

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту  
(повна назва)

Кафедра Інформатики  
(повна назва)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**Пояснювальна записка**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

**ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ СТВОРЕННЯ ТА РЕДАГУВАННЯ**  
**ВІДЕО У СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ**  
(тема)

Виконав:  
студент 4 курсу, групи ІТІНФ-17-2

Ілюхін В.С.  
(прізвище, ініціали)

Спеціальності 122 Комп'ютерні науки  
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма Інформатика  
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Гороховатський В.О.  
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

Кобилін О.А.  
(прізвище, ініціали)

2021 р.

## Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту  
(повна назва)Кафедра Інформатики  
(повна назва)Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)Спеціальність 122 Комп'ютерні науки  
(код і повна назва)Тип програми освітньо-професійнаОсвітня програма Інформатика  
(повна назва освітньої програми)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУстудентові Ілюхіну Володимиру Сергійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)1. Тема роботи Застосування технологій створення та редагування відео в сучасних системах комп'ютерної графіки

затверджена наказом університету від «20» травня 2021 року №663Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 24 травня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Використання Adobe After Effects та Cinema 4D у індустрії, теоретичні знання про файлові розширення та їх сумісність, теоретичні та практичні знання про побудову, аналіз After Effects та Cinema 4D та доречність використання.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі. \_\_\_\_\_

1. Підготовка сценарію відеоролика. \_\_\_\_\_

2. Визначення програмного забезпечення для роботи. \_\_\_\_\_

3. Реалізація тривимірної складової відеоролика. \_\_\_\_\_

4. Поєднання тривимірної та двовимірної складових і накладання звуку в єдиному проєкт. \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри) Актуальність використання тривимірної середовища для створення медіа-контенту, постановка задачі, схема використання програмного забезпечення, програмні засоби, результат розроблення.

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	12.04.2021	виконано
2	Аналіз завдання, підбір літератури	13.04.21-16.04.21	виконано
3	Аналіз літератури з досліджуваної проблеми	17.04.21-20.04.21	виконано
4	Аналіз технічних засобів	21.04.21-23.04.21	виконано
5	Розробка методу	24.04.21-05.05.21	виконано
6	Програмна реалізація	06.05.21-15.05.21	виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	16.05.21-26.05.21	виконано
8	Перевірка на плагіат	27.05.21	
9	Рецензування	28.05.21	
10	Підготовка презентації та доповіді	29.05.21-30.05.21	
11	Занесення роботи в електронний архів	02.06.21	
12	Попередній захист кваліфікаційної роботи	02.06.21	

Дата видачі завдання 12 квітня 2021 р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ проф. Гороховатський В.О.  
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ/ABSTRACT

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 74 с., 3 табл., 58 рис., 30 джерел.

СИМУЛЯЦІЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ, МЕТОДИ РЕНДЕРИНГУ, МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ, СЦЕНА, АНІМАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ, ІМІТАЦІЯ ФІЗИЧНИХ ЯВИЩ.

Об'єктом роботи є технології створення та редагування відео.

Метою роботи є аналіз та впровадження програмних засобів для створення відеоролика.

Здійснена демонстрація та використання програмних засобів для візуалізації та компонування медіа-контенту.

Застосовано методи підготовки програмного забезпечення для створення єдиного конвеєру, за яким здійснюється розроблення кінцевого продукту.

У результаті роботи здійснена програмна реалізація відеоролика.

SIMULATION OF PHYSICAL PROCESSES, RENDERING METHODS, MODELING OF OBJECTS, SCENE, ANIMATION OF OBJECTS, SIMULATION OF PHYSICAL PHENOMENA.

The object of work is video creation and editing technologies.

The aim of the work is to analyze and implement software for creating a video.

Demonstration and use of software for visualization and composition of media content has been carried out.

Methods of software preparation are applied to create a single conveyor through which the development of the final product is carried out.

As a result of the work, the software implementation of the video was carried out.

## ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів .....	6
Вступ .....	7
1    Огляд та вибір програмного забезпечення .....	9
1.1    Параметри оцінювання програм 3D моделювання .....	9
1.2    Використання C4D для 3D візуалізації.....	12
1.3    Використання Adobe After Effects CC для створення відеоролика ..	15
1.4    3D-моделювання .....	18
1.5    Пост-продакшн.....	21
1.6    Постановка задачі .....	22
2    Розробка відеоролика в Cinema 4D та Adobe After Effects .....	23
2.1    Розробка сценарію відеоролика .....	23
2.2    Створення тривимірної складової у Cinema 4D .....	25
2.3    Моделювання кавового зерна.....	30
2.4    Побудова сцени .....	39
2.5    Візуалізація сцени .....	47
2.6    Створення проєкту After Effects та компонування двовимірної та тривимірної частин .....	50
3    Результати виробництва відеоролика .....	65
3.1    Аналіз результатів між етапами виробництва.....	65
3.2    Рендеринг проєкту .....	67
3.3    Відеореклама як метод просування .....	68
Висновки.....	70
Перелік джерел посилання .....	72

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

ПЗ – програмне забезпечення.

Пайплайн – процес розробки продукту, програмний конвеєр.

Візуалізація (рендеринг) – назва прийомів для перетворення числової інформації у зручне для сприйняття людиною зображення.

Моделювання – створення трьохвимірної сцени та об'єктів, процесів в ній.

Рендер – готове зображення, яке отримується після рендерингу.

Меш (mesh, полігональна сітка) – це сукупність вершин, ребер і граней, які визначають форму багатогранного об'єкта в тривимірній комп'ютерній графіці і об'ємному моделюванні. Гранями зазвичай є трикутники, чотирикутники або інші прості опуклі багатокутники (полігони), так як це спрощує рендеринг, але сітки можуть також складатися і з найбільш загальних увігнутих багатокутників, або багатокутників з отворами.

Шейдер (shader) – комп'ютерна програма, призначена для виконання процесорами відеокарти (GPU).

Плагін – незалежно компільований програмний модуль, що динамічно підключається до основної програми і призначений для розширення та/або використання її можливостей.

Футаж – медіа-контент, що являє собою необроблений невідредагований матеріал, спочатку знятий кінокамерою або записаний (часто спеціальною) відеокамерою, який зазвичай необхідно редагувати для створення кінофільму, відеокліпу, телешоу або аналогічної завершеної роботи.

## ВСТУП

У наш час розвиток інформаційних технологій сприяє розвитку великої кількості інших галузей людської діяльності. Якщо 20 років назад створення тривимірного контенту та повноцінних медіа-матеріалів було доступне лише великим кіностудіям, то зараз це стало можливим майже на кожному домашньому комп'ютері [1].

Тривимірна графіка незамінна у презентації майбутнього виробу. Для того, щоб розпочати виробництво, необхідно намалювати, а потім створити 3D-модель об'єкту. А вже на основі 3D-моделі, за допомогою технологій швидкого прототипування (3D-друк, фрезерування, лиття силіконових форм і под.), складається реалістичний прототип (зразок) майбутнього виробу.

Після візуалізації (3D-візуалізації), отримане зображення можна використовувати у розробці дизайну упаковки або для створення зовнішньої реклами, відео- та фото-матеріалів для розповсюдження у мережі Інтернет [2].

Основне завдання комп'ютерної графіки – створення та візуалізація контенту, який створити іншим шляхом було б нераціонально або взагалі неможливо.

Сфери застосування комп'ютерної графіки – кіноіндустрія, ігрова індустрія, реклама, архітектура, медицина, промислове виробництво, інженерія і цей список можливо продовжувати довго, адже сфери застосування розширюються с кожним днем.

Комп'ютерна графіка особливо актуальна у наш час, коли повним шляхом йде розвиток ІТ по всьому світу. Прикладом застосування комп'ютерної графіки може бути випадок, коли для зйомки певних кадрів для відеоролика буде нераціонально дорого замовляти команду спеціалістів та орендувати обладнання. Також можна відмітити те, що комп'ютерна

графіка дозволяє створити речі, яких може просто не бути у природі, які неможливо відзняти на камеру [3].

Зрозуміла важливість даних технологій та актуальність створення тривимірного контенту у відповідних сферах застосування.

Для даної роботи використовується програмне забезпечення: MAXON Cinema 4D R20 [4], Adobe After Effects CC 2019 [5], Adobe Media Encoder CC 2019 [6].

На даний момент не існує систем, які дозволили б створювати та редагувати двовимірний та тривимірний контент одночасно у повному обсязі, тому був обраний ланцюжок програм (пайплайн), за яким буде створено відеоролик.

## 1 ОГЛЯД ТА ВИБІР ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Програмного забезпечення, що використовується в комп'ютерній графіці на сьогоднішній день доволі багато. Воно відрізняється одне від одного різними параметрами, напрямками використання та цільовою аудиторією. Архітектори, дизайнери, модельєри, фотографи та інші люди творчих професій давно взяли його на озброєння і вже цілком та повністю відчували зручність та ефективність роботи з таким програмним забезпеченням, на противагу реалізації своїх творчих ідей та рішень на аркушах паперу [7].

### 1.1 Параметри оцінювання програм 3D моделювання

Було підібрано наступний список найбільш популярних програм, якими користуються архітектори, художники, дизайнери і візуалізатори:

- Blender;
- 3D Max;
- Sweet Home 3D;
- Sketch Up Make;
- Pro 100;
- Floor Plan 3D;
- ARCON 3D Architect;
- ARCHICAD;
- Maya;
- Artlantis;
- LUMION;
- Cinema 4d.

Потрібно зазначити, що серед них є такі, що більше використовуються в архітектурному (Archicad) та анімаційному (Lumion, Cineva 4d) спрямуванні. Вибір параметрів якості оцінювання базується на стандарті ISO 9126:2001, де кожна характеристика описується за допомогою кількох вхідних у неї атрибутів [8]. Для кожного атрибута визначається набір метрик, що дозволяють його оцінити. В даному випадку, це: «Функціональність», «Зручність використання», «продуктивність» або «часова ефективність», а замість зручності супроводу та переносимості програмного продукту, використовується: «інтерфейс програми», «кількість бібліотек 3D моделей і матеріалів», а також найголовніший параметр – «якість рендеру» (фінального зображення після обробки. Потрібно зазначити, що кожний критерій не є рівнозначним, саме тому, умовно назначаються коефіцієнти важливості кожному з них (табл. 1.1) [8].

Таблиця 1.1 – Параметри оцінювання

Параметр	Індекс
Якість рендеру	4.0
Кількість бібліотек	2.0
Зручність у використанні	2.0
Часова ефективність	2.5
Функціональність	3.0
Інтерфейс	1.5

Оцінки виставлено від 1 до 10 (табл. 1.2), на основі досвіду роботи з подібними програмами, численних переглянутих відео, коментарях користувачів даного ПЗ, якості фінальних рендерів та інших факторах.

