

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації
(повна назва)

Кафедра медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(позначення документа)

Дослідження методів створення зв'язку 3D персонажа з реальними
об'єктами
(тема)

Виконав:
студент 2 курсу, групи СТМм-21-1
Максим КАЩАВЦЕВ
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 171 Електроніка
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма Системи, технології і
комп'ютерні засоби мультимедіа
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Володимир ОЛЕЙНИКОВ
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____
(підпис)

Володимир Карташов
(прізвище, ініціали)

2022 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації
Кафедра Медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем

Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 171 Електроніка
(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма "Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа"

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

« ____ » _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Студентові Кащавцеву Максиму Вячеславовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження методів створення зв'язку 3D персонажа з реальними об'єктами.

затверджена наказом по університету від " 21 " 11 2022 р. № 1503 СТ

2. Термін подання студентом роботи 08.12.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

1. Розробити схему роботи трекерів

2. Розробити структурну схему апаратних засобів

3. Розробити відео із доданим 3D об'єктом

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

ВСТУП

1. Аналітичний огляд літературних джерел

2. Обґрунтування вибору методу створення відео з трекінгом

3. Обґрунтування вибору програмно-апаратних засобів створення VFX ефекту

4. Розробка та створення відео з 3D об'єктом

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

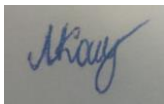
5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням обов'язкових креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій:

1. Постановка задачі; 2. Актуальність теми; 3. Технології трекінгу; 4. Програмне забезпечення – трекінг; 5. Програмне забезпечення – відеомонтаж; 6. Як працює трекінг; 7. Робота з створення зв'язку 3D персонажа з реальними об'єктами; 8. Висновки;

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термин виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд літературних джерел	21.11.22–25.11.22	
2.	Обґрунтування вибору методу створення з трекінгом	25.11.22–02.12.22	
3.	Обґрунтування вибору програмно-апаратних засобів створення VFX ефекту	03.12.22–07.12.22	
4.	Розробка та створення відео з 3D об'єктом	03.12.22–07.12.22	
5.	Графічна частина роботи	05.12.22–06.12.22	
6.	Перевірка керівником	06.12.22–07.12.22	
7.	Перевірка на академічний плагіат	07.12.22	
8.	Перевірка завідувачем кафедри, рецензування	07.12.22–08.12.22	

Дата видачі завдання 21.11.2022 р.

Студент  Максим КАЩАВЦЕВ
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис) проф. Володимир ОЛЕЙНІКОВ
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи має: 78 с., 73 рис., 6 табл., 5 додатків, 46 посилань.

3D ТА 2D ГРАФІКА, 3D ТА 2D ПРОГРАМИ, CGI ГРАФІКА, VFX, ВІДЕОЗЙОМКА, ВІДЕОМОНТРАЖ, КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА.

Об'єкт дослідження – методи створення зв'язку 3D персонажа з реальними об'єктами.

Предмет дослідження – програмно-апаратні засоби створення зв'язку 3D персонажа з реальними об'єктами.

Мета кваліфікаційної роботи – розробити поєднання 3D персонажа або об'єкту з реальними об'єктами.

Методи дослідження – теоретичний аналіз, створення відео, розбір програм, створення 3D об'єкту.

У даній роботі проведено аналіз робіт великих кінорежисерів, наведена актуальність теми застосовування VFX у сучасному світі, розглянуто методи створення спецефектів, проведено аналіз створення різних фільмів де використовуються програмно-апаратні засоби створення зв'язку 3D персонажа з реальними об'єктами, розбрали види трекінгу, створили відео також створили відео реального об'єкту з 3D об'єктом. Провели перелік програм та апаратних засобів для використання у роботі.

ABSTRACT

The explanatory note of the qualification work has: 78 pages, 73 figures, 6 tables, 5 Appendices, 46 sources.

3D AND 2D GRAPHICS, 3D AND 2D SOFTWARE, CGI GRAPHICS, VFX, VIDEOGRAPHY, VIDEO EDITING, COMPUTER GRAPHICS.

Object of research – 3D GRAPHICS AND VFX.

The subject of the study – is the study of methods of creating a connection between a 3D character and real objects.

The purpose of the qualification work – is to develop a reconciliation of a 3D character or object with real objects.

Research methods – theoretical analysis, creation of video, analysis of programs, creation of a 3D object.

In this work, an analysis of similar works by major film directors was carried out, the relevance of the topic of VFX application in the modern world was analyzed, methods of creating special effects were considered, an analysis of the creation of the film "Avatar" was analyzed, types of tracking were analyzed, a video was also created, a video of a real object with a 3D object was created. Listed programs and hardware for use in work.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

CGI - Computer Generated Image

VFX - Visual effects

ПК - Персональний комп'ютер

IBM - International Business Machines

БЭСМ - Швидкодіюча електронно-лічильна машина

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень	6
Вступ.....	8
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	10
1.1 Аналіз історії розвитку комп'ютерної графіки.....	10
1.2 Огляд фільмів де застосовувалася комп'ютерна графіка	18
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ СТВОРЕННЯ ВІДЕО З ТРЕКІНГОМ	23
2.1 Обґрунтування вибору методів створення відео	23
2.2 Аналіз алгоритму створення відео з технологією VFX.	30
3 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ VFX ЕФФЕКТУ	33
3.1 Аналіз програмного продукту 3D Blender.....	33
3.2 Аналіз програмного продукту Adobe After Effects.....	35
3.3 Аналіз програмного продукту Pfttrack.....	36
3.4 Аналіз програмного продукту DaVinci Resolve	37
3.5 Аналіз апаратних засобів Lenovo Legion 5-15ARH05H	38
3.6 Аналіз апаратних засобів GoPro HERO 11	39
4 РОЗРОБКА ТА СТВОРЕННЯ ВІДЕО З 3D ОБ'ЄКТОМ	44
ВИСНОВКИ.....	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	72
ДОДАТОК.....	80
ДОДАТОК А.....	81
ДОДАТОК Б	86

ВСТУП

Сьогодні у телевізорах показують безліч фільмів та серіалів, на витрати оточення може бути витрачено багато ресурсів. А з початком нової пандемії ці ресурси можуть збільшитись у 10, а може й у 100 разів. А також може витрачати багато часу на створення вежі, будинку, навколишнього світу. Сама думка про витрати грошей і часу вже наводить на жах. Для цього вирішити цю проблему, для цього існує 3D графіка. Саме в 3D графіку можна зробити ті об'єкти, які вам потрібні та поставити їх у відео за допомогою візуальних ефектів. Так, сучасному світі 3D графіка так само є частиною науки та медицини. У цьому також є свої плоди.

Хорошим прикладом для всього є фільм «Зоряні війни». Звичайно на фільм пішло багато засобів для створення оточення, персонажів та багатьох надприродних аномалій за допомогою 3D графіки, але зараз 3D графіка стала більш поширеною, менш затратною та зручною у користуванні. Тому витрати стають меншими. Більше витрат, звичайно, йдуть на спеціалістів у 3D графіку.

Нам також потрібна CGI-графіка або Computer-generated imagery виступає щоб звести на мінімум бюджети та час на декорації. Зараз CGI-графіка є провідною у сфері кіно, новини, ігри, мобільних технологій. Але пожмімо CGI-графіці є VFX (Visual effects) яке поєднує відео, яке знято на камері, і об'єктами з які були створені в комп'ютерних програмах.

У нашій країні студій, що працюють на CGI-графіку, VFX та поєднання з 3D ефектами дуже мало. У фільмах, які створюють у наших країнах, з'являються не зовсім якісно згенеровані візуальні ефекти. А також коли наступне нова епідемія ми не будемо бігати у городі, а застосовувати приміщення, для зйомок фільму.

Основною метою дипломної роботи є об'єднання 3D об'єкту або персонажу на відео.

Для досягнення цілі були поставлені такі завдання:

- проведення аналізу предметної області;
- аналіз програм;
- розробка 3D об'єкту;
- розроблення комп'ютерних ефектів
- розбір відеомонтажу;
- підсумок роботи і висновок.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Аналіз історії розвитку комп'ютерної графіки

Комп'ютерна графіка фактично з'явилася в 1940 (тоді були великі комп'ютери), зображено на рисунку 1.1. І займалися лише приводом на принтер. Особливості: користувач не мав доступу до монітора, графіка розвивалася на математичному рівні та виводилася у вигляді тексту, що нагадує на великій відстані зображення.

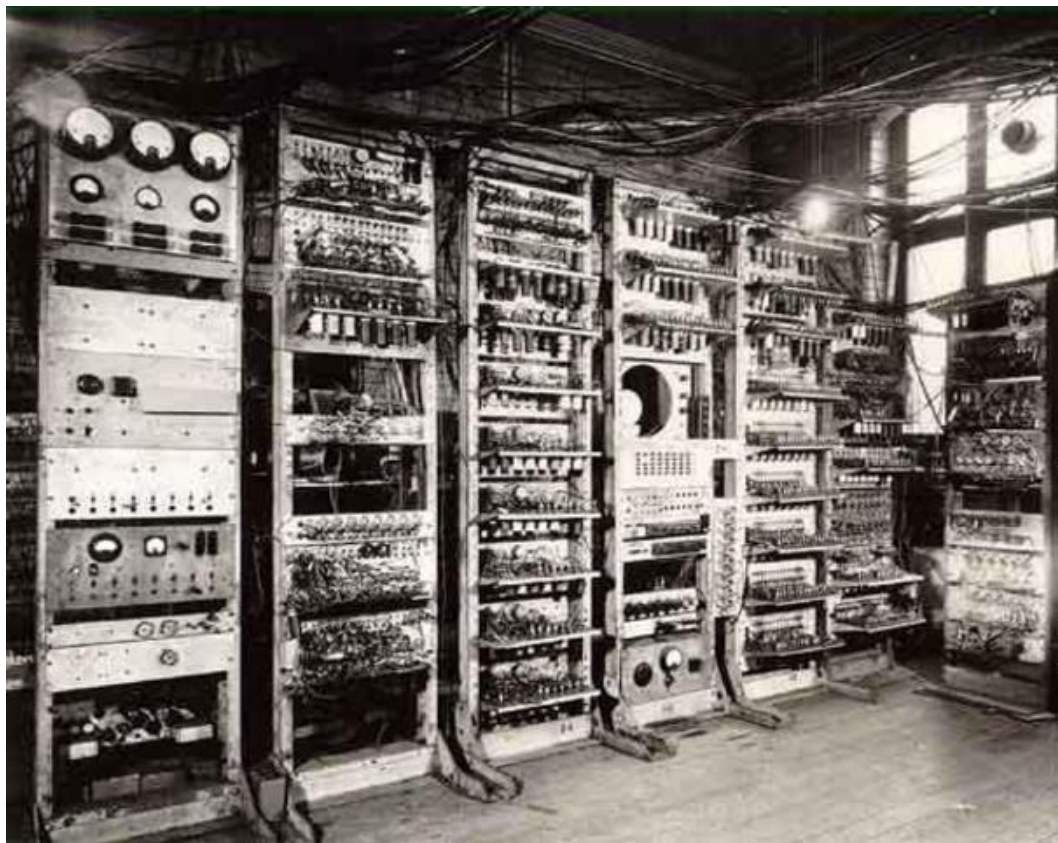


Рисунок 1.1 – Великий комп'ютер

У 1950-х років була випущена перша комп'ютерна анімація «Запаморочення», зображено на рисунці 1.2, створений Джоном Вітні. Він встановив на платформу комп'ютер протиповітряного наведення під назвою «Директор зі зброї М5». То справді був механічний комп'ютер, до роботи

якого вимагалось 5 людина, але, тим щонайменше, комп'ютер. Потім він помістив клітини на цю платформу і використав маятник для досягнення необхідного нескінченного обертання.



Рисунок 1.2 – Запаморочення - перша комп'ютерна анімація

У 1960-ті були багаті на появу нових анімацій у фільмах та експериментах. Так, 1961 року вийшов ролик Джона Вітні, створений на його чарівній машині з аналоговим комп'ютером/плівковою камерою, зображено на рисунці 1.3, яку він побудував з прицілу зенітної зброї Другої світової війни.



Рисунок 1.3 – Каталог - Перший комп'ютерний короткометражний
анімаційний фільм

У тому ж році в Шведському королівському технологічному інституті на комп'ютері BESK було створено 30-секундну векторну анімацію автомобіля, зображено на рисунці 1.4, що їде запланованою трасою зі швидкістю 110 км/год. Це була перша реалістична комп'ютерна анімація.



Рисунок 1.4 - Рендеринг планової траси

1962 року Іван Сазерленд представив першу тривимірну каркасну анімацію «Sketchpad», зображено на рисунці 1.5. З «Sketchpad» стало простіше виконувати двомірні креслення або плани з безліччю повторюваних чи різноманітних елементів. Інтерфейс у Нідерландах планувався для легкого

впровадження. "Sketchpad" був одним із перших зручних для користувача інтерфейсів людина-комп'ютер.



Рисунок 1.5 - Комп'ютерний блокнот Sketchpad

У 1963 році був створений перший комп'ютерний фільм від Едварда Заджака, це були перші фізичні розрахунки за допомогою комп'ютерної анімації. У фільмі було продемонстровано, що мандрівник можна стабілізувати, щоб завжди мати бік, звернений до Землі на його орбіті. Стимуляцію було запрограмовано на Фортрані, а згенеровано в мейнфреймовому комп'ютері IBM 7090, зображено на рисунці 1.6.



Рисунок 1.6 - Імітація дводігравітаційної градієнтної орієнтації

У 1968 році було створено математичну модель руху кішки, зображено на рисунці 1.7. На комп'ютері БЭСМ-4 було розроблено програму на вирішення звичайних диференціальних рівнянь цієї моделі. Комп'ютер надрукував сотні кадрів на папері, використовуючи символи алфавіту, які були послідовно зняті в послідовності, створюючи тим самим першу комп'ютерну анімацію персонажа кота, що крокує.

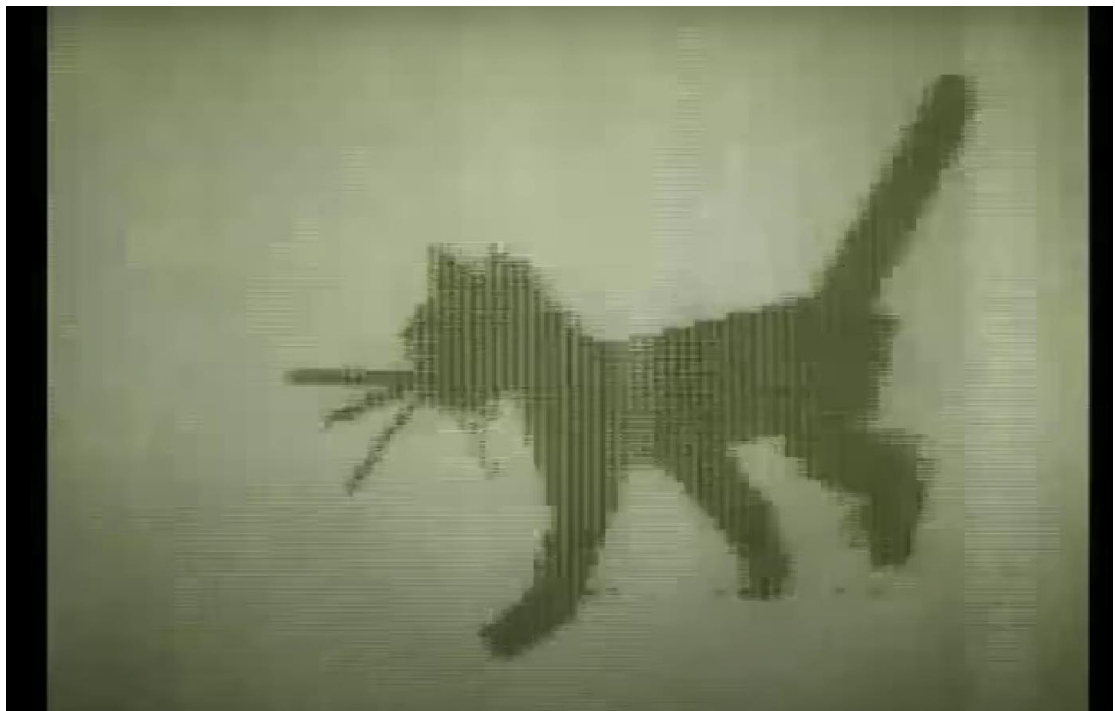


Рисунок 1.7 - Перший реалістичний анімаційний комп'ютерний персонаж

Від Засновників Ріхард Ед Кетмалл та Фред Парке був створений 3д короткометражний фільм демонструє комп'ютерну анімацію руки, зображено на рисунці 1.8, а також людські обличчя.



Рисунок 1.8 - Комп'ютерна анімація рук або перша полігональна 3D анімація

У 1977 році Дональд Грінберг та його учні університету Корнелла змоделювали велику частину університетського містечка Корнелла, зображено на рисунці 1.9. Це була перша кольорова комп'ютерна графічна симуляція.



Рисунок 1.9 - Перша анімація архітектури CGI

Тернер Уіттед та його фільм *The Compleat Angler*, зображено на рисунці 1.10, є одним із найбільш імітованих фрагментів роботи CGI, коли кожен учень, який бере участь у дисципліні, намагається створити послідовність стрибаючих променів.

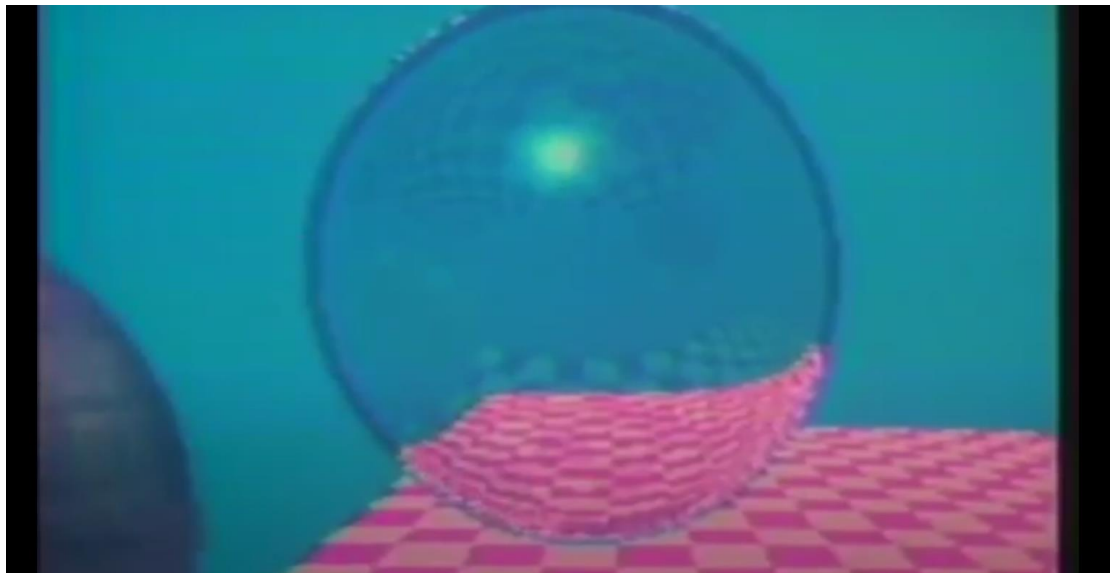


Рисунок 1.10 - CGI трасування Першого Променю

Компанією Information International Inc. Випустили фільм, зображено на рисунці 1.11, як зразок ролика для виставки щорічної конференції SIGGraph Асоціації обчислювальної техніки у 1981 році. Пізніше такі ефекти анімації використані у фільмі Діснея «Трон».



Рисунок 1.11 - CGI анімація першого захоплення руху

Фільм «Молодий Шерлок Холмс», зображено на рисунці 1.12, відомий тим, що до нього включений перший повністю згенерований комп'ютером

фотореалістичний анімаційний персонаж, лицар, який складається з елементів із вітража. Також це вперше було застосовано VFX.



Рисунок 1.12 - Перший реалістичний персонаж комп'ютерної графіки на фоні живого

«Історія іграшок», зображено на рисунці 1.13, вийшла на екрани 1995 року, а прем'єра першого фільму з використанням окремих елементів тривимірної графіки (Futureworld) відбулася ще 1976-го. У той же час створювалися перші програми 3D-модельювання, перші алгоритми трасування променів для рендеринга тривимірної сцени та активно розвивався полігональний метод моделювання тривимірних об'єктів, який зараз є основним.



Рисунок 1.13 - Кадр з мультфільму «Історія іграшок»

Напевно, за цей час було багато чого нового та дивовижного, і завдяки цій новизні ми можемо їх використовувати в сучасних програмах, ті самі стимуляції води, світла, вітру та багато іншого.

1.2 Огляд фільмів де застосовувалася комп'ютерна графіка

Сучасні фільми та мультфільми, в яких є графіка зараз набуває популярності. У них дивовижний зовнішній світ, круті надприродні здібності, дивовижні чи красиві об'єкти та створені у 3D персонажі, що не може не приваблювати глядача.

Ми розглянемо фільм Аватар, зображено на рисунці 1.14, створений Джеймсом Кемереном, де фільм отримав Оскар за «Найкращі візуальні ефекти».



Рисунок 1.14 - Кадр з фільму «Аватар»

Фільм окупив себе 5 разів, при тому що бюджет практично дійшов до позначки 300 млн доларів. Масштабні спецефекти, унікальні фантастичні локації та переконлива драматична зав'язка дозволяють фільму не втратити новизну та актуальність через роки.

На початок 2000-х після появи «Володаря кілець» з'явилася технологія motion-capture, зображено на рисунці 1.15, де Акторів одягали в костюми з датчиками, які передавали інформацію на комп'ютер і створювали зовнішність персонажів. Кемерон став першим режисером, якому вдалося поживавити комп'ютерні очі. Разом із технологіями він розробив шоломи з міні-камерами, які максимально близько знімали міміку та очі акторів. Та на цьому режисер не зупинився.



Рисунок 1.15 - Технологія motion-capture

Кемерон першим розробив віртуальну камеру, зображено на рисунці 1.16. Вона дозволила побачити віртуальний простір у режимі реального часу.

