери, на екрані з'являється віртуальний об'єкт з різними ефектами згідно з певним сценарієм. Мітка на маркерній основі виглядає як картинка всередині графічної рамки. Принцип роботи полягає у спеціальному алгоритмі розпізнавання "плям" на мітці. Основне завдання програми – побудувати віртуальну 3D модель, прив'язати її до мітки та показати на екрані.

Використовуючи безмаркерну технологію, міткою може стати будь-яке графічне кольорове зображення (картинка з логотипом компанії, буклет, флаєр, брошура, журнал, будь-яка друкована та поліграфічна продукція). Принцип роботи залишається аналогічним із маркерною технологією, тобто програма розуміє кольорове зображення за допомогою алгоритмів розпізнавання образів.

Віртуальні об'єкти – це тексти, посилання на сайти, фотографії, об'ємні елементи, звуки, відео тощо. Вони можуть бути як пасивними, що простоспостерігаються людьми, так і інтерактивними, тобто взаємодіючими ними [5].

На рисунку 1.2 демонструються приклади міток.



Рисунок 1.2– Приклади можливих міток

Переваги використання доповненої реальності надані нижче:

- можливість використання різних моделей, створених у програмах для 3D моделювання;
- можливість використання до кількох десятків «живих 3D міток» одночасно; собівартість тиражування 3D-додатку через інтернет мінімальна, а проєкти можна дивитися як у режимі онлайн, так і офлайн;
- інсталяції доповненої реальності легко масштабуються (від ноутбуків до відеостін, моно до стереоскопічного формату);
- мітки можуть взаємодіяти між собою, а 3D-об'єкти на них можуть підкорятися законам фізики реального світу;
- проєкт на мітках можна доповнити текстовою та звуковою інформацією, а також створити багаторівневе меню;
- мітки доповненої реальності дають людям можливість працювати з продуктом лише на рівні моторики;
- доповнена реальність привертає увагу та пояснює складні речі простою візуальною мовою.

Доповнена реальність досягається за допомогою різних технологічних інновацій; вони можуть бути реалізовані окремо або в поєднанні один з одним.

1.1 Програмне забезпечення EyeJack Creator

EyeJack Creator – це програмне забезпечення, яке дозволяє створювати, переглядати та ділитися додатками доповненої реальності. Доступно для настільних комп'ютерів на macOS та Windows[6].

EyeJack знаходиться у верхній частині списку Мистецтво та дизайн категорія додатків у Google Playstore. У нього дійсно гарні рейтинги та відгуки. В даний час,

EyeJack для Windows перейшла 50 000+ Програма інсталяції and 3.3 зірка середній сукупний рейтинг користувачів.

Принцип роботи:

- Додайте свій графічний документ

Це зображення, яке запускати вашу анімацію. Просто завантажте свою ілюстрацію у форматі JPG або PNG).

На рисунку 1.3 демонструється приклад доданої картини.

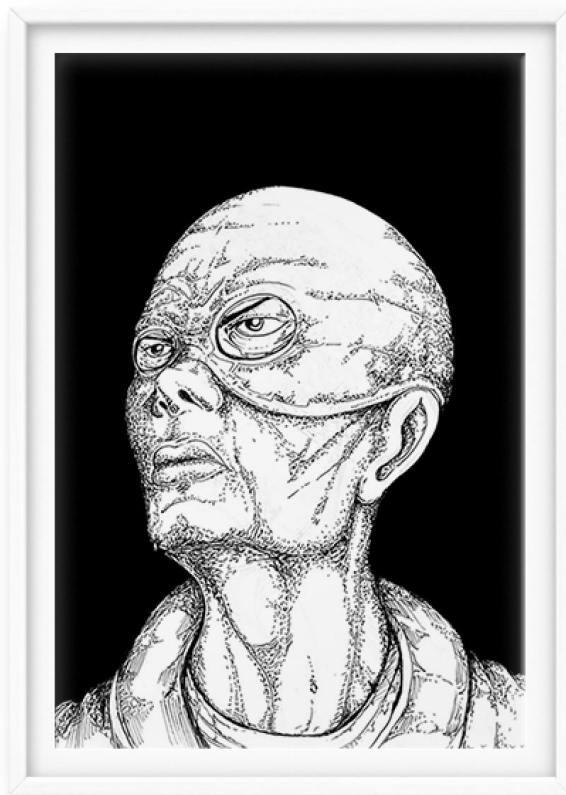


Рисунок 1.3– Приклад доданого графічного елементу

- Додайте вашу анімацію

Виберіть відеофайл, GIF або PNG, яку ви хочете відтворити поверх свого твору мистецтва.

На рисунку 1.4 демонструється приклад додавання анімації.



Рисунок 1.4– Приклад додавання анімації

- Перегляньте результат

Подивіться, як ваші ілюстрації оживають, попередньо переглянувши їх за допомогою програми EyeJack на вашому мобільному пристрої.

1.2 Програмне забезпечення Unity 3D з Vuforia SDK

Unity3d - це сучасне кросплатформове середовище розробки ігор і програм, яке було розроблене компанією Unity Technologies. За допомогою цього двигуна можна створювати не лише програми для персональних комп'ютерів, але і для мобільних пристроїв, таких як, наприклад, ті, що працюють на операційній системі Android, а також для ігрових консолей та інших аксесуарів [7].

Щоб створити віртуальну реальність за допомогою Unity нам знадобиться Unity Hub із додатком Vuforia.

- 1.Реєструємось у Unity Hub
- 2.Активуємо ліцензію
- 3.Завантажуємо необхідну нам версію Unity
- 4.Завантажуємо пакет UnityExtensions
5. Реєструємось у додатку Vuforia

На рисунку 1.5 демонструється приклад реєстрації у середовищі розробки Unity Hub.

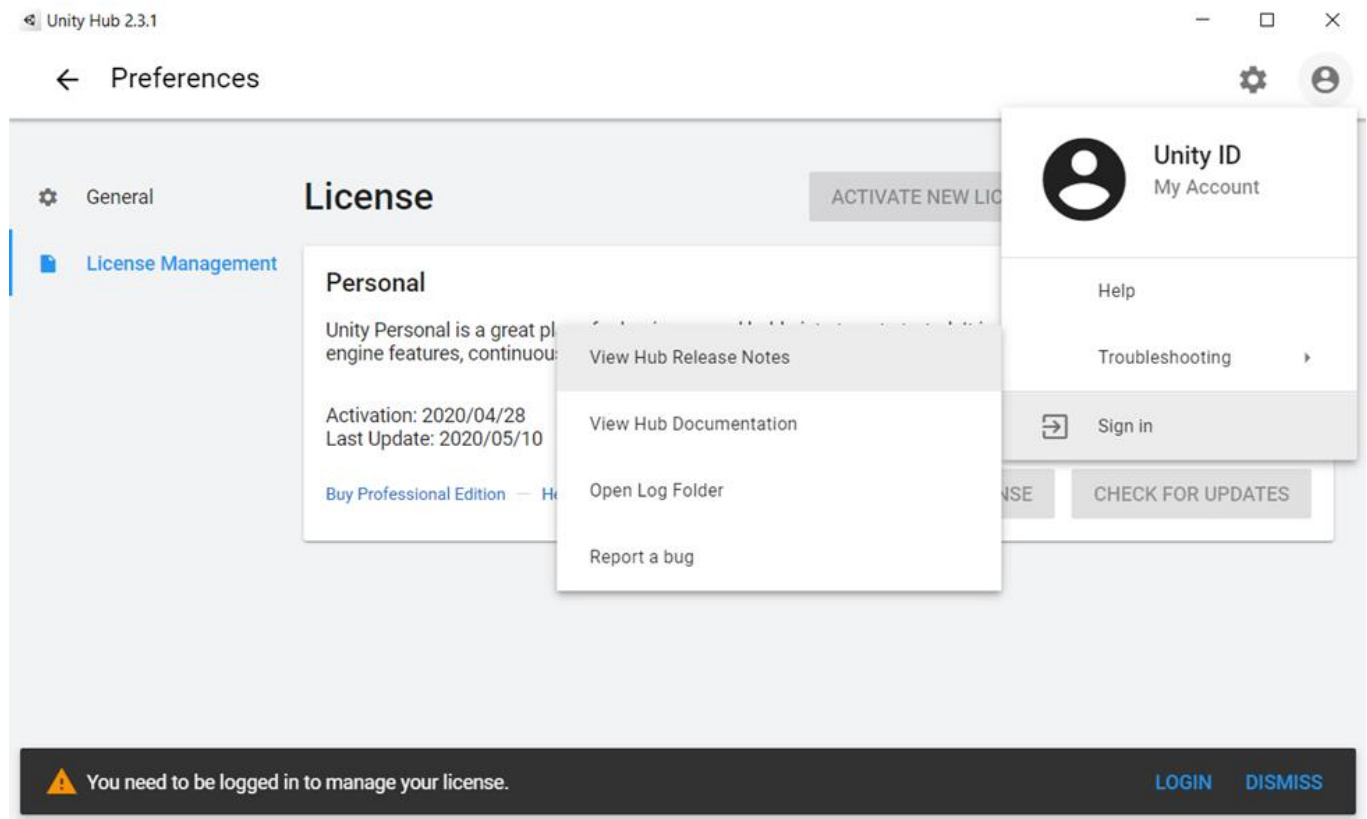


Рисунок 1.5 – приклад реєстрації у Unity Hub

На рисунку 1.6 демонструється приклад реєстрації у додатку Vuforia.

Рисунок 1.6— приклад реєстрації у Vuforia

Vuforia є одним із найпопулярніших SDK для розробки додатків доповненої реальності, які дозволяють компаніям надавати своїм клієнтам захоплюючий досвід AR. Завдяки доступності API через Unity, Vuforia можна використовувати для розробки власних програм під iOS та Android. Вона також вважається повним SDK з великим набором функцій додатків AR.

- Ідентифікація та відстеження цільових зображень, текстів англійською мовою та 3D-об'єктів у режимі реального часу
- Розміщення віртуальних об'єктів, таких як 3D-моделі, у реальному середовищі
- Багатоцільові 3D-конфігурації
- Vuforia Engine Area Targets разом з Area Target Generator
- Відскановані Model Targets
- Розширені Model Targets — Виявлення кількох моделей
- Продовження роботи при зупиненні додатків

- Режим симуляції
- Vuforia Engine Tracking Scale[15].

Щоб щось додати до реального світу, потрібно у цьому світі “зачепитися” за якийсь об’єкт. Саме для цієї мети і є мішені(мітки). Інакше кажучи, мета(мітка) – це реальний об’єкт, знаючи що наш додаток може розставити віртуальні об’єкти у необхідних місцях і відповідних пропорціях[16].

На рисунку 1.7 демонструється вибір мішеней(міток) у Vuforia.

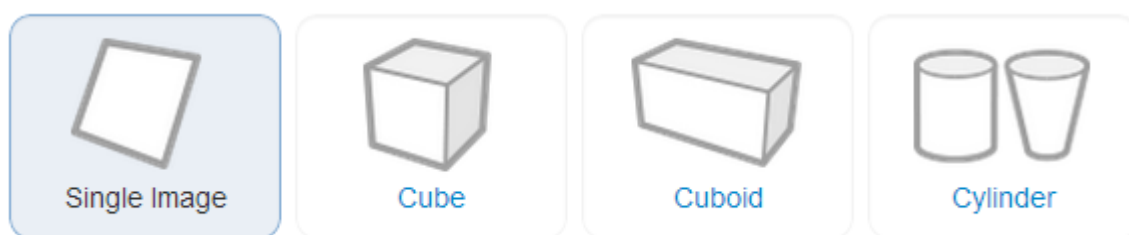


Рисунок 1.7– вибір мішеней(міток) у Vuforia

Image targets – це основний тип об’єктів, які можуть бути використані для розпізнавання в розширеній реальності, що є звичайною картинкою, наприклад, обкладинкою журналу, фотографією або афішою нового фільму. Замість традиційного чорно-білого штрих-коду, така картинка має своєрідний набір контурів і деталей. Нею ми можемо користуватись для ідентифікації конкретної картинки в полі зору камери, а також для визначення її місця та масштабу в просторі. Варто сказати, що не будь-яка картинка підійде для створення мішені. Ідеальними мішенями є ті, на яких є багато контрастних деталей. Вони дозволяють побудувати опорну матрицю для подальшого розпізнавання.

Simple 3D targets (Cube and Cuboid) – це мішені у формі прямокутних паралелепіпедів, включаючи куби. Наприклад, це може бути коробка від сніданків, коробка від сірників або навіть настільна гра. Кожна така мета складається з шести поверхонь, і для кожної з них потрібно мати по шість зображень. Якщо ви коли-небудь склеювали кубик з паперу, то швидко впораєтесь із завданням.

Cylinder targets – не зважаючи на свою назву, є усіченим конусом з можливістю задавати діаметри основ. Звичайно якщо вибрати однакові діаметри, то вийдуть якраз циліндр, але все ж таки це окремий випадок. Для створення такої мітки потрібно вказати не лише діаметри основ і висоту, але також додати три зображення - по одному для кожної з двох основ і ще одне для бічної поверхні.

Мішені у формі рамок (Frame markers) представляють собою спеціально підготовлені рамки, які схожі на штрих-коди. У таку рамку можна вставити будь-яке зображення. Цей вид мішеней підходить, коли вихідне зображення має велику кількість деталей, і створення з нього іншого типу мішені (image target) виявляється складним.

Також в бібліотеці Vuforia є можливість розпізнавання тексту (Text or word targets), тобто будь-яке слово або їх поєднання можуть стати мішенню. Зараз підтримується лише латиниця, але це вже дуже цікаво. Тільки уявіть, наскільки цікавим може стати вивчення іноземних слів [16].

Залежно від кількості мішеней, які необхідно використовувати для вашої програми, ви можете зберігати їх у так званій Device Database, щоб завжди мати доступ і розпізнавати їх прямо на самому пристрої, або переносити частину цього навантаження на Cloud Databases. Останній є сервісом з набору Vuforia Web Services, який призначений для зберігання мішеней та визначення їх на основі даних, надісланих з пристрою. Обидва підходи мають свої переваги та недоліки, але обираючи між ними, вам буде не так важко, якщо ви чітко визначите цілі своєї програм [16].

Крім того, можна створювати мішені безпосередньо з самого додатка, використовуючи зображення, отримане з камери. Важливо відзначити, що QCAR не вимагає, щоб вся мішень була видимою на кадрі. Для її розпізнавання та використання достатньо буде лише частини. Це дуже важливо і дозволяє розглядати всю магію вашого застосування під різними кутами [16].

На рисунку 1.8 демонструється приклад роботи у середовищі Unity.



Рисунок 1.8– приклад роботи у середовищі Unity

Колайдер - це зона простору, при взаємодії з якою спрацьовують відповідні скрипти або виконуються конкретні дії. Щоб отримати краще уявлення про це, уявіть собі, що ви підходите до дверей універмагу, і вони автоматично відчиняються. На кілька метрів від дверей спрацьовує датчик, і двері автоматично відчиняються перед вами. Проте, якщо ви пройдете за три метри від них, нічого не відбудеться. ця область, де активується датчик руху, відповідальний за відчинення дверей, є колайдером. Коли ви входите в цю зону, двері відчиняються, і якщо ви виходите за її межі, датчик вже не реагує на вашу присутність [14].

Unity має Asset магазин, де можна придбати тривимірні моделі, персонажі,

текстури, звукові ефекти, музику, засоби розробки, або сценарії. Unity Asset магазин швидко став неоціненним ресурсом для розробників ігор [14].

1.3 Програмний інструмент Project Anarchy

Project Anarchy - новий безкоштовний ігровий двигун від Havok, який цілком може конкурувати з Unity3D. Project Anarchy, як і Unity, включає два типи ліцензії: Free та Pro. На даний момент Project Anarchy не публікує ціни на версію Pro [13].