Таблиця 1.2 – Таблиця оцінювання ПЗ

Назва ПЗ	Якість фінальної картини	Кількість бібліотек	Зручність у використанні	Часова ефективність	Функціональність	Інтерфейс
Blender	9	8	7	8	10	9
3D Max	10	10	8	8	10	9
Sweet Home 3D	5	3	9	9	3	3
SketchUp Make	7	5	10	10	6	9
Pro 100	4	3	6	7	2	5
Floor Plan 3D	3	2	4	7	5	2
ARCON 3D Architect	4	1	3	5	3	3
Archicad	5	6	5	6	7	6
Maya	7	6	7	7	7	7
Artlantis	5	6	7	8	4	4
Lumion	8	8	10	10	8	10
Cinema 4D	9	10	8	8	10	9

Загальна рейтингова оцінка дорівнює сумі балів за кожний параметр, помножений на відповідний індекс оцінювання. Після обрахунків можна сформувавши остаточну рейтингову таблицю (табл. 1.3) [8].

Таблиця 1.3 – Рейтингова таблиця Програмного забезпечення для 3D візуалізації

Місце	Назва програми	Оцінка
1	3D Max	139,5
2	Cinema 4d	135,5
3	Lumion	132
4	Blender	129,5
5	SketchUp Make	114,5
6	Maya	103
7	Archicad	87
8	Artlantis	84
9	Sweet Home 3D	80
10	Pro 100	65
11	ARCON 3D Architect	50
12	Floor Plan 3D	44,5

## 1.2 Використання C4D для 3D візуалізації

Cinema 4D або скорочено C4D – програмний пакет для створення тривимірної графіки та анімації, розроблений Maxon [4]. Cinema 4D є універсальною комплексною програмою для створення і редагування тривимірних ефектів і об'єктів (рис. 1.1). Дає можливість рендерити об'єкти за методом Гуро [9].

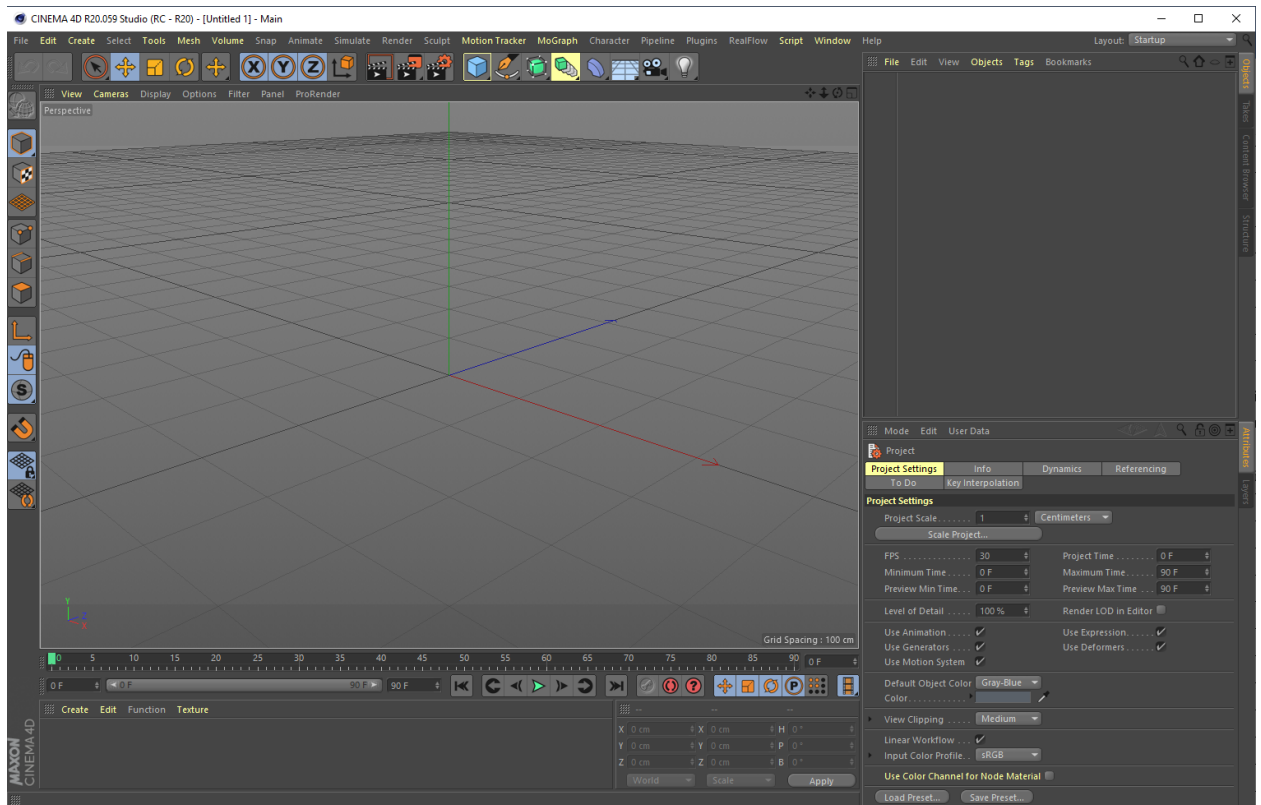


Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд інтерфейсу програми Cinema 4D

Основна програма містить інструменти для моделювання, текстурювання, рендеру та анімації. Основою для створення об'єктів слугують примітиви на кшталт сфери чи площини, поділені на полігони. Об'єкти, як цілком, так за виділеними полігонами, можуть змінюватися базовими перетвореннями, такими як обертання, зміна розміру, та просунутими – скручування, тиснення, перетворення за формулою тощо. Програма надає ряд деформаторів і генераторів складних об'єктів, наприклад, ландшафтів. Особливістю Cinema 4D є інструмент «ніж» для ручного розділення більшого полігона на менші. Програма також дає змогу малювати полігональні стрічки, прив'язувати одні полігони до інших, перетворювати грані на дуги. Інструмент MoGraph дозволяє автоматично створити з базового об'єкта чи їх групи складний об'єкт перетвореннями на кшталт клонування чи симетричного копіювання.

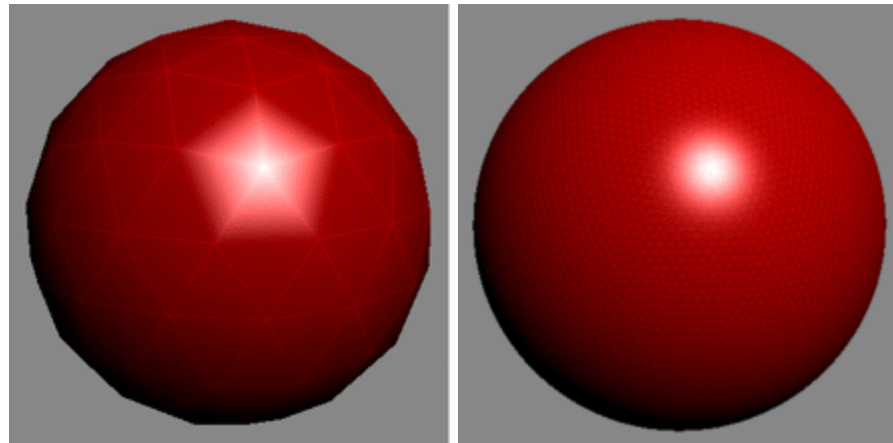
Cinema 4D надає гнучку і систему створення матеріалів з параметричними шейдерами для швидкого визначення поверхні тривимірної моделі. Матеріали передбачають такі властивості, як текстура, відбиття світла, світіння, прозорість, рельєфне текстуровання тощо.

Багатопрхідний рендеринг забезпечує відтворення кольору, тіней, відображень, розмиття [10]. Підтримується експорт тривимірних моделей програми, такі як Adobe Photoshop, Adobe After Effects, Final Cut Pro. Крім основного рендера, Cinema 4D може працювати зі сторонніми рендерами, що вбудовуються до програми, або із зовнішніми.

Затемнення за Гуро – це інтерполяційний метод комп'ютерної графіки, який використовується для побудови неперервного градуйованого освітлення поверхонь, описаних у вигляді багатогранників або полігональної сітки з плоскими гранями. Метод Анрі Гуро був опублікований в 1971 році [11].

Якщо кожна плоска грань має один постійний колір, визначений з урахуванням відображення, то різні кольори сусідніх граней дуже помітні та поверхня виглядає саме як багатогранник. Здавалося б, цей дефект можна замаскувати за рахунок збільшення числа граней при апроксимації поверхні. Але зір людини має здатність підкреслювати перепади яскравості на кордонах суміжних граней – такий ефект називається ефектом смуг Маху [12]. Тому для створення ілюзії гладкості потрібно набагато збільшити число граней, що призводить до істотного уповільнення візуалізації – чим більше граней, тим менше швидкість малювання об'єктів [13].

Затемнення Гуро (рис. 1.2) вважається кращим за плоске затінення і вимагає значно менше обробки, ніж затемнення за Фонгом, але, як правило, призводить до гранчастого вигляду [13].



а)

б)

Рисунок 1.2 – а) Сфера, тонована за методом Гуро (мала кількість граней, виглядає не найкращим чином);

б) Та сама сфера, але з більшою кількістю граней

### 1.3 Використання Adobe After Effects CC для створення відеоролика

Adobe After Effects – програмне забезпечення компанії Adobe Systems для редагування відео і динамічних зображень, розробки композицій (композицінг), анімації і створення різних ефектів (рис. 1.3). Широко застосовується в обробці знятого відеоматеріалу (корекція кольору, пост-продакшн), при створенні рекламних роликів, музичних кліпів, у виробництві анімації (для телебачення і web), титрів для художніх і телевізійних фільмів, а також для цілого ряду інших завдань, в яких потрібно використання цифрових відео ефектів [5].

Назва походить від ефекту, відомого як «стійкість (інертність) зорового відчуття», цей механізм використовує сенсорну пам'ять сітківки ока, яка дозволяє зберігати зорову інформацію протягом короткого проміжку часу.

Завдяки великій бібліотеці плагінів, розроблених сторонніми компаніями, After Effects також використовується в поліграфії та графічному

дизайні для редагування статичних графічних зображень (фотографій, зображень, згенерованих на комп'ютері і т. д.) [14].

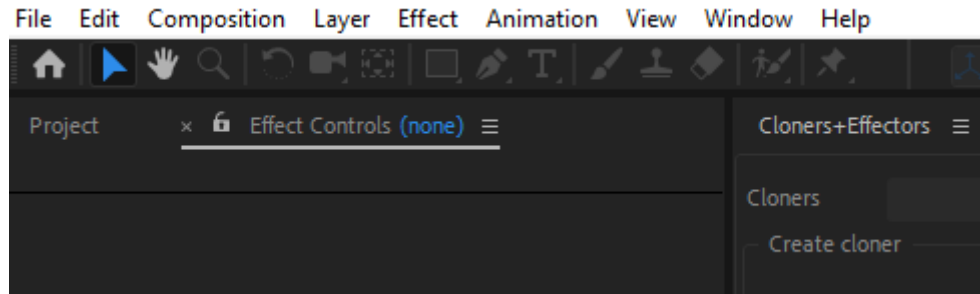


Рисунок 1.3 – Зображення інтерфейсу Adobe After Effects

### *Розуміння і робота з меню.*

After Effects має дев'ять меню в Windows і 10 в Mac OS, розташованих у верхній частині вікна програми, які в поєднанні з різними панелями формують інтерфейс програми. Деякі назви меню можуть бути схожі з такими по іншим програмам, а інші можуть бути новими і незнайомими. Меню «Файл» дозволяє відкрити існуючий проєкт After Effects. При відкритті проєкту додаток запам'ятовує розташування інтерфейсу з моменту його останнього використання та збереження.