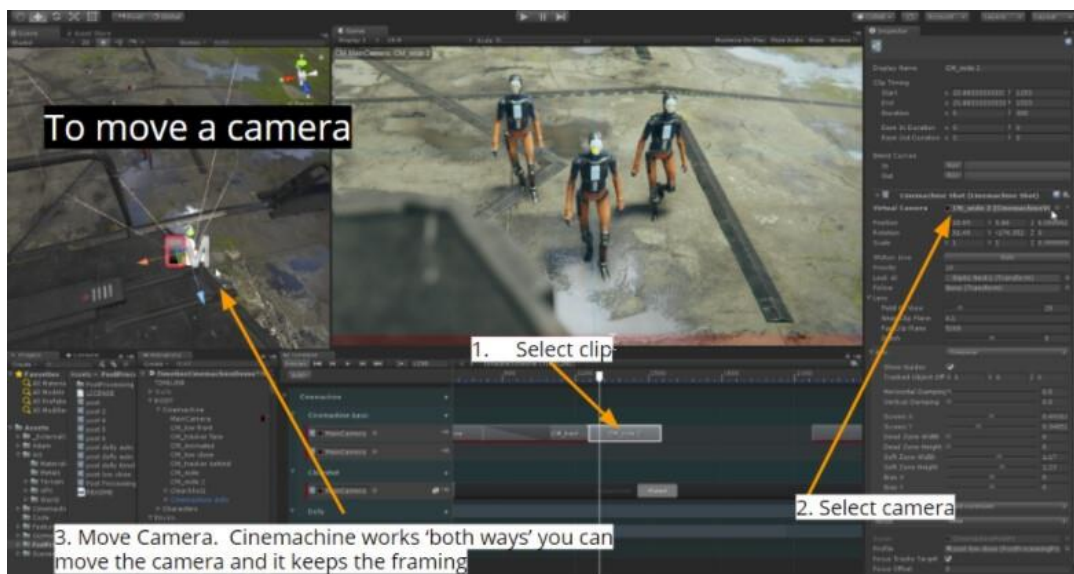


Рисунок 1.16 - Віртуальна камера

"Аватар" - фільм, який більш ніж наполовину складається з комп'ютерної графіки. І, мабуть, найдивовижніша його частина – це саме персонажі. Зовнішності інопланетної раси на'ві було приділено чимало уваги. Кемерон залучив десятки художників, поставивши перед ними завдання

розробити концепт-арти та визначити, як виглядатимуть ці войовничі гуманоїди. Творчий пошук розпочався із замальовок із класичними інопланетянами з овальними витягнутими головами та розкосими очима. Однак цей вигляд зовсім не відповідав основному посиланню фільму.

Більшість зйомок відбувалася в інтерактивному павільйоні з більш ніж сотнею відеокамер, які були розташовані по всьому периметру приміщення і працювали одночасно. Актори, як і належить для motion capture, були одягнені в маркерні костюми з безліччю датчиків, що реєструють кожен їхній рух. Кемерону було важливо, щоб емоції комп'ютерних персонажів теж відтворювалися з максимальною точністю. З цією метою були розроблені шоломи із вбудованою міні-камерою із ширококутним об'єктивом. Саме ця технологія дозволила досягти переконливої міміки нав'язку.

Планета Пандора, де прибуває головний герой, на екрані вражає своєю реалістичністю, оскільки «Аватар» знімали частково на «справжніх», земних локаціях, та й взагалі ідеї для флори нової планети Кемерон черпав з екзотичних куточків Землі. Зокрема, пейзаж із «левітуючими» скелями – це фантастична варіація реально існуючих гірських вершин у китайській провінції Гуйлінь. А іншу частину сцен було додано за допомогою графіки. Сцени створювалися в павільйонах з декораціями, додатковим хромакеем та умовними позначеннями елементів. Творці робили монтаж паралельно зі зйомками. Для цих завдань були потрібні потужні комп'ютери та багато відео редакторів з іншими програмами для 3D графіки.

В роботі було проведено аналіз історії створення комп'ютерної графіки з 1950-х років до наших днів. Актуальність цієї технології в наш час зараз дуже запитливо по-перше із за того що можна творити це віддалено, особливо із за пандемії та неможливості зайти у деякі секретні об'єкти та церкви, по-друге для створення фантастичних, фентезійних та інших ефектів з котрим ця технологія впорається. Також було проведено розбір роботи видатного режисера сучасності Джеймсом Кемереном. Його створення таких технологій так віртуальна камера і motion-capture,

розвивається і далі з сучасним кіномистецтвом, його ж технологією користуються величезним попитом. Однак, як тоді в роки створення цих технологій на це йшло величезні гроші, то зараз його можна використовувати безкоштовно (дивлячись на яких програмах).

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ СТВОРЕННЯ ВІДЕО З ТРЕКІНГОМ

2.1 Обґрунтування вибору методів створення відео

Розглянемо методи створення відео. CGI та VFX з'явилася в минулому столітті, але зараз вона досить популярна у сфері кіно, реклами, кліпи. В іграх CGI-графіка використовується рідше, так як в іграх використовується графіка в реальному часі, то VFX застосовується в поширеному контексті, зображено на рисунці 2.1, але більшість всередині ігрових роликів використовується CGI і VFX. У сучасному світі CGI та VFX можна побачити у таких фільмах як «Аліта», «Залізна людина», «Месники». У більшості випадків хороша графіка CGI та VFX-графіка, це та, яку глядач не помічає.



Рисунок 2.1 – VFX у іграх

У кваліфікаційній роботі ми використовуватимемо технології VFX. В основному VFX це частина у виробництві CGI.

Найрутинніший і найпростіший процес у VFX це трекінг, 2D-трекінг, 3D-трекінг, планарний трекінг. Tracking, зображено на рисунці 2.2 – це процес, де комп'ютер отримує інформацію зміни становища об'єкта у кадрі. В

основному це додавання на персонажа різних родів костюми, руху, міміку, а також додавання об'єктів, яких немає на відео, і ми хочемо додати (наприклад, будинок, космічний кораблі, дорожні знаки, машини тощо). Найпростіший вид трекінгу - це відстеження положення об'єкта у просторі, утримуючи його у центрі уваги.



Рисунок 2.2 – Tracking у Adobe Effects

Існують такі трекери:

- match moving;
- retargeting та motion transfer;
- motion capture;
- performance capture;
- motion control.

Match moving, зображено на рисунку 2.3, – застосовується для відстеження тривимірної траєкторії руху камери, а також розташування об'єктів у сцені, а коли ми отримуємо інформацію про рух камери, з цією інформацією ми переходимо у програму пов'язану з 3D графікою та створювати там віртуальну камеру. Віртуальна камера буде точно ідентична реальній камері, яке знімалося це відео. А далі створюється 3D об'єкт, який

перебуватиме у відео в ідеальній перспективі. Що в результаті вийде, що 3D об'єкт буде відображатися у відео ніби він знаходився там при зйомці.



Рисунок 2.3 – Match moving

Retargeting, зображено на рисунці 2.4, застосовується у сфері віртуальної реальності (VR), Motion transfer – до захоплення рухів людей чи тварин. Потім уся інформація про рух об'єкта переноситься на новий об'єкт «наречений».



Рисунок 2.4 – Retargeting

Motion capture, зображено на рисунці 2.5 – це метод оцифрування реального об'єкта та подальшого перенесення на 3D модель.

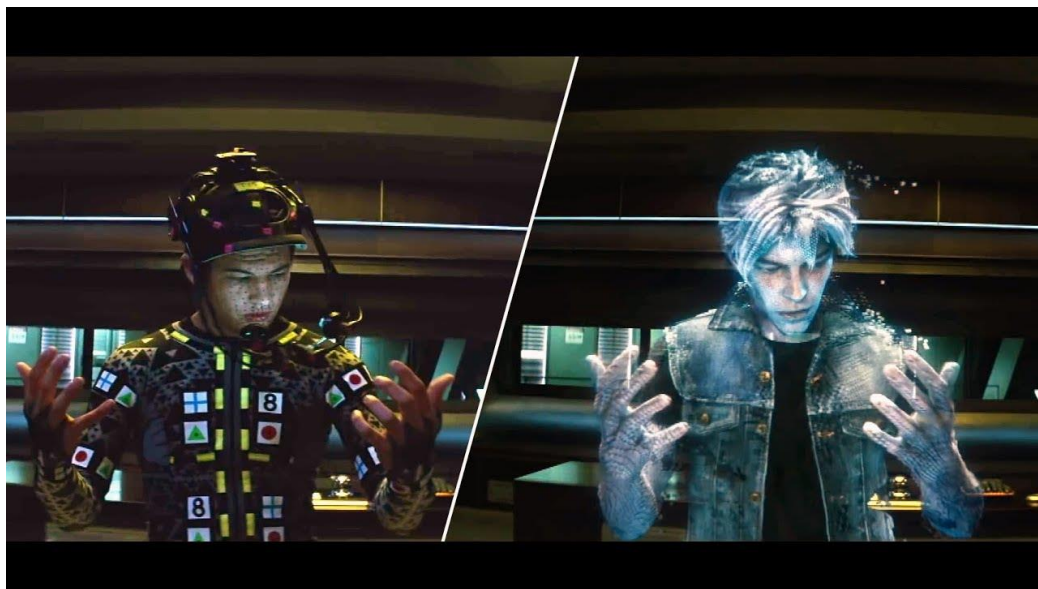


Рисунок 2.5 – Motion capture

Performance capture, зображено на рисунці 2.6 - захопленням виконання або високоточним захопленням руху, яке в першу чергу в області лицьової міміки. Дуже добре показав себе у «Аватарі».



Рисунок 2.6 – Performance capture

Motion control, зображено на рисунці 2.7 – це операторський кран, що працює на автоматі, що дозволяє запрограмувати рух камери та багаторазово точно його повторити. Трекінг буває 2-х видів двовимірний (2D) та тривимірний (3D).

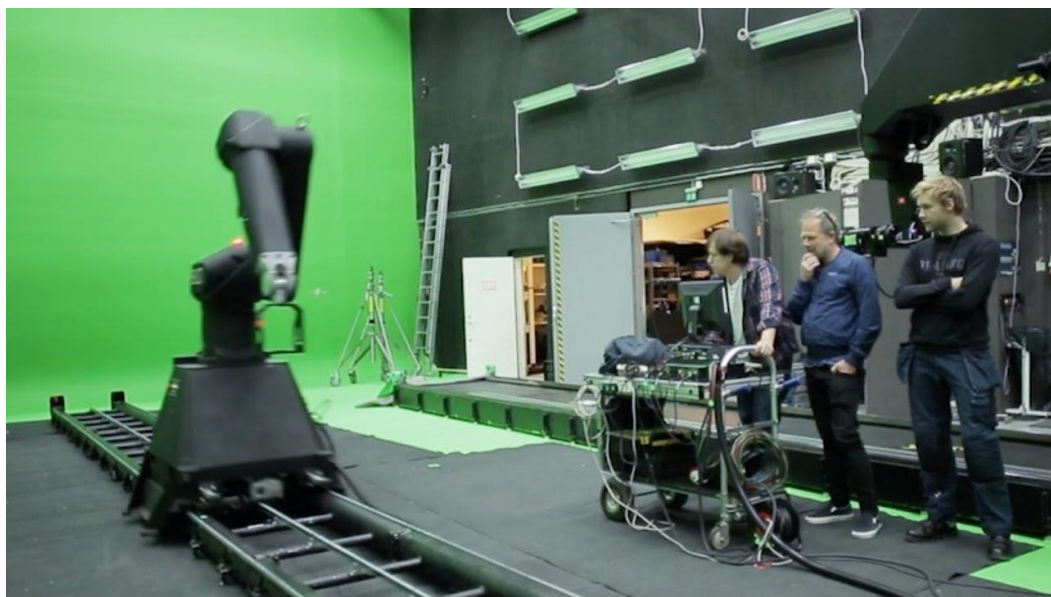


Рисунок 2.7 – Motion control

За просторовою ознакою, тобто де рухається сам об'єкт, є 2D tracking та 3D tracking.

2D tracking, зображено на рисунці 2.7 – об'єкт трекінгу переважно рухається на площині кадру з часом, працює технічно легше ніж 3D – трекінг. Так само зі слова 2D трекінг дозволяє рухати об'єкт по координатах x і y .



Рисунок 2.7 – 2D tracking

3D tracking, зображено на рисунці 2.8 – обчислюється рух об'єкта в момент зйомки в тривимірному (3D) просторі. Так само зі слова 3D трекінг дозволяє рухати об'єкт по координатах x , y і z . 3D трекінг виглядає надійніше в один час і технічно складніше. А також він не завжди потрібний, і алгоритми трекінгу виконані на 2D – трекінгу.

Обчислюються обидва трекери практично однаково.

Як працює трекінг? Ми ставимо область руху, у цій галузі знаходиться маркер (це може бути дрібний об'єкт чи точка). Область руху являє собою 2 прямокутники зовнішній та внутрішній, а також точку. Внутрішній

прямокутник це патерн, зовнішній це точка пошуку, а точка це точка прив'язки. Трекінг працює наступним чином:

1) Користувач встановлює точку, патерн та область пошуку в одному з кадрів відео. Цей кадр називається ключовим.

2) Програма переходить у наступний кадр і всередині області пошуку шукає ділянку зображення, яка максимально точна на патерн із ключового кадру.

3) Коли програма знайшла збіг, записується відстань, положення та розмір, на який був зрушений патерн. І він записується в нові координати точки прив'язки у цьому кадрі відео.

4) Область пошуку також змішатиметься слідом за патерном і алгоритм повторюватиметься доки закінчатся кадри чи об'єкт не зникне з поля зору.

Алгоритми трекінгу визначають зміщення патерну від кадру до кадру. Алгоритм переносить це зміщення на точку у двовимірному просторі зображення. Цей результат трекінга є траєкторією точки в двовимірній площині.

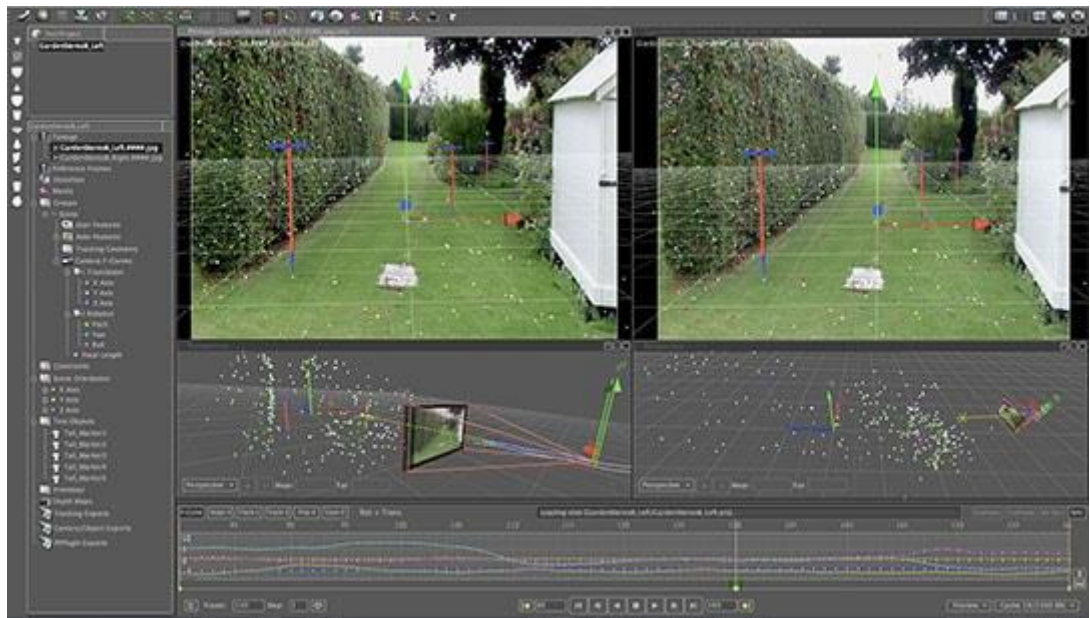


Рисунок 2.8 – 3D tracking

Коли був розбір між 3D і 2D трекерами за просторовою ознакою, мною був зроблений вибір, вирішені задачі поставлені в кваліфікаційній роботі, то я вибрав 3D трекер, і зроблений вибір з ряду таких причин:

- Завдяки 3D трекеру можна досягти ефекту реалістичності. Тобто можна додати ще поверхні, наприклад, нас стіні. Це якщо нам потрібні тіні.
- Потрібно працювати з 3D об'єктом, а для цього потрібен 3D трекер. Так як ціль у нас 3D об'єкт з реальними об'єктами, то і трекер буде 3D.

Також з усіх видів трекінгу я вибрав Match moving оскільки нам потрібна віртуальна камера. Завдяки ній ми можемо хоча б поставити її рух, також її рух залежить від руху джерела.

2.2 Аналіз алгоритму створення відео з технологією VFX.

Розглянемо алгоритм створення відео з технологією VFX:

- 1) Підготовка сцени
- 2) Створення маркерів
- 3) Зняття сцени
- 4) Перетягуємо відео до програми для створення спецефектів
- 5) Виділяємо трекери (маркери)
- 6) Додаємо спецефект
- 7) Рендер відео

Як показано на рисунку 2.9 для того щоб зробити відео потрібно вибрати план, після того, як вибрали план, по можливості потрібно додати маркери. Маркери можуть бути різними, це може бути пластилін або білий скотч, ізолента. Об'єкти типу маленького камінця (не зовсім маленький, головне, щоб він був чітким на кадрі) теж можуть підійти як маркери. Без маркерів у нас не буде площини, позиції, де стоятиме об'єкт чи спецефект. Здебільшого нам потрібно щонайменше 5-9 маркерів. Примітка, у різних сценах, якщо нам потрібен спецефект, потрібно також додавати в сцену

маркери. Все це потрібно записати на відео, а потім перенести на ПК. І так для того, щоб додати на відео 3D модель або спецефект, потрібно щоб у кадрах були видно чітко маркери, що було можливо обробити зображення повністю (Мається на увазі відео або фрагмент відео, де буде потрібен цей спецефект). Якщо маркери не будуть видні, тоді нам потрібно зробити відео заново або вирізати кадр з розмитими маркерами. І все знову заливати у ПК. Після того, як ми зробили відео переносимо в програму, яка працює з 3D моделями та 3D трекінгом. Даємо програмі автоматично знайти трекери чи показати їх вручну. Підлаштовуємо кількість кадрів. Повинна з'явитися віртуальна камера та сцена, де на ній будуть розташовані 3D об'єкти. Коли закінчили з роботою і думаєте, що вся робота готова йде в рендер.

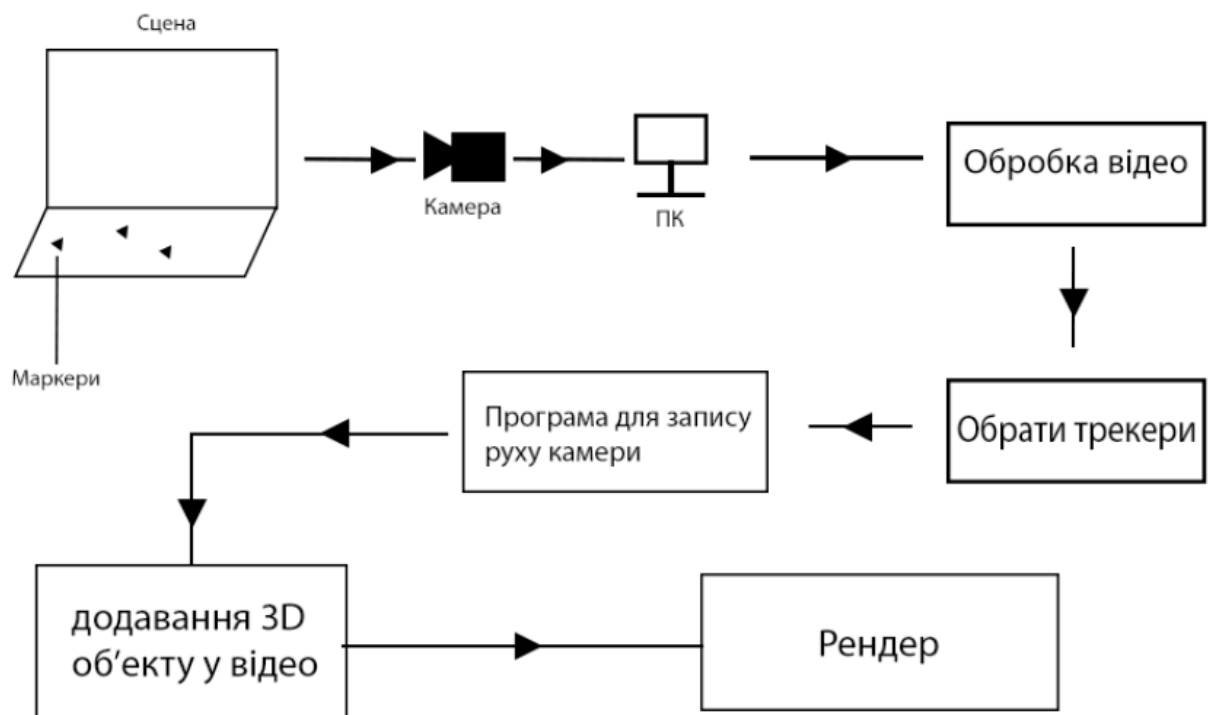


Рисунок 2.9 – Структурна схема створення відео з 3D об'єктом

У роботі було проведено аналіз створення відео з використанням трекінгів, розібрали які є види трекінгів, а їх всього 5, це Motion capture, Performance capture, Motion control, Match moving, Motion transfer та Retargeting. Пізнали ще є методи трекінгів, котри діляться на 2 типа: 2D та 3D, а також

було обрано який трекінг ми будемо використовувати у даній роботі. Також розібрали, як працює трекінг. Оскільки, моя робота пов'язана з 3D об'єктом, то трекінг буде 3D. Тип трекінгу ми вибрали Match moving, тому що цей трекер підійшов для нашої цілі. Зроблена структурна схема для створення відео з 3D об'єктом. Згідно структурної схеми ми зніматимемо все на камеру і зніматимемо навколо об'єкта, головне щоб ми бачили трекінг. Зняте відео переносимо у ПК, щоб ми змогли, внести зміни у відео. Мі переносимо у програму щоб нанести трекери, а потім завдякі трекерів ми можемо поставити 3D об'єктом. У кінці ми рендеримо результат. На наступному розділі ми вибирали програмно-апаратні засоби для застосування трекерів.

З ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ VFX ЕФФЕКТУ

Для створення відео з технологією VFX існує більша кількість програм. У минулому розділі ми розглянули які бувають трекери та вибрали який варіант трекерів нам потрібен. Наразі розглянемо програми, які працюють із таким трекером.

3.1 Аналіз програмного продукту 3D Blender

3D Blender, зображено на рисунці 3.1, - це пакет для створення тривимірної комп'ютерної графіки. Її використовують для 3D моделювання і візуалізації - вони потрібні для різних сфер діяльності.

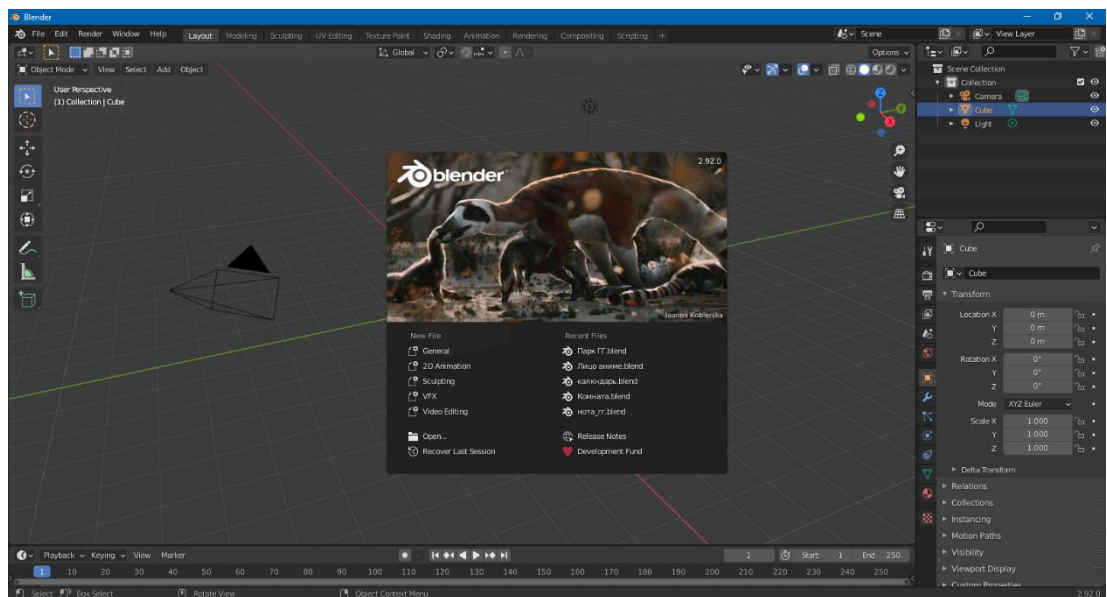


Рисунок 3.1 - Програмний пакет 3D Blender

Для 3D Blender створені такі системні вимоги, наведено на таблиці 3.1:

Таблиця 3.1 – Системні вимоги 3D Blender

Засоби	Характеристики
Екран:	дисплей 1280x768
Процесор:	64 бітний процесор з 2 ядрами і частотою від 2ГГц
ОЗУ:	4 Гб оперативної пам'яті
Відеокарта	Відеокарта з 1+ Гб відеопам'яті, з піддежка OpenGL 2.1

В першу чергу вони необхідні для 3D модельєрів - вони створюють 3D моделі персонажів, будівель, техніки тварин для ігор, і рідше в кіноіндустрії.

У другу чергу це необхідно для професії візуалізатор. Візуалізація інтер'єрів приміщень, екстер'єрів, виставкових стендів.

У третю чергу це дизайнери. Для створення зовнішньої реклами, друкованої продукції, а також дизайну сайтів.

Також Blender буде корисний для Анімації і спецефектів - використовується в кіноіндустрії для створення повнометражних і короткометражних мультфільмах, в рекламній продукції (реклама по телебаченню), для ефектної презентації, наприклад, при будівництві житлового комплексу або майбутнього ремонту в квартирі. А також при використанні в пост-обробці, створення різних спецефектів у фільмах і їх монтаж, поєднання 3d і відеоряду, і анімації персонажів у відеоіграх.

Створення інтерактивних ігор використовуючи движок Блендер. Але найчастіше використовують сторонній ігровий движок.

Що ж уміє цей пакет 3D графіки і чим він примітний:

1) Він є вільним движком 3D моделювання - це означає, що ви можете його використовувати як в особистих, так і в комерційних цілях. А так же у нього є відкритий вихідний код, що дозволяє при навичках програмування змінювати цю програму на свій розсуд.

2) обсяг дистрибутива він становить близько 50 мегабайт.

3) У нього вже інтегровано 6 движків рендеринга, включено за замовчуванням 2 Cycles Render і Blender Render.

4) ви можете підключати сторонні як платні, так і безкоштовні движки рендеринга такі як V-Ray.

5) можна працювати зі скульптурному і відчути себе професійним скульптором. На озброєнні в blender є велика кількість інструментів.

6) при збереженні проекту можна все текстури і ресурси зберегти в єдиному файлі, і вони ніколи не загубляться як це буває в інших 3D редакторах.

7) він має безліч мов як інтерфейсу, так і підказок. Так що проблем з мовою виникнути не повинно.

8) можна створювати анімацію (відеоролики, повнометражні та короткометражні фільми). Працювати з редактором відео (редагувати відео і поєднувати з об'єктами 3D сцени і анімацією). Можливість постобработки (додавання ефектів вже до готового відео).

Blender має 3D tracking, з яким буде легше додавати 3D модель у відео.

3.2 Аналіз програмного продукту Adobe After Effects

Adobe After Effects, зображено малюнку 3.2, - це програма для редагування відео, створення анімації та різних спецефектів. Популярно для створення реклам, виробництва анімації, фільмів і радий інших завдань, де використовуються спецефекти. Тут можна застосувати 2D і 3D трекінг і можна взаємодіяти з 3D графікою, завантажуючи в програму 3D об'єкти. З мінусів коштує 108 доларів, що не всім по кишені. Можна скачати в торренті, проте можна зловити вірус, але й піратство в деяких країнах заборонено.

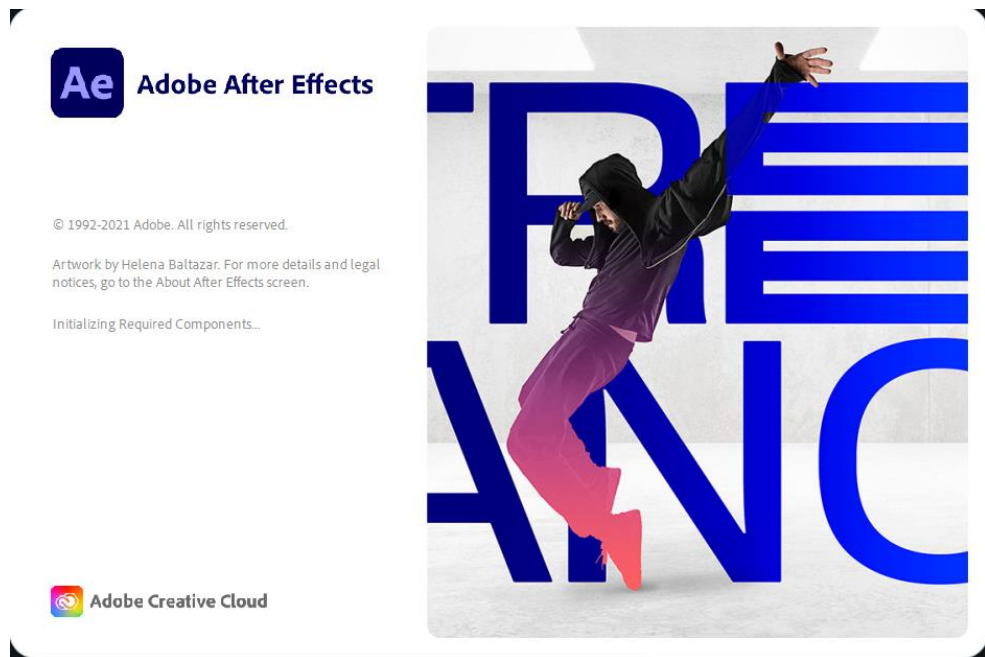


Рисунок 3.2 - Програмний пакет Adobe After Effects

Для Adobe After Effects створені такі системні вимоги, наведено на таблиці 3.2:

Таблиця 3.2 – Системні вимоги Adobe After Effects

Засоби	Характеристики
Екран:	дисплей 1920 x 1080
Процесор:	Intel or AMD Quad-Core Processor
ОЗУ:	16 Гб оперативної пам'яті
Відеокарта	Відеокарта з 2Гб відеопам'яті

3.3 Аналіз програмного продукту Pftrack

Pftrack, зображено малюнку 3.3, - це програма, що пропонує високу потужність, точність, гнучкість і контроль кожного процесу. Pftrack пропонує розширені засоби підготовки сцени, моделювання на базі зображень та реконструкції сцен.

Тут є система геометричного трекінгу, яка може імпортувати тривимірну геометрію в саму програму та поєднувати її програму. Тобто може заміщати голову чи особу на анімовану модель. І мінусів найвища ціна.

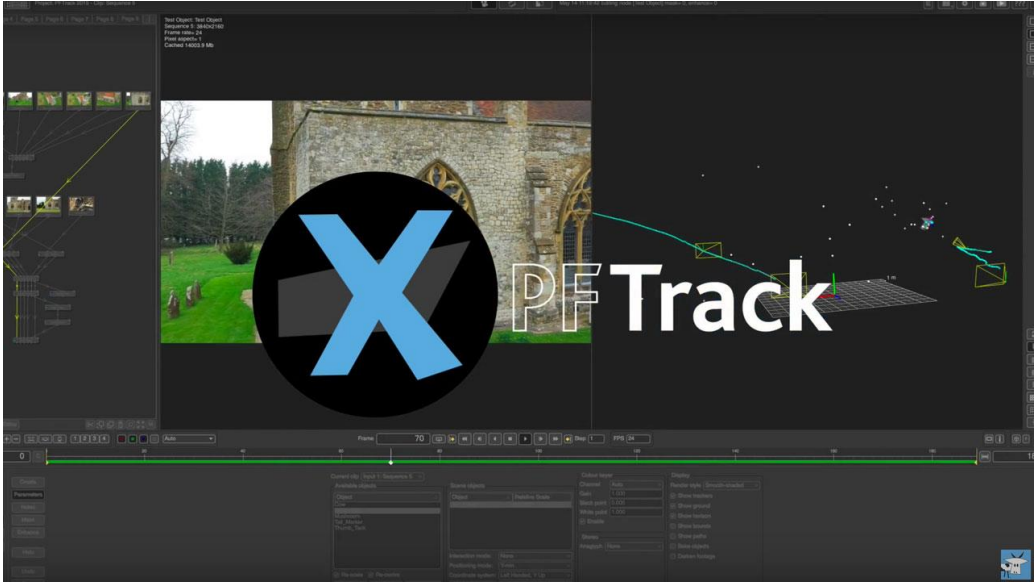


Рисунок 3.3 - Програмний пакет Pfrack

Для Pfrack створені такі системні вимоги, наведено на таблиці 3.3:

Таблиця 3.3 – Системні вимоги Pfrack

Засоби	Характеристики
Екран:	дисплей 1920 x 1080
Процесор:	Intel or AMD Quad-Core Processor
ОЗУ:	4 Гб оперативної пам'яті
Відеокарта	Відеокарта з 2Гб відеопам'яті, з підтримка OpenGL 1.2

3.4 Аналіз програмного продукту DaVinci Resolve

DaVinci Resolve, зображено малюнку 3.4,— професійна програма для монтажу відео. Тут дуже хороші технічні моменти, найкращі інструменти з корекцією кольору. З мінусів інтерфейс зіб'є новачків, але можна сказати, що це мінус тимчасовий. Найбільший плюс у тому, що він безкоштовний.

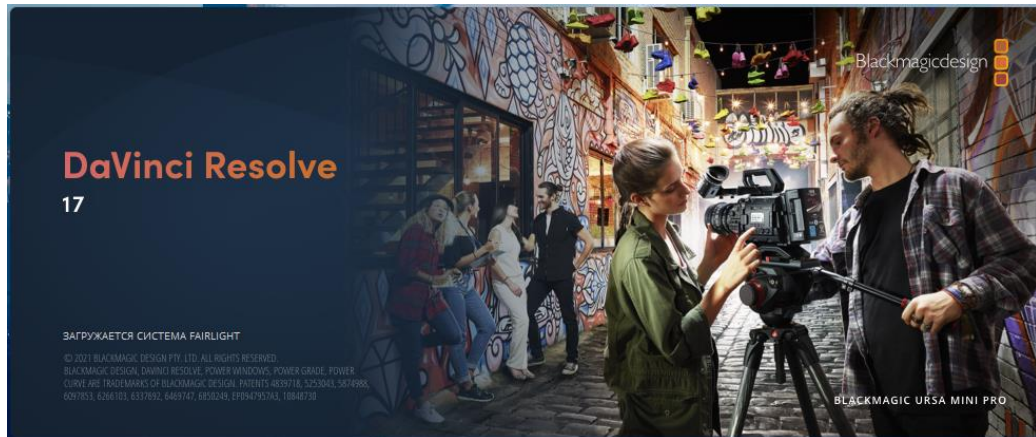


Рисунок 3.4 - Програмний пакет DaVinci Resolve

Для DaVinci Resolve створені такі системні вимоги, наведено на таблиці 3.4:

Таблиця 3.4 – Системні вимоги Resolve

	Характеристики
Екран:	дисплей 1920 x 1080
Процесор:	Intel or AMD Quad-Core Processor
ОЗУ:	16 Гб оперативної пам'яті
Відеокарта	Відеокарта з 2Гб відеопам'яті

3.5 Аналіз апаратних засобів Lenovo Legion 5-15ARN05H

Працювати ми будемо на ноутбучі Lenovo Legion 5-15ARN05H, зображено на рисунці 3.5, його характеристики, наведено на таблиці 3.5:

Таблиця 3.5 – Характеристики ASER Lenovo Legion 5-15ARN05H

Засоби	Характеристики
Екран:	15.6", FHD (1920x1080), IPS, 120 Гц
Процесор:	AMD® Ryzen™ 5 4600H
ОЗУ:	16 ГБ, DDR4-3200 МГц;
Відеокарта	Дискретний, nVidia® GeForce® RTX 2060, 6144 МБ;

Пам'ять:	Ssd 1 Tb
Навушники з мікрофоном	Steelseries Artictis 1
Enternet	Wi-Fi 6, BT 5.0; BluetoothEthernet
Роз'єми і порти введення-виведення	3 порта USB 2.0 / 3 порта USB 3.0 / VGA / HDMI / LAN (RJ-45) / Вихід для навушників / вхід для мікрофона
Веб-камера	Веб-камера HD



Рисунок 3.5 - Lenovo Legion 5-15ARH05H

3.6 Аналіз апаратних засобів GoPro HERO 11

Також нам потрібна камера для того, щоб записати відео. Можна взяти відеокамеру GoPro HERO 11, зображено на рисунці 3.6, найкраща відеокамера для зняття відео, не втрачає якість, із чудовим стабілізатором. Однак із мінусів, коштує така камера дорого.



Рисунок 3.6 - GoPro HERO 11

Таблиця 3.6 – Системні вимоги GoPro HERO 11

Засоби	Характеристики
Бездротові можливості	GPS Bluetooth Ethernet
Максимальна частота кадрів, кадр/сек	120 и більше
Матриця	відео 2.7K 240 фото 27 Мп и відео 5.3K 60
Інтерфейс	USB Type-C
Їмкість акумулятора, мАч	1720
Додаткові можливості	Нічна зйомка Цифрові ефекти

Тому ми вибрали з того, що є, а саме камеру мого телефону One Plus 7, зображено на рисунці 3.7. Камера не нова, 2019, проте свого часу була в топі з іншими камерами телефонів інших брендів.



Рисунок 3.7 - One Plus 7

Характеристики телефону зображені таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Характеристики One Plus 7

Засоби	Характеристики
Екран:	6.41", FHD+ (2340 x 1080), Optic AMOLED,
Процесор:	Qualcomm Snapdragon 855
ОЗУ:	8 ГБ
Відеопроцесор	Adreno 640
Пам'ять:	256 ГБ
Камера	48,0 Мп + 5,0 Мп,
Тип зв'язи	2G, 3G, 4G, Wi-Fi, Bluetooth, NFC
Роз'єми	USB Type-C
Ємкість акумулятора	3700 мАч

Для роботи з дипломом нам був потрібний інтернет, щоб скачати програми та шукати інформацію, навушники, щоб слухати аудіо інформацію. Камера (телефон) потрібна, щоб зняти відео, а потім це відео перенести з телефону в ПК. Відео має бути чітким, щоб бачити маркери, інакше програма не зможе розпізнати маркер. Уся структурна схема зображена на рисунці 3.8.

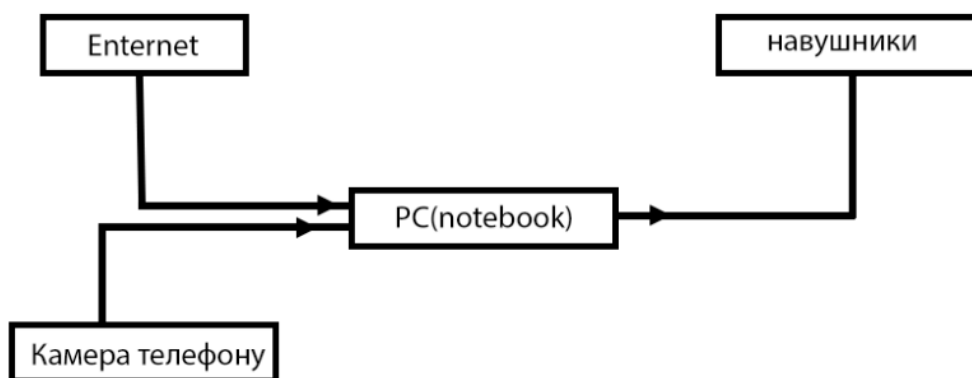


Рисунок 3.8 - Структурна схема апаратних засобів для створення відео з застосуванням VFX

У роботі було проведено аналіз програмних та апаратних засобів створення VFX ефекту. Проведено аналіз програм Adobe After Effects, 3D Blender, Pftrack, DaVinci Resolve. Програма для моделювання обрана 3D Blender, оскільки на мій погляд це єдина доступна програма для моделювання. З програм для трекерів тут 3D Blender, Adobe After Effects та Pftrack. Якщо брати за якістю обробки, то на першому взяв би Pftrack. Але говорячи про доступність та зручність я розглянув 3D Blender. Для відео обробки та монтажу, тут теж 3D Blender, Adobe After Effects та DaVinci Resolve. У 3D Blender є інструменти для відеомонтажу, але воно незручне для користування, Adobe After Effects краще, але дороге, залишається DaVinci Resolve, тому що він більш зручний та безкоштовний. Також ми аналізували апаратні засоби. Із апаратних засобів ми вибрали ноутбук Lenovo Legion 5-15ARH05H, камеру GoPro HERO 11 та телефон One Plus 7. Ноутбук потрібний для того щоб запускати програми, із камери тут вибір між

відекамерой GoPro HERO 11 та телефоном One Plus 7. Булоб гарно використати професійну відеокамеру, але мій бюджет занадто малий, тому беремо телефон чия камера була однією із кращих камер у 2019 році.

4 РОЗРОБКА ТА СТВОРЕННЯ ВІДЕО З 3D ОБ'ЄКТОМ

Виходя з поставленої задачі нами була знайдена сцена. Можна вибрати місце у своєму будинку чи на вулиці. Було вибране місце у своєму будинку свій робочий стіл. Приводимо стіл у лад і має бути посередині вільне місце для маркерів, як у рисунці 4.1.

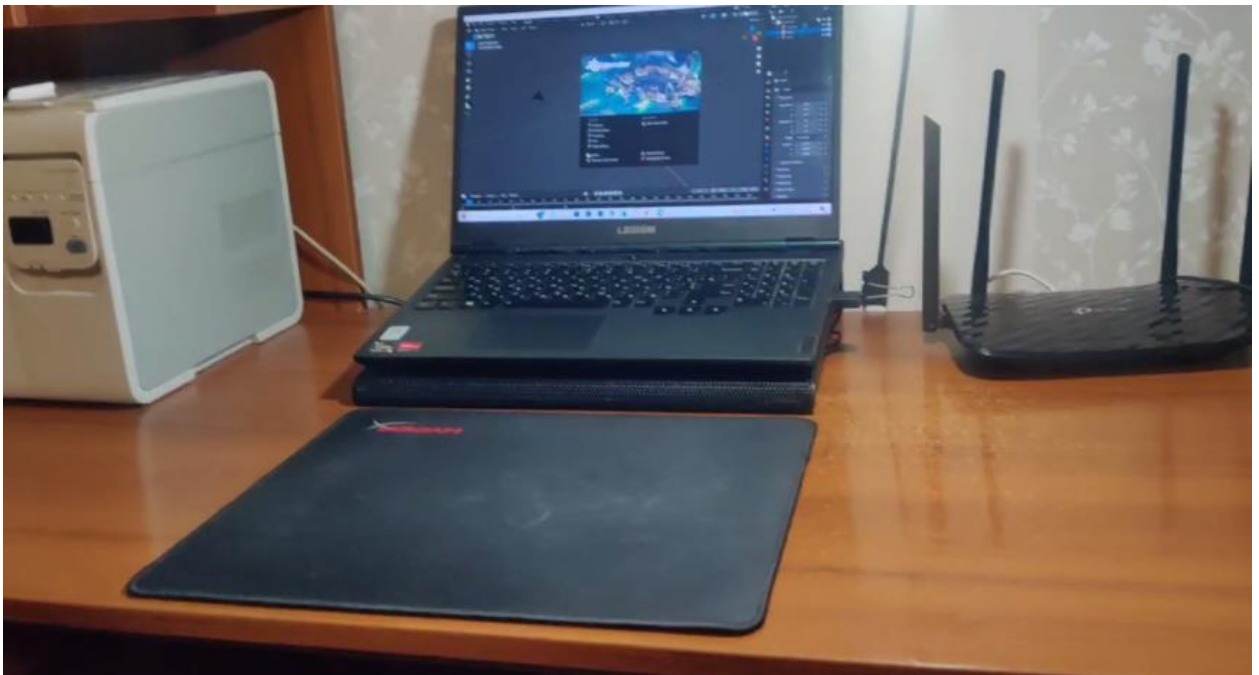


Рисунок 4.1 – Сцена для відео

У роботі я взяв маркери, їх можна зробити із пластилінів або білого скотчу. Я взяв білий скотч, т.к. пластилінів у будинку немає, і почав вирізувати маленькі квадратики. Потрібно було вирізати 9 штук таких маркерів. Усе це показано на рисунці 4.2.