Порівняння ліцензій конкуруючих між собою ігрових двигунів наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - порівняння ліцензії

Unity3D	Project Anarchy
Unity3D (ціна: Free) Для дистрибуції на десктоп, мобільні пристрої та web	Project Anarchy (ціна: Free) Тільки для дистрибуції на мобільні пристрої
	Project Anarchy PC Exporter (ціна: 499 \$) Розширення Free версії для дистрибуції на PC
Unity (ціна: 1500 або передплата 75\$/місяць)+додаткові платні плагіни Для дистрибуції на десктоп, мобільні пристрої, консолі та web	Project Anarchy Pro (ціна: невідома) Для дистрибуції на робочий стіл, мобільні пристрої та консолі

Порівняння підтримуваних платформ ігровими двигунами наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Порівняння підтримуваних платформ

Платформа	Unity3D (v. 4.2)	Project Anarchy (v2013.2)
Windows Desktop	Так	Так (Pro)
Mac OS	Так	Так (Pro)
Linux (Ubuntu)	Так	Ні
Web	Так	Ні
IOS	Так	Так
Android ARM7	Так	Так
Android x86	Ні (анонсовано)	Так
Tizen	Ні (анонсовано)	Так
Windows Phone 8	Так	Так(Pro)
Blackberry	Так	Ні (анонсовано)
Консолі (ps3/xbox/wii/psvita)	Так (Pro)	Так (Pro)

Порівняння платформ для розробки програми на ігрових двигунах представлено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Порівняння платформ для розробки.

Платформа	Unity3D (v. 4.2)	Project Anarchy (v2013.2)
Windows Desktop	Так	Так
Mac OS	Так	Так
Linux (Ubuntu)	Так	Ні

Project Anarchy поки, на жаль, не може бути конкурентом Unity для розробки програм. Project Anarchy складніший, не такий гнучкий і простий у освоєнні як

Unity. У ньому немає подібності Unity Store з купую плагінів та різних пакетів. Також недоліком Project Anarchy є більша залежність від платформи Windows. Усі засоби розробки пов'язані на Windows. Unity має більш кросплатформенну архітектуру. Також поки що невідома ціна за Pro версію Project Anarchy [14].

1.4 Програмний інструмент AR Lab

Augmented Reality Lab була заснована в березні 2021 року, засновник д-р Крістіан Сандор [8].

Під керівництвом Кейтлін Фішер, канадської дослідницької кафедри в галузі цифрової культури, Йоркська лабораторія доповненої реальності (AR Lab) присвячена створенню інноваційних виразних інструментів, методів дослідження, інтерфейсів та контенту, які кидають виклик кінематографічним та літературним конвенціям та спрямовані на покращення того, як люди взаємо зі своїм фізичним середовищем та один з одним [9].

Розташована на факультеті образотворчих мистецтв, лабораторія доповненої реальності пропонує дослідникам можливість досліджувати нові екранні технології, підходи та методи як шляхом виробництва, так і теоретичного вивчення цього нового середовища. Лабораторія пропонує одні з найпередовіших технологій, доступних практикам у контексті образотворчого мистецтва у будь-якій точці світу. Дослідники в лабораторії створили відзначені міжнародними нагородами іммерсивні AR-твори, інтерактивний театр, AR-фантастику та поезію для iPad та iPhone, а також AR-інсталяції та мобільні медіа [9].

Студенти в лабораторії проводять дослідження на передньому краї співробітництва в галузі мистецтва та науки і часто беруть участь у міжнародних партнерствах. Випускники-стажери представили роботу на Конгресі, опублікували документацію прототипів у журналах з мистецтва/культури, брали участь у

SIGGRAPH, ISEA, DAC, ISMAR, TEDx Dubai, ELO, MLA, HASTAC та SCMS, виступили з основними доповідями на міжнародному рівні та запустили програму та видавничі підприємства. Лабораторія AR є частиною мережі доповненої реальності Онтаріо та співпрацює з Georgia Tech, Науковим центром Онтаріо, TIFF/Nexus та Millenium3 Engineering серед інших [9].

AR Lab також бере участь у громадських ініціативах, часто проводячи практичні семінари – для жінок в ігровій індустрії, для жінок та кіно та телебачення, для Асоціації доповненої реальності Онтаріо, для істориків, школярів та музейників [9].

1.5 Програмне середовище Blender

Blender – це публічний проєкт, розміщений на blender.org, ліцензований як GNU GPL, що належить його учасникам. Тому Blender є безкоштовним програмним забезпеченням з відкритим вихідним кодом, назавжди[10].

Blender є членом ASWF, Khronos, Linux Foundation та OIN. Він також добре підтримується основними постачальниками апаратного забезпечення, такими як AMD, Apple, Intel та NVIDIA[10].

Cycles - це вбудований потужний механізм трасування колії Blender, який пропонує приголомшливий ультрареалістичний рендеринг.

- Попередній перегляд вікна перегляду в режимі реального часу
- Рендеринг CPU & GPU
- PBR шейдери та підтримка HDR-освітлення
- Підтримка рендерингу VR.

На рисунку 1.9 демонструється механізм Cycles



Рисунок 1.9— Механізм трасування колії Cycles

Широкий спектр інструментів моделювання Blender робить створення, перетворення та редагування ваших моделей легкою справою.

- Повна підтримка N-Gon
- Ковзання країв, вставка, заповнення сітки та мосту та багато іншого
- Просунуті інструменти та пензлі для ліплення
- Багатодозвільний та динамічний підрозділ
- 3D-живопис текстурованими кистями та маскуванням
- Скрипти Python для інструментів і надбудов.

Професіонали VFX кажуть: "Напевне, найкращий трекер на ринку". Blender

включає готову до виробництва камеру і відстеження об'єктів. Дозволяє імпортувати необроблені кадри, відстежувати відзнятий матеріал, маскувати області та бачити рухи камери у прямому ефірі у вашій 3D-сцені. Виключення необхідності перемикання між програмами.

= Автоматичне та ручне відстеження

- Потужна реконструкція камери

- Попередній перегляд відстежуваних кадрів та 3D-сцени в режимі реального часу

- Підтримка планарних трекерів та вирішувачів штативів.

Blender має гнучкий інтерфейс, керований Python. Макет, колір, розмір і навіть шрифти можуть бути скориговані. Використовуйте сотні доповнень спільноти або створіть власні, використовуючи доступний API Python Blender.

- Налаштування макету інтерфейсу та кольорів

- Підтримка екрану Hi-res/Retina

- Створюйте власні інструменти та доповнення

- Малювання над вікном перегляду OpenGL

- Підключення до API рендерингу Blender[10].

На рисунку 1.10 демонструється інтерфейс середовища Blender

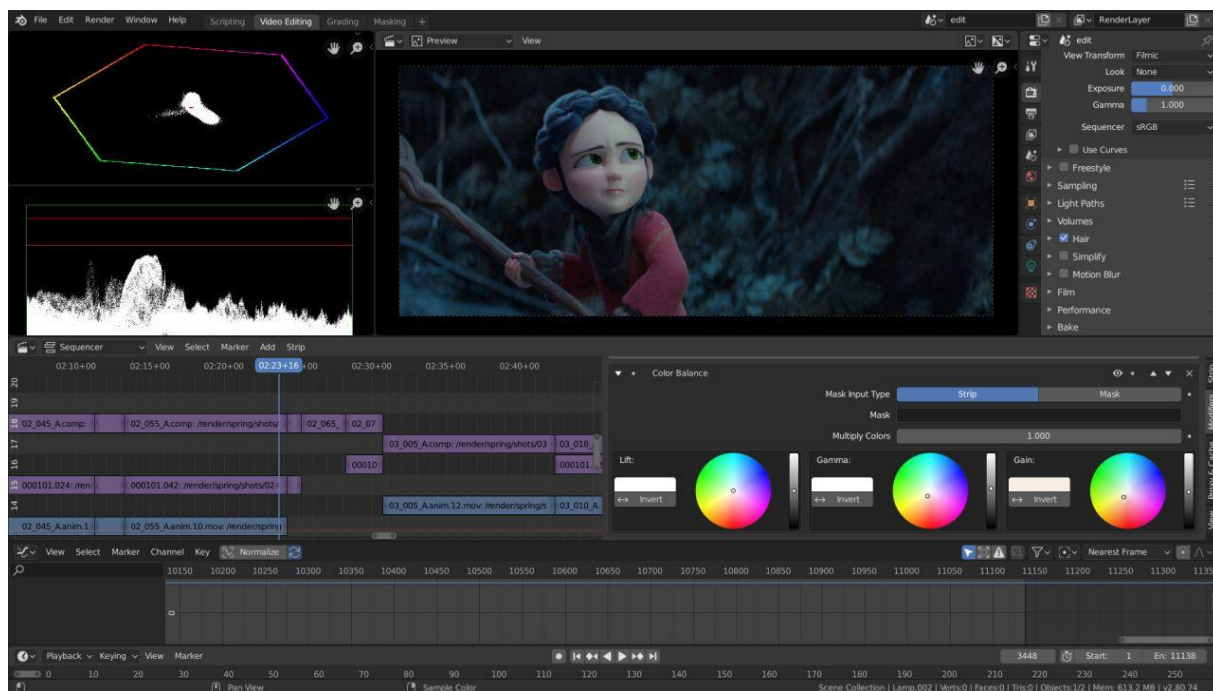


Рисунок 1.10– Интерфейс среды Blender

2 АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

У якості об'єкту для розробки системи спрацювання вибухонебезпечних пристроїв за допомогою доповненої реальності пропонується один з типів вибухівки, який використовується у війні між Україною та Росією. Яка триває з 2014 року, а з 24 лютого 2022 року набула повномасштабного значення та йде на території всієї країни забираючи з кожним днем все більше життів та здоров'я цивільного населення. Додаток націлений на забезпечення інформування дорослих громадян та їх дітей про небезпеку, яка йде від тих чи інших вибухонебезпечних пристроїв, будь то граната чи різні види мін.

Першим етапом розробки системи відображення спрацювання вибухонебезпечних об'єктів засобами доповненої реальності є аналіз та вибір об'єктів доповненої реальності.

Для створення додатку потребувалось 5 типів вибухових пристроїв.

2.1 Ручні гранати

Ручна осколкова граната Ф-1 (індекс ГРАУ – 57-Г-721) – граната дистанційної дії призначена для ураження живої сили противника під час оборонного бою. Метання гранати здійснюється з різних положень лише із-за укриття, з бронетранспортера або танка [11].

Граната Ф-1 була розроблена на основі французької осколкової гранати F-1 моделі 1915 р. та англійської гранати системи Лемона, що постачались у Росію в роки Першої світової війни, звідки й назва Ф-1 та прізвисько «лимонка». У зв'язку

з численними недоліками гранати РГД-33 для радянських військ, у 1939 році було вирішено розробити нову гранату, і це завдання було доручено Ф. І. Храмєєву. За два місяці він успішно впорався з цим завданням. Нову гранату було прийнято на озброєння РККА, і вона мала механічний запал, розроблений Ф. Ковешниковим. У 1941 р. запал був замінений більш надійним, простішим і надійнішим запалом УЗРГ системи Е. М. Вицені [11].

Тактико технічні характеристики наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - ТТХ ручної осколкової гранати Ф1

Маса спорядженої гранати, г	600
Маса розривного заряду (тротил), г	60
Середня відстань метання гранати, м	35-45
Час горіння сповільнювача запалу, с	3,2-4,2
Радіус зони ефективного ураження, м	7

Ручна осколкова граната Ф-1 (рис. 2.9) складається з корпусу, розривного заряду і запалу [11].

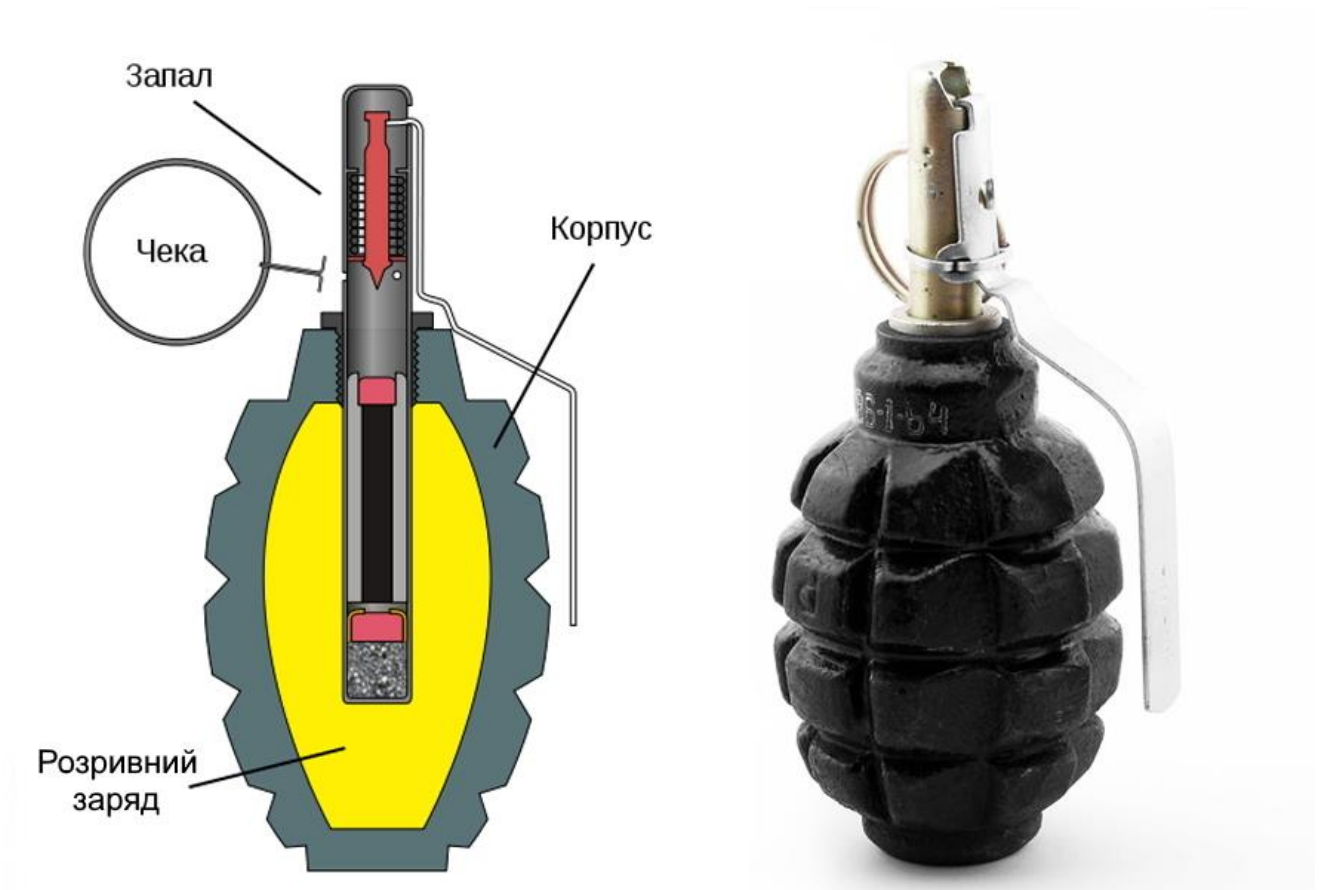


Рисунок 2.1 – Ручна осколкова граната Ф1

Оболонка гранати використовується для розміщення вибухового заряду і запалу, а також для формування осколків під час її вибуху. Корпус гранати виготовлений із чавуну і має продовжені та поперечні жолобки, по яким граната, зазвичай, розривається на фрагменти. У верхній частині корпусу є нарізний отвір для вгвинчування запалу. При зберіганні, транспортуванні і перенесенні гранати в цей отвір вкручена пластмасова пробка [11].

Розривний заряд заповнює корпус та призначений для розриву гранати на осколки [11].

Запал гранати УЗРГМ (УЗРГМ-2) (див. рис.2.10) призначений для підриву розривного заряду гранати [11].



Рисунок 2.2 – Запал гранати Ф1

Бойові гранати мають зелений колір, який варіюється від хакі до темно-зеленого. Навчально-імітаційні гранати мають чорний колір з двома білими смугами (вертикальною та горизонтальною). Крім того, в навчальних гранатах є отвір у нижній частині корпусу. Бойовий запал не має кольору, а у навчально-імітаційного запалу кільце чеки та нижня частина притискного важеля позначені червоним кольором [11].

2.2 Протипіхотні міни

Осколкова міна протипіхотна викидна ОЗМ-72, також відома як "міна-жаба", є круговою міною ураження, розробленою в СРСР. Аббревіатура розшифровується як "осколкова загороджувальна міна". Її походження належить німецькій викидній міні SMI-44 з часів Другої світової війни [17].