### *Edit.*

Як і в інших програмах, використовуйте меню «Edit» для копіювання, вирізання, вставки, видалення і виконання інших завдань редагування з вмістом ваших композицій. При роботі в Windows тут ви можете знайти діалогове вікно «Налаштування».

### *Composition.*

Меню «Композиція» містить більшість команд, необхідних для створення, редагування і управління композиціями. Кожна композиція має свою власну незалежну шкалу часу і є простором, в якому відбувається вся анімація. У цьому меню ви можете створювати нові композиції, налаштовувати або попередньо переглядати налаштування композиції.

### *Layer.*

After Effects поміщає кожен окремий медіа-елемент на окрему доріжку, яка називається шаром. Ви використовуєте меню «Шар» для створення нових шарів і редагування властивостей існуючих шарів.

### *Effects.*

After Effects – це, по суті, програма для створення анімованої графіки і композитінга. Ви використовуєте меню «Ефект» для застосування ефектів шару в додатку. Ці ефекти можуть бути будь-якими, від простих колірних корекцій і падаючих тіней до більш складних операцій, таких як хроматична маніпуляція, генерація часток або моделювання вибухових пристроїв.

### *Animation.*

Меню «Анімація» містить команди для виконання як загальних завдань анімації, таких як додавання ключових кадрів властивостей для створення анімації, так і додаткових завдань, таких як додавання уповільнення до ключових кадрів або виразів до властивостей для автоматизації завдань анімації.

### *View.*

Ви використовуєте меню «Вид» для управління панеллю «Композиція». В меню «Перегляд» ви можете збільшувати і зменшувати масштаб, відкривати нові вікна попереднього перегляду і налаштовувати властивості відображення для вашої композиції.

### *Window.*

Меню «Вікно» використовується для доступу до команд, керуючим інтерфейсом After Effects. У цьому меню можна вибрати свій робочий простір і відкривати або закривати різні панелі в інтерфейсі програми.

### *Help.*

Меню «Довідка» дає доступ до функцій довідки After Effects. На додаток до стандартної команди довідки After Effects також можна отримати доступ до конкретних довідкових матеріалів по сполученням клавіш і

передумовках анімації, а також попросити After Effects перевірити наявність оновлень програми.

#### 1.4 3D-моделювання

3D-моделювання – процес створення тривимірної моделі об'єкта. Завдання 3D-моделювання – розробити зоровий об'ємний образ бажаного об'єкта. При цьому модель може як відповідати об'єктам з реального світу (наприклад автомобілі, будівлі, ураган, астероїд), так і бути повністю абстрактною (проекція чотиривимірного фрактала).

Графічне зображення тривимірних об'єктів відрізняється тим, що включає побудову геометричної проекції тривимірної моделі сцени на площину (наприклад, екран комп'ютера) за допомогою спеціалізованих програм. Однак зі створенням і впровадженням 3D-дисплеїв і 3D-принтерів тривимірна графіка не обов'язково включає в себе проектування на площину [15].

Є три популярних способу зобразити модель:

- полігональне моделювання – точки в тривимірному просторі або вершини, з'єднуються лінійними сегментами, утворюючи полігональну сітку. Переважна більшість 3D-моделей сьогодні будуються як текстуровані полігональні моделі, тому що вони гнучкі і тому що комп'ютери можуть їх візуалізувати доволі швидко. Однак багатокутники плоскі і криволінійні поверхні можуть тільки апроксимувати, використовуючи велику кількість багатокутників;

- моделювання кривих – поверхні визначаються кривими, на які впливають зважені контрольні точки. Крива слідує (але не обов'язково інтерполює) по точках. Збільшення ваги точки призведе до наближення

кривої до цієї точки. Типи кривих включають неоднорідний раціональний B-сплайн (NURBS), сплайни, ділянки і геометричні примітиви;

– скульптинг – все ще досить новий метод моделювання, який став дуже популярним за кілька років свого існування [16]. В даний час існує три типи цифрового моделювання: Зміщення, яке є найбільш широко використовуваним серед додатків в в цей момент використовується щільна модель (часто генерується за допомогою поверхонь підрозділи полігональної керуючої сітки) і зберігаються нові місця розташування для позицій вершин за допомогою використання карти зображення, в якій зберігаються скориговані розташування. Об'ємний, заснований на вокселях, має ті ж можливості, що і зміщення, але не страждає від розтягнення багатокутника, коли в області недостатньо багатокутників для досягнення деформації. Динамічна теселяція, схожа на воксель, розділяє поверхню за допомогою триангуляції для збереження гладкості поверхні і отримання більш дрібних деталей. Ці методи дозволяють проводити дуже художнє дослідження, так як модель буде мати нову топологію, створену поверх неї, як тільки моделі будуть сформовані і, можливо, будуть виліплені деталі. Нова сітка зазвичай матиме вихідну інформацію сітки з високою роздільною здатністю, передану в дані зміщення або дані карти нормалей, якщо це використовується движком [17].

Етап моделювання складається з надання форми окремих об'єктах, які пізніше використовуються в сцені. Існує ряд методів моделювання, в тому числі:

- конструктивна твердотільна геометрія (Constructive solid geometry);
- неявні поверхні (Implicit Surfaces);
- підрозділ поверхонь (Subdivision Surfaces).

Subdivision Surface – інструмент, який «згладжує» вихідну поверхню, додаючи більшу роздільну здатність (більше полігонів) і змінюючи остаточну форму поверхні шляхом аналізу полігонів вихідної поверхні.

Остаточна форма сильно залежить від розподілу полігонів по поверхні вихідного мешу. Рівномірно розташовані полігони на вихідній поверхні створять рівну сітку на поверхні нового згладженого мешу. Нерівномірно або неправильно розташовані полігони на вихідній поверхні можуть давати дивні, можливо, навіть непридатні для використання результати на поверхні мешу, області з високою щільністю полігонів на вихідній поверхні будуть щільно закриті полігонами на поверхні нового мешу. Це також може вплинути на правильність відображення моделі під час рендеринга.

Моделювання може виконуватися за допомогою спеціальної програми (наприклад, Cinema 4D, Maya, 3ds Max, Blender, LightWave, Modo) або компонента додатка (Shaper, Lofter в 3ds Max), або деякого мови опису сцени (як в POV-Ray). У деяких випадках немає чіткої відмінності між цими фазами; в таких випадках моделювання є лише частиною процесу створення сцени (наприклад, у випадку з Caligari trueSpace і Realsoft 3D).

3D-моделі також можуть бути створені з використанням техніки фотограмметрії за допомогою спеціальних програм, таких як RealityCapture, Metashape, 3DF Zephyr і Meshroom. Очищення і подальша обробка можуть виконуватися за допомогою таких додатків, як MeshLab, GigaMesh Software Framework, netfabb або MeshMixer. Фотограмметрія створює моделі з використанням алгоритмів для інтерпретації форми і текстури реальних об'єктів і навколишнього середовища на основі фотографій, зроблених з різних кутів об'єкта [18].

Складні матеріали, такі як вітер, хмари і бризки рідини, моделюються за допомогою систем частинок і являють собою сукупність тривимірних координат, яким присвоєно точки, багатокутники, текстури або спрайт.

## 1.5 Пост-продакшн

Пост-продакшн – це фінальний етап створення відеоконтенту. Його час настає після того, як весь відеоматеріал вже відзнято. На цьому етапі здійснюється обробка і перетворення відео в повноцінний медіа-продукт [19].

Пост-продакшн включає в себе монтаж, композинг, корекцію і озвучування, звуковий монтаж.

Монтаж – це процес редагування знятого відеоматеріалу. Монтаж не менш важливий, ніж відеозйомка, адже за допомогою нього професіонали здатні як видалити окремі частини відеоматеріалу, так і зібрати їх воедино, отримавши щодо готовий відеофільм.

Композинг – це створення цілісного зображення методом поєднання двох і більше шарів відзнятих відеоматеріалів, а також згенерованих комп'ютерних об'єктів і анімації. Композинг – це спецзасіб, який легко замінює комбіновану кінозйомку. Часто застосовується, якщо необхідно ідеально симулювати реальну дійсність. Він створює видимість безперервності переходів, може «заморозити» рух в кадрі, перетворити об'єкт двомірний в тривимірний, в кадрі показати слід від попереднього кадру. Дає можливість працювати з тінями, створити їх і анімувати. Може створювати ілюзії втрати непрозорості і проникності, дематеріалізації об'єктів, феноменів левітації та інші.

Пост-продакшн також включає в себе корекцію. З її допомогою можна поліпшити або змінити яскравість і контрастність, замінити одні кольори на інші, відкоригувати тональний діапазон відео. Корекцію використовують для видалення дефектів поганого освітлення, якщо зйомка проводилася при похмурій погоді, а також можна створити унікальний стиль всього зображення.

Озвучування і звуковий монтаж використовують для накладання звукового ряду на відеоматеріал. Звуковий монтаж дозволяє зробити

музичний супровід і мову чіткими, при необхідності додати ефектів. Має велике значення в створенні якісного та ефектного відеоконтенту.

Прогрес не стоїть на місці, весь час з'являються нові досягнення в області цифрової техніки, оновлюється програмне забезпечення, що дозволяє застосовувати нові способи обробки відеоматеріалу, звуку і створення спецефектів. Так що, в найближчому майбутньому нас чекає незрівнянно краща якість відеоконтенту.

## 1.6 Постановка задачі

Таким чином, створення відеоролика та спрощення цього процесу є основним завданням сучасних систем комп'ютерної графіки. Тому ставиться завдання розробки технології створення відеоролика.

Об'єктом роботи є сучасні системи комп'ютерної графіки.

Метою роботи є розробка відеоролика та описання процесу, за яким можна його можна створювати.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз існуючих видів програмного забезпечення;
- розробити алгоритм створення відеоролика;
- реалізувати алгоритм композингу у різних середовищах;
- реалізувати візуалізацію відеоролика до стану кінцевого продукту.

## 2 РОЗРОБКА ВІДЕОРОЛИКА В CINEMA 4D ТА ADOBE AFTER EFFECTS

### 2.1 Розробка сценарію відеоролика

Перш за все, потрібен комп'ютер з середніми або високими характеристиками для запуску та роботи програмного забезпечення Cinema 4D та Adobe After Effects. Апаратною частиною, рекомендованою Maxon, процесор 64 Bit з підтримкою SSE3, 8 Гб оперативної пам'яті і відеокарта з мінімум 4 Гб відеопам'яті для GPU рендерингу та підтримкою OpenGL 4.1. В свою чергу Adobe інформує про потребу щонайменше 16 Гб оперативної пам'яті, але зазначає що рекомендована кількість – 32 Гб. До відеопам'яті вимоги менші – 2 Гб. Підсумовуючи, варто відмітити, що швидкість роботи ПЗ напряму залежить від потужності апаратної частини комп'ютера, а отже можна збирати дуже потужні та дорогі робочі станції які можливо об'єднувати в мережі для розбиття рендерингу на потоки, але й при цьому з деякими нескладними задачами може впоратись і звичайний домашній ПК у зв'язку з стрімким розвитком комплектуючих [20].