Рисунок 4.2 – Білий скотч та маркери

Приготували сцену, спочатку зняли сцену без маркерів, потім ще дві сцени з маркером. Дві сцени з маркером потрібні для того, щоб в одній сцені була анімація, а в іншій ні. Усього потрібно було 3 сцени. Я їх зробив та поклав у папку відео. Усе це зображено на рисунці 4.3.

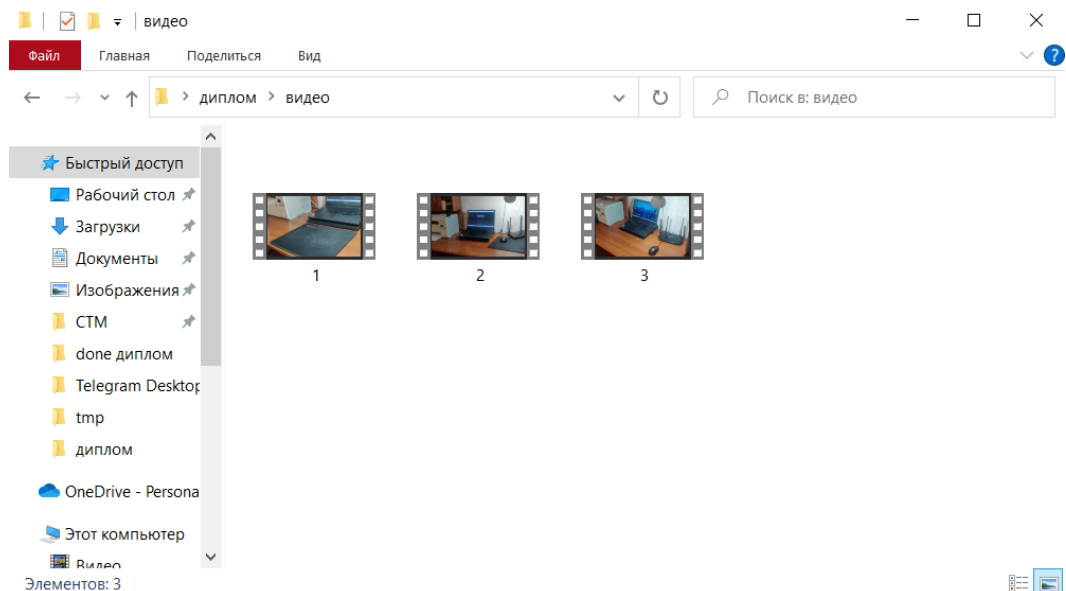


Рисунок 4.3 – У папці відео, 3 готових відео для обробки

Після цього відкрили 3D Blender та зачекали, коли завантажиться. Як завантажився 3D Blender і натискали на General, на рисунці 4.4.

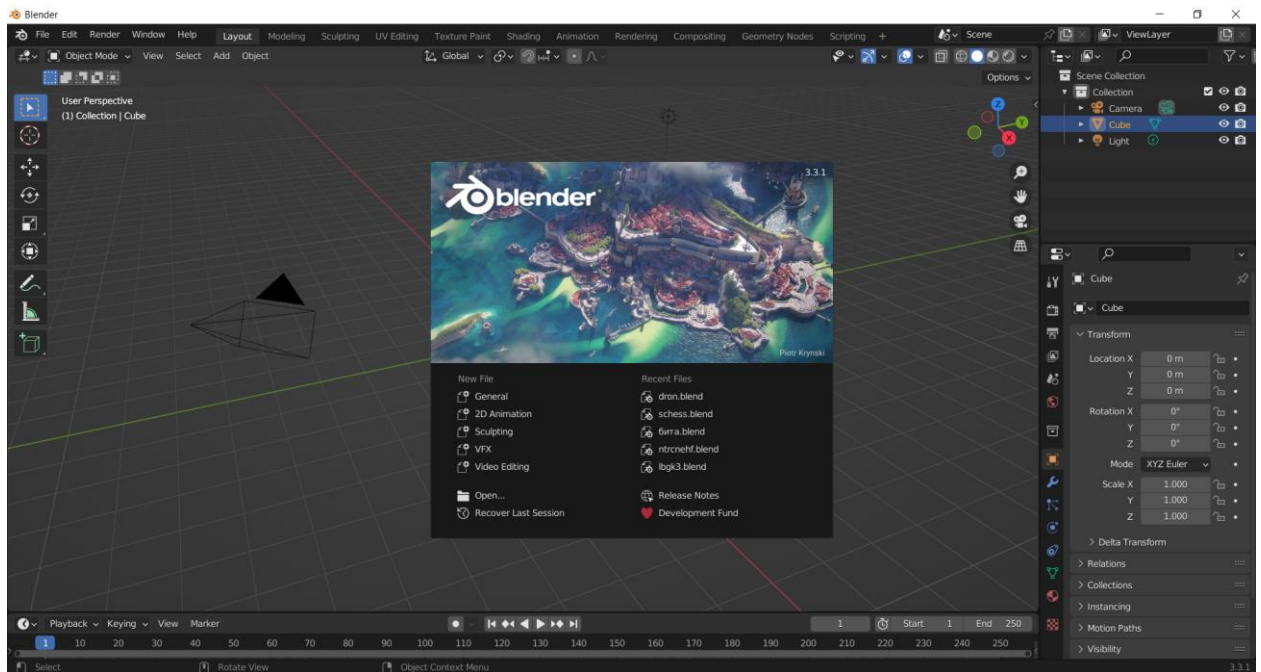


Рисунок 4.4 – Початок у 3D Blender

У шапці поруч із Scripting є значок "+" він же "Add Workspace". Натискали на цей значок потім на VFX, де в ньому буде кнопка Motion Tracking, відображено на рисунці 4.5. Натискали на цю кнопку.

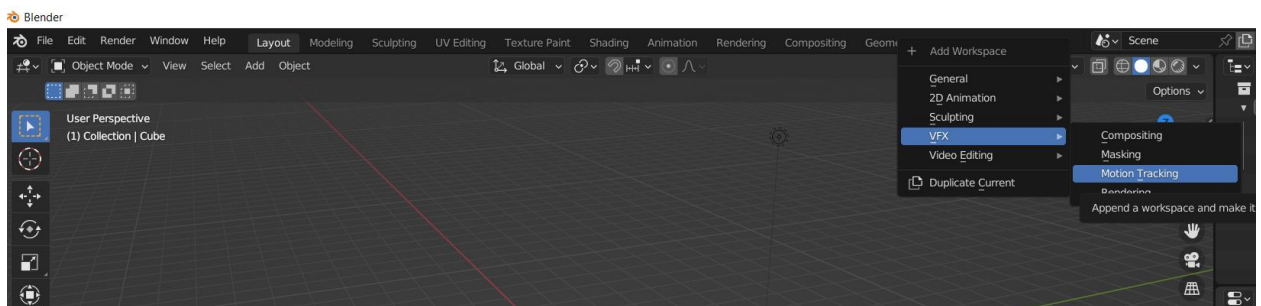


Рисунок 4.5 – Перейшли на Motion Tracking

З'являлося таке меню, як показано на рисунку 4.6.

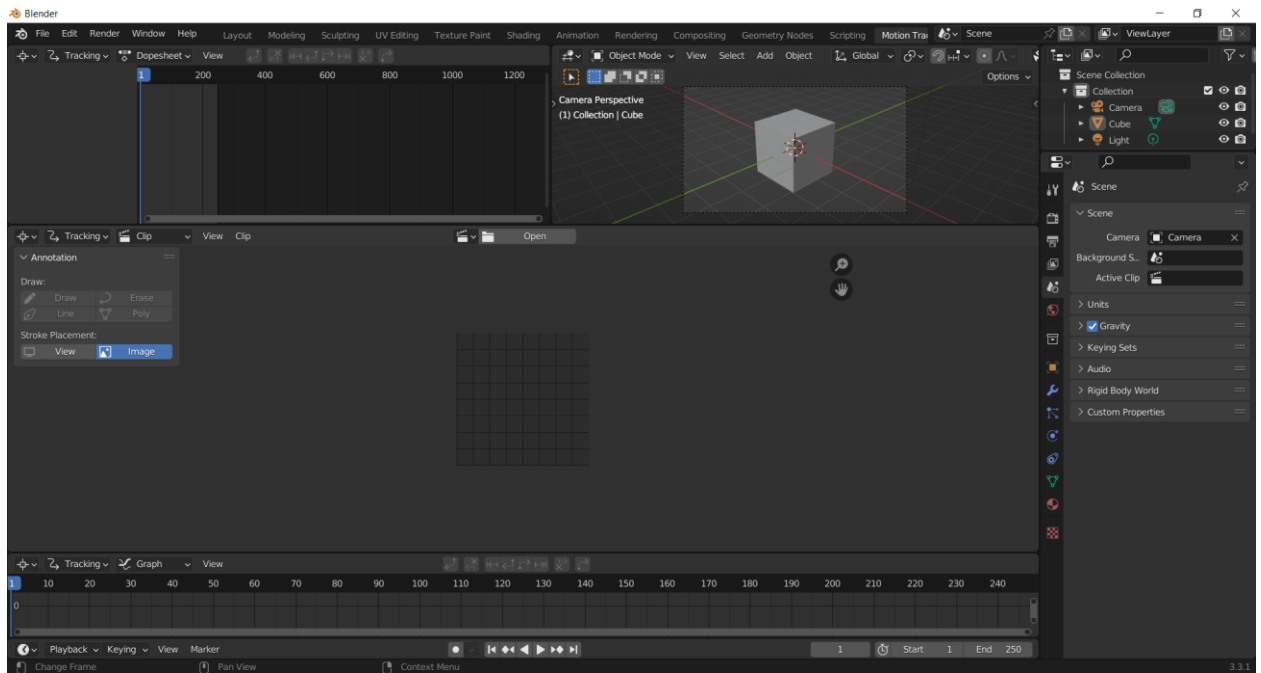


Рисунок 4.6 – Інструменти Motion Tracking

Ми прибрали (ховаємо) два верхні вікна (Movie Clip Editor - Dopesheet і 3D Viewport), т.к. вони там не потрібні, нам потрібне лише велике вікно Movie Clip Editor – Clip. Ми вибрали перше відео з папки Відео та перетягнули у це велике віконце, повинно приблизно вийде як на рисунці 4.7.

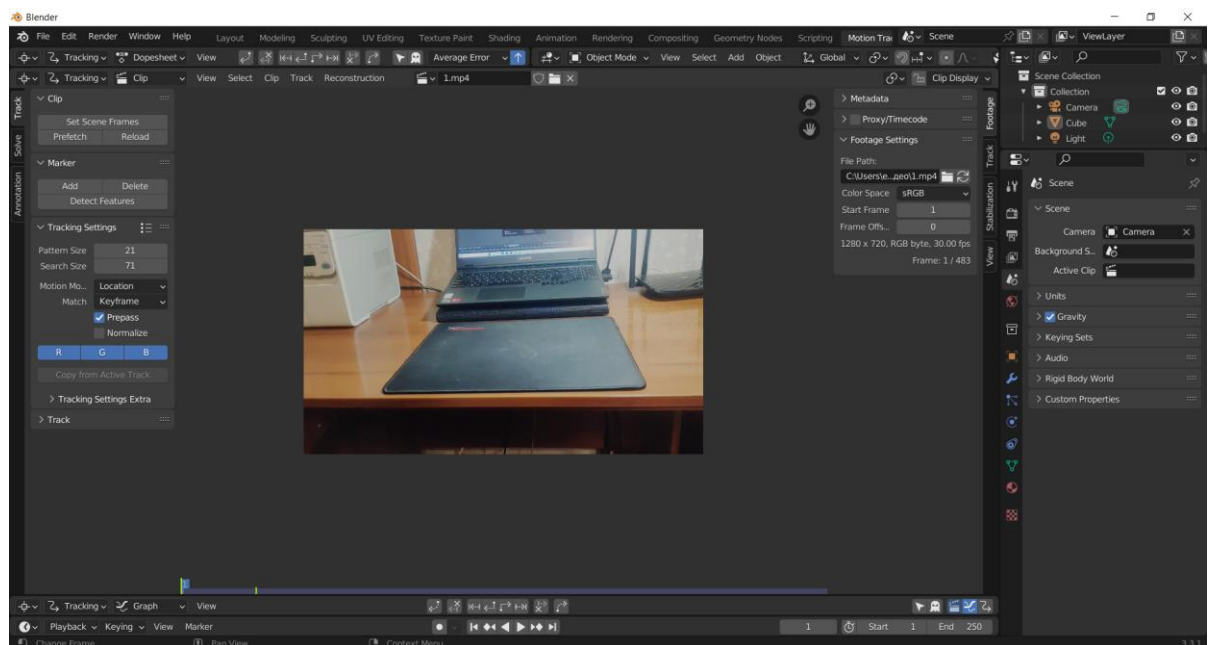


Рисунок 4.7 – Перенесли відео в програму

Треба було перевірити кількість кадрів у 3D Blender, для цього зайши до Output Properties, і подивилися на Frame Rate. Якщо там коштує 30 фпс, то чудово працюємо далі, якщо немає потрібно поставити 30 фпс. Це робилося для того, щоб кількість кадрів у рендері, показано на рисунці 4.8, можна порівняти з кількістю кадрів у відео, інакше будуть деякі технічні проблеми, такі як гальма на відео.

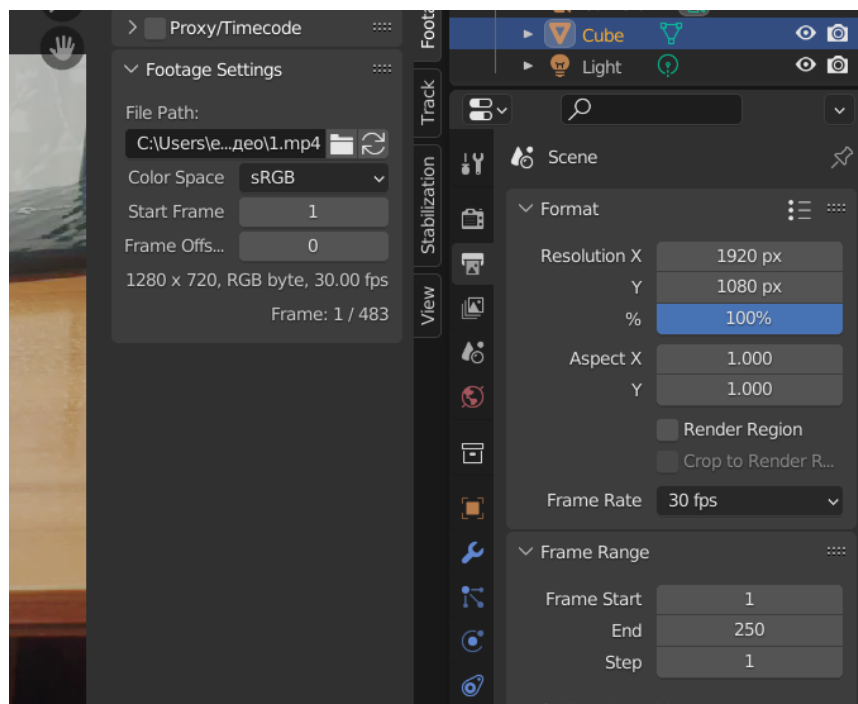


Рисунок 4.8 – Output Properties - Frame Rate

Після цього ми перейшли на ліву сторону екрану та натискали Set Scene Frames. Це потрібно для того, щоб підрахувати кількість кадрів (фреймів) на відео та встановити їх кількість на Timeline. А потім натискали на Prefetch, щоб згенерували відео з 3D Blender. Усе це показали рисунці 4.9.

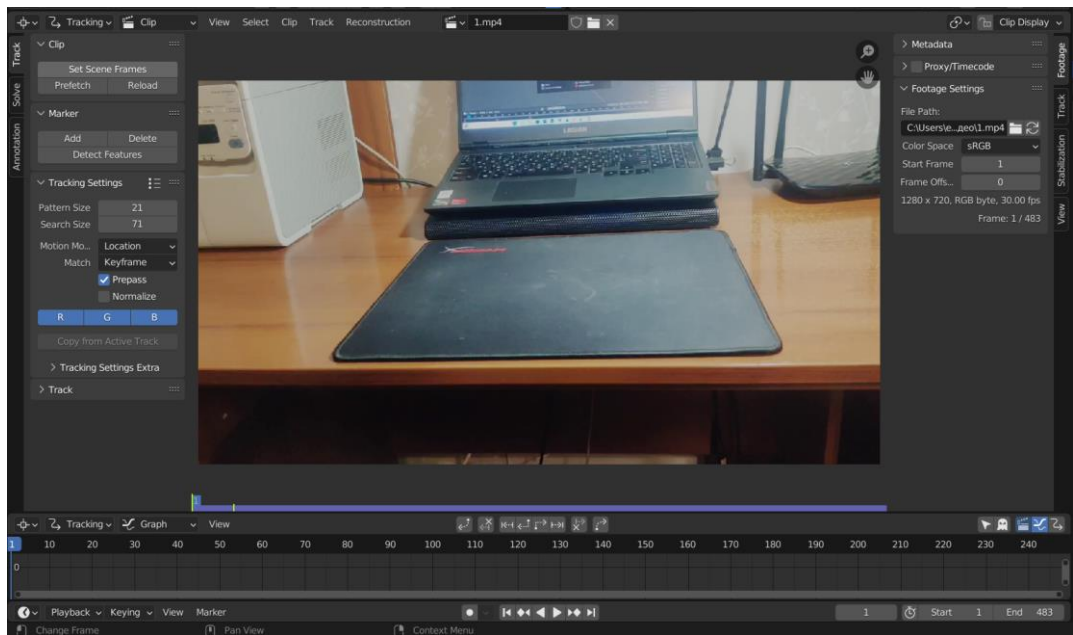


Рисунок 4.9 – Output Properties - Frame Rate

У Tracking Setting – Motion Model, показано на рисунці 4.10, потім поміняли з Location на Location, Rotation & Scale у тому, щоб трекер на відео як змінював позицію, а й повертався і змінював розмір.

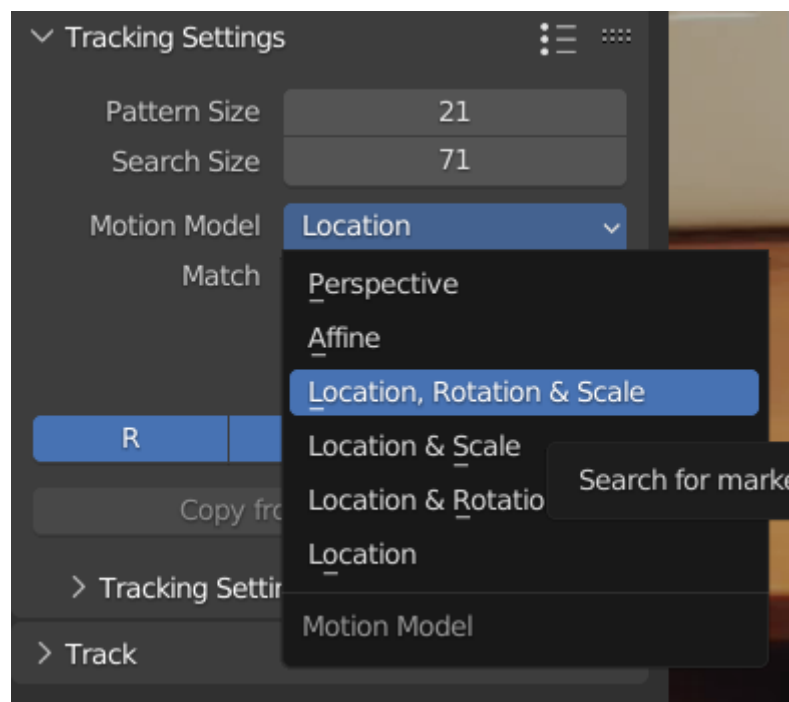


Рисунок 4.10 – Tracking Setting – Motion Model

На відео ми натискали Ctrl+ПКМ для того, щоб ми встановили маркери, як показано на рисунці 4.11.

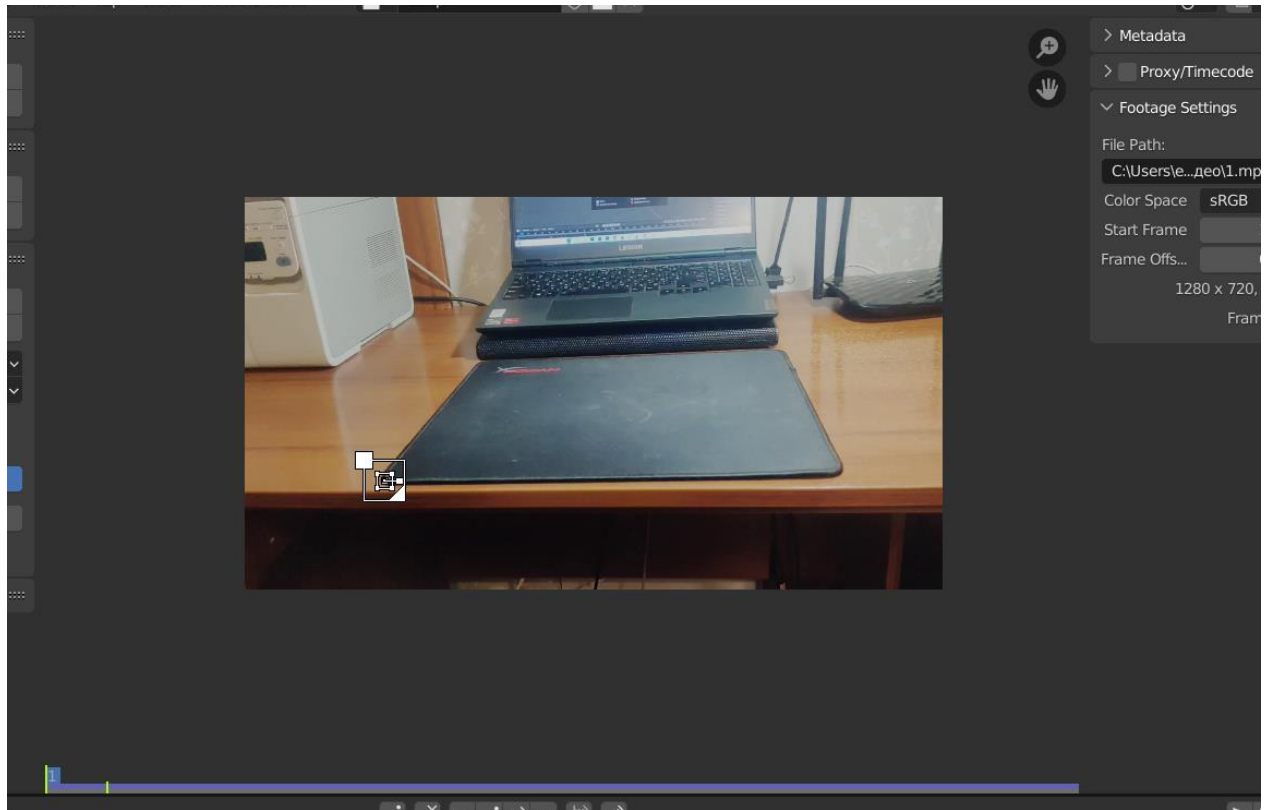


Рисунок 4.11 – Встановлення трекера

Потім ми натискали Ctrl + T, як показано на рисунці 4.12, і програма автоматично стежить за точкою (маркером) завдяки відстеженню конвертує рухи на відео в цифрову інформацію.