Зовнішній вигляд пристрою приведено на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 - Протипіхотна вистрибуюча осколкова міна ОЗМ-72

При активації штатного підричника (МУВ 4) у міні ОЗМ-72, вогонь полум'я спалахує пороховий сповільнювач, який, в свою чергу, по центральній запальній трубці запалює пороховий вибивний набій. Останній викидає бойову частину міни зі «склянки» на висоту приблизно 0,6-0,8 метра. Запуск міни відбувається за підсилюючою дією натяжного троса, один кінець якого закріплений на дні міни, а інший за внутрішнім клиноподібним замком, що виводить у дію детонатор і спричинює підриз бойового заряду. Це є однією з конструктивних відмінностей від американського аналога - міни М-16, яка використовує піротехнічний сповільнювач. У випадку, якщо міна не досягла необхідної висоти, вибух не відбувається, але використання натяжного троса підвищує надійність боєприпасу. Ураження ворожих сил відбувається за допомогою готових уражаючих елементів (2400 роликів або кульок) [17].

Принцип дії пристрою приведено на рисунку 2.4



Рисунок 2.4 – Принцип дії ОЗМ-72

Тактико технічні характеристики міни наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - ТТХ протипіхотної вистрибуючої осколкової міни ОЗМ-72

Характеристика	Значення
Матеріал корпусу	сталь
Маса	5 кг
Маса вибухової речовини (МС)	660 г
Діаметр	10,8 см
Висота корпусу	17,2 см
Сила тиску	1—17 кг
Висота стрибка	50-60 см
Радіус суцільного ураження	25 м
Температурний діапазон застосування	-60...+60 °С
Кількість готових осколків	близько 2400 шт.

Знаходиться у військовому вжитку в Росії. Широко використовується колаборантами, окупантами та їх диверсійними групами на Донбасі проти Збройних Сил України та мирних громадян у ході російської агресії на сході України [17].

Так, у квітні 2020 року під час розмінування територій поблизу позицій ЗСУ, розташованих біля села Кримське (Луганська область), виявили міну виробництва Російської Федерації ОЗМ-72. На міні вказано 93 рік виготовлення, за часів СРСР міни виготовляли на території сучасної Росії й до України після 91-го року ОЗМ-72 на склади не потрапляли [17].

У квітні 2021 року міністерство оборони України замовило утилізацію 3954 протипіхотних осколкових мін ОЗМ-72, непридатних для подальшого використання та зберігання. Утилізації підлягають 2245 мін ОЗМ-72, які зберігають на 20-му арсеналі інженерних військ (військова частина А0543, с. Ольшаниця Київської області) і 1709 мін на 3046-й центральній базі інженерних боєприпасів

(в/ч А2647, смт Малинівка Харківської області). Міни 1979—1984 років випуску [17].

Протипіхотна фугасна міна ПФМ-1. ПФМ-1 (протипіхотна фугасна міна) «Лепесток» — протипіхотна міна натискної дії радянського виробництва. Є майже точною копією американської міни BLU-43/B «Dragontooth». Прийнята на озброєння Радянської армії та залишається на озброєнні ЗС РФ. Заборонена Оттавською конвенцією [18].

Міна існує в двох варіантах: ПФМ-1 та ПФМ-1С. Перший варіант міни не має пристрою самоліквідації, другий забезпечений пристроєм, що забезпечує самоліквідацію міни підривом після закінчення 1-40 годин із моменту установки (час самоліквідації залежить від температури навколишнього повітря). Зовні ці два різновиди міни відрізняються лише тим, що на крилі міни ПФМ-1С нанесена літера «С» [18].

Міна може встановлюватися у ґрунт тільки засобами дистанційного мінування [18].

Ураження людини при вибуху міни завдається за рахунок руйнування нижньої частини ноги. Вибух проводиться в момент наступання ногою на датчик цілі (датчиком цілі є частина міни, протилежна крилу-стабілізатору) [18].

Під час Війни на сході України російські війська використовують ці міни для створення мінних полів [18].

29 листопада 2020 року українськими військовими була помічена розвідувально-диверсійна група супротивника неподалік Луганського. Коригування під час заходу розвідувально-диверсійної групи до українських позицій відбувалось із використанням БПЛА «Гранат-1». Злагодженими діями українських військових було зірвано намагання ворожих диверсантів провести мінування позицій українських військ та відмовитися в подальшому від виконання диверсійних заходів. Після вогневого контакту противник відійшов [18].

Під час огляду шляху відступу ворожої ДРГ було виявлено засоби мінування російського виробництва, зокрема три МОН-50 та споряджений касетний контейнер типу КСФ-1 з мінами типу ПФМ-1, які заборонені Женевською конвенцією [18].

26 лютого 2022 року, росіяни під час атаки на Харків використали касетні бомби із забороненими Женевською конвенцією мінами «Лепесток», повідомила генеральна прокуратура Ірина Венедіктова [18].

Місцевий депутат повідомив про обстріли 25 травня 2022 року касетними снарядами з мінами села Нововоскресенське у Нововоронцовському районі Херсонської області [18].

Наприкінці липня 2022 року з окупованих міст України стали надходити повідомлення про розкидані на вулицях міни ПФМ-1С. Збройними силами Російської Федерації було встановлено близько 600 одиниць мін ПФМ-1С на вулицях тимчасово окупованого Донецька. На деяких місцях виявлення мін також залишаються частини від контейнерів для мін ПФМ-1С[9]. Міноборони Великої Британії звинуватило Росію в застосуванні ПФМ-1 і ПФМ-1С в Донецьку і Краматорську [18].

Тактико-технічні характеристики міни приведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - ТТХ ПФМ-1

Характеристики	Міна ПФМ-1 "Пелюсток"
Матеріал корпусу	композитний поліетилен
Маса	80 грамів
Маса вибухової речовини (НД-6Д)	40 грамів
Товщина	20 мм
Ширина	64 мм
Довжина	119 мм

Площа датчика цілі	341 мм ²
Чутливість датчика цілі	від 5 до 25 кг
Час дальнього взведення	від 1 до 10 хвилин
Час бойової роботи	від 1 до 40 годин;
емпературний діапазон застосування	- 20 С - +40 С;
Кількість мін у касеті	64 шт
Спосіб установки	Дистанційний (ПКМ, ВСМ-1, УМЗ, РСЗВ, АСМ)

Зовнішній вигляд міни приведено на рисунку 2.12.

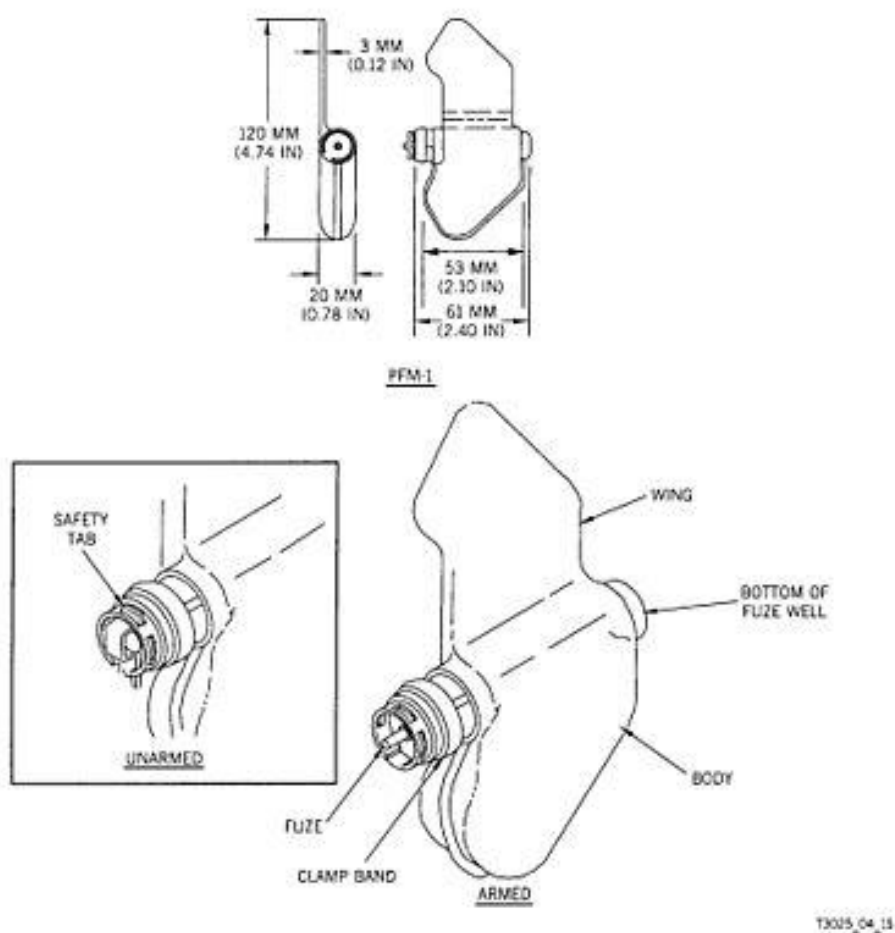


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд ПФМ – 1

2.3 Протитанкові міни

ПТМ-3 (від рос. противотанковая мина) — радянський інженерний боеприпас (протитанкова міна), призначений для виведення з ладу колісної та гусеничної техніки противника за рахунок руйнування їх ходової частини або ураження днища кумулятивним струменем в момент, коли машина наїжджає або опинилася над міною [19].

Міна встановлюється на ґрунт, для цього застосовуються засоби дистанційного мінування (ПКМ-1, УМЗ, УГМЗ) з касетою КПТМ-3, а також авіаційні системи мінування ВСМ-1 та БКФ-ПТМ-3 «Алдан-2» (останні є контейнерними блоками для КМВУ (контейнер малогабаритних вантажів універсальний))[19].

Зовнішній вигляд та застерігаюча інформація наведені на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд міни протитанкової ПТМ=3

Тактико-технічні характеристики міни наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - ТТХ ПТМ-3

Тип міни	протитанкова протигусенична кумулятивна касетна
Матеріал корпусу	сталь
Маса міни	4,9 кг
Вибухова речовина основного заряду	ТГ-40
Маса основного заряду ВР	1,8 кг
довжина	33,0 см
ширина	8,4 см
товщина	8,4 см
Дистанція реакції датчика цілі на танк	0,5-1,0 м
Радіус спрацювання	не менше 3 м
Час переведення в бойове становище	60 с
Час бойової роботи	16-24 год
Самоліквідація	так
Видобуваність	ні
Знешкодження	ні
Штатний підривник	ВТ-06
Тип підривника	неконтактний, що реагує на зміну магнітного поля
Електроживлення підривника	елемент РЦ-53У
Гарантійний час придатності підривника	трохи більше 1 року
Температурний діапазон застосування	-40...+50 °С
Гарантійний термін зберігання	10 років

2.4 Міни-пастки

Міна-пастка, також міна-сюрприз — у військовій справі — різновид спеціальної інженерної або морської міни, що маскується під безпечний предмет,

здатний привернути увагу військовослужбовця противника (або недосвідчену цивільну особу у разі застосування при здійсненні терористичного акту), або такої, що приховано розміщується у найбільш відвідуваних місцях і призначена для завдання максимального ураження або спровокування хаосу серед військ противника. Часто може використовуватися в ролі пристрою невилучення для протипіхотних, протитанкових, протитранспортних, об'єктних і інших мін, що не мають власного подібного пристрою [20].

Крім того, штатна міна може використовуватися в ролі міні-пастки розвантажувальної дії, що підкладається під різні предмети військового призначення (зброя, боєприпаси, військове майно тощо), коштовності, цінні предмети побуту. Широкого застосування набуло використання мін-пасток терористичними організаціями при проведенні терактів [20].

Міна-пастка — будь-який пристрій чи матеріал, які спроектовані, сконструйовані чи пристосовані для того, щоб вбивати чи завдавати ушкоджень, і які спрацьовують раптово, коли людина торкається чи наближається до начебто нешкідливого предмета або здійснює здавалося б безпечну дію [20].

Міни-сюрпризи і міні-пастки не застосовуються для вирішення будь-яких особливих тактичних завдань, крім як виведення з ладу живої сили противника та підриву його моралі. Зазвичай такі міни встановлюються при відступі, при рейдах в глибину оборони противника або при проникненні туди розвідувальних підрозділів. Їх можна встановлювати в будь-яких місцях. Ними мінують будівлі, трупи вбитих, залишене спорядження, машини тощо. Ефективність дії багато в чому залежить від того, наскільки майстерно вони встановлені й замасковані. Протипіхотні міні-пастки зазвичай виготовляються з артилерійських, мінометних боєприпасів, протитанкових мін, ручних гранат та інших типів вибухових речовин [20].

Спрацьовування мін-сюрпризів відбувається при безпосередньому тиску на детонатор, підніманні (зняття з міни) будь-якого безпечного на вигляд предмета,

переміщенні (зрушуванні) будь-якого предмета, пов'язаного тонким дротом з детонатором міни, перерізанні дроту пов'язаної з детонатором міни, появи магнітних силових ліній, тепла, звуку, електромагнітної індукції і струмів високої частоти, замиканні електричного струму, з'єднанні обірваних проводів ліній високої напруги в містах підлягають відновленню, топці печей і камінів в покинутих та замінованих будинках [20].

Приклад міни пастки, замаскованої під вогнегасник приведено на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Міна пастка замаскована під вогнегасник

3 РОЗРОБКА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

При розробці системи спрацювання вибухонебезпечних пристроїв за допомогою доповненої реальності, було встановлено та налаштовано програмне середовище: Vuforia SDK з ігровим двигуном Unity та EyeJack Creator 2022.

3.1 Створення моделі доповненої реальності в середовищі Unity та Vuforia SDK

Для того щоб створити доповнену реальність нам потрібно виконати наступні кроки, а саме:

Завантажуємо з офіційного сайту «<https://unity.com/download>» та встановлюємо Unity HUB:

Демонстрація завантаження та встановлення наведена на рисунку 3.1 та рисунку 3.2.