Першим етапом у створенні відеоролика буде необхідність визначення цілей, які він повинен виконати, і створення сценарію. У даному випадку відеоролик повинен стати тизером рекламної кампанії кав'ярні, яка незабаром відкриється у місті. Виходячи з цього можливо виділити характеристики майбутнього ролика:

- довжина: хронометраж відеоролика повинен бути не більше 20 секунд, щоб створити зацікавленість у глядача, але й не втомлювати його і не займати багато часу, щоб не витратити великий бюджет на рекламу, адже це не основна рекламна кампанія;

- характер: відеоролик мусить заохотити глядача до продукту або події, яка буде відображена у відеоролику;

– динаміка: опираючись на визначені характер та довжину можна зробити висновок, що відеоролик повинен бути динамічним для того щоб зарядити емоціями глядача та створити зацікавленість.

Виходячи з цієї інформації, можна робити уявний або наявний на електронних або фізичних носіях концепт у зручному вигляді, це може бути:

– уявний концепт який знаходиться лише у думках, цей варіант може бути корисним, коли проектом займається одна людина і проєкт не має комплексних складових;

– розкадрування – це замальовки історії, в яких автор зображує майбутню історію з персонажами і фонами. Такий набір слайдів допомагає побачити загальну картину всієї історії. Розкадрування дає можливість повноцінно підготуватися іншим учасникам які залучені до проєкту. На прикладі знімальної групи з розкадровкою в руках, режисерові не потрібно говорити про мистецтво і почуття, тому команда може розібратися в сюжеті більш предметно. Оператор зрозуміє які кадри потрібно буде створити і що знадобитися для реалізації. Гафер з освітлювачами запропонує свої світлові схеми і рішення. Супервайзер зможе зробити планування зі спецефектів. А продюсер прорахує вартість проєкту більш детально. Крім того, на етапі розкадрування можна обговорити і поміняти деякі ходи і сцени, що може піти на користь фінального результату;

– опис сценарію у вигляді тексту. Цей варіант може бути поєднаний з іншими, особливо коли йде мова про гру акторів та наявність реплік у сюжеті.

Прийнято розробити відеоролик за наступним сценарієм. Відеоролик починається з повністю чорного кадру, який переходить у основне тіло реклами шляхом переходу, який буде виконано у стилі «рідких фігур» які будуть імітувати рух різнокольорової рідини згори донизу. В основному тілі реклами повинна з'явитись назва кав'ярні, літери якої будуть з'являтися на початку і зникати в кінці з ефектом диму або пару, натякаючи на пари від

гарячої кави. Одночасно з назвою кав'ярні у вигляді прискореної макрозйомки будуть пролітати кавові боби, спочатку за надписом з назвою, а потім між очима глядача та надписом. Після цієї фази надпис назви зникає з ефектом диму і з'являється надпис «скоро у вашому місті», який буде виконано шляхом наповнення літер немов би посудів різнокольоровою рідиною, після чого відеоролик завершується переходом, який був використаний в початку, за яким слідує чорний фон.

Виходячи з сценарію відеоролик можна поділити на тривимірну та двовимірну складові. Текст, переходи рідини та візуальні ефекти будуть виконані у двовимірному середовищі використовуючи Adobe After Effects. Найскладніша частина являє собою кавові боби, адже зняти на камеру яка має якісну прискорену зйомку з зеленим фоном не є можливим за відсутності обладнання та навичок зйомки подібного контенту, через що було обраний шлях моделювання цього процесу у тривимірному середовищі та його візуалізація у Cinema 4D. Компонування тривимірної та двовимірної складових буде виконане у Adobe After Effects.

## 2.2 Створення тривимірної складової у Cinema 4D

Було визначено, що двовимірні та тривимірні складові будуть створені окремо та поєднані у подальшому розвитку проєкту. У зв'язку з цим можна зрозуміти, що футаж отриманий у Cinema 4D повинен мати наступні характеристики:

- прозорий фон;
- мати можливість вносити корективи до футажу на стадії обробки матеріалу після рендерингу [21].

Прозорий фон говорить про те, що можна піти двома шляхами. Першим шляхом буде рендеринг моделі у вигляді відеофайла одночасно з

відеофайлом, який буде мати в собі інформацію про прозорість, що надасть змогу відокремити боби від фону. Зробити цю операцію допоможе можливість Mutipass-рендерингу у окремі проходи, а відповідно і у окремі файли, але при цьому методі потрібно буде завчасно зробити фінальний вигляд футажу майже без можливості подальшої редакції і доналаштувань. Другий шлях дозволяє зробити рендеринг у вигляді послідовності зображень, які будуть об'єднані у відеоряд. Це може бути будь який сучасний формат зображень, наприклад .JPG, .PNG або .TIF.

JPG – на сьогоднішній день це найпоширеніший спосіб кодування, надсилання по мережі і зберігання зображень. Формат JPEG використовується мільярди разів на день у зв'язку з його поширеністю та сумісністю, але не без жертв у вигляді втрати інформації. Велика кількість форматів файлів використовує стиснення, щоб зменшити розмір файлу растрових зображень, у тому числі і JPG, у зв'язку з чим він втрачає ймовірність бути обраним для задачі, адже у процесі створення відеоролика втрати на етапі виробництва неприпустимі. Окрім цього, дуже важливою причиною з якої не є доречним обрати його – відсутність підтримки прозорості зображення за допомогою альфа-каналу, цим самим він буде не корисніший, ніж футаж у вигляді відеоформата. Формати PNG й TIFF в цілому схожі між собою, наприклад у тому, що це формати, які зберігають інформацію без втрат та з підтримкою прозорості, але все ж TIFF має деякі відміни від PNG. Аббревіатура TIFF розшифровується як Tagged Image File Format. Це високоякісний формат, що використовується для зберігання зображень з великою глибиною кольору. Файли TIFF можуть зберігатися як в стислому, так і в розпакованому вигляді. Великою перевагою формату залишається підтримка практично будь-якого алгоритму стиснення. Зображення в TIFF не втрачатиме якість після кожного збереження файлу. Але, на жаль, саме через це TIFF-файли важать в рази більше ніж наприклад JPG [22].

Проаналізувавши формати зображень було визначено, що необхідно використовувати формат TIFF, щоб не мати втрат у виробництві і отримати найякіснішу картинку, але також можливо використовувати і PNG. Окрім зовнішнього вигляду необхідно зберегти й іншу інформацію про зображення та сцену для того, щоб мати змогу доналаштувати картинку у майбутньому.

Для того, щоб мати гнучкість налаштувань і не робити наосліп або з великими втратами часу на рендеринг тестових кадрів, можна зробити звичайний рендеринг сцени у послідовність зображень і паралельно зберегти інформацію про глибину кадру та про вектори руху об'єктів у кадрі. Ця інформація буде потрібна для того, щоб зробити імітацію глибини різкості у вигляді ефекту Depth of Field (DoF) (рис. 2.1, рис. 2.2) і надання ефекту руху що зробить зображення кінематографічним й реалістичним за допомогою Motion Blur (рис. 2.3, рис. 2.4).