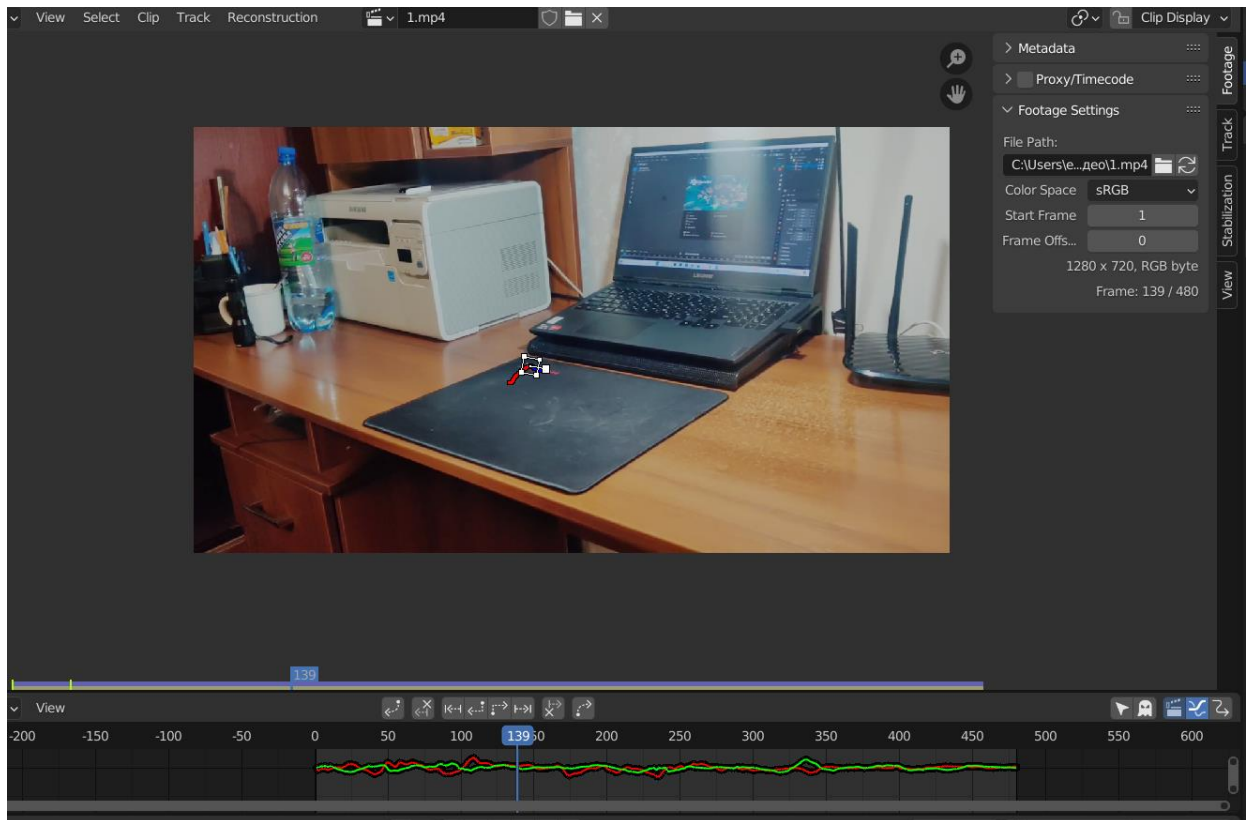


Рисунок 4.12 – Встановлення трекера

Ми встановили лише 9 трекерів, т.к. програма потребує саме 9 трекерів. Але бувають нюанси, коли при встановленні трекерів програма не може занести деякі рухи на відео в цифрову інформацію, як це виглядає на рисунці 4.13.

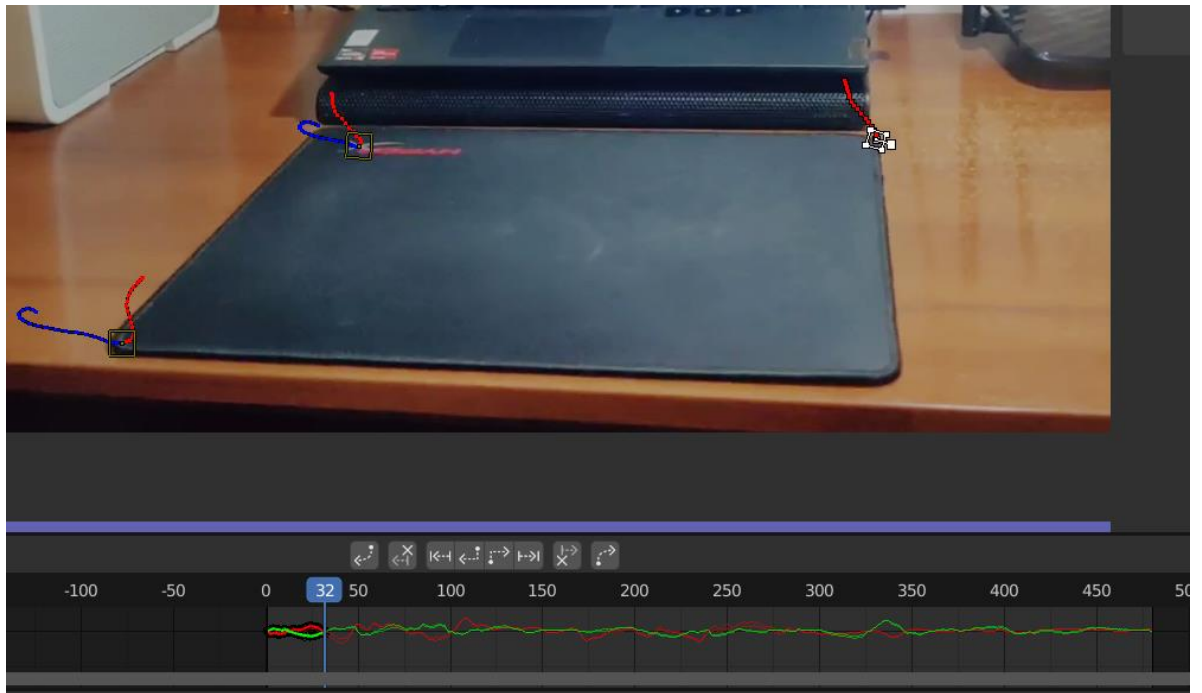


Рисунок 4.13 – Трекер не побачив маркер що ми вибрали

Для цього ми збільшили поле поіска чи зменшили. Натискали на Ctrl+S, і з'явилося поле. Потягнули за праві нижній трикутник і змінили розмір, як показано на рисунці 4.14.

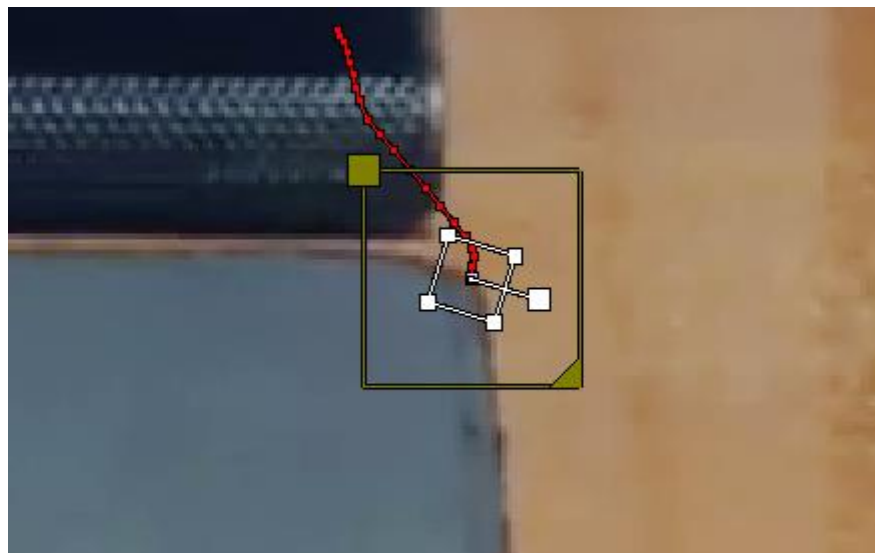


Рисунок 4.14 – Поле для зміни області пошуку

Коли змінили розмір поля пошуку, то знову натискали Ctrl + T. Трекер знову не зміг побачити маркер, то знову зробили таку ж операцію, поки

повністю не перенесли всі рухи. Якщо трекер переніс рух означає, ми знову ставимо новий трекер, всього трекерів має бути 9, як показано на рисунці 4.15.

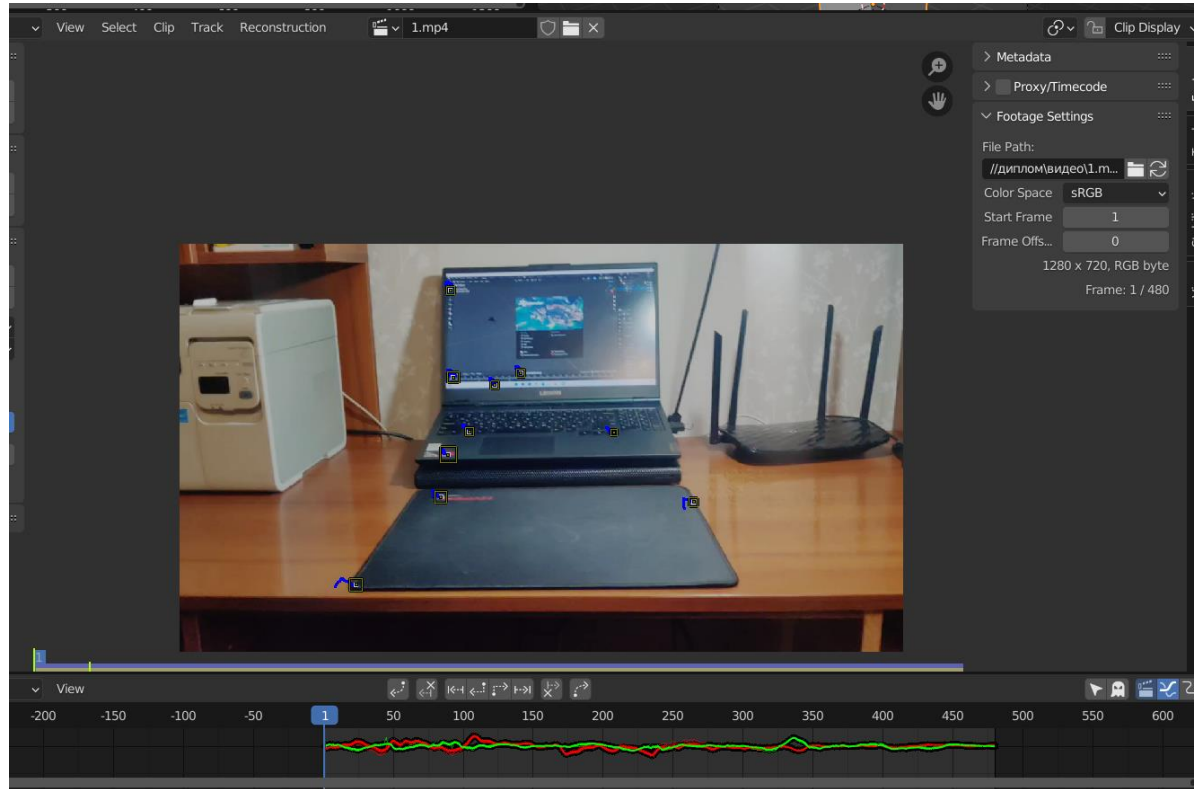


Рисунок 4.15 – Програма перенесла всі рухи цього маркера

Після того, як у нас є всі 9 трекерів, перейшли у вкладку Solve, в осередку Solve є Keyframe B. У віконці ми поставили число, яке стоїть у Tracking – End. Це потрібно для того, щоб вказати кількість кадрів на відео, а також скільки часу повинні стояти трекери, показано на рисунці 4.16.

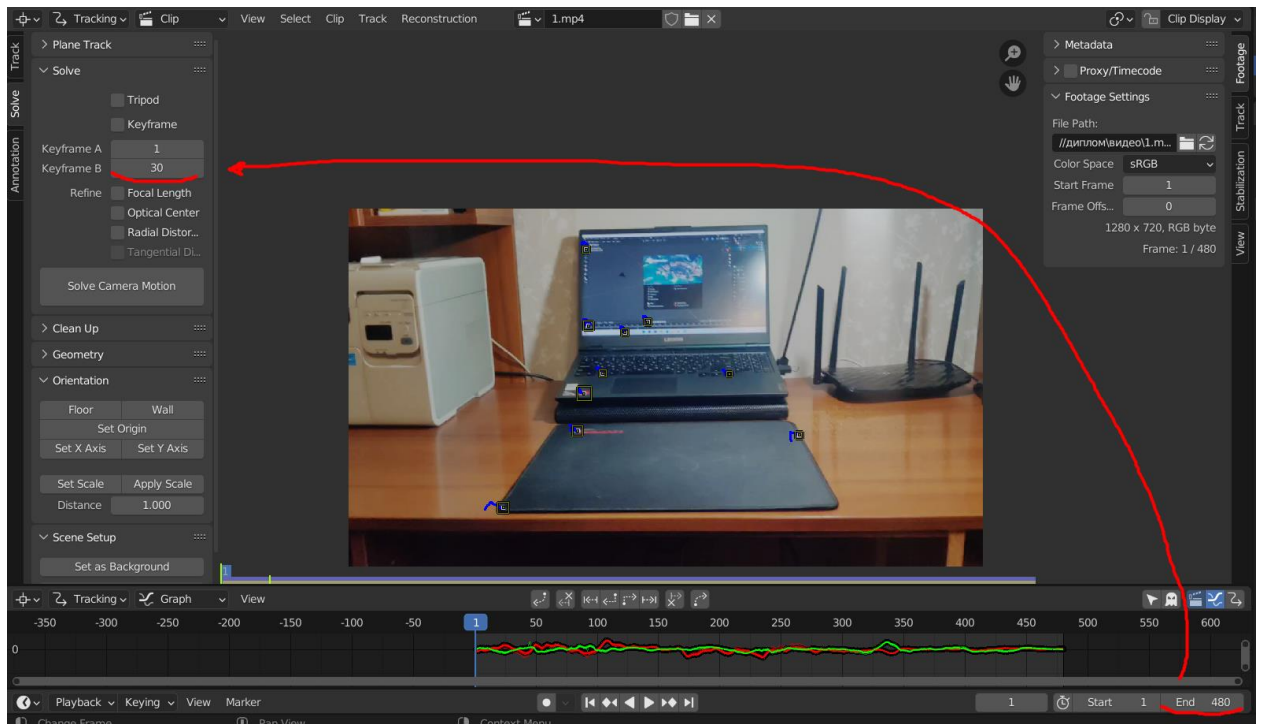


Рисунок 4.16 – Ставили кінцеву кількість кадрів

Також ми поставили галочку на Local Length, як показано на рисунці 4.17.

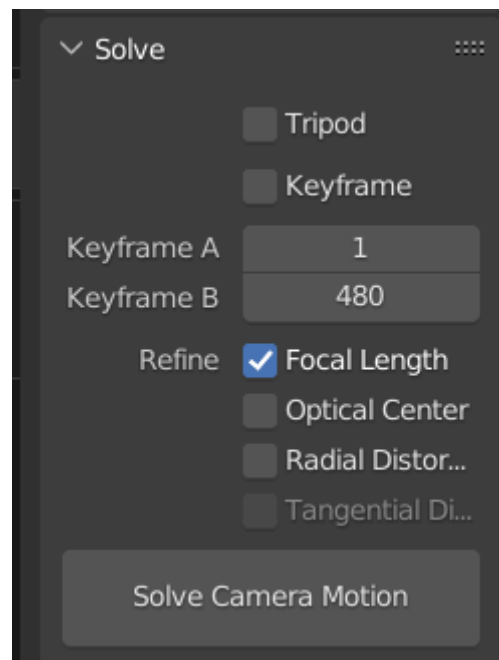


Рисунок 4.17 – Галочка на Local Length

Після цього у головному вікні праворуч, у вкладці Track – Camera, у Sensor Width поставили розмір екрану свого телефону або камери. У мене є телефон OnePlus 7, його розмір екрану 6.41 дюймів. Це значення має бути написане, як показано на рисунці 4.18.

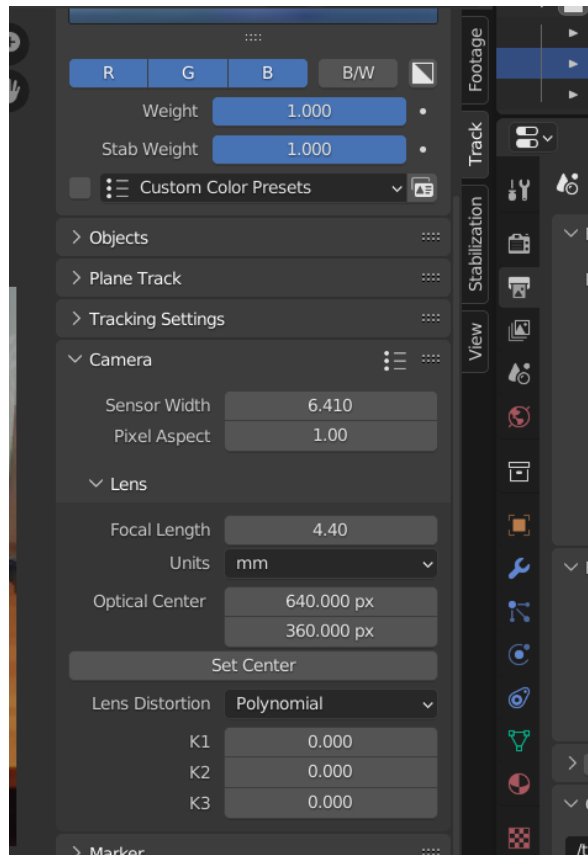


Рисунок 4.18 – Ставили необхідну кількість у Sensor Width

Після цього повернулися у вкладку Solve та натискали на Solve Camera Motion, як показано на рисунці 4.19. Це потрібно для того, щоб ми передали рух камері.

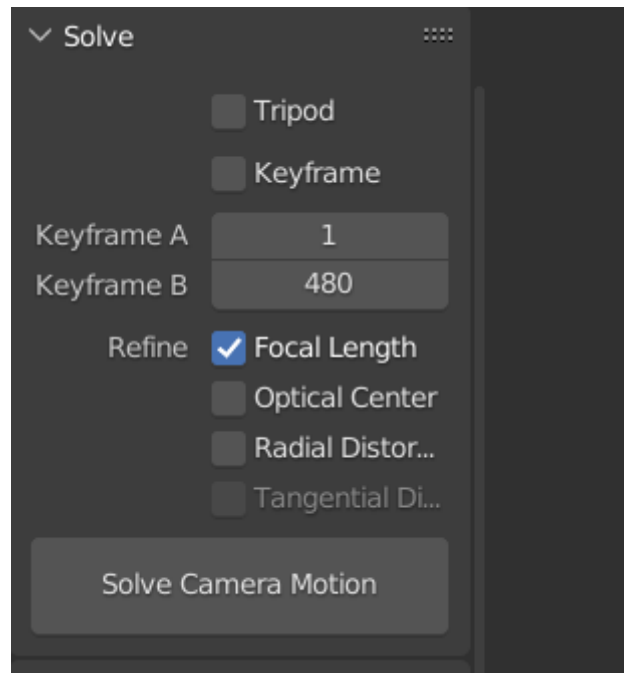


Рисунок 4.19 – Натиснули Solve Camera Motion

Вгорі вікна з'явився Solve error: 0.69 px, як показано на рисунці 4.20. Це свого роду похибка, тобто як імовірність, що об'єкт рухатиметься у відео. Чим більша похибка, тим гірше виходитиме відео, чим менше, тим краще.

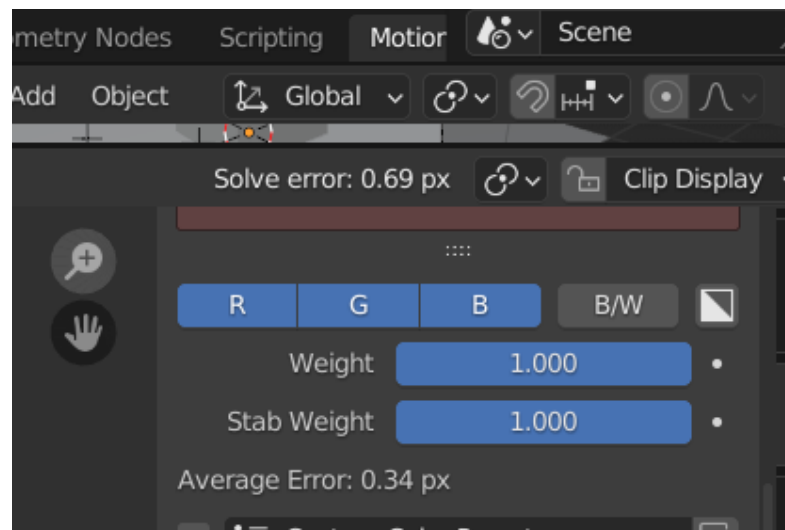


Рисунок 4.20 – Натиснули Solve Camera Motion

Після цього натиснули на Setup Tracking Scene. Так ми включили рух камери у 3D Viewport. Так ми побачили рух камери, як показано на рисуні 4.21.