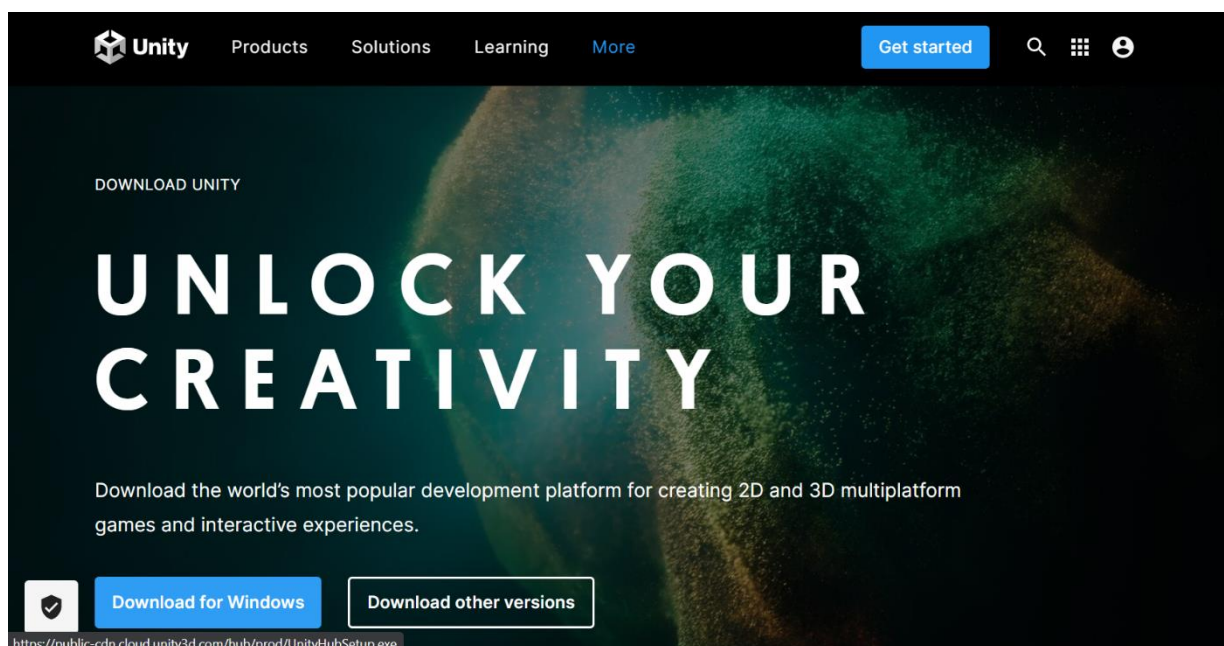


Рисунок 3.1 – Завантаження середовища Unity Hub

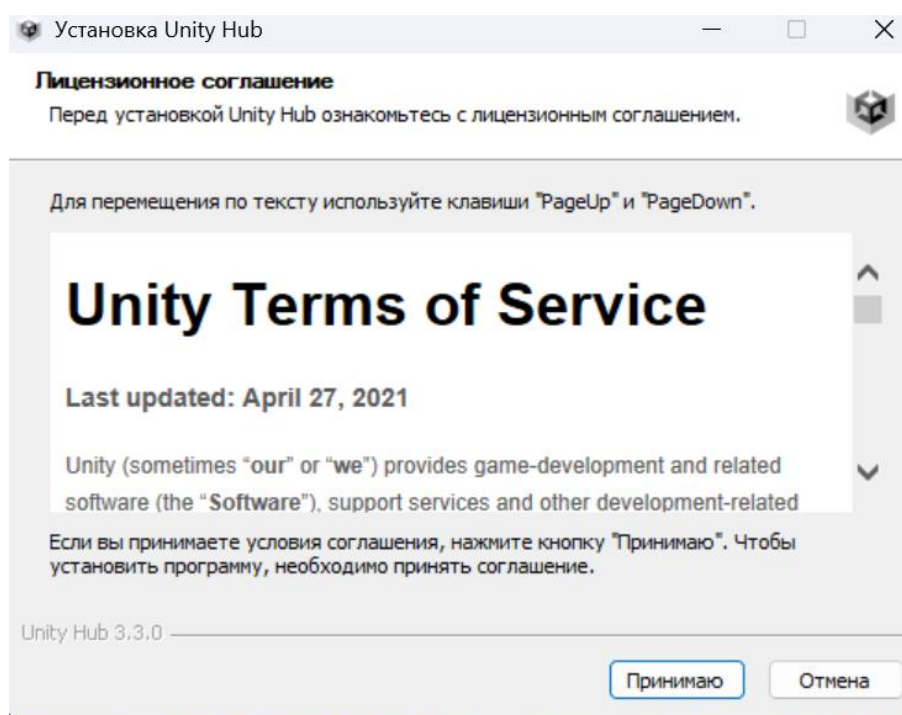


Рисунок 3.2 – Встановлення середовища Unity Hub

1. Входимо або створюємо, якщо немає свій обліковий запис:

На рисунку 3.3 демонструється вхід в обліковий запис Unity

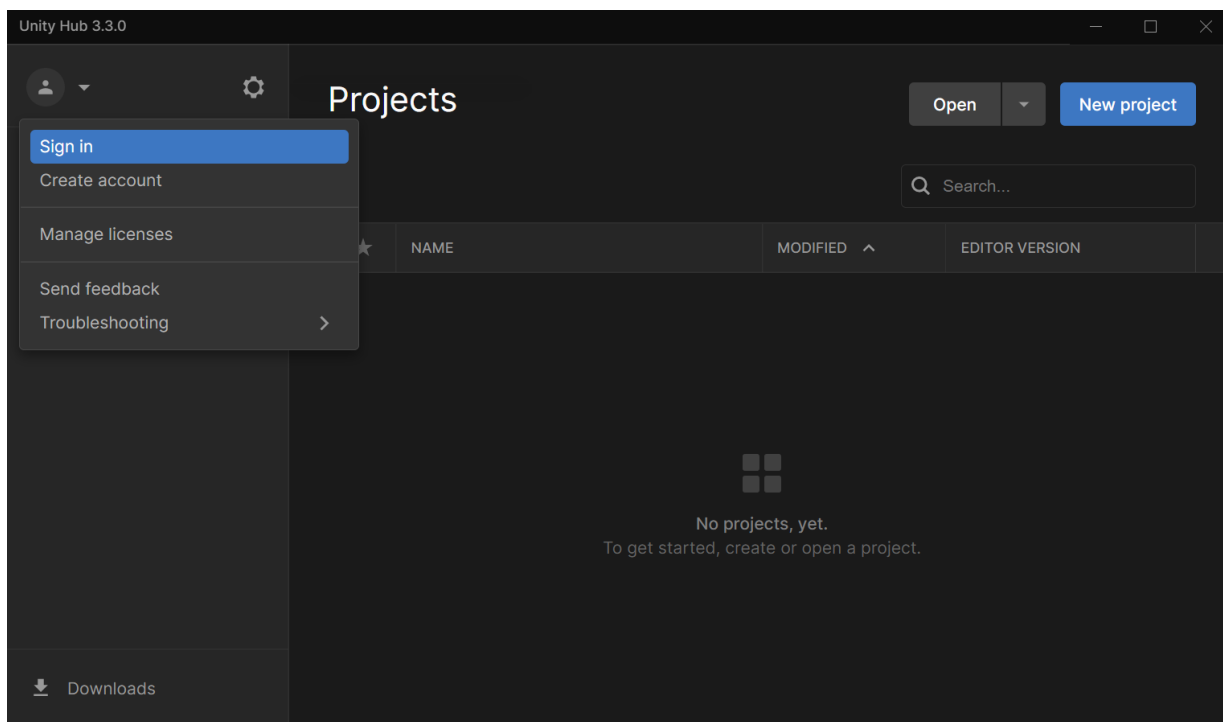


Рисунок 3.3 – Вхід/реєстрація облікового запису у Unity Hub

2. Активуємо нову ліцензію:

- Натискаємо на add new

- Обираємо Unity Personal та в ньому варіант: I don't use Unity in a professional capacity.

На рисунку 3.4 демонструється активація нової ліцензії.

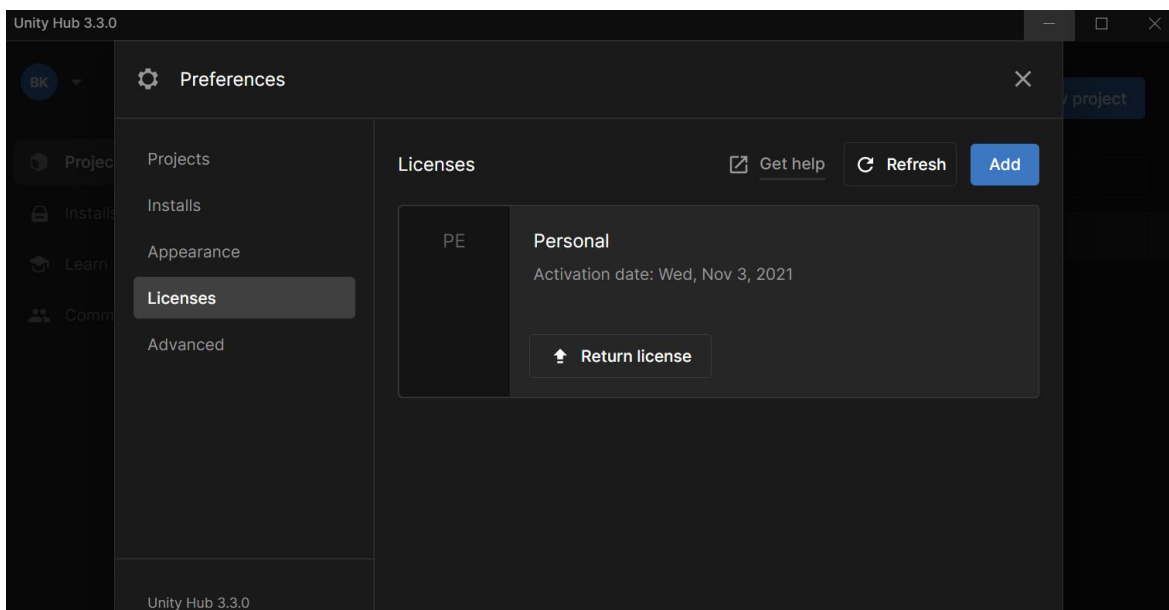


Рисунок 3.4 – Активація персональної ліцензії

3. Вийти з Preference та додати Installs:

На рисунку 3.5 демонструється вибір версії Unity та необхідних компонентів, які нам потрібні для розробки.

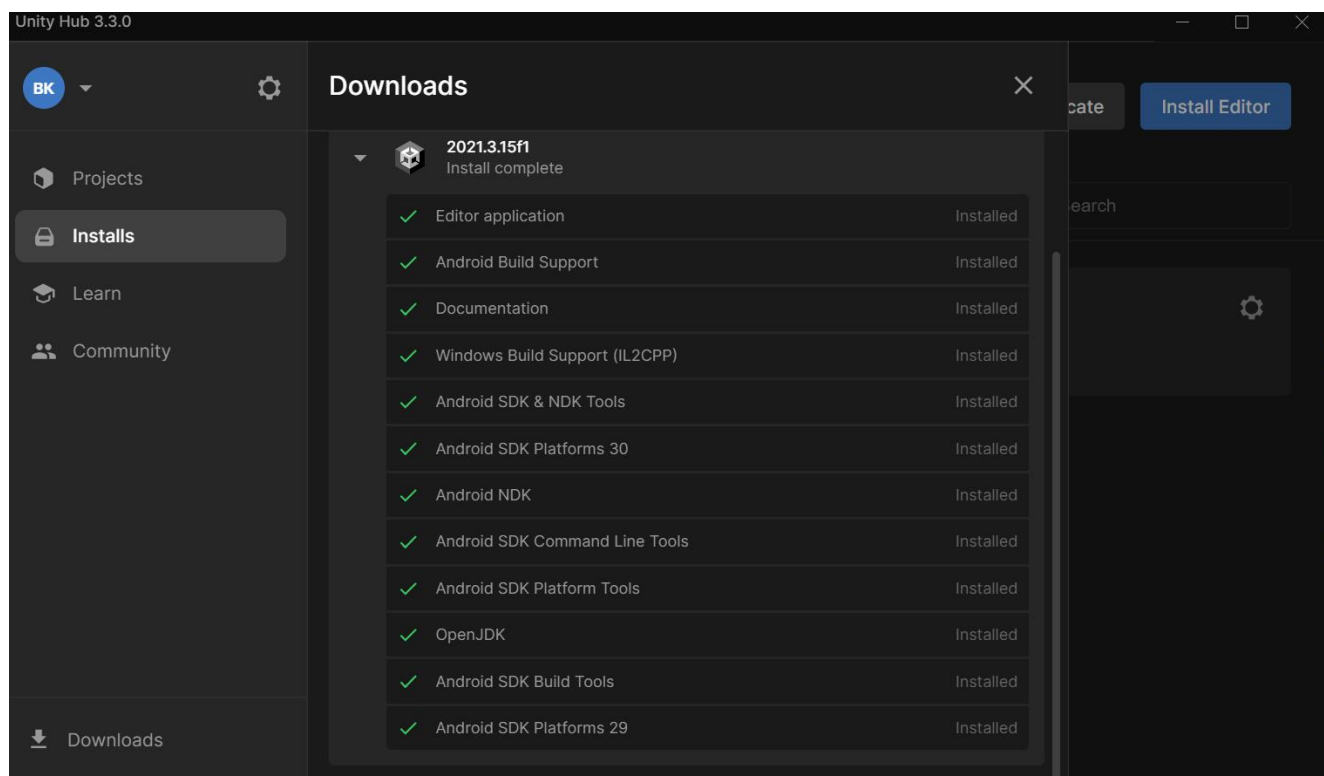
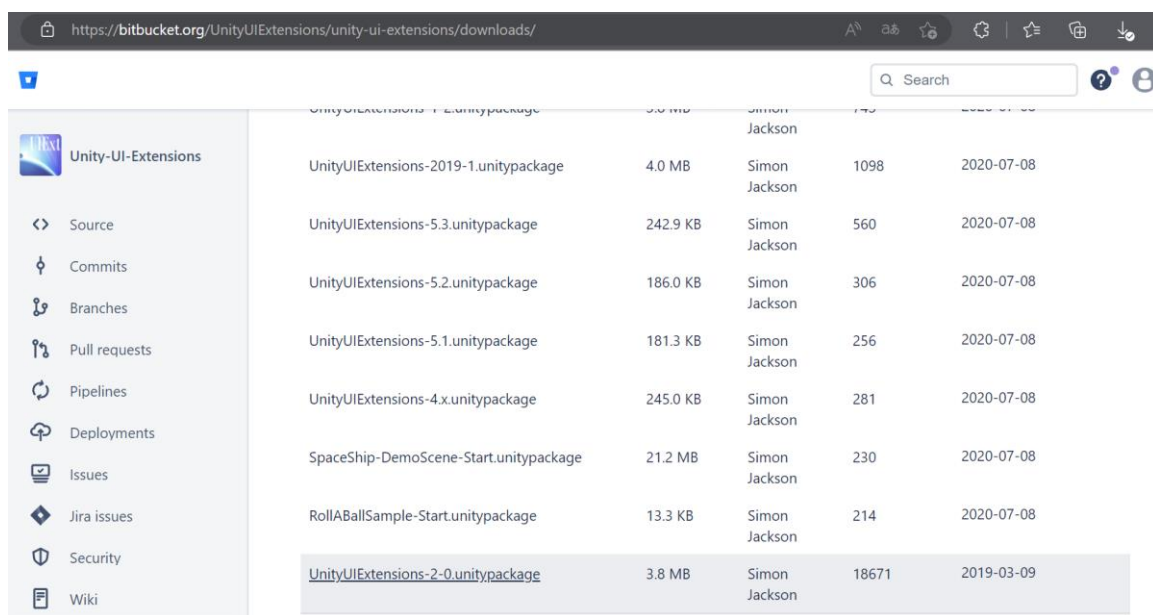


Рисунок 3.5 – Встановлення рекомендованої версії Unity та необхідних компонентів

4. Далі переходимо за посиланням:

«<https://bitbucket.org/UnityUIExtensions/unity-ui-extensions/downloads/>» та встановлюємо пакет «UnityUIExtensions-2.0.unitypackage». Як показано на рисунку 3.6.