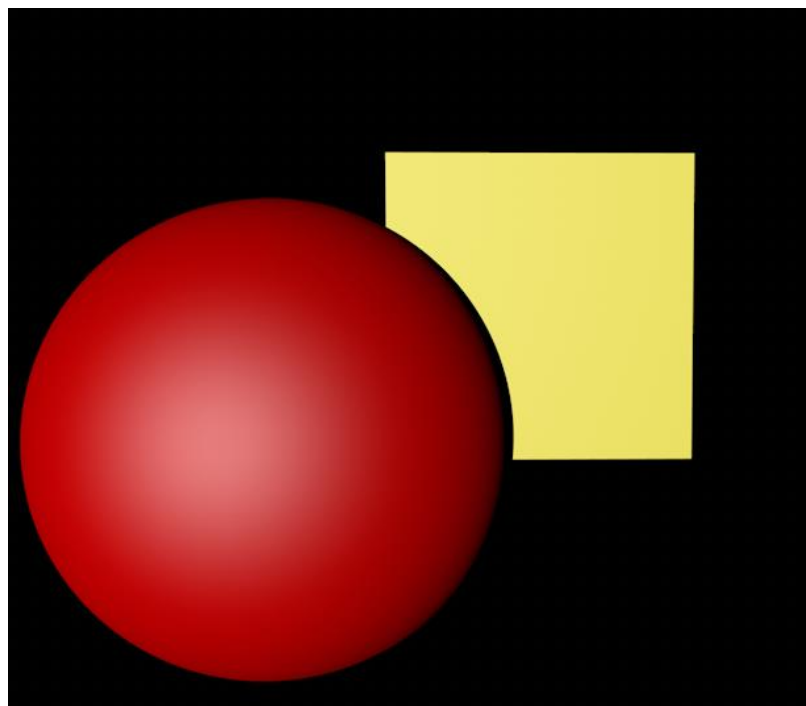


Рисунок 2.1 – Зображення без ефекту DoF

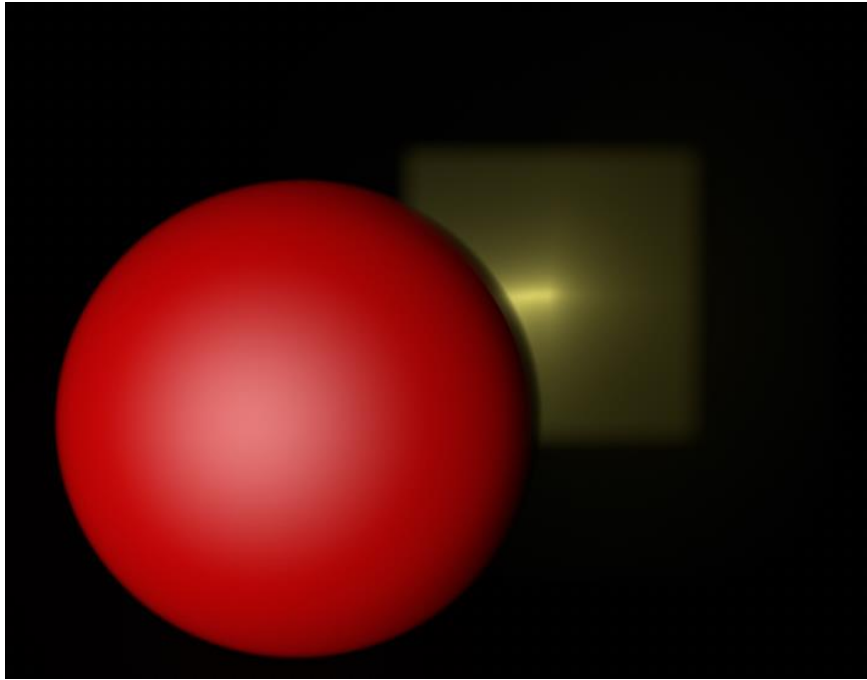


Рисунок 2.2 – Зображення з ефектом DoF

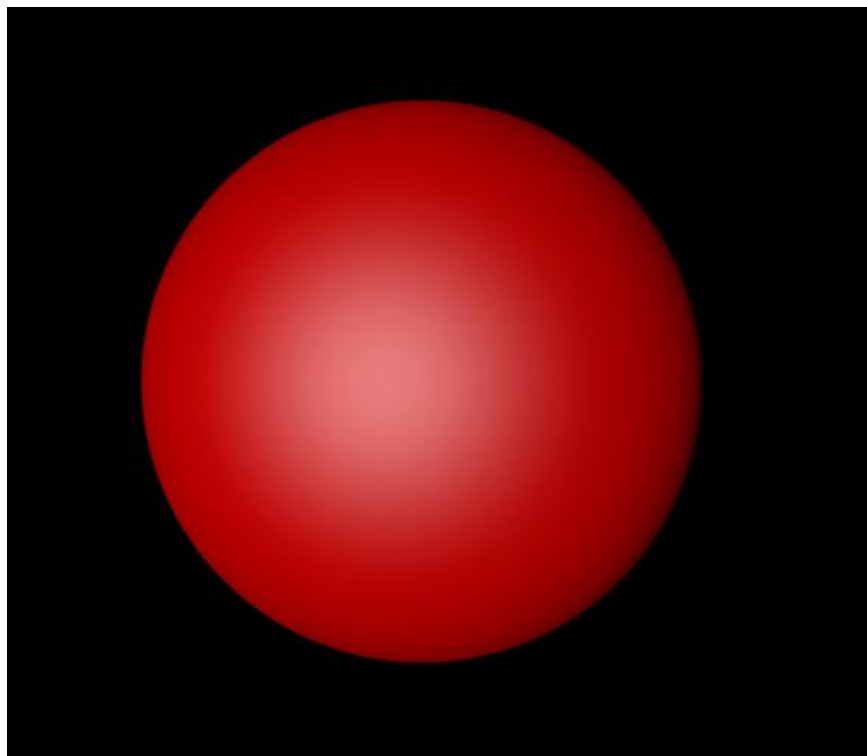


Рисунок 2.3 – Зображення без Motion Blur

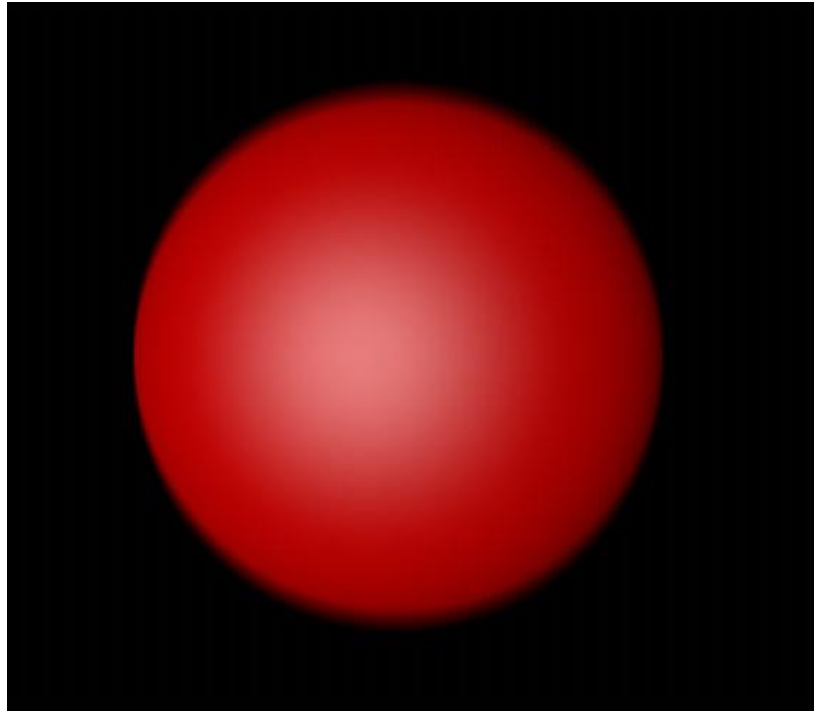


Рисунок 2.4 – Зображення з Motion blur

Для того, щоб зберегти інформацію про вектори рухів та позиціонування у кадрі використовується формат Open EXR. Файл з розширенням EXR є файлом растрового зображення OpenEXR. Це формат файлу зображень з відкритим вихідним кодом, з високим динамічним діапазоном, створений компанією візуальних ефектів Industrial Light & Magic.

Файли EXR використовуються різними програмами для редагування фотографій, візуальними ефектами і анімаційними програмами, оскільки вони можуть зберігати високоякісні зображення, складатися з стиснення без втрат або з втратами, підтримувати кілька шарів і підтримувати високий діапазон яскравості і колір.

Можливість підтримувати кілька шарів зображення дозволяє зберегти у одному файлі інформацію про зображення у RGBA – популярний кольоровий простір, який складається з червоного (Red), зеленого (Green), синього (Blue) та альфа (Alpha) каналів (канал прозорості), про позиціонування об'єктів і

вектори руху рухомих об'єктів, що в свою чергу надає змогу зробити гнучке налаштування DoF та Motion Blur на стадії пост-обробки матеріалу.

### 2.3 Моделювання кавового зерна

Побудова сцени починається з головного об'єкта у футажі – 3D-моделі кавового зерна. Для цього необхідно побудувати модель зерна у відповідності з реальними кавовими зернами, для чого потрібно зібрати референси (рис. 2.5, рис. 2.6) у вигляді фотографій реального об'єкту, що моделюється.



Рисунок 2.5 – Кавове зерно у вигляді згори

Для створення моделі зерна за основу можна взяти примітив у вигляді сфери (рис. 2.7), з яким будуть проводитися наступні операції з моделювання.



Рисунок 2.6 – Кавові зерна з різних ракурсів

Моделювання кавового зерна можна продовжити шляхом переводу примітива у полігональний вигляд та відсікти половину сфери за допомогою відкриття багато віконного режиму Viewport (рис. 2.8) у вікні з поглядом зліва або справа. Після відсічення зайвої частини сфери потрібно закрити утворену полігональну дірку та об'єднати краї мешу об'єкта (рис. 2.9). Це можна зробити за допомогою інструмента Close polygon hole (рис. 2.10, рис. 2.11).