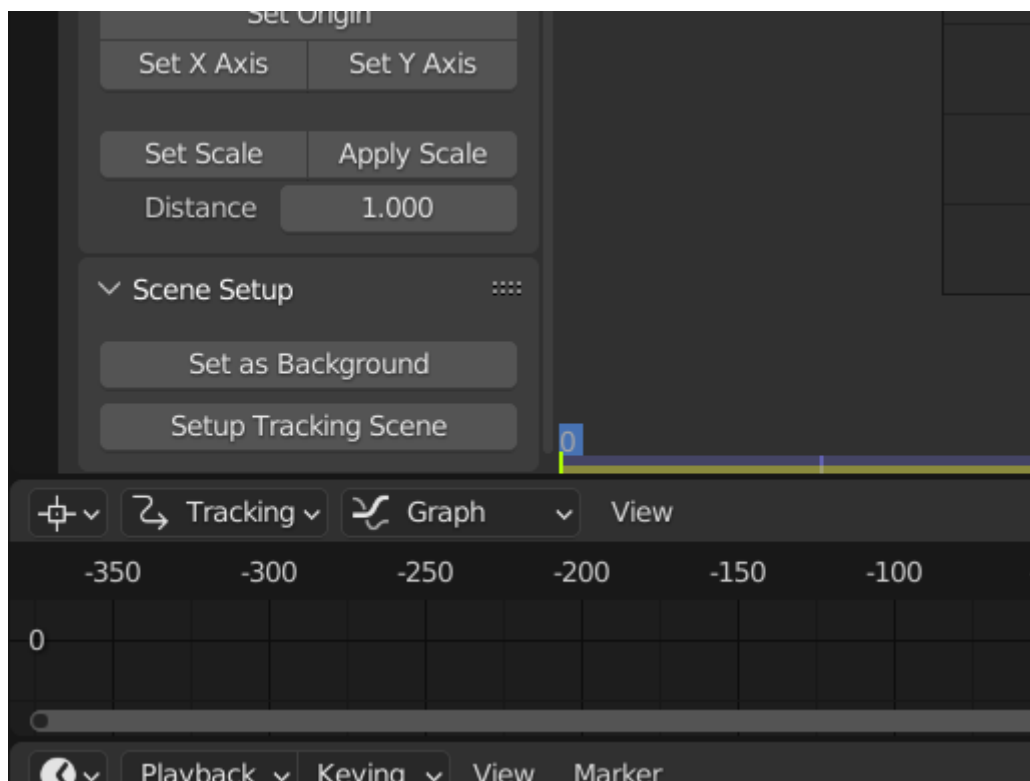


Рисунок 4.21 – Натиснули на Setup Tracking Scene

Після цього перейшли до Layout, ми побачили 3D Viewport, як показано на рисунці 4.22.

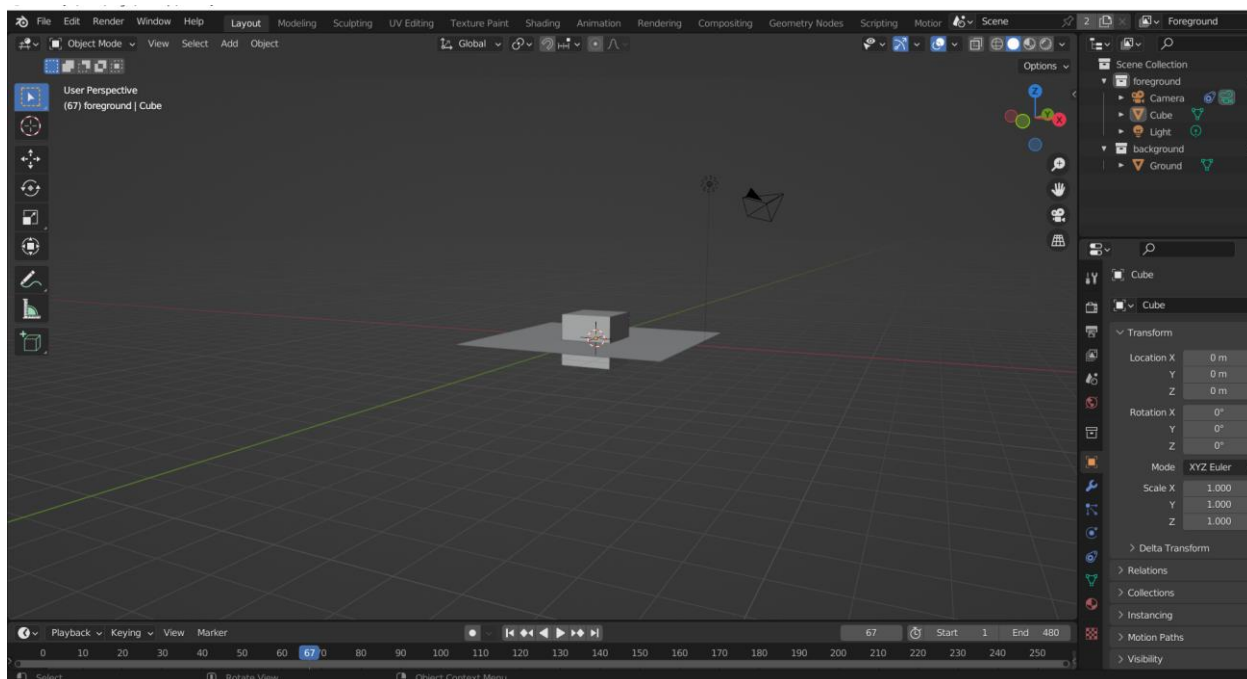


Рисунок 4.22 – Натиснули Solve Camera Motion

Натиснули на іконку з камерою, щоб подивитися, що знімає камера, як показано на рисунці 4.23.

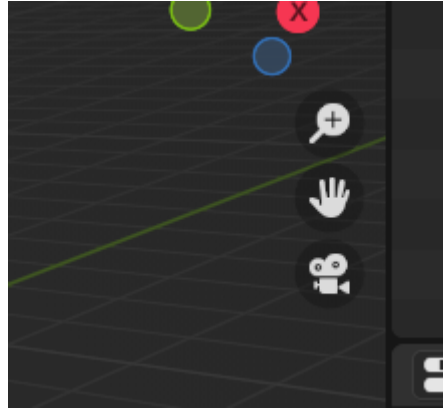


Рисунок 4.23 – Натиснули Camera

Ми побачили, що камера рухається і 3D об'єкт не лежить на столі, як це показано на рисунці 4.24.

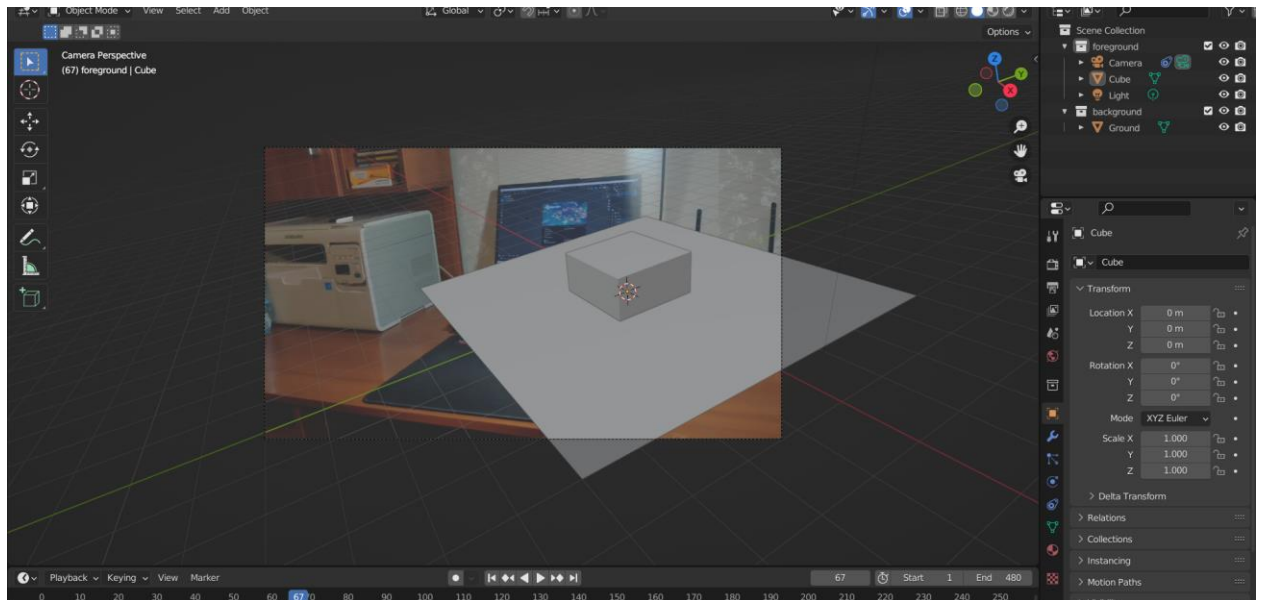


Рисунок 4.24 – Вид с камери

Ми включили треки, щоб було видно як вони лежать на поверхні. Для цього ми натискали на Viewport Overlays і ставимо галочку в Motion Tracking, як показано на рисунці 4.25.

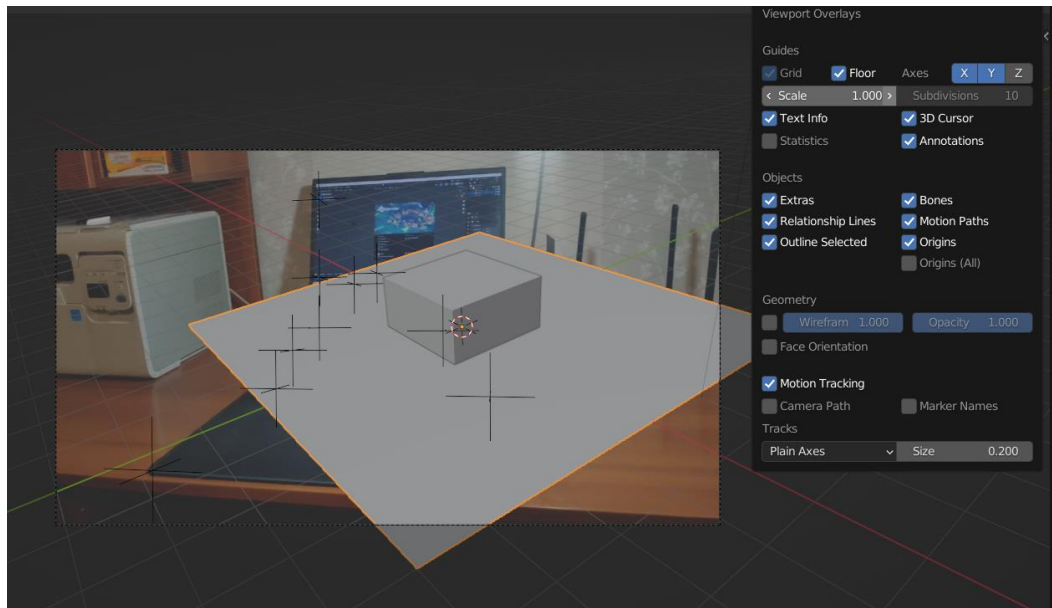


Рисунок 4.25 – Включили Motion Tracking

Ми побачили, що трекери не лежать на об'єкті, тому ми повинні спочатку покласти трекери на об'єкт. Для цього взяли камеру та натиснули на клавішу S, щоб збільшити камеру та поставити трекери на площину, як показано на рисунці 4.26.

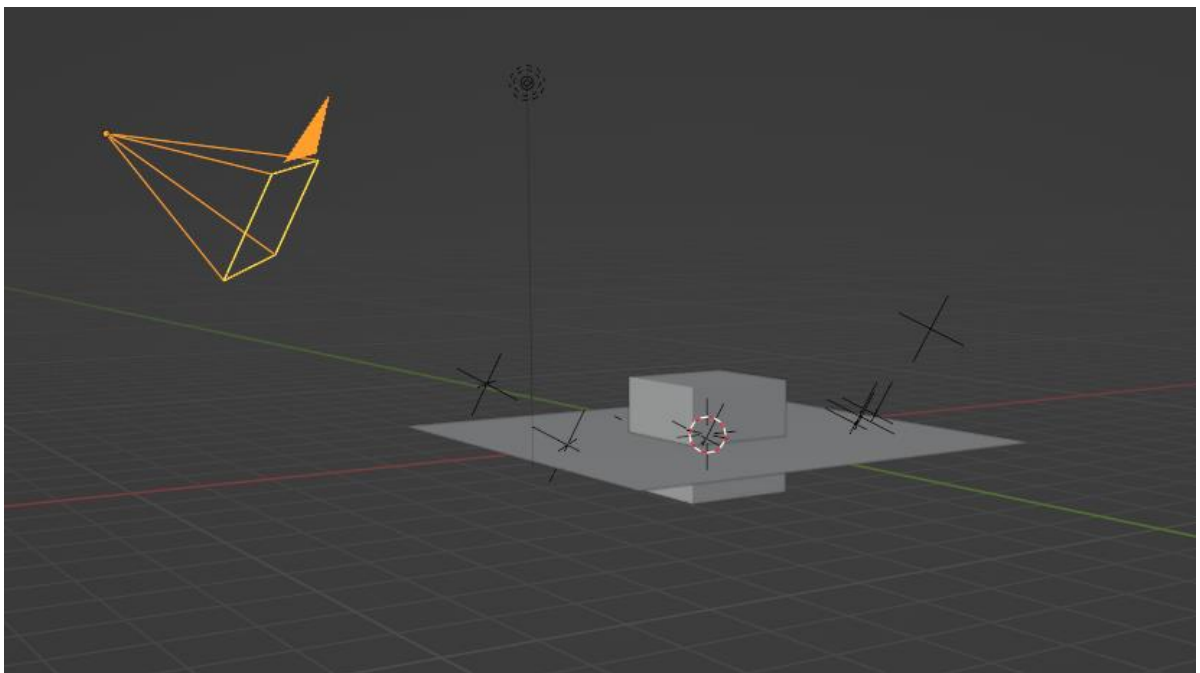


Рисунок 4.26 – Збільшили камеру

Ми взяли камеру і повернули її так, щоб площина об'єкта лежала на столі, як показано на рисунці 4.27. Для цього вибрали камеру та натиснули на клавішу R, так ми можемо повертати камеру, а також клавішу G, щоб переміщати її.

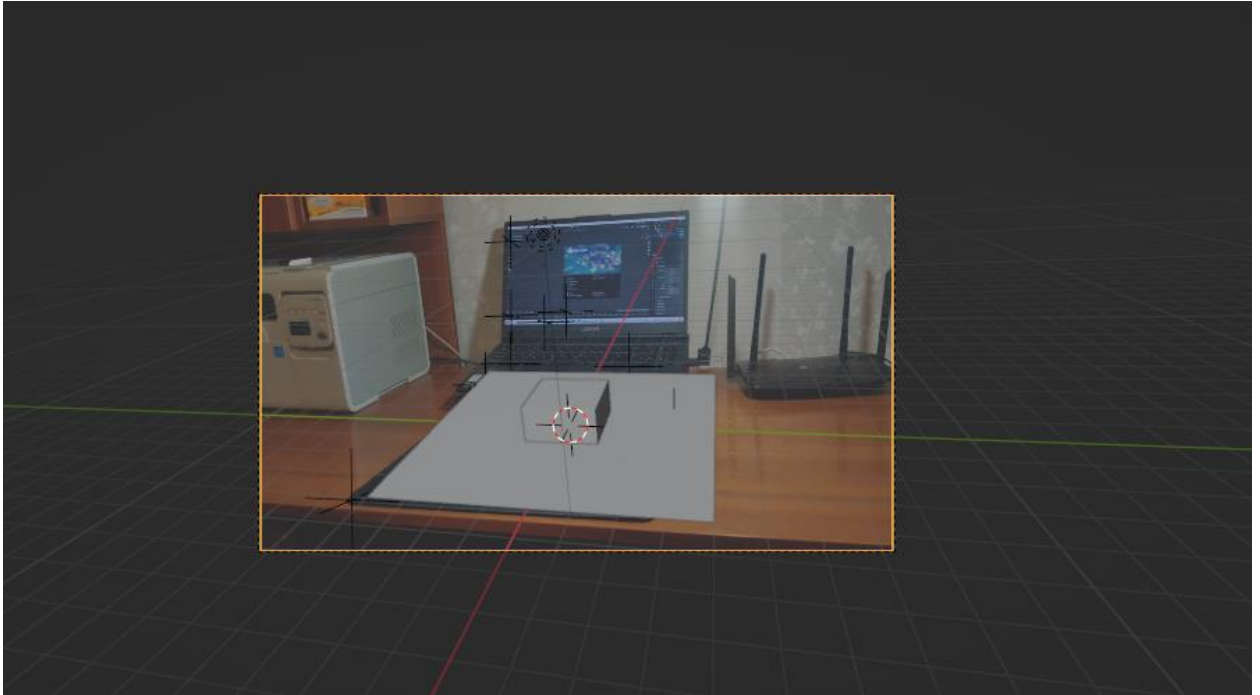


Рисунок 4.27 – Поставили камеру в нужное место

Після цього ми поставили готовий 3D об'єкт або створити свій, у моєму випадку є голова мавпочки Сюзанна, як показано на рисунці 4.28.

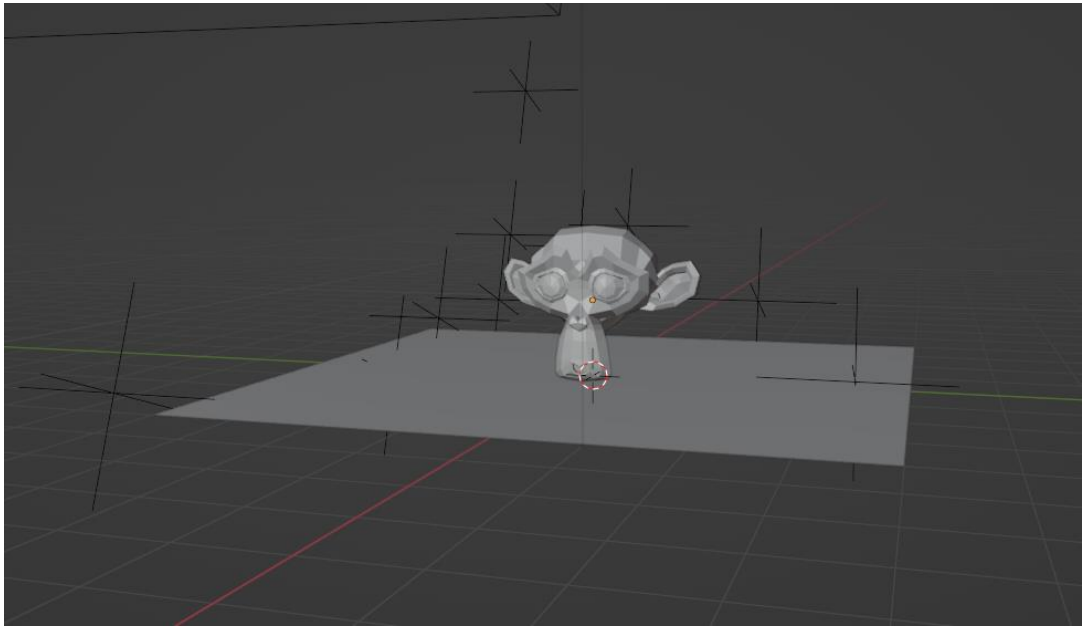


Рисунок 4.28 – Голова Сюзанни

Далі ми працювали над освітленням. Поставили світло там як було видно на відео де воно падає, як показано на рисунці 4.29. Це потрібно для того, щоб було видно, де падає світло і де має бути тінь. Тобто для реалістичності.

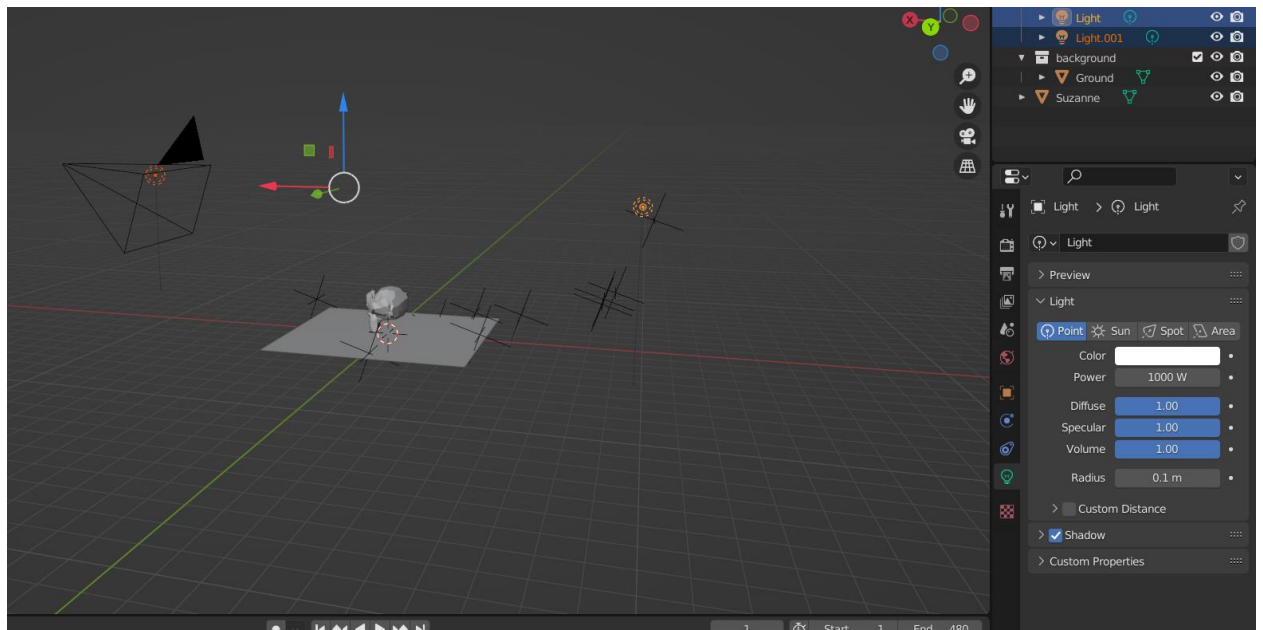


Рисунок 4.29 – Налаштування світла

Щоб ми побачили тінь або зрозуміли, куди вона падає, ми перейшли в Background, як показано на рисунці 4.30.