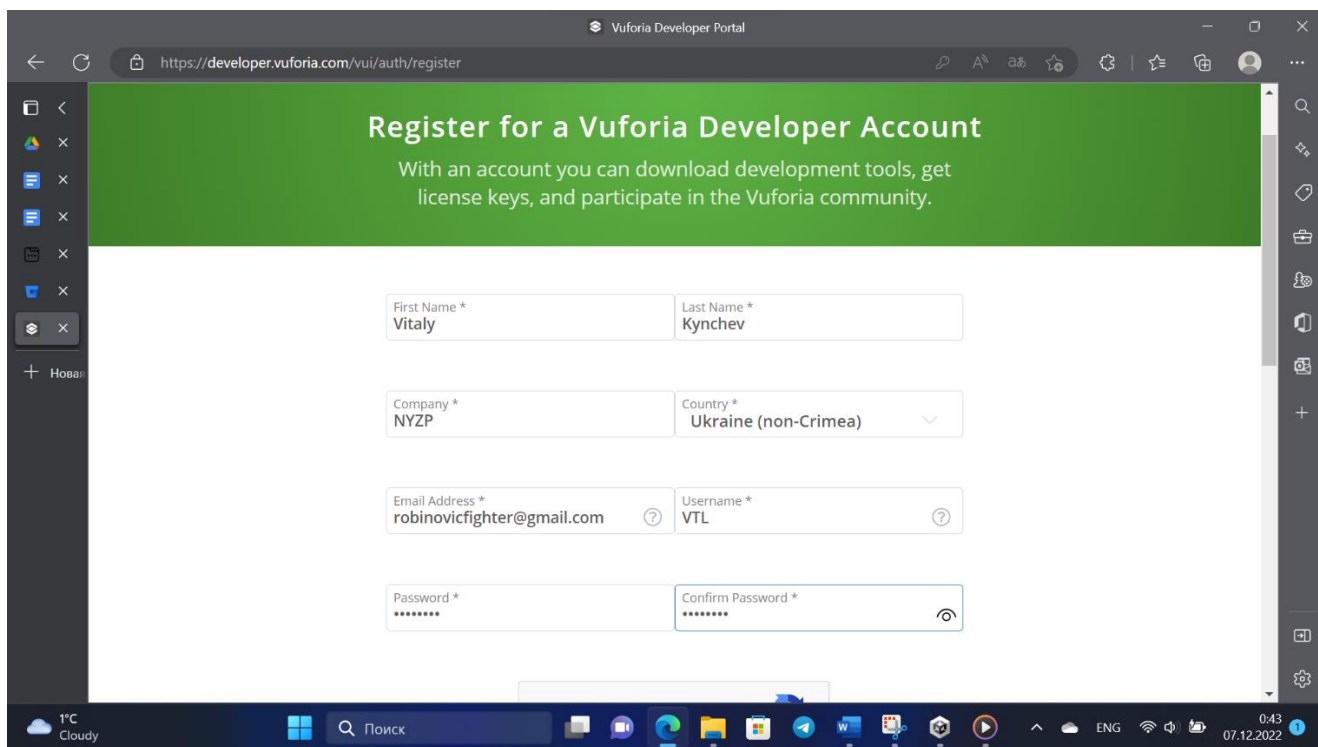
Package Name	Size	Author	Downloads	Date
UnityUIExtensions-2019-1.unitypackage	4.0 MB	Simon Jackson	1098	2020-07-08
UnityUIExtensions-5.3.unitypackage	242.9 KB	Simon Jackson	560	2020-07-08
UnityUIExtensions-5.2.unitypackage	186.0 KB	Simon Jackson	306	2020-07-08
UnityUIExtensions-5.1.unitypackage	181.3 KB	Simon Jackson	256	2020-07-08
UnityUIExtensions-4.x.unitypackage	245.0 KB	Simon Jackson	281	2020-07-08
SpaceShip-DemoScene-Start.unitypackage	21.2 MB	Simon Jackson	230	2020-07-08
RollABallSample-Start.unitypackage	13.3 KB	Simon Jackson	214	2020-07-08
<u>UnityUIExtensions-2-0.unitypackage</u>	3.8 MB	Simon Jackson	18671	2019-03-09

Рисунок 3.6 – Встановлення пакету UnityExtensions-2.0

5. Переходимо за посиланням «<https://developer.vuforia.com/downloads/sdk>»;

Натискаємо на кнопку «Register» та вводимо данні. Підтверджуємо реєстрацію за посиланням в вашій електронній скринці та завантажуюмо пакет « add-vuforia-package-9-0-12.unitypackage ».

Демонстрація процесу реєстрації наведена на рисунку 3.7.



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying `https://developer.vuforia.com/vui/auth/register`. The page title is "Vuforia Developer Portal". The main heading is "Register for a Vuforia Developer Account" in white text on a green background. Below the heading, a subtext reads: "With an account you can download development tools, get license keys, and participate in the Vuforia community." The registration form consists of several input fields arranged in a grid:

- First Name *: Vitaly
- Last Name *: Kynchev
- Company *: NYZP
- Country *: Ukraine (non-Crimea) (dropdown menu)
- Email Address *: robinovicfighter@gmail.com
- Username *: VTL
- Password *: [masked with dots]
- Confirm Password *: [masked with dots]

The Windows taskbar is visible at the bottom, showing the date and time as 07.12.2022, 0:43, and the language as ENG.

Рисунок 3.7 – Реєстрація у середовищі Vuforia

6. В середовищі Unity Hub переходимо у розділ Projects та створюємо новий проєкт.

Демонстрація створення нового проєкту наведена на рисунку 3.8.

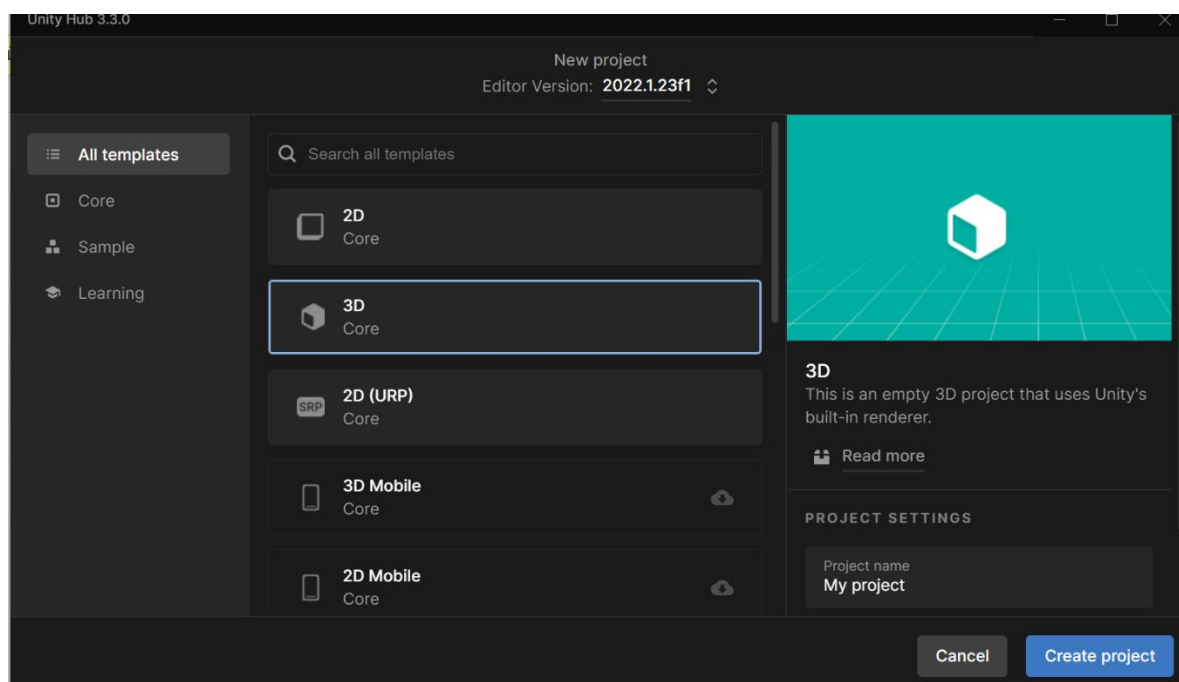


Рисунок 3.8 – Додавання нового проєкту

Після запуску проєкту відкриваємо раніше встановлені пакети «UnityUIExtensions-2-0» та «add-vuforia-package-9-0-12». Після відкриття кожного пакету натискаємо на кнопку «Import». Якщо Vuforia попросить оновити версію пакету – оновлюємо.

Імпорт файлів показано на рисунку 3.9 та згода на встановлення оновлення показана на рисунку 3.10.

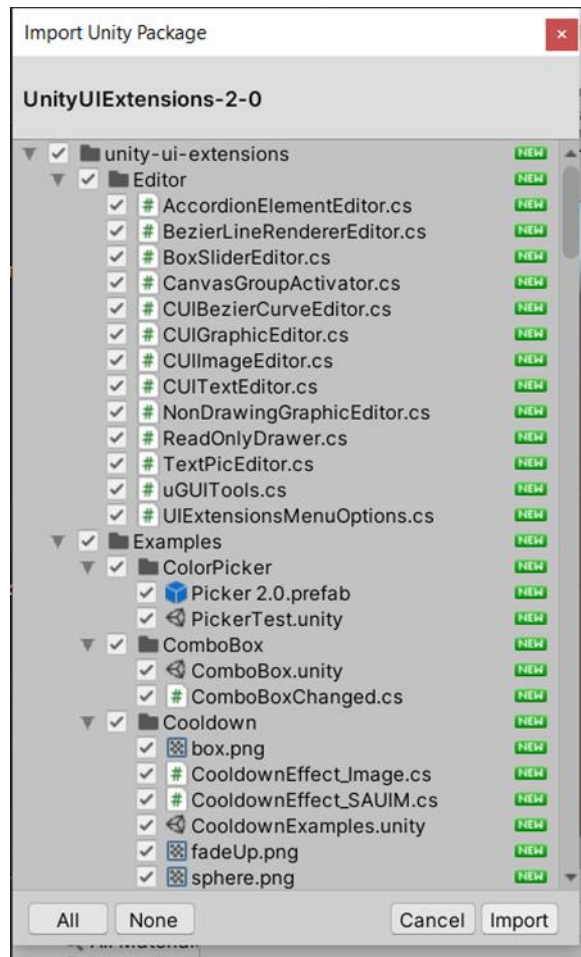


Рисунок 3.9 – Імпорт файлів з пакету

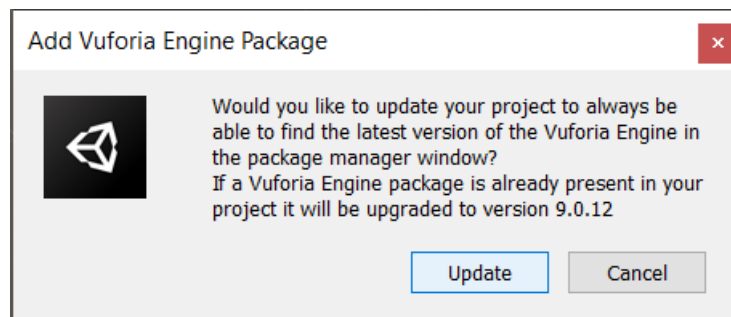


Рисунок 3.10 – Пропозиція оновити версію Unity

7. Видаляємо Main Camera та додаємо з пакету Vuforia AR camera:

У вікні Inspector оберіть параметри Position 0; 0; 0

Додавання AR Camera та встановлення необхідних параметрів демонструється на рисунку 3.11.

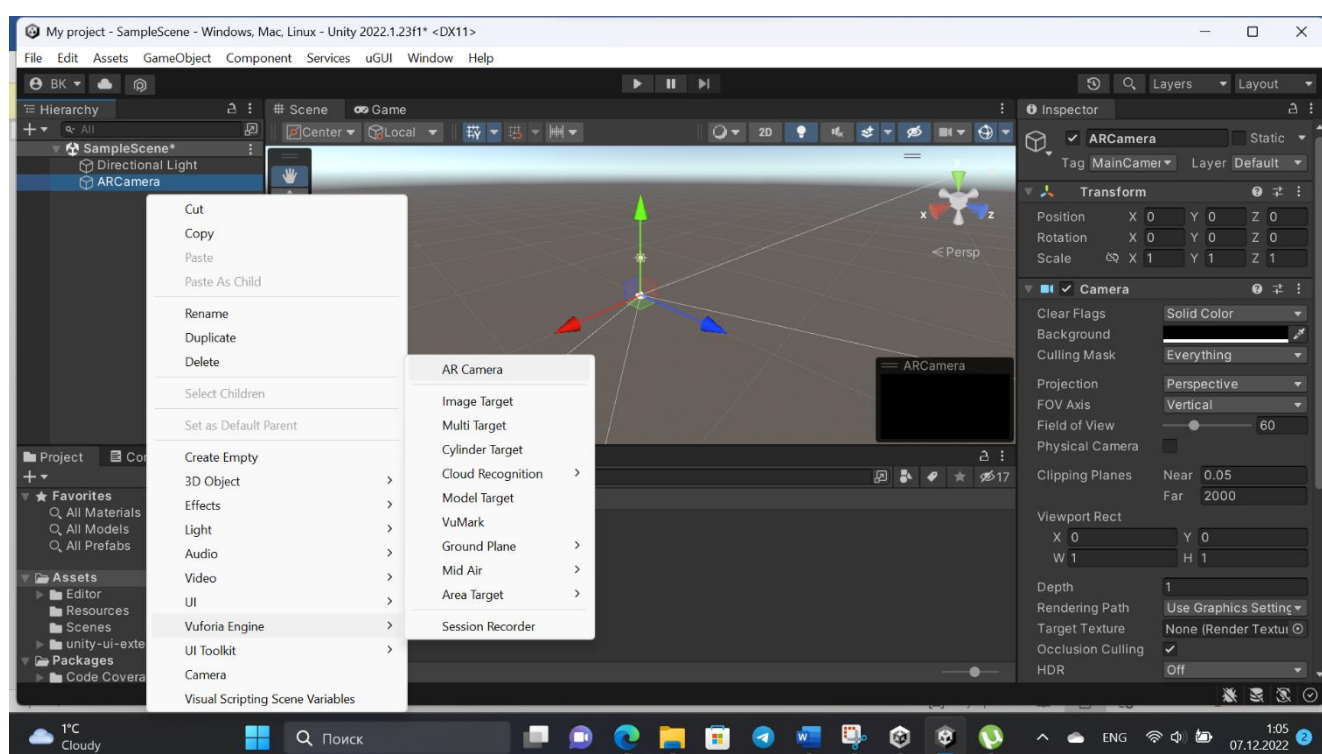


Рисунок 3.11 – Додавання AR Camera та встановлення Position в 0; 0; 0

8. Windows – Vuforia Configuration – Add License; Переходимо на сайт;

Реєструємось, створюємо персональну ліцензію, копіюємо в буфер обміну та вставляємо його в поле вводу.

Демонстрація додавання ключа активіції ліцензії наведено на рисунку 3.12

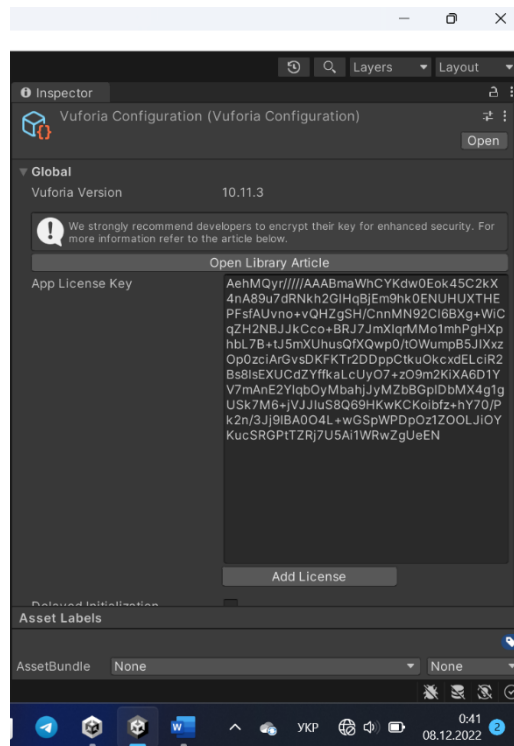


Рисунок 3.12 – Активація ліцензії Vuforia

9. Створюємо маркер:

Додаємо до директорії Assets директорію Markers, та додаємо у створену директорію файл зображенням яке відповідає вимогам застосунку; додаємо Image target та пересуваємо в його комірку це зображення.

Існує також варіант додати маркер шляхом створення New Database та додаванням до неї нашого зображення.

Додавання маркеру наведено на рисунку 3.12.