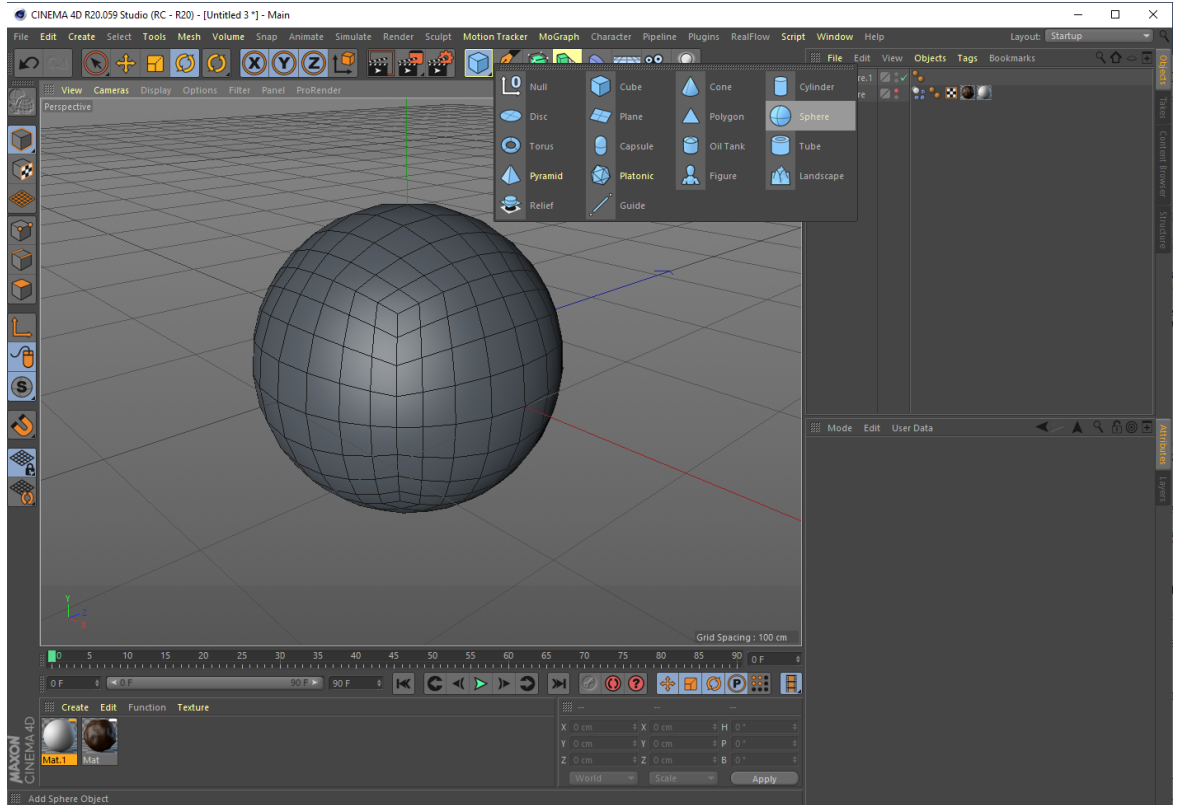


Рисунок 2.7 – Створення сфери у Сінема 4D

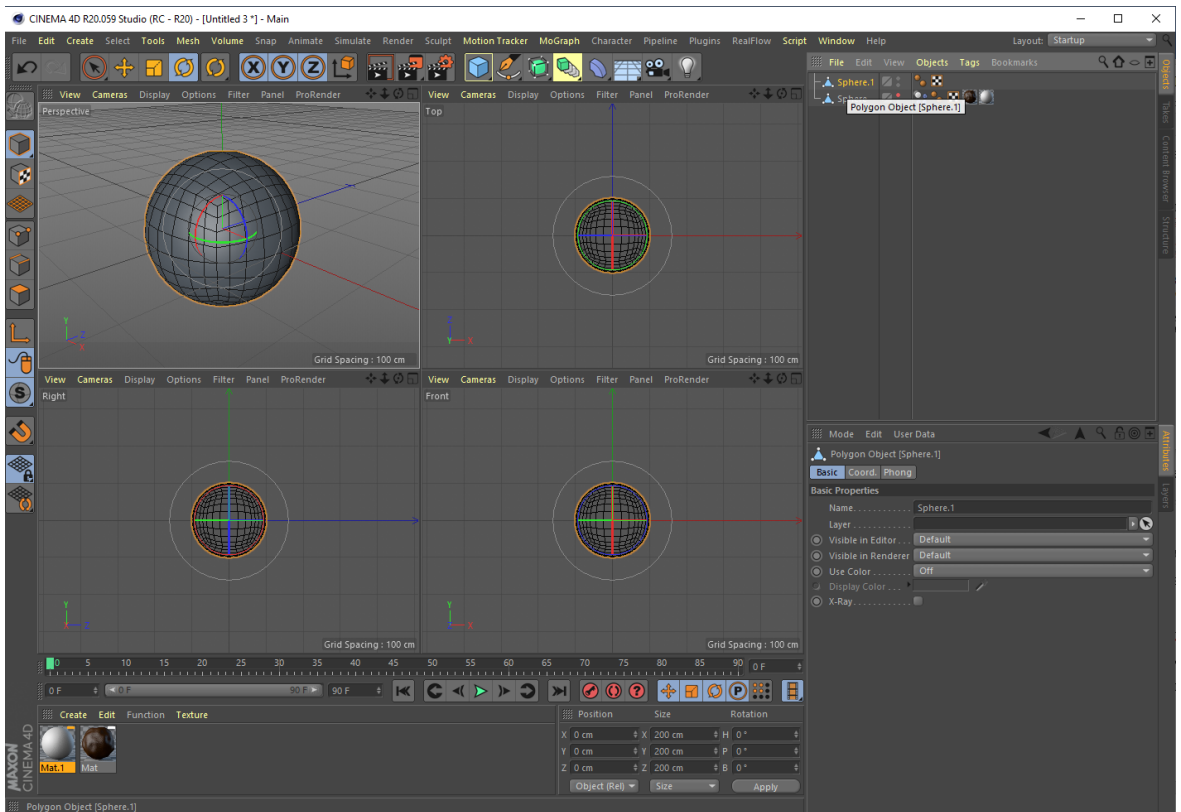


Рисунок 2.8 – Багатовіконний режим Viewport

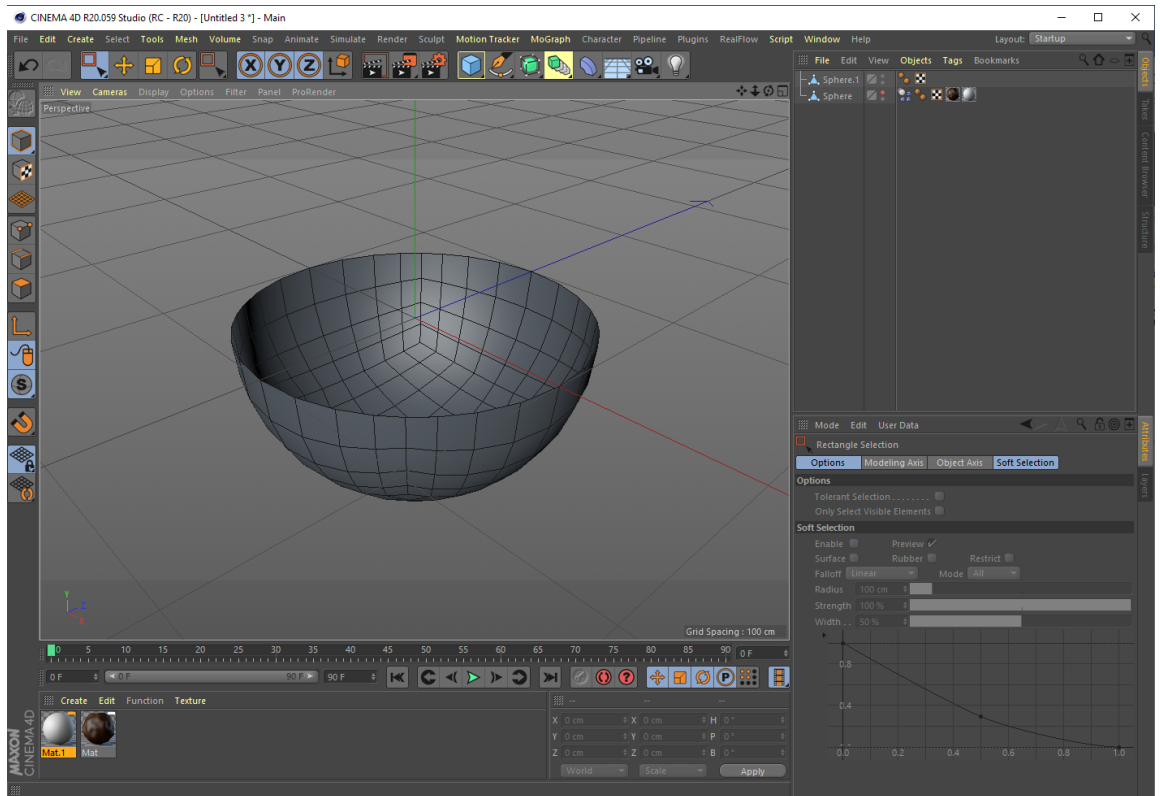


Рисунок 2.9 – Меш зерна з утвореною діркою

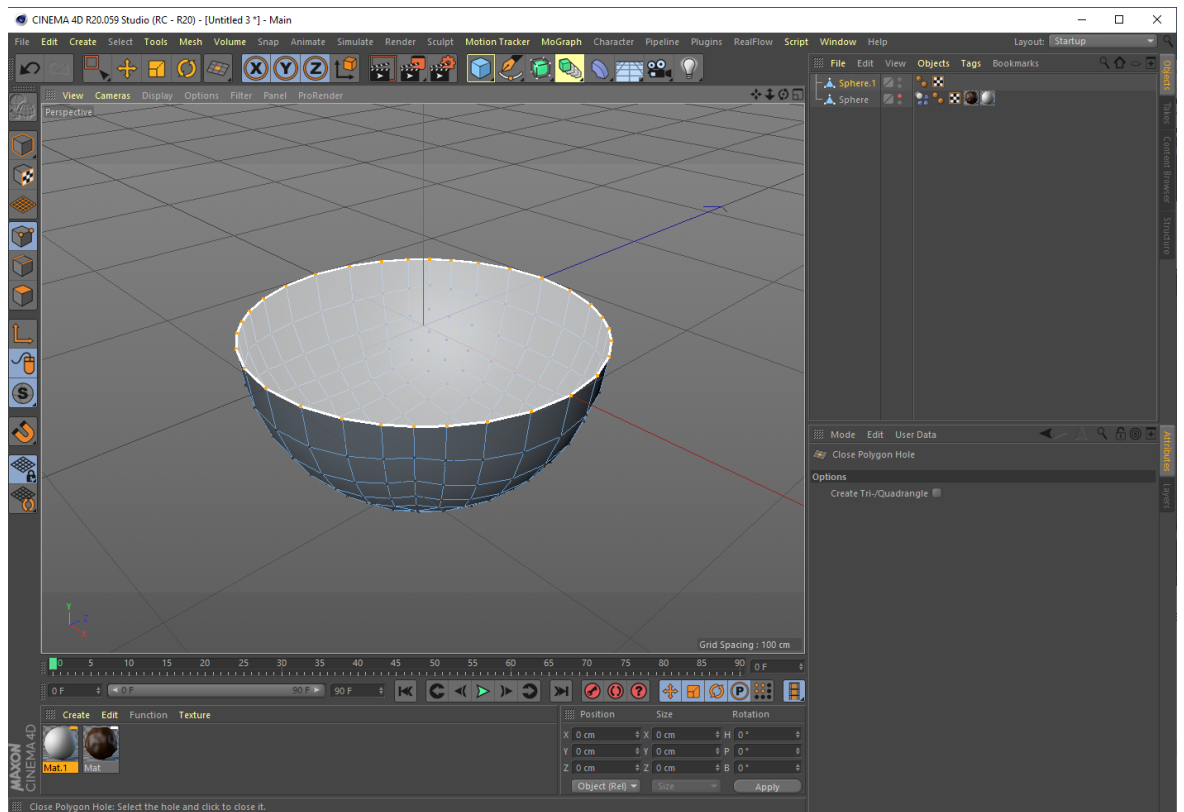


Рисунок 2.10 – Робота інструмента Close polygon hole

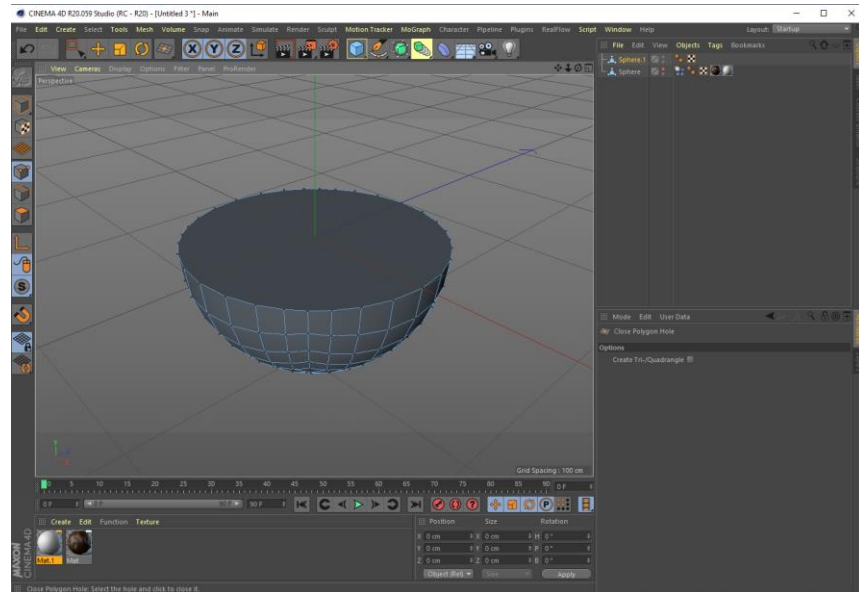


Рисунок 2.11 – Закрита полігональна дірка

Далі потрібно повторити полігональну сітку по поверхні нового єдиного полігона, для того, щоб у майбутньому не було проблем з текстурами об'єкту. Для цього використовується інструмент Line Cut (лінійний надріз). Використовуючи цей інструмент, полігон має бути поділений на чотирикутники схожі за розміром на інші чотирикутні полігони моделі (рис. 2.12).

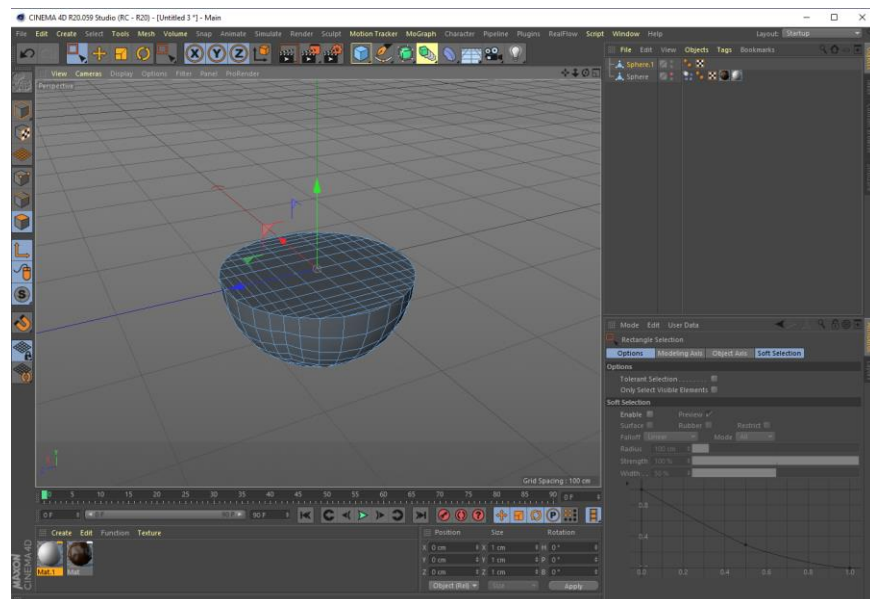


Рисунок 2.12 – Порізаний на чотирикутники полігон

Після цієї процедури весь об'єкт необхідно витягнути вздовж однієї з осей координат для того, щоб форма стала більш схожа на зерно (рис. 2.13).