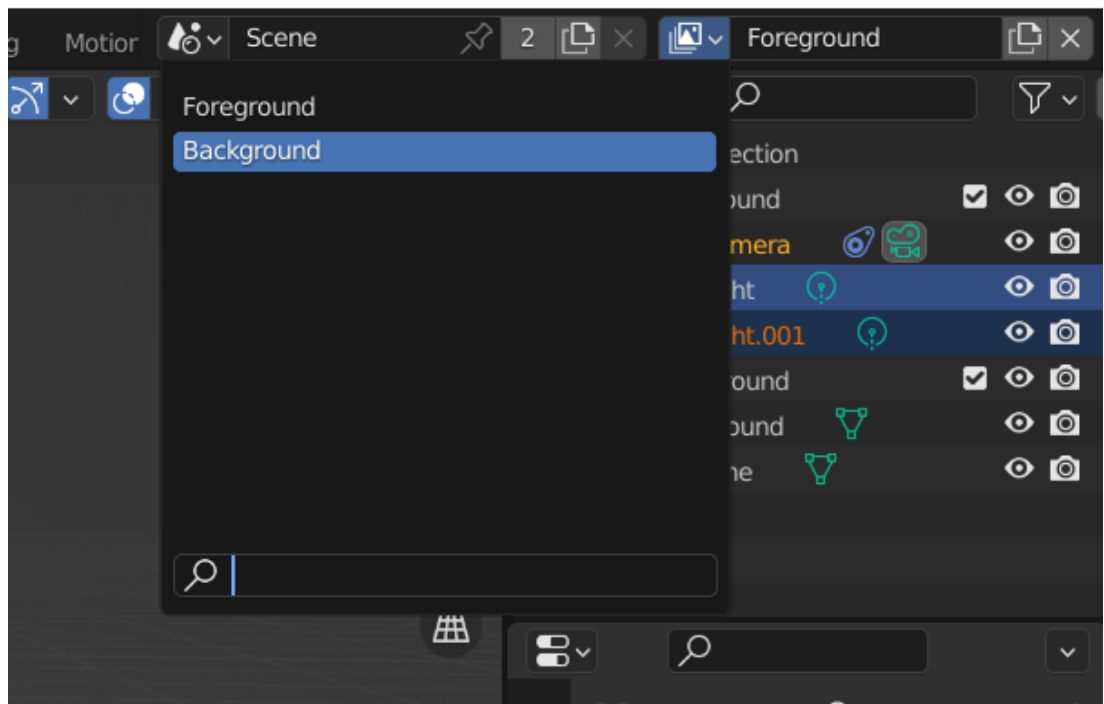


Рисунок 4.30 – Як перейшли на Background

Після того як все готове, натиснули на Scene - і вибрати Cycles, далі налаштування на власний розсуд, як показано на рисунці 4.31.

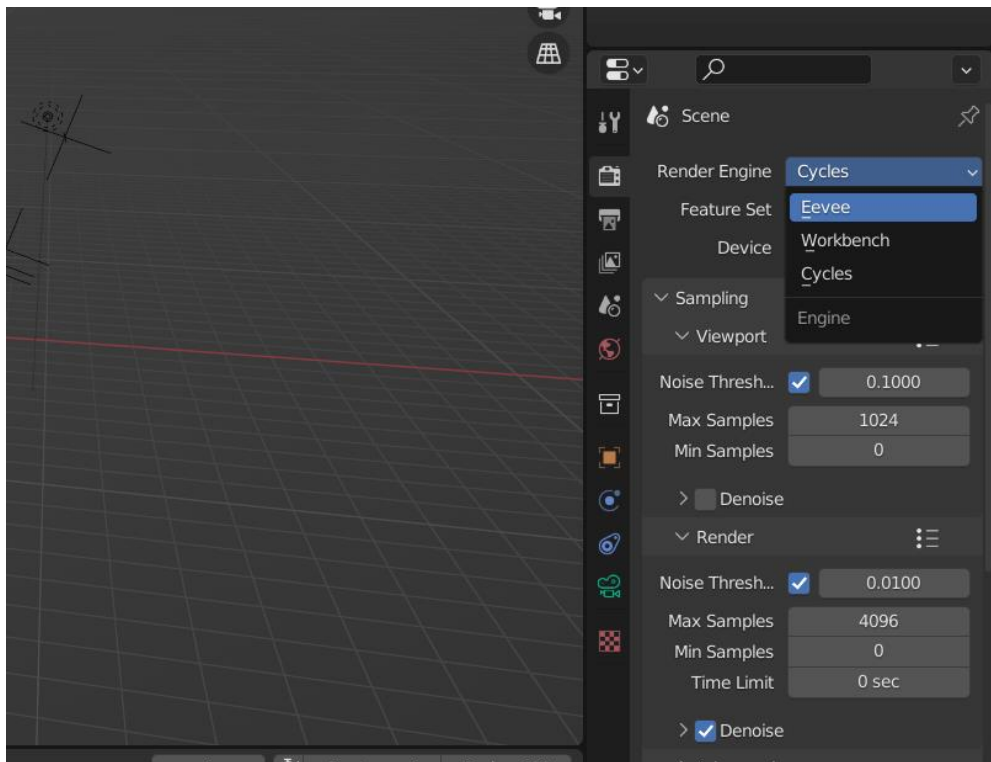


Рисунок 4.31 – Вибрали Cycles

Також у Output Properties змінили формат файлу з PNG на Avi Raw, як показано на рисунці 4.32. Це потрібно для того, щоб рендер виводився не у вигляді малюнків, а у відео. Також можна вибрати і FFmpeg Video, це також гарний формат відео.

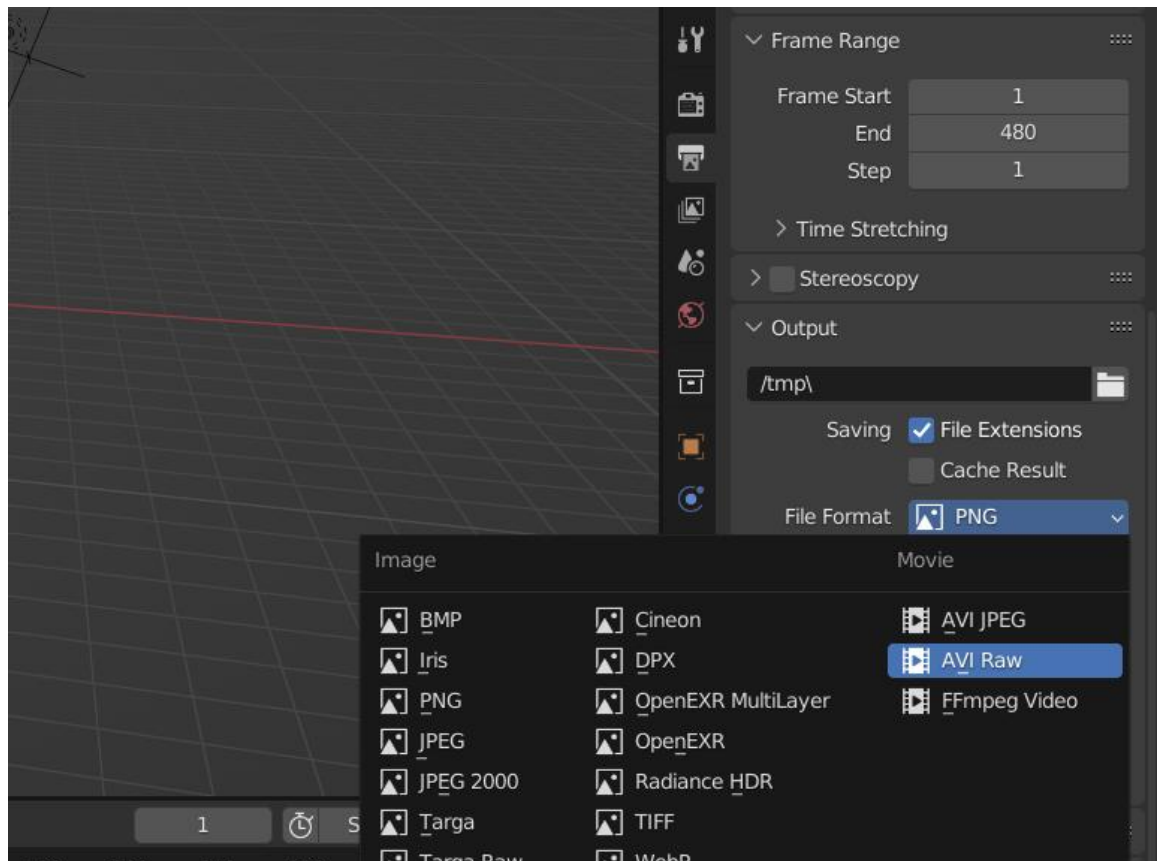


Рисунок 4.32 – Вибрали Avi Raw

Після цього взяли Render – Render Animate (Ctrl – F12), як показано на рисунці 4.33.

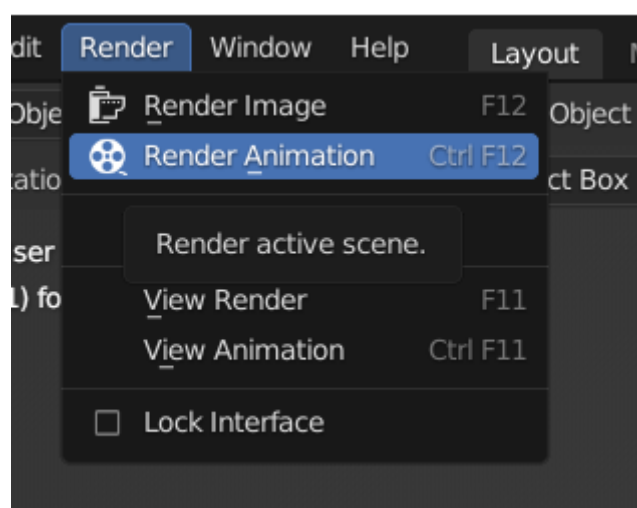


Рисунок 4.33 – Рендер

Це був процес без маркерів, і як бачимо на відео, без маркерів об'єкт трохи «підкачує», що так не повинно бути. Так як маркерів не було, а ми брали різні точки, що могли служити маркером, але на відео вони то зникали, то з'являлися. Для того, щоб об'єкт не «підскакував», ми повинні використовувати маркери. Так само можливе відео не найвищої якості, від того і «маркери» і були погано видно програмі.

Взяли маркер і поставили їх на столі, як показано на рисунці 4.34.

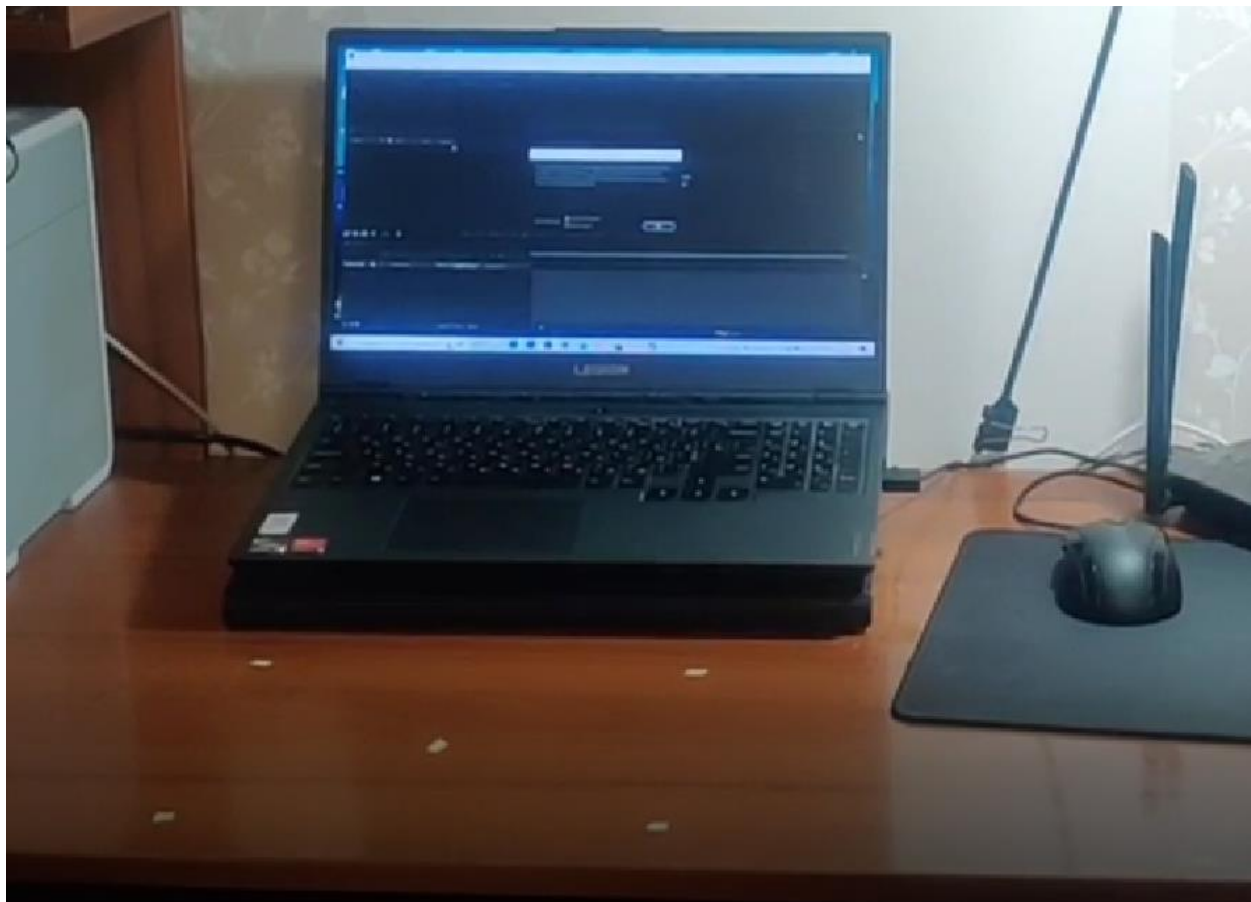


Рисунок 4.34 – Ставим маркери

Після того як поставили маркери, зробили відео, завантажили це відео та виконали ті процедури, як ми робили з минулим відео. То можна побачити, що коефіцієнт похибки став меншим, і об'єкт на відео перестав класти. Висновок, що маркери для того, щоб встановлювати трекери, вони дуже важливі для стабілізації, якщо ви вирішите додати на відео 3D об'єкт.

Обробили також останнє відео з маркерами, але додали анімацію. В анімації я хотів додати схоже із Зоряних війн, як зображене на рисунці 4.35, з голограмою.



Рисунок 4.35 – Голограма із Зоряні війни

Але спочатку шукали, де потрібно ставити анімацію. І для цього ми відкрили DaVinci Resolve, як показано на рисунці 4.36.

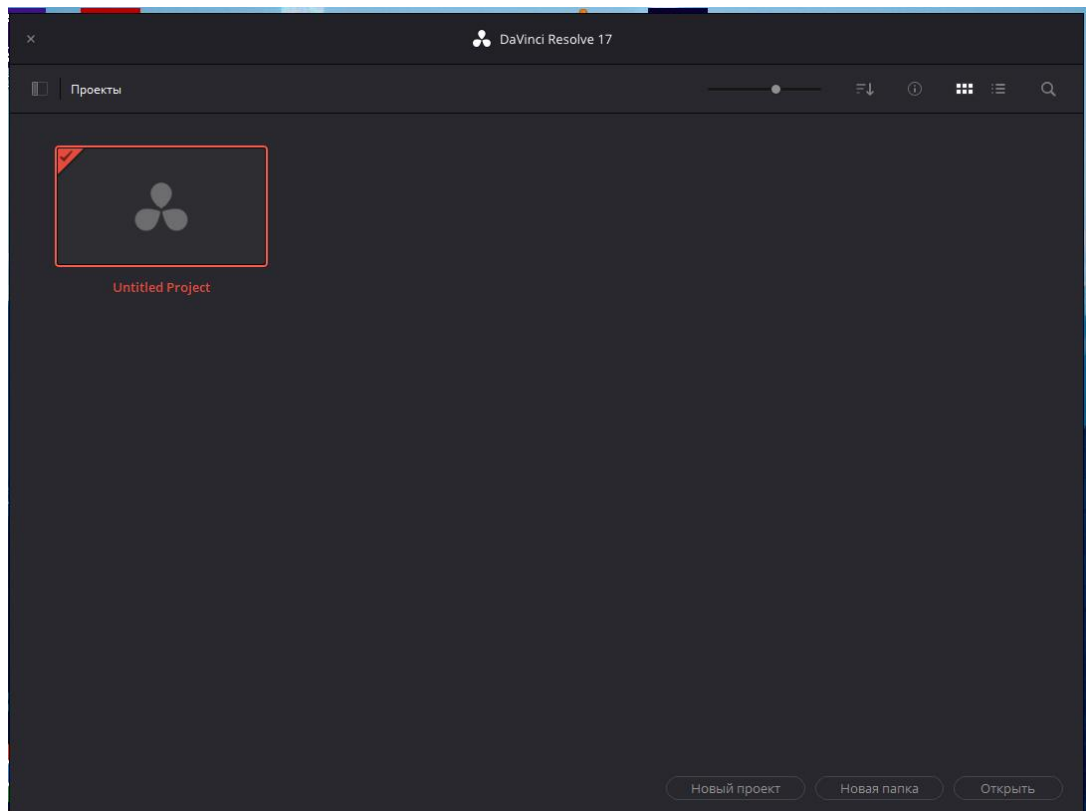


Рисунок 4.36 – Головне меню DaVinci Resolve

Потім імпортували сюди відео, як показано на рисунці 4.37.

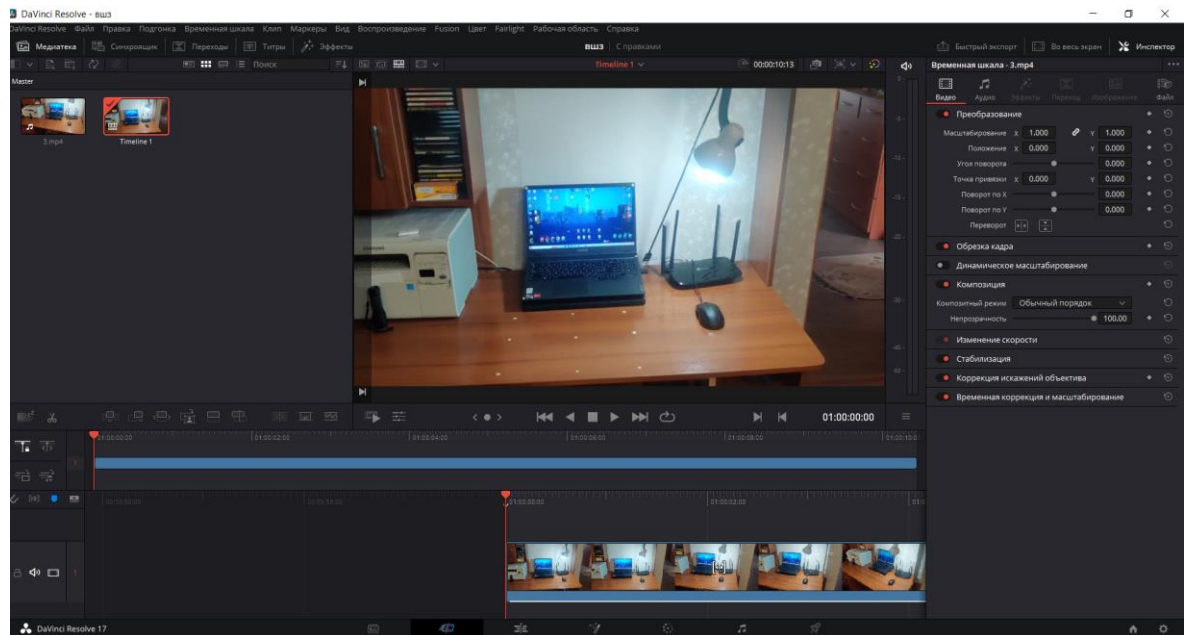


Рисунок 4.37 – Залили відео у DaVinci Resolve

Я вирізав відео на кілька шматочків, де починав натискати кнопку на пульті, як показано на рисунці 4.38. Зберігаємо файл.

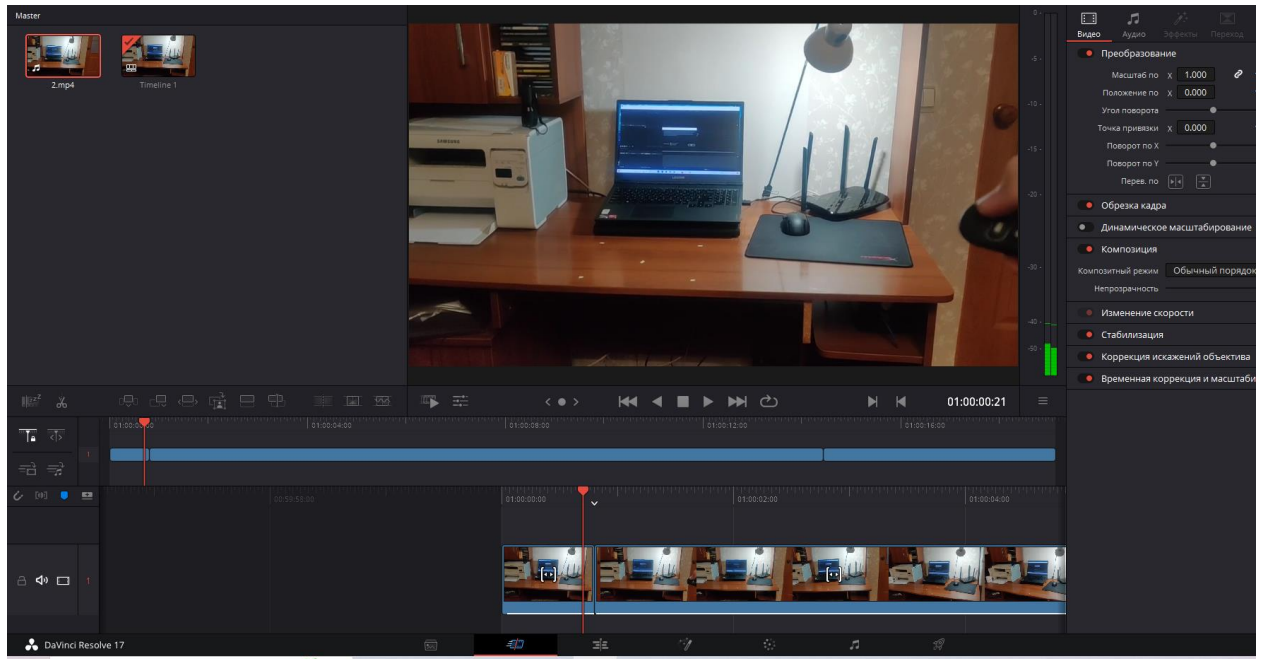


Рисунок 4.38 – Вирізане на кілька відеофрагментів у DaVinci Resolve

Після цього видалив непотрібні шматочки та зберіг відео, як показано на рисунці 4.39.