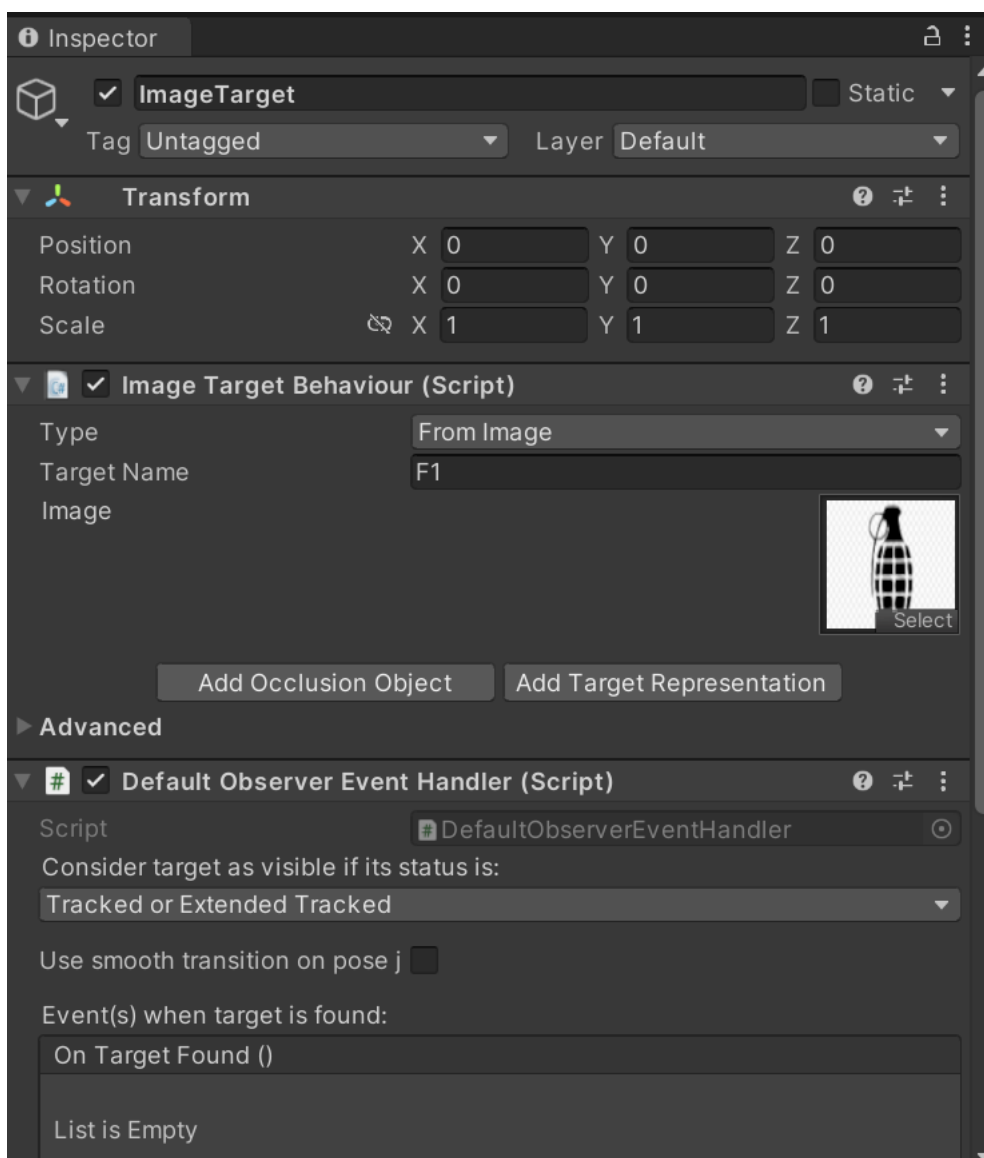


Рисунок 3.12 – Додавання Маркеры Image Target

10. Додавання 3D моделі:

Створюємо у Assets директорію Models – додаємо до неї з десктопу необхідну нам 3D модель та пересуваємо її у центр нашого Image target щоб при наведенні камери доповненої реальності на наш маркер нам демонструвався 3D об'єкт.

Демонстрація додавання 3d об'єкту наведена на рисунку 3.13.

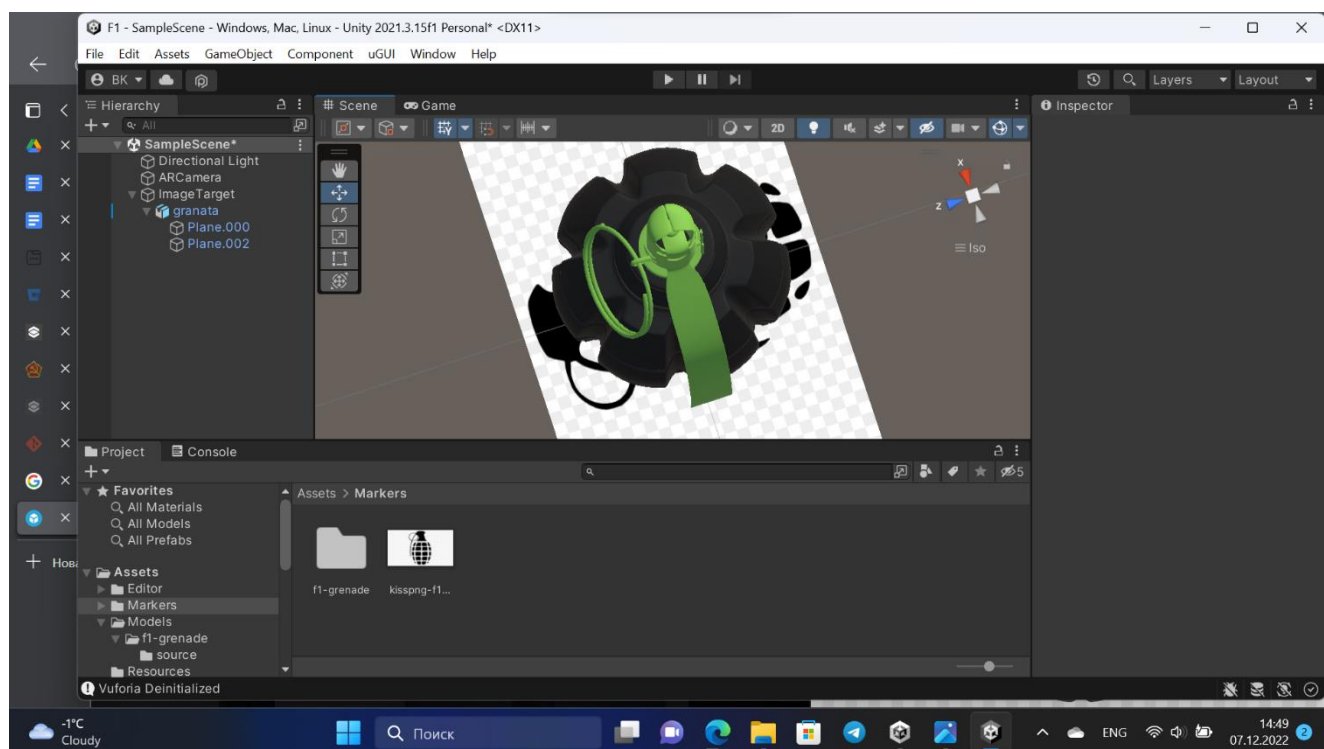


Рисунок 3.13 – Додавання 3d об'єкту

Демонстрація відображення 3d об'єкту при наведенні AR camera на маркер наведена на рисунку 3.14.

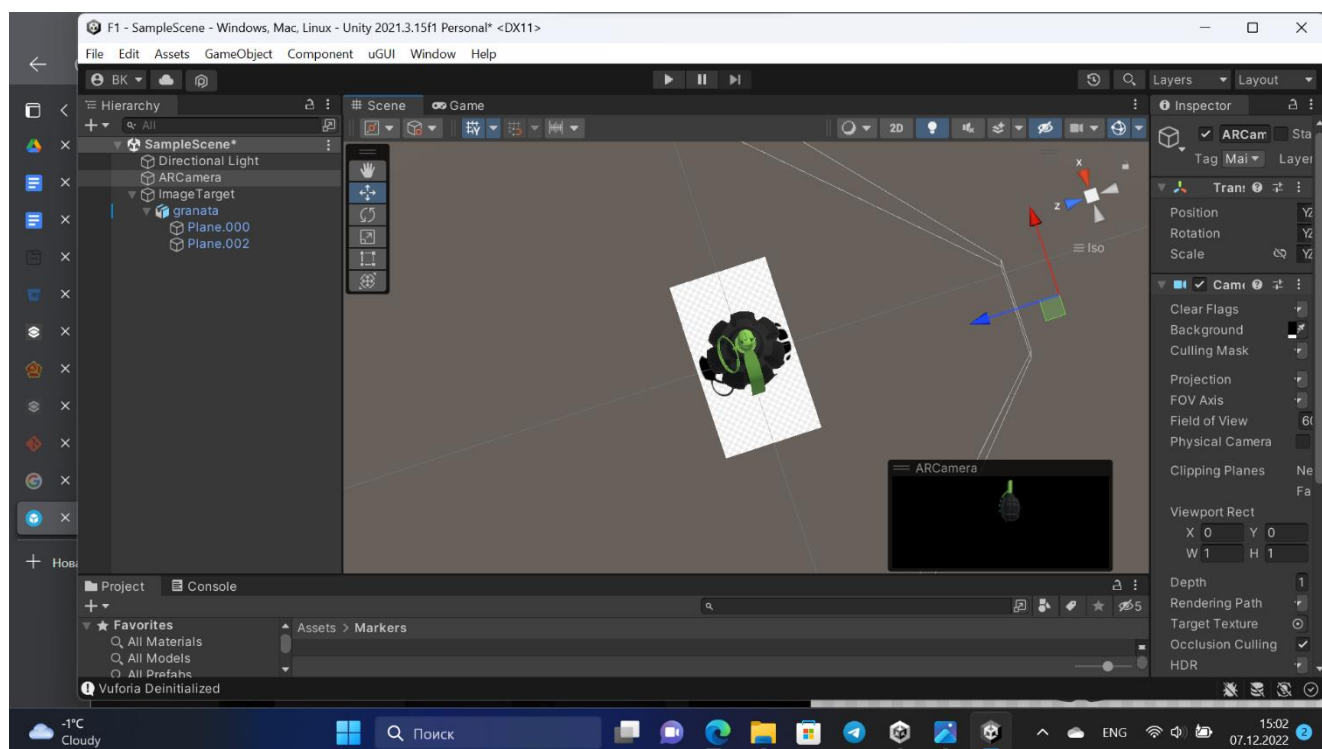


Рисунок 3.14 – відображення 3d об'єкту

3.2 Створення моделі доповненої реальності у середовищі EyeJack Creator

1. Завантажуємо та встановлюємо середовище EyeJack Creator 2022:

Демонстрація завантаження та встановлення середовища наведено на рисунку 3.14

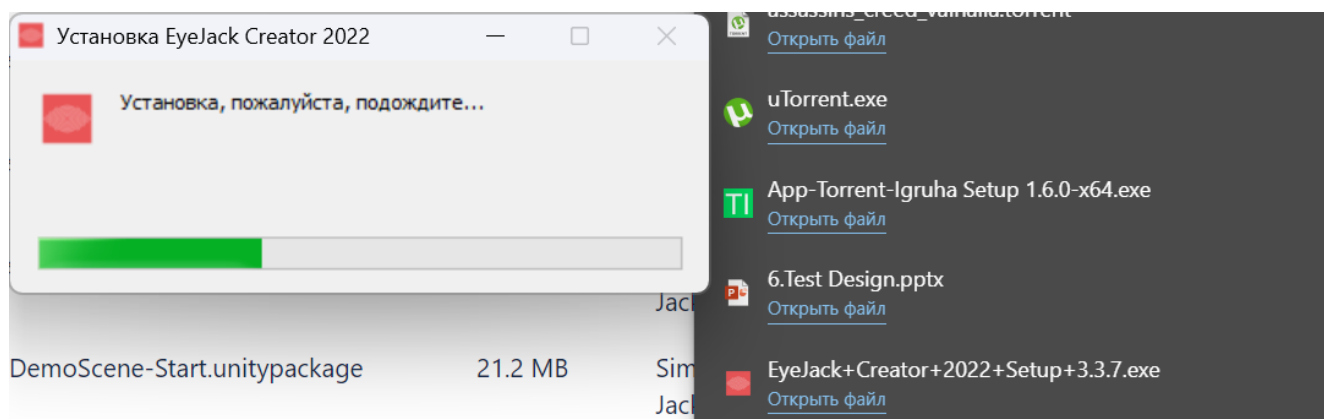


Рисунок 3.14 – Завантаження та встановлення додатку EyeJack Creator

2. Реєструємось у середовищі:

Приклад реєстрації у середовищі наведено на рисунку 3.15.



EYEJACK

Hijack your reality

Sign in to your account

Email *

Password *

Forget your password? [Reset password](#)

No account? [Create account](#) [SIGN IN](#)

Рисунок 3.15 – Реєстрація у EyeJack Creator

3. Додаємо потрібний маркер доповненої реальності:

Приклад додавання маркеру доповненої реальності наведено на рисунку 3.16

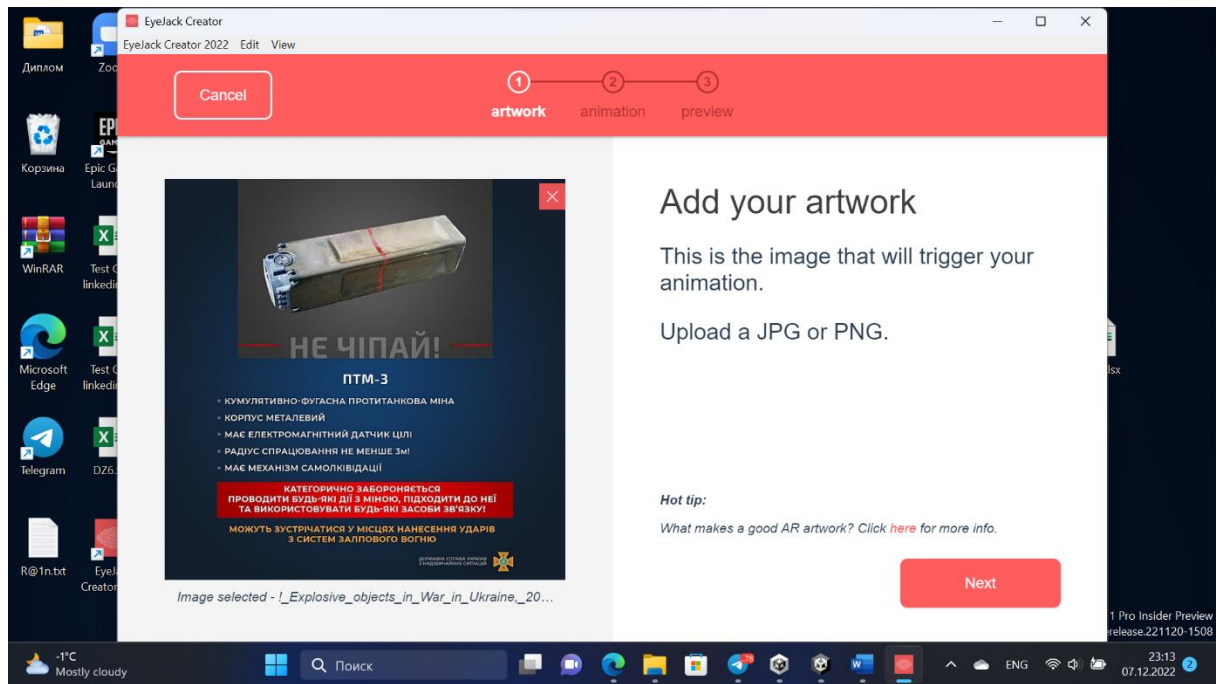


Рисунок 3.16 – додавання маркера доповненої реальності.

4. Додаємо анімацію до цього маркера:

Приклад додавання анімації наведено на рисунку 3.17.

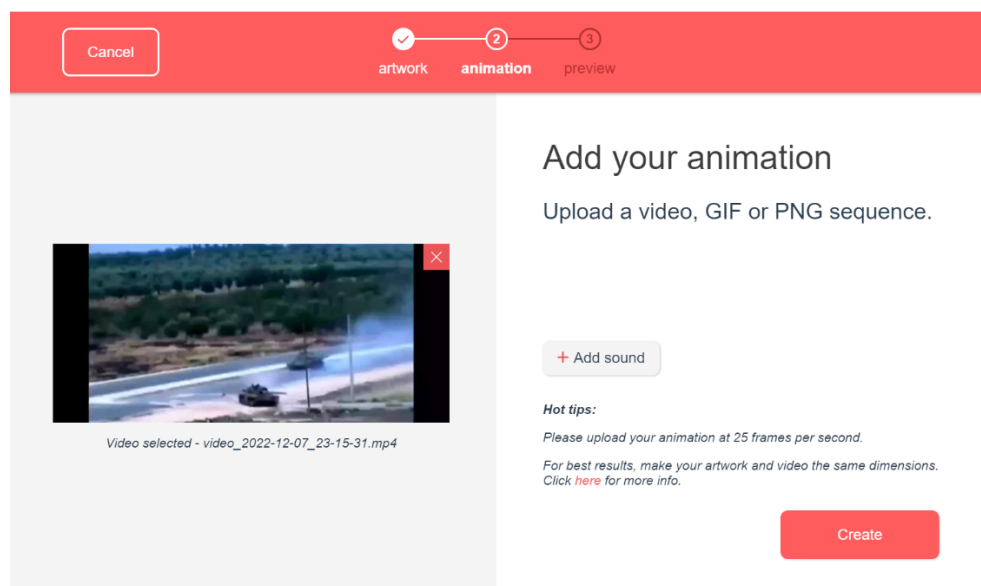


Рисунок 3.17 – Додавання анімації до маркеру

5. Отримуємо результат:

- Завантажуємо додаток EyeJack на смартфон, наводимо камеру на qr code;
- далі на обраний нами маркер та отримуємо демонстрацію анімації у доповненій реальності.