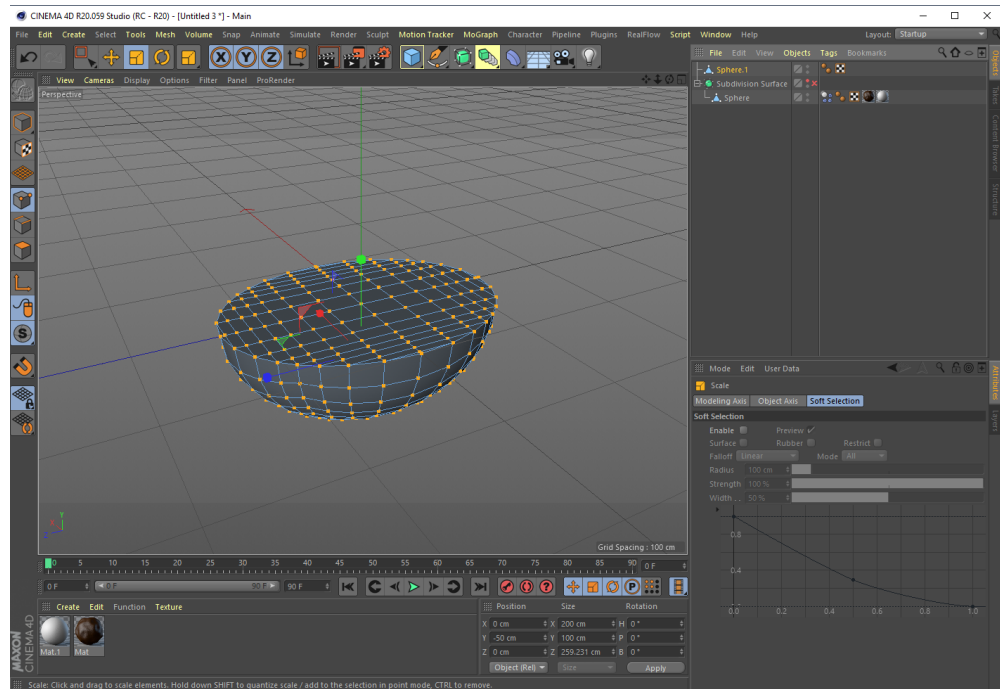


Рисунок 2.13 – Видовжена напівсфера

Для того, щоб бути схожою на зерно, витягнутій напівсфері недостає канавки уздовж видовженої осі. Для того щоб реалізувати канавку необхідно збільшити кількість полігонів на місці канавки і потім змістити їх донизу. Для цієї задачі використовується інструмент Loop Cut (розріз по колу). Цей режим ріже полігони по кільцю навколо моделі. Після того, як з'являється більша кількість полігонів, це місце можна продавити шляхом переміщення окремих полігонів (рис. 2.14).

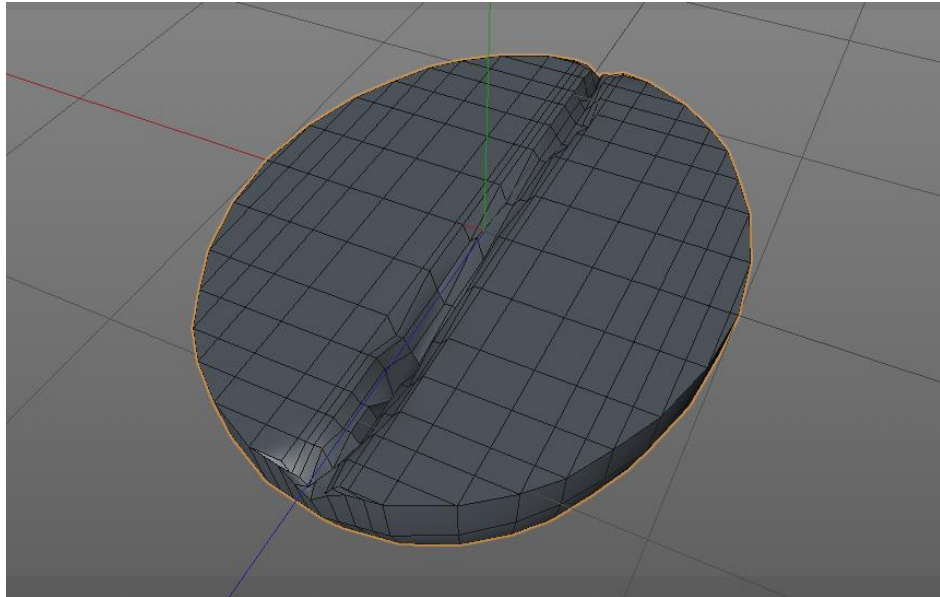


Рисунок 2.14 – Модель зерна з утвореною канавкою

Для того, щоб модель остаточно була схожа на кавове зерно залишилось зробити її поверхню більш детальною за допомогою інструмента Subdivision Surface.

Після використання Subdivision Surface (рис. 2.15) модель стала з вищою щільністю полігонів та більш гладкою, що створює більш реалістичний вигляд.

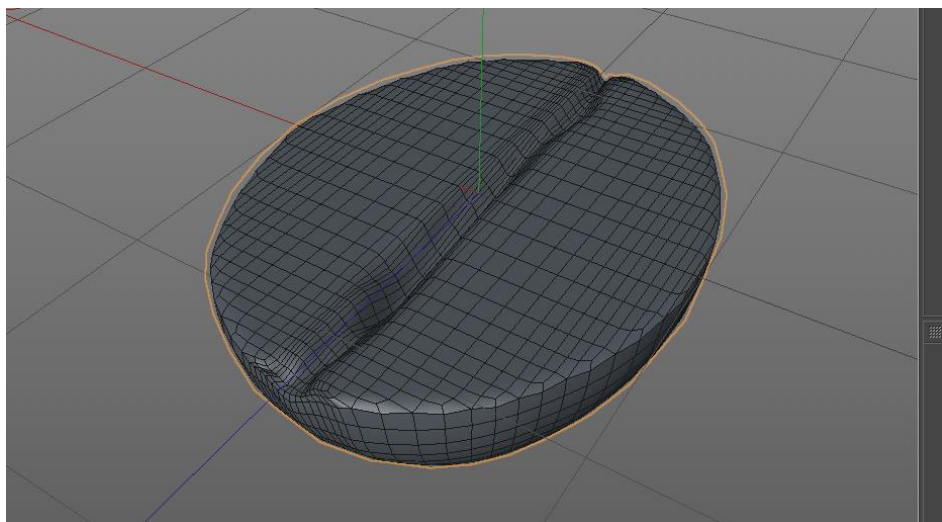


Рисунок 2.15 – Зерно після використання Subdivision Surface

Для завершення роботи з моделлю залишається створити матеріал, схожий на реальну поверхню кавових зерен. З розрахунком на те, що зерен у кадрі буде багато і вони будуть у русі, можна знехтувати детальністю матеріалу для того, щоб зекономити ресурси та час на етапі рендерингу. Для цього використовується Material Editor (Редактор матеріалів), який дозволяє редагувати властивості матеріалів, використовуваних у вашій сцені. Властивості редактора матеріалів та що вони контролюють:

- Color: Колір поверхні;
- Diffusion: Дифузійні нерівності в кольорі поверхні (працює шляхом освітлення та затемнення кольорового каналу);
- Luminance: Яскравість;
- Transparency: Прозорість (включаючи показник заломлення променів);
- Reflectance: здатність відбивати інші об'єкти, віддзеркалення;
- Environment: Навколишнє середовище (імітує відображення);
- Fog: Ефект туману;
- Bump: нанесення віртуальних нерівностей на поверхню;
- Normal: карта нормалів, що створює ілюзію віртуальної поверхні, яка реалістично освітлена;
- Alpha: прозорість матеріалу;
- Glow: світиться гало навколо предмета;
- Displacement: реалістичні нерівності на поверхні;
- Illumination: Глобальне освітлення, каустика, модель освітлення.

З усіх наведених параметрів для реалістичного зображення достатньо буде трьох: color, bump та displacement. В параметрі color обирається потрібний колір – коричневий. У параметрах bump та displacement налаштовується сила впливу параметрів на матеріал об'єкту, області впливу за допомогою використання шейдеру у вигляді згенерованого патерну

шуму(noise) (рис. 2.16), що створить імітацію шорсткої, неідеальної поверхні кавового зерна (рис. 2.17).

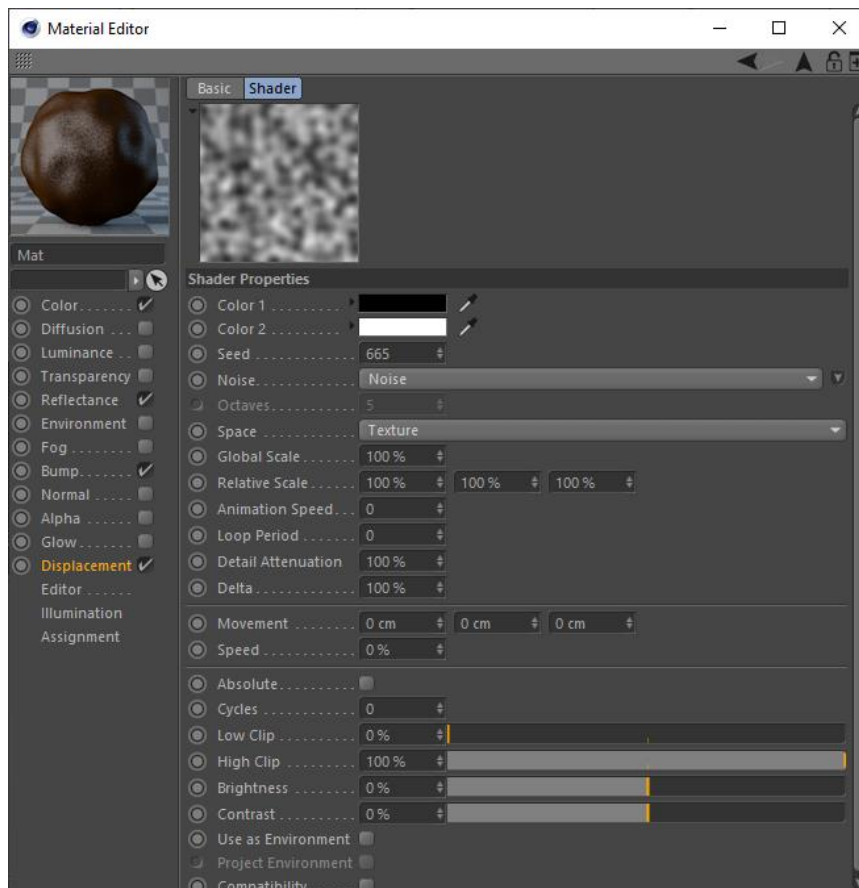


Рисунок 2.16 – Вікно редактору матеріалів з налаштуванням шейдера noise.