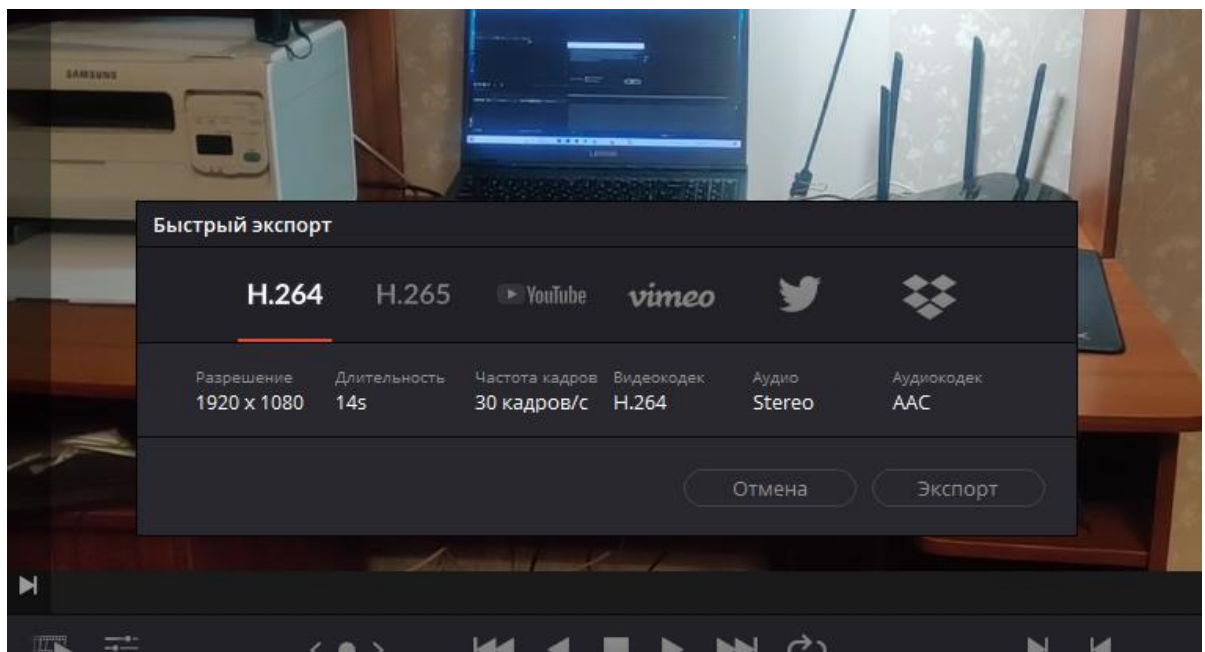


Рисунок 4.39 – Зберіг у відео формат у DaVinci Resolve

Потім знову ті ж дії пройшли зі збереженим відео, імпорт у 3D Blender, додали трекер, дали камері рухатися та анімували фігурки. Як результат на рисунці 4.40, голограма вийшла успішно.

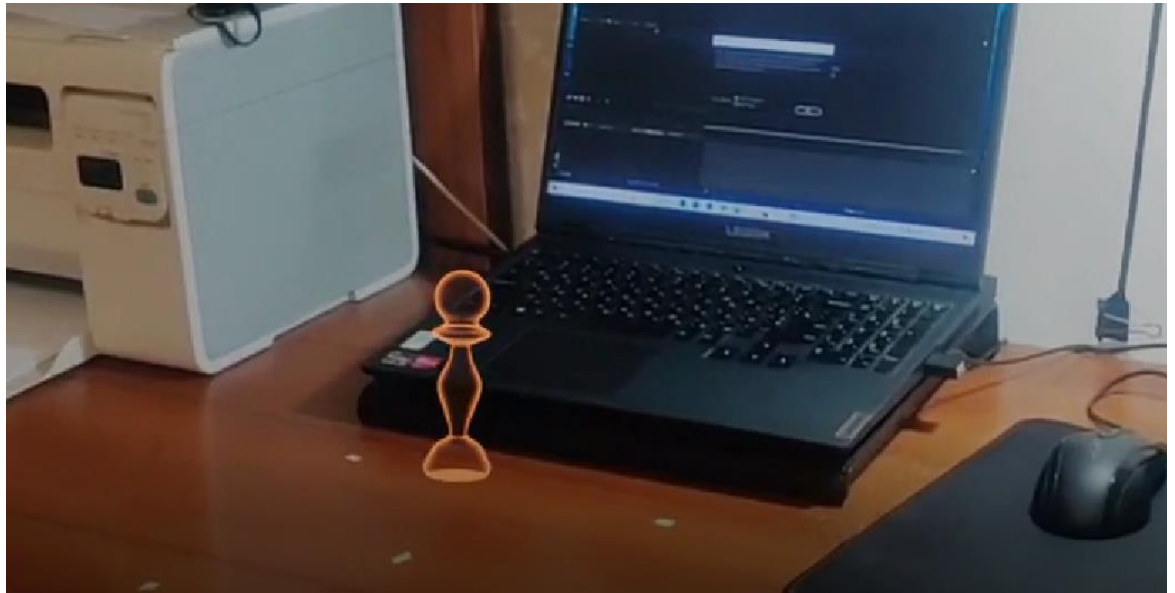


Рисунок 4.40 – Зробив анімацію з відео

Після цього відео «повернули» в те саме відео, де ми зберігали досить замінити відрізаний шматочок відео фрагменту посередині. Знову робимо рендер. І ось роботу закінчено.

Таким чином в кваліфікаційній роботі зроблено три відео, де перше та друге були більш експериментальної частини дослідження, а третє відео практичний результат з анімацією. Усі три відео готові до перегляду. Більше часу зайняла остання з анімацією, так як на анімацію ефекту «зникнення», давалася навантаження на ПК, у результаті були деякі гальма, як і рендер останньої роботи зайняло 29 годин, але загалом робота готова і його можна дивитися.

ВИСНОВКИ

Проведений теоретичний аналіз та експериментальні дослідження показали:

1. У роботі було проведено аналіз історії створення спец ефектів з 1940 років по наші дні, і розібрали роботу відомого режисера, чий фільм було введено колосальні роботи зі спецефектами. Розвиток спецефектів змінювався від простих взаємодій з предметами, в яких використовувалися дзеркала, відбиття, дула різних знарядь, до роботи в комп'ютері з імітацією фізики, створення перших 3D об'єктів та створення перших реалістичних персонажів на тлі фільму. Завдяки створенню чогось нового з'являються дивовижні та незвичайні ефекти, які здивують глядача.

2. У роботі було проведено аналіз програмних та апаратних обладнання. Програма, яка була обрана, 3D Blender, через свою гнучкість і безкоштовне користування. Інші програми, Adobe After Effects та Pfttrack, славляться своєю точністю та легкістю, але не завжди доступні для людей нішевої категорії. А також у 3D Blender дуже зручний інтерфейс і менше вимагає до мого ПК. З відеоредактором я вибрав Movavi Video Editor. І як програми було обрано, ми розпочали свою роботу. А з апаратних засобів було обрано те що в мене є.

3. У роботі було зроблено 3 відео, перше два відео, були експериментальними. Потрібно було зрозуміти як програма буде працювати з поганою якістю і без маркерів, і як з гарною якістю та маркером. Як ми зрозуміли для того, щоб додати 3D об'єкт, потрібно щоб відео було високої якості та чітким, а також потрібно буде створювати маркери. Маркери найпростіше створювати із пластиліну або кольорового скотчу. А також зробили третє відео з анімацією як підсумковий результат. Найскладніше у цій роботі це вручну треба було виправляти поле пошуку маркера та анімацію зникнення. В основному з анімацією зникнення потрібно більше

часу на рендер, у мене зайняло 28 годин 15 хвилин. Але загалом робота готова і відео можна переглянути.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <https://multtov.net.ua/article/istoriya-cgi-v-filmah.html> - Історія комп'ютерної анімації CGI у фільмах з 1950 по 1980.
2. <https://multtov.net.ua/article/istoriya-animatsii-cgi-s-1980-1990.html> - Історія комп'ютерної анімації CGI у фільмах з 1980 по 1990.
3. [https://ru.wikipedia.org/wiki/CGI_\(%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/CGI_(%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) – CGI графіка.
4. <https://habr.com/ru/post/345350/> - Додавання 3D об'єктів у відео.
5. <https://blender3d.com.ua/razbirayemsiya-s-motion-tracking/> - Розбираємось з Motion Tracking.
6. https://dzen.ru/media/provfx/pro-treking-chast-1-osnovy-5f3f1c3afc228c5964647c0c?sso_failed=blocked&uuid=8190338e-fc35-4f25-a5b2-252a49a92644 - Про трекінг. Частина 1. Основи.
7. <https://dzen.ru/media/provfx/pro-treking-chast-2-treking-prakticheskii-5f744fffc859e64d80efa120> - Про трекінг. Частина 2. Трекінг практичний.
8. <https://dzen.ru/media/provfx/pro-treking-chast-3-prakticheskaiya-azbuka-trekinga-61f2a7b430daf71c40ed4559> - Про трекінг. Частина 3. Практична абетка трекінгу.
9. <https://skvot.io/ru/blog/ne-stydno-sprosit-chem-zanimaetsya-vfx-hudozhnik> - не соромно запитати: чим займається VFX-художник.
10. <https://vc.ru/future/464262-cgi-i-vfx-5-veshchey-kotorye-nuzhno-znat-pro-videoizvodstvo> - CGI та VFX. 5 речей, які потрібно знати про відеовиробництво.
11. <https://docs.blender.org/manual/en/latest/animation/drivers/index.html> - Blender Drivers - URL.
12. A Comparative Example Between The Use Of Pca And Mds For Image Classification / Hernandez, W., Mendez, A., Flor-Unda, O., Camejo, I.M., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics,

- ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152565, Pages 1353-1358
13. Algorithm For Generating Refined Frequency Estimates In Atmospheric Radio Sounding Systems / Kartashov V., Hernandez W., Hernandez-Balbuena D., M. Kolendovska, Konovalenko O., Melnyk V. // IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152562, Pages 79-82
 14. Application of Fast Frequency Shift Measurement Method for INS in Navigation of Drones / D. Avalos-Gonzalez, D.H. Balbuena, V. Tyrsa, V.M. Kartashov, M. Kolendovska, S. Sheiko, O. Sergiyenko, V. Melnyk, F.N. Murrieta-Rico // IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. – P. 3159–3164.
 15. Avalos-Gonzalez, D., Sergiyenko, O., Hernandez-Balbuena, D., Tyrsa, V., Kartashov V.M., V., Rivas-Lopes, M., Murrieta-Rico, F.N. Constraints definition and application optimization based on geometric analysis of the frequency measurement method by pulse coincidence // Measurement: Journal of the International Measurement Confederation (USA). 2018, V.126. P. 184-193.
 16. Book “Control and Signal Processing Applications for Mobile and Aerial Robotic Systems”, Hardback - Advances in Computational Intelligence and Robotics English. Edited by Oleg Sergiyenko, Moises Rivas-Lopez, Wendy Flores-Fuentes, Julio Cesar Rodríguez-Quinonez, Lars Lindner. Editorial IGI Global, Hershey, United States, January 2020, 340 páginas. ISBN10 152259924X, ISBN13 9781522599241
 17. Cesar Sepulveda-Valdez ; Oleg Sergiyenko ; Vera Tyrsa ; Wendy Flores-Fuentes ; Julio César Rodríguez-Quinonez ; Fabian Natanael Murrieta-Rico ; Jesús Elías Miranda-Vega ; Paolo Mercorelli ; Marina Kolendovska. "Geometric analysis of a laser scanner functioning based on dynamic

- triangulation," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1398-1403, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152268.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152268>
18. Cuauhtémoc Mariscal-García; Wendy Flores-Fuentes; Daniel Hernández-Balbuena; Julio C. Rodríguez-Quinonez ; Oleg Sergiyenko. "Classification of Vehicle Images through Deep Neural Networks for Camera View Position Selection," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1376-1380, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152440.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152440>
19. Developing and Applying Optoelectronics in Machine Vision/ O. Sergiyenko, J.C. Rodriguez-Quinonez, IGI Global, 2016; 341p.
20. Experimental estimation of direction finding to unmanned air vehicles algorithms efficiency by their acoustic emission, /Oleynikov, V., Zubkov, O., Kartashov, V., ...Sheiko, S., Babkin, S.//2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 - Proceedings, 2019, стр. 175-178, 9061337
21. Features of acoustic noise of small unmanned aerial vehicles / Semenets, V.V., Kartashov, V.M., Leonidov, V.I. //Telecommunications and Radio Engineering (English translation of Elektrosvyaz and Radiotekhnika), 2020, 79(11), стр. 985-995
22. Geometric Analysis Of A Laser Scanner Functioning Based On Dynamic Triangulation /Sepulveda-Valdez, C., Sergiyenko, O., Tyrsa, V, Mercorelli, P., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152268, Pages 1398-1403
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152255>

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9161870>

- 23.I. Y. A. Corpus, L.Lindner, O.Sergiyenko. "Transimpedance Amplifier for Laser Scanning System Range Extension," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1421-1426, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152487.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152487>
- 24.Ivanov, M., Sergiyenko, O., Mercorelli, P., Hernandez, W.c, Rodriguez Quinonez, J.C.d, Katashov V., Kolendovska, M., Iryna, T. Effective informational entropy reduction in multi-robot systems based on real-time TVS. IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2019-June,8781209, c. 1162-1167.
- 25.Jonathan J. Sanchez-Castro ; Julio C. Rodríguez-Quinonez ; Luis R. Ramírez-Hernández ; Guillermo Galaviz ; Daniel Hernández-Balbuena ; Gabriel Trujillo-Hernández ; Wendy Flores-Fuentes ; Paolo Mercorelli ; Wilmar Hernández-Perdomo ; Oleg Sergiyenko ; Félix Fernando González-Navarro. "A Lean Convolutional Neural Network for Vehicle Classification," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1365-1369, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152274.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152274>
- 26.Lindner, L., Sergiyenko, O., Rivas-López, M., (...), Gurko, A., Kartashov, V.M. Machine vision system for UAV navigation; IEEE, 2016 International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles and International Transportation Electrification Conference, ESARS-ITEC, 2016; pp.1–6. DOI: 10.1109/ESARS-ITEC.2016.7841356.
- 27.M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics

- Society (IECON).. -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. . ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.
- 28.Murrieta-Rico, F.N., Petranovskii, V., Galvan, D.H., Sergiyenko, O., Yocupicio-Gaxiola, R.I., De Dios Sanchez-Lopez, J. Phase effect in frequency measurements of a quartz crystal using the pulse coincidence principle. 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 185-190, 9152255, DOI: 10.1109/ISIE45063.2020.9152255
 - 29.Oleksandr Sotnikov, Vladimir Kartashov, Oleksandr Tymochko, Oleg Sergiyenko, Vera Tyrsa, Paolo Mercorelli, Wendy Flores-Fuentes. Methods for Ensuring the Accuracy of Radiometric and Optoelectronic Navigation Systems of Flying Robots in a Developed Infrastructure. Chapter 16// Machine Vision and Navigation; Springer, Cham. pp.537–578. Editors: Sergiyenko, Oleg, Flores-Fuentes, Wendy, Mercorelli, Paolo. DOI: 10.1007/978-3-030-22587-2_16.
 - 30.Optical detection of unmanned air vehicles on a video stream in a real-time/Kartashov, V., Oleynikov, V., Zubkov, O., Sheiko, S.// 2019 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019 - Proceedings, 2019, 9165362/
 - 31.Principles Of Construction And Assessment Of Technical Characteristics Of Multi-Frequency Atmospheric Sodar In The Humidity Measurement Mode / Kartashov, V.M., Sidorov, G.I., Sheiko, S.A., Kolendovskaya, M.M., Sergienko, O.Yu. // Telecommunications And Radio Engineering (English Translation Of Elektrosvyaz And Radiotekhnika), 2020, ISSN Print: 0040-2508, ISSN Online: 1943-6009, DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i4.50, p. 323-333/
 - 32.Research Of The Uncertainty Of Measurement Frequencies And Definitions Of The Frequency Signal In The Waveguide With Respect To Power / Semenets, V.Zakharov, I. Serhiienko, M., Kartashov, V.M., Kolendovska,

- M., Hernandez, W., Hipolito, J.I.N., Tyrsa, V.// 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2019; Lisbon Congress CenterLisbon; Portugal; 14 October 2019 до 17 October 2019; CFP19IEC-ART; Код 155980, Volume 2019-October, October 2019, № 8927203, Pages 4674-4679
- 33.Spatial-Temporal Processing Of Acoustic Signals Of Unmanned Aerial Vehicles /Kartashov V.M., Oleinikov V.N., Zubkov O.V., Sheiko S.A., Kolendovska M.M.// Telecommunications And Radio Engineering (English Translation Of Elektrosvyaz And Radiotekhnika), 2020, ISSN Print: 0040-2508, ISSN Online: 1943-6009, DOI: 10.1615/Telecomradeng.v79.i9.40, p. 769-780
- 34.Stereoscopic Vision Systems In Machine Vision, Models, And Applications (Book Chapter)/ Ramírez-Hernández, L.R., Rodríguez-Quíñonez, J.C., Castro-Toscano, M.J., Kolendovska, M., Murrieta-Rico, F.N.// Machine Vision And Navigation, 2019 Machine Vision and Navigation30 September 2019, Pages 241-265
- 35.StrelkovaT., KartashovV., Lytyuga A., Strelkov A. Theoretical Methods of Images Processing in Optoelectronic Systems. Chapter 16. // Biometrics: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications; Oleg Sergiyenko and Julio C. Rodriguez-Quíñonez. (341p.), IGI Global, 2017; pp. 361-381. DOI: 10.4018/978-1-5225-0983-7.ch016.
- 36.StrelkovaT., KartashovV., Lytyuga A.,StrelkovA. Theoretical Methods of Images Processing in Optoelectronic Systems. Chapter 6// Developing and Applying Optoelectronics in Machine Vision; Oleg Sergiyenko and Julio C. Rodriguez-Quíñonez. (341p.) – USA, Herhey, IGI Global, 2016; pp.180-205.
- 37.Sytnik O., KartashovV. Methods and Algorithms for Technical Visionin Radar Introscopy. Chapter 13// Optoelectronics in Machine Vision-Based Theories and Applications. IGI Global, 2019; pp. 373-391.

38. The Use of Factorization and Multimode Parametric Spectra in Estimating Frequency and Spectral Parameters of Signal/Semenets, V., Kartashov, V., Sergiyenko, O., ...Rodriguez-Quinonez, J.C., Flores-Fuentes, W.//IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2020, 2020-June, p. 215-219
39. Unda, O.F., Hernandez, W., Vargas, O., Mendez, A., Sergiyenko, O., Tyrsa, V. Construction of a robotic platform of differential type for first-year students of electronic engineering, 2020 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, SPEEDAM 2020, 24-26 de junio de 2020, Sorrento, Italia, pp. 538-543, 9161870, DOI: 10.1109/SPEEDAM48782.2020.9161870
40. Use of Acoustic Signature for Detection, Recognition and Direction Finding of Small Unmanned Aerial Vehicles/Kartashov, V., Oleynikov, V., Koryttsev, I., ...Babkin, S., Selieznov, I.//Proceedings - 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2020, 2020, p. 377-380/
41. V. Semenets; Vladimir Kartashov ; Oleg Sergiyenko; Vyacheslav Tikhonov ; Paolo Mercorelli ; Sergiy Sheiko ; Nataliya Chmelarova. "The Use of Factorization and Multimode Parametric Spectra in Estimating Frequency and Spectral Parameters of Signal," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 215-219, doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152238.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152238>
42. Wilmar Hernandez ; Alfredo Mendez ; Omar Flor-Unda ; Vicente Gonzalez-Posada ; Jose Luis Jimenez ; Oleg Sergiyenko ; Julio C. Rodriguez-Quinonez ; Mykhailo Ivanov ; Ivan Menes Camejo ; Marina Kolendovska. "A comparative example between the use of PCA and MDS for image classification," 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 1353-1358,

doi: 10.1109/ISIE45063.2020.9152565.

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9152565>

43. Карташов В.М. и др. Обработка сигналов в радиоэлектронных системах дистанционного мониторинга атмосферы; Харьков: ХНУРЭ, 2014. 312 с.
44. Карташов В.М., Олейников В.Н., Колендовская М.М., Тимошенко Л.П., Капуста А.И., Рыбников Н.В. Комплексирование изображений при обнаружении беспилотных летательных аппаратов// Радиотехника. (Харьков). 2020. Вып. 201; С.120-129.
45. Карташов В.М., Посошенко В.А., Цехмистро Р.И., Тимошенко Л.П., Колендовская М.М. Методы ориентации, навигации и контроля мобильных робототехнических платформ// Радиотехника. (Харьков). 2019. Вып. 199. С. 38-44.
46. Ситнік О.В., Карташов В.М. Радіотехнічні системи. Навч. посібник. Х.: Сміт, 2009. 448 с.