Приклад готової до перегляду моделі доповненої реальності наведено на Рисунку 3.18.

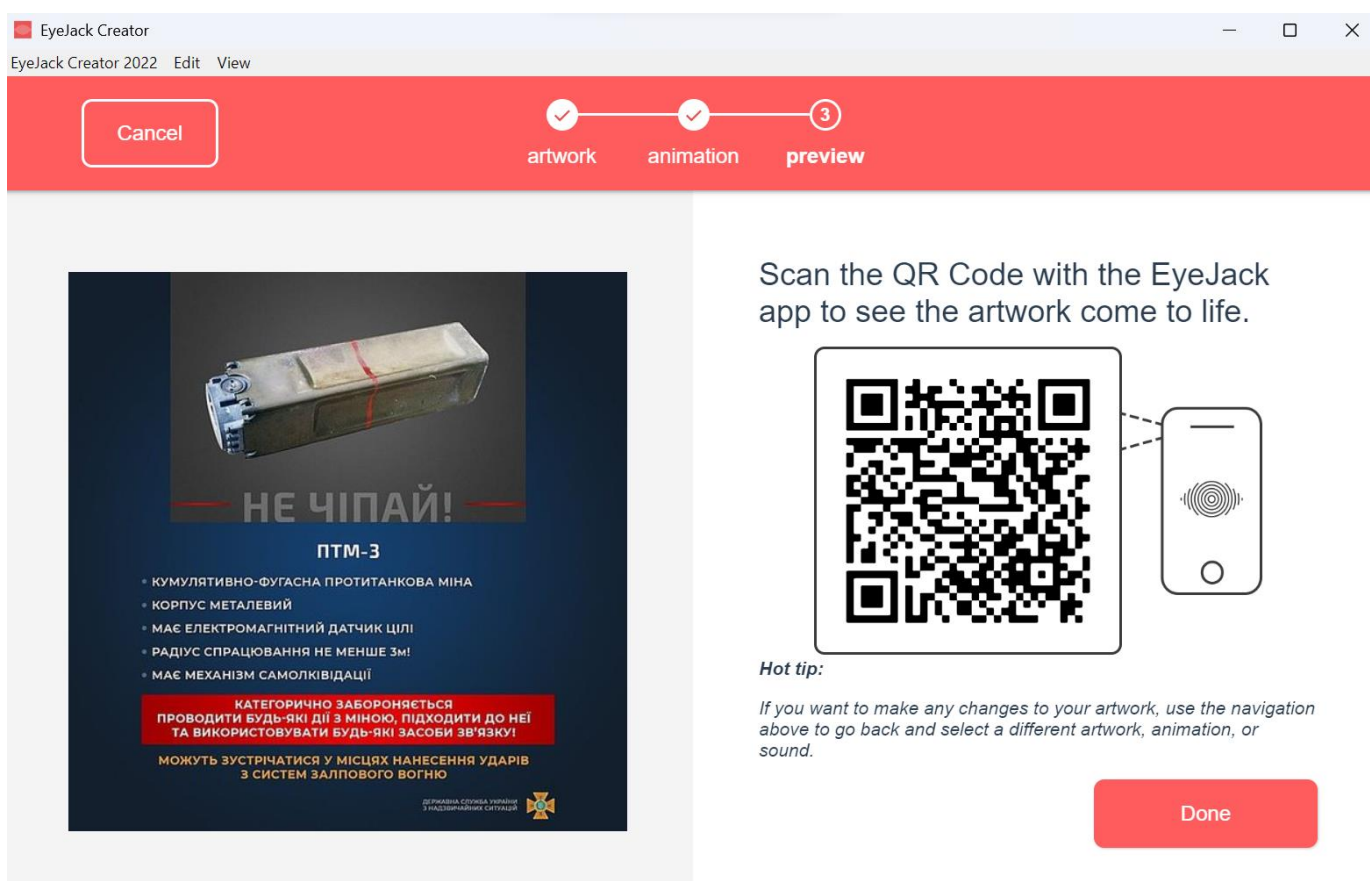


Рисунок 3.18 – Приклад моделі доповненої реальності

3.3 Демонстрація результату спрацювання моделей вибухівки в доповненої реальності

На рисунках 3.19-3.20 демонструються відеофрагменти спрацювання протипіхотної фугасної міни ПФМ-1(Пелюсток), за допомогою засобів доповненої реальності.

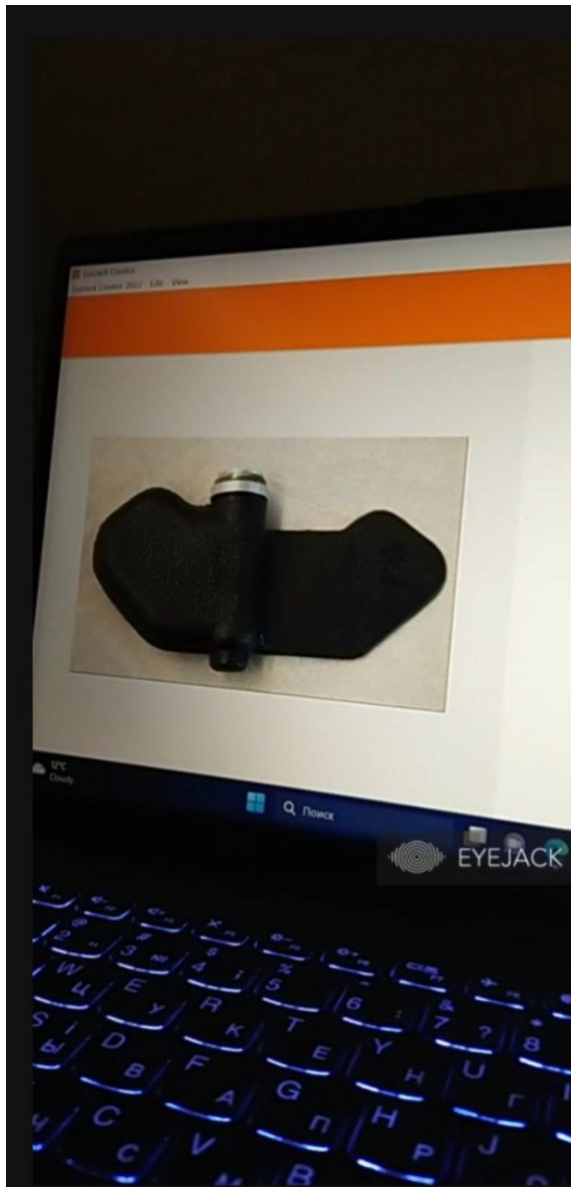


Рисунок 3.19 – Наводимо камеру на маркер ПФМ-1



Рисунок 3.20 – AR демонстрація спрацювання міни

На рисунках 3.21 – 3.22 демонструються відеофрагменти спрацювання гранати Ф1, яку скидають з дрону, з використанням засобів доповненої реальності..

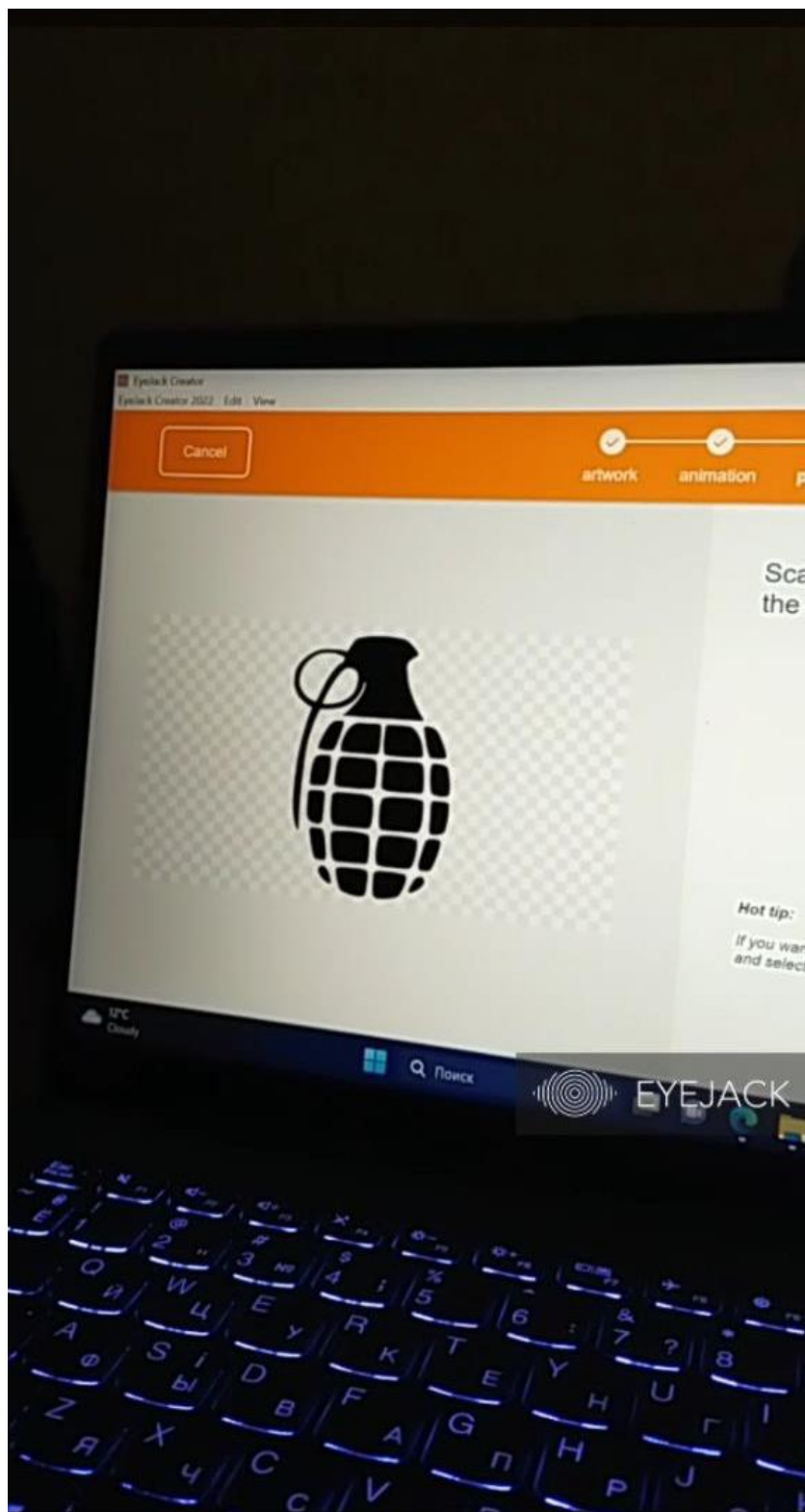


Рисунок 3.21 – Наводимо камеру на маркер гранати Ф1

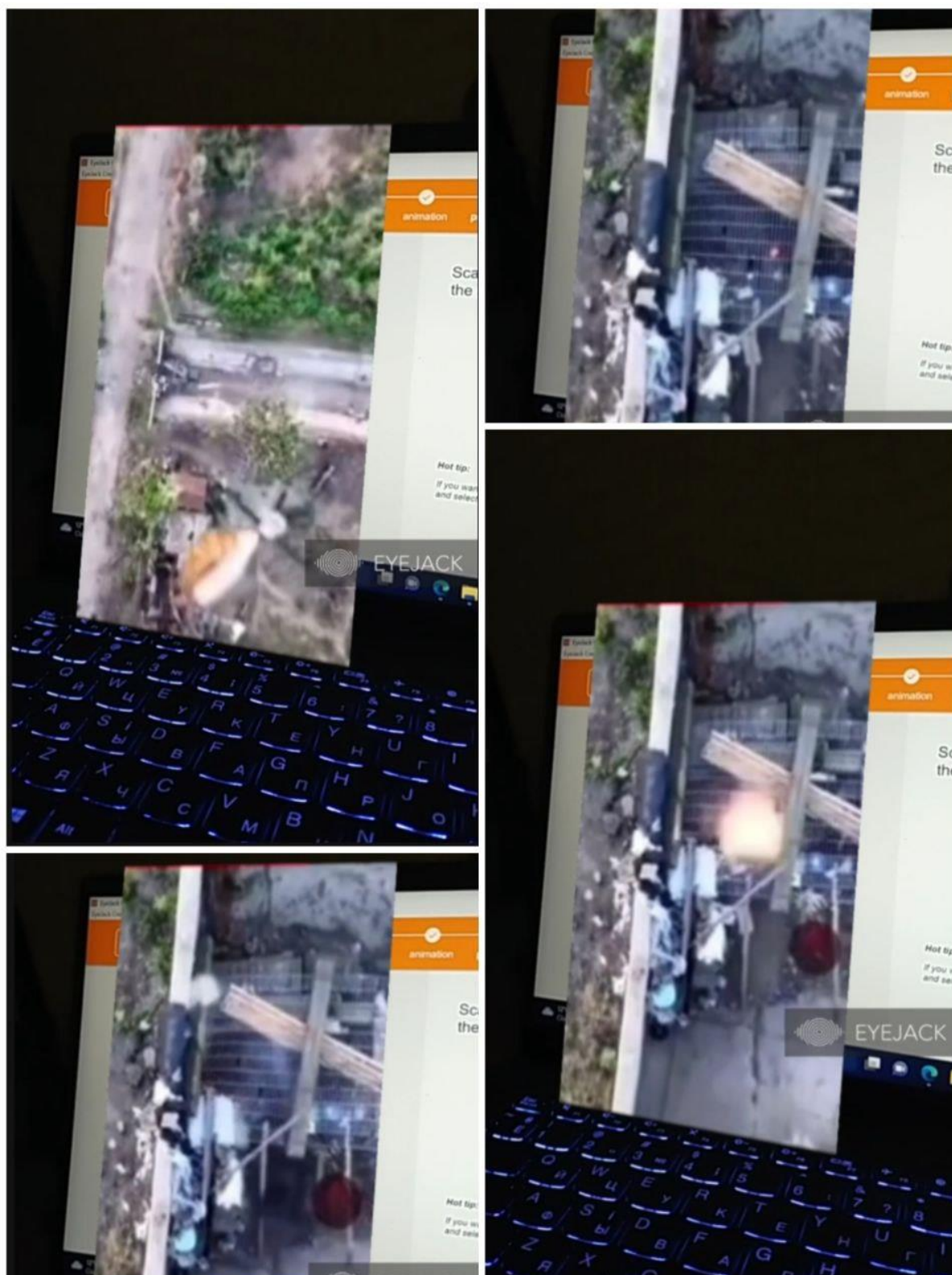


Рисунок 3.22 – AR демонстрація спрацювання гранати Ф1

На рисунках 3.23-3.24 демонструються відеофрагменти спрацювання протитанкової міни ПТМ-3 засобами доповненої реальності.

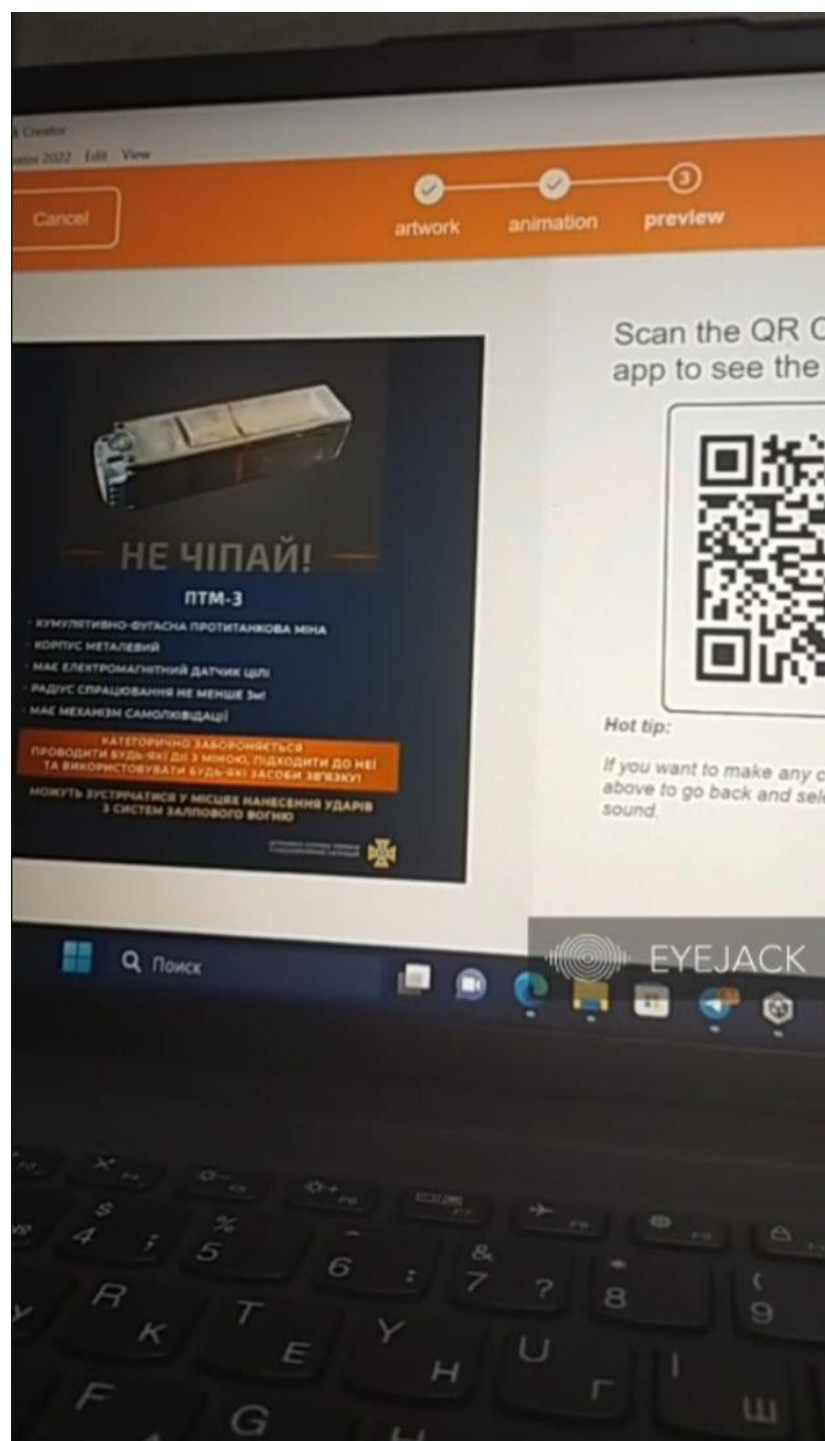


Рисунок 3.23 – Наводимо камеру на маркер протитанкової міни

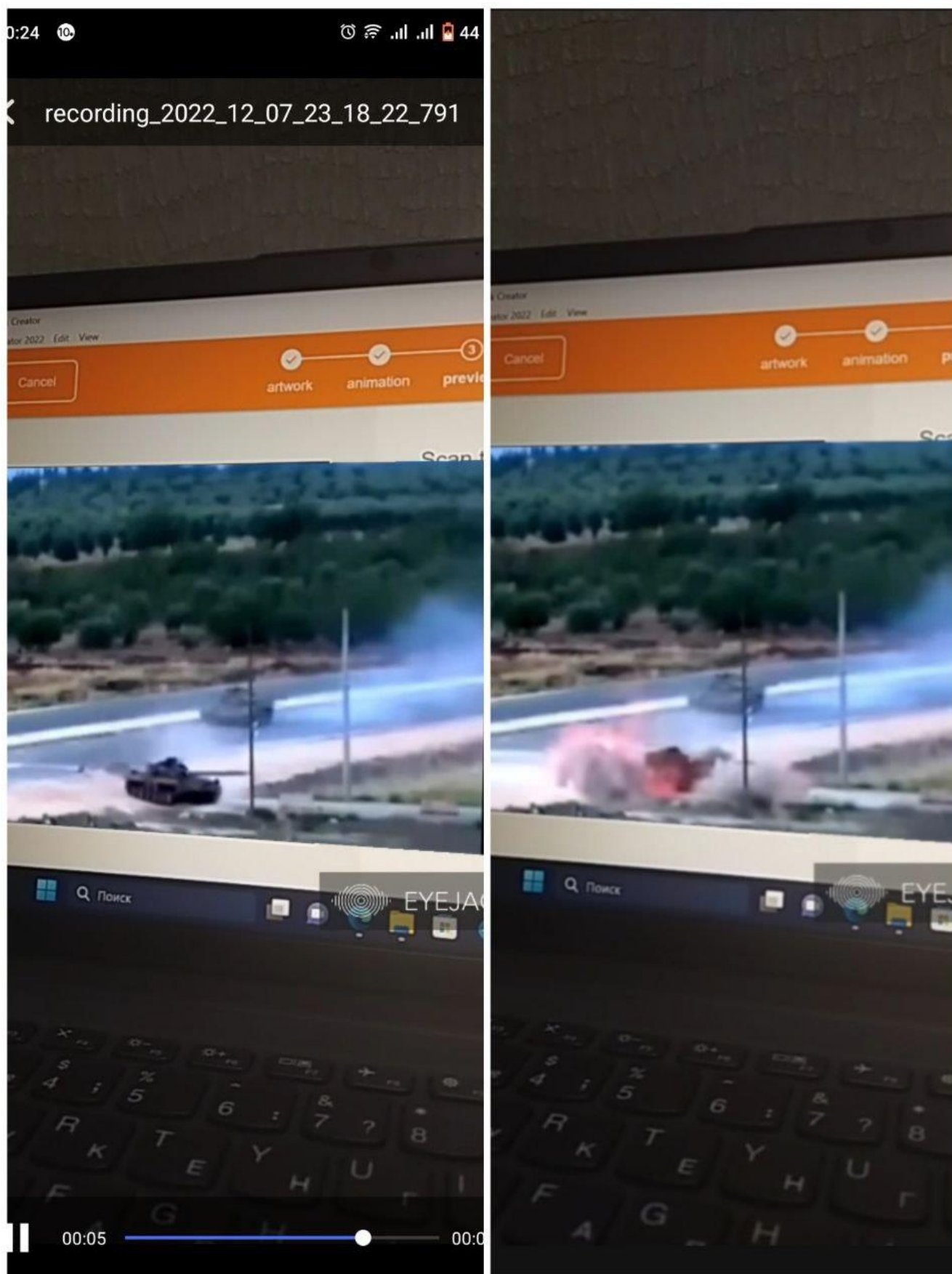


Рисунок 3.22 –AR демонстрація спрацювання ПТМ-3

3.4 Функціональне тестування моделей доповненої реальності

Завершальним етапом всіх процесів є тестування моделей доповненої реальності. Основною метою тестування – перевірка функціональності об’єктів та їх відповідність до висунутих вимог.

Ревізія або тестування об’єктів на працездатність і відповідність технічним завданням, має проводитися як фахівцями, виконуючими проєкт, так і тими хто не розробляв моделі. Таким чином можна побачити весь алгоритм дії програми об’єктивно, чистим поглядом.

Таким чином функціональне тестування – це тестувальний процес задля перевірки можливостей реалізації функціональних вимог і ревізія працездатності маркерів. Перевірка за посиланням маркерів на демонстрацію моделі доповненої реальності складається з наступних кроків:

- наведення камери на маркер (мітку);
- перегляд демонстрації моделі доповненої реальності.

Прогнозований результат – користувач повинен легко переглядати демонстрацію спрацювання вибухонебезпечного об’єкту за допомогою елементів доповненої реальності.

3.5 Результати досліджень середовищ розробки

Виконавши завдання магістерської роботи прийшов до таких результатів досліджень середовищ розробки доповненої реальності.

Дослідження проводилось на пристрої з SSD накопичувачем.

Результати дослідження середовищ доповненої реальності демонструються у таблиці 8

Таблиця 3.1 - Результати досліджень Unity Hub з Vuforia SDK та EyeJack Creator 2022

Середовище	Час встановлення на пристрій (хв)	Місце яке займає на десктопі враховуючи всі необхідні компоненти (Гб)	Важкість роботи (0/10)	Системні вимоги (0/10)	Швидкість розробки (0/10)
Unity Hub + Vuforia SDK	9	14,35	8	7	9
EyeJack Creator 2022	0.15	0,511	3	3	2

Результати досліджень також показує порівняльна діаграма на рисунку 3.23.

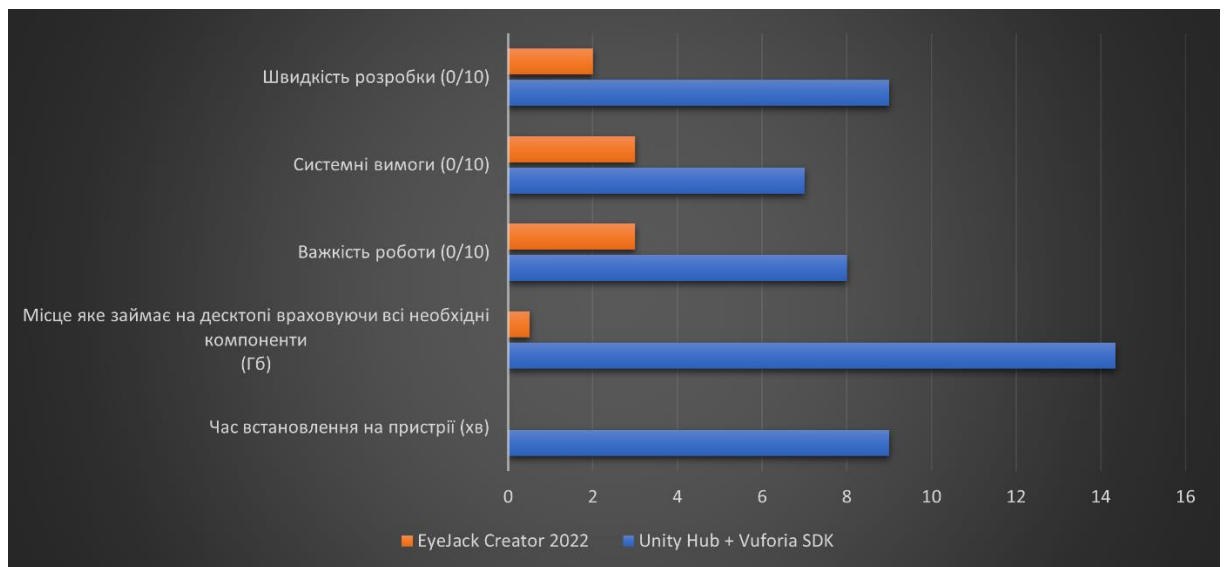


Рисунок 3.23 – Порівняльна діаграма результатів досліджень середовищ розробки

Виконавши порівняння цих середовищ я зробив наступні висновки

EyeJack Creator 2022 – є більш простим у розробці середовищем для створення доповненої реальності, вона займає набагато менше місця на десктопі, аніж Unity, та з цього виходить, що вона й встановлюється на пристрій набагато швидше за Unity Hub з усіма її компонентами, в неї більш низькі потреби до системних компонентів чим у середовища Unity.

При тому що Eye Jack Creator більш автоматизоване середовище, але у середовищі Unity більше місця для творчості. Але для мети нашого магістерського проєкту більше підходить середовище EyeJack Creator 2022 тому що вона потребує значно менше часу на розробку інформаційних моделей вибухонебезпечних пристроїв у доповненій реальності, а час є дуже важливим показником у забезпеченні безпеки громадян, та ми не маємо права ним нехтувати.

ВИСНОВКИ

Розроблений магістерський проєкт дав можливість сформулювати подальші висновки.

Відповідно до характерних рис моделі доповненої реальності розділяються на маркерні та безмаркерні. Відповідно до топології доповнена реальність розподіляється відповідно цілі створення, за стилем оформлення маркеру, за функціональним направленням.

Здійснено відносний аналіз середовищ створення моделей доповненої реальності та обрано середовище Unity3D з Vuforia SDK та EyeJack Creator 2022.

Моделі доповненої реальності були створені двома типами, такими як: мануальний (Unity3D з Vuforia SDK) та автоматизований (EyeJack Creator).

Визначено наступні етапи технології створення моделі спрацювання доповненої реальності:

- завантаження середовища розробки з офіційного сайту;
- реєстрація нового користувача у системі;
- за необхідністю активування персональної ліцензії;
- розробка маркеру доповненої реальності;
- розробка 3d моделі доповненої реальності;
- поєднання 3d моделі до маркеру;
- функціональне тестування спрацювання моделі доповненої реальності;

Система спрацювання вибухонебезпечних об'єктів за допомогою елементів доповненої реальності забезпечує функції комунікації, які надають корисну та актуальну інформацію про небезпеку вибухових пристроїв, яка може застерегти людину про небезпеку.

Під час виконання роботи мною були розв'язані наступні завдання:

- розглянуті та застосовані сучасні засоби розробки систем спрацювання вибухонебезпечних пристроїв засобами доповненої реальності;

- вивчив сучасні програмні засоби, що застосовуються при створенні систем спрацювання вибухонебезпечних пристроїв засобами доповненої реальності;
- розглянуто різноманітні методології і шляхи розміщення об'єктів доповненої реальності у просторі;
- розглянуто і використано головні правила і рекомендації по розробці об'єктів доповненої реальності;
- визначена структура і вміст об'єктів доповненої реальності.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Brian X. Chen If You're Not Seeing Data, You're Not Seeing - Wired (2009-08-25). URL: www.wired.com/gadgetlab/2009/08/augmented-reality/#more-22882 .
2. R. Azuma, "A Survey of Augmented Reality" - Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1997, pp. 355–385. URL: www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf.
3. P. Milgram and A. F. Kishino, "Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays" - IEICE Transactions on Information and Systems, 1994, E77-D(12), pp. 1321-1329. URL: www.rose.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html.
4. Мітка. URL: <https://lookinar.com/uk/rozyasnennya/dopovnena-realnistaugmented-reality-ar/>.
5. Віртуальні об'єкти. URL: <https://teach-hub.com/scho-take-dopovnena-realnist/>.
6. EyeJack Creator URL: <https://www.eyejack.io/#:~:text=EyeJack%20Creator%20is%20an%20Augmented,animations%20in%20the%20real%20world>.
7. Unity 3D URL: <https://kurs.if.ua/politic/unity-3d-novyj-vytok-u-rozvytku-videoigor/>
8. AR Lab URL: AR Lab (ar-lab.org)
9. AR Lab URL: About | Augmented Reality Lab (yorku.ca)
10. Blender URL: blender.org - Дом проєкта Blender - Безкоштовне та відкрите програмне забезпечення для 3D-створення
11. Ручна осколкова граната Ф1. URL: <https://www.ukrmilitary.com/2020/10/f1-grenade.html>.
12. На порозі доповненої реальності: до чого готуватися розробникам. Бабичев А. URL: На порозі доповненої реальності: до чого готуватися розробникам (Андрій Бибичев на ADD-2010) — CustisWiki
13. Project Anarchy URL: <https://www.indiedb.com/engines/project-anarchy>

14. 7 плюсів та мінусів Unity // Авторські статті про OpenSource URL: 7 плюсів та мінусів Unity. (vasilisc.com)

15. AR SDK Vuforia URL:

<https://docs.unity3d.com/2019.3/Documentation/Manual/com.ptc.vuforia.engine.html>

16. ОЗМ-72 URL: <https://vseosvita.ua/library/embed/01006927-5447.docx.html>

17. ПФМ-1 URL: <https://armyinform.com.ua/2021/03/19/smertelno-nebezpechni-pelyustky/>

18. ПТМ-3 URL: <https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/ПТМ-3.html>

19. Міна-пастка URL: https://childrenofwar.gov.ua/load/148/mine_safety.pdf

20. Тягунова М.Ю., Киричек Г.Г., Кинчев В.І. Доклад: «Вибір інструмента доповненої реальності для відображення спрацювання вибухонебезпечних пристроїв». Всеукраїнська конференція молодих вчених Актуальні питання розвитку інформаційних технологій «АПРІТ – 2022», Маріуполь-Дніпро, 24 листопада 2022 року.