Рисунок 2.17 – Пререндер кавового зерна із застосованим матеріалом

## 2.4 Побудова сцени

Після створення моделі зерна потрібно налаштувати сцену, в якій буде відбуватися симуляція падіння зерен перед камерою. Для того, щоб зробити імітацію падаючих зерен потрібно використати систему частинок (particle system), в ролі яких буде клоноване кавове зерно.

Системи частинок дозволяють створити море з акулами, міжгалактичний флот з сотнями зорельотів або просто дим від вогню. Система частинок Cinema 4D зробить все це і багато іншого дуже простим і інтуїтивно зрозумілим способом.

В основі системи частинок Cinema 4D лежить емітер, який викидає потік частинок. Ці частинки і їх форми можуть бути змінені за допомогою різних параметрів, модифікаторів і елементів управління для створення, серед іншого, обертання, відхилення і уповільнення частинок.

Для того, щоб зробити місце, з якого будуть з'являться частинки потрібно використати Particle Emitter. Щоб зробити зерна частинками, які будуть з'являться з емітера, необхідно зробити зерно дочірнім об'єктом до емітера (рис. 2.18).

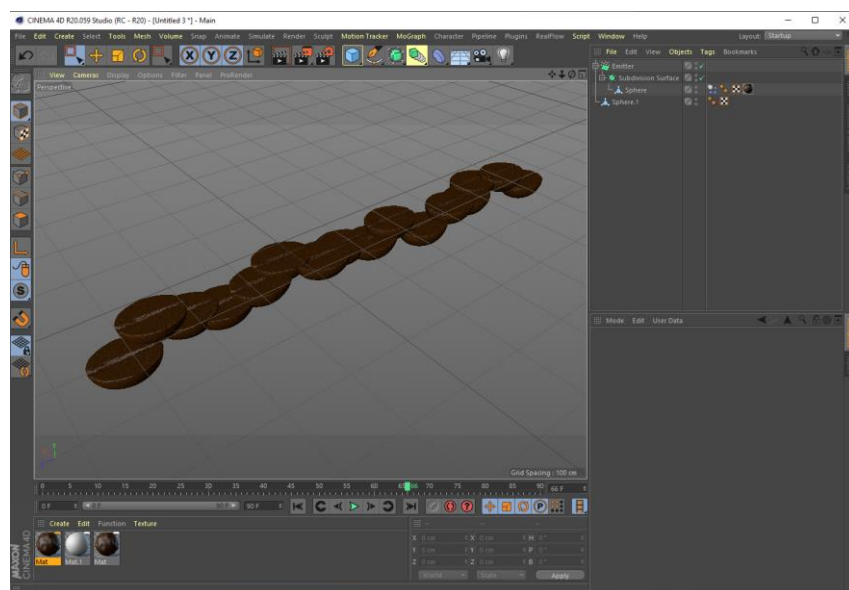


Рисунок 2.18 – Потік частинок у вигляді кавових зерен з емітера

Для створення анімації руху об'єктів використовується симуляція динаміки Dynamics. Пояснення різниці між анімацією по ключовим кадрам і симуляцією динаміки на прикладі: для анімації по ключовим кадрам аніматор повинен спланувати, де відбудеться зіткнення, наприклад, зіткнення двох більярдних куль. Аніматор повинен анімувати кожен кулю окремо, тобто задавати ключові кадри. Щоб анімація виглядала реалістично, аніматору, швидше за все, знадобиться реальне джерело (відео) в якості посилання. Потім анімація буде змодельована з максимальною точністю на основі цієї еталонної анімації з використанням доріжок положення і обертання на часовій шкалі. Це складний і трудомісткий процес. Однак аніматор повністю контролює рух більярдних куль.

Перевага використання Dynamics полягає в тому, що зіткнення між більярдними кулями не можна вигадати або заздалегідь планувати. Більярдним кулям просто задається початкова швидкість, і це дозволяє фізиці зробити свою роботу. Звучить просто, але частково втрачається контроль над рухом динамічної симуляції, тобто не завжди можете бути передбачуваний результат.

Симуляція динаміки в Cinema 4D позбавляє від зайвої роботи, автоматично обчислюючи рух об'єктів з використанням реалістичних фізичних властивостей, таких як маса і швидкість. На ці об'єкти можуть впливати силові поля (наприклад, модифікатори (частинки)), пружини, двигуни, зіткнення і з'єднувачі.

Cinema 4D моделює реальні процеси руху, що відбуваються в природі, на основі сил і маси.

Dynamics розроблений в першу чергу для створення складних інтерактивних рухів, таких як наповнення судів, обвалення стін, більярдні кулі та інші об'єкти, на які впливає Dynamics, можуть бути органічними, тобто не повинні бути твердими. Також можна створювати м'які, пружні

об'єкти, такі як гумові м'ячі, батути, безліч різнокольорових прапорців, тощо. (Вони називаються «м'якими тілами», Soft Body).

Dynamics в Сінема 4D заснований на простій бібліотеці з відкритим вихідним кодом під назвою «Bullet». Працювати з Dynamics тепер набагато простіше, до кавового зерна просто потрібно призначити тег Rigid Body, після чого з'являється симуляція зіткнень між зернами.

Для зіткнення зерен емітер дублюється, після чого сторони з яких відбувається створення часток з певною швидкістю направляються у певне місце у просторі, де буде розташована конусоподібна труба, змодельоване за вище згаданими принципами з примітиву «труба» (рис. 2.19), яке буде ловити зерна та дозволить направити падіння зерен в потрібному напрямку.

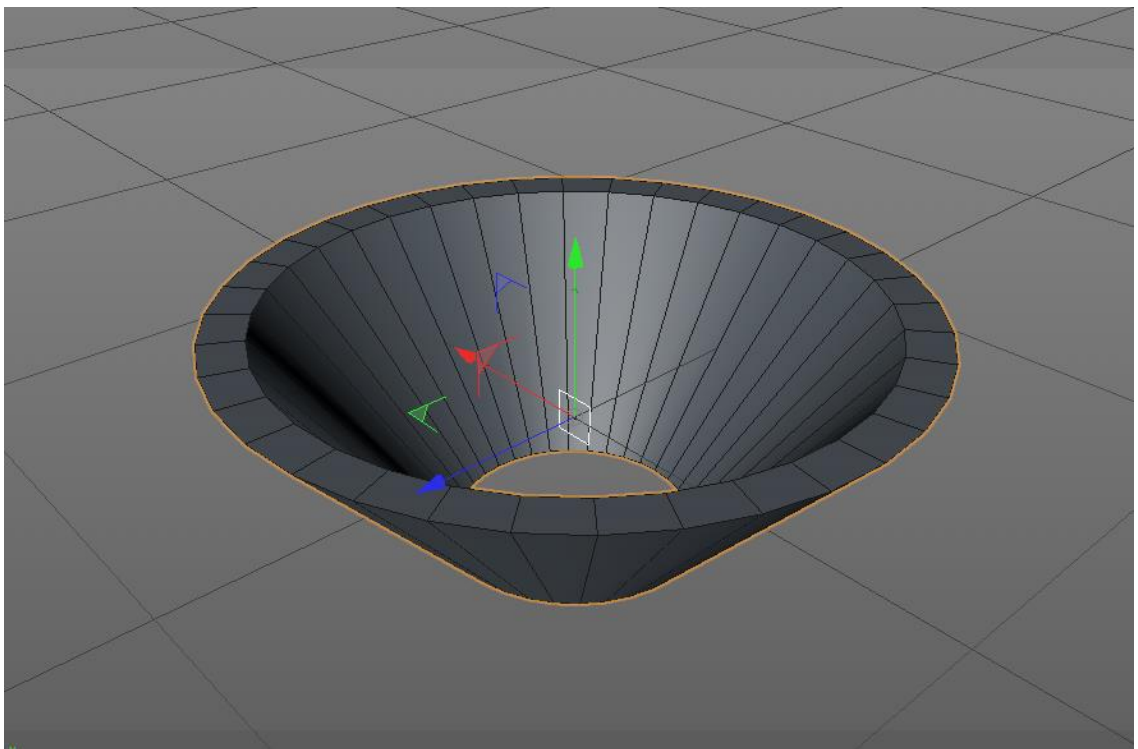


Рисунок 2.19 – Конусоподібна труба

Для труби можна використовувати стандартний матеріал і не змінювати його, адже на виконання своїх функцій це не буде впливати, а сам об'єкт буде знаходитися поза кадром, через що його не буде видно глядачу.

Камери – один з найважливіших елементів будь-якого 3D-додатку. Камери визначають, як сцена буде відображатися в просторі. Камери мають свою систему координат, як і об'єкти. Напрямок огляду визначається віссю Z.

Лінія проходить від вихідної точки камери назовні і має на кінці ручку (рис. 2.20). Це також точка, в якій знаходиться фокусна відстань фізичної камери (всі об'єкти, що лежать на цій площині, будуть відображатися в фокусі). Цю точку можна перетягнути в напрямку Z. Якщо одночасно натиснути клавішу Shift, камеру можна буде повернути навколо своєї вихідної точки.

На фокальній площині розташовані 4 ручки. За допомогою цих ручок можна змінювати фокусну відстань (і відповідні поля огляду).

Якщо потрібно візуалізувати прохід з глибиною різкості (DOF Map Front Blur або DOF Map Rear Blur повинні бути включені на вкладці Details), будуть відображатися обидві точки, відмічені на зображенні вище, які потім також можна змінити в інтерактивному режимі.

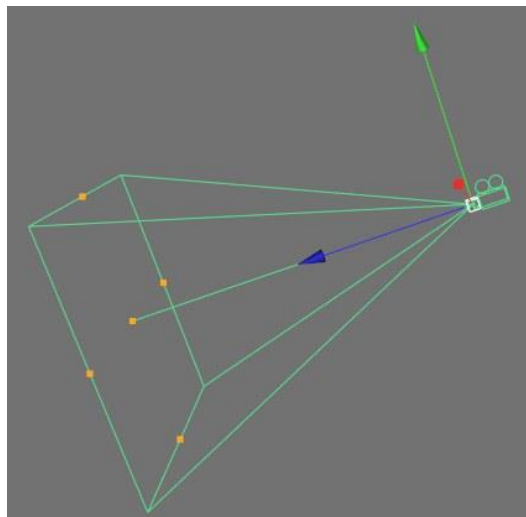


Рисунок 2.20 – Камера та інструменти управління

Камера працює наступним чином: світло потрапляє в камеру через установку об'єктива (яка розташована в об'єктиві камери). Основне завдання лінз – фокусувати падаючий світло на плівці / датчику. У більшості випадків

одну з лінз можна відрегулювати по горизонталі, щоб відрегулювати фокусна відстань (масштабування).

В об'єктив вбудована діафрагма. Ця діафрагма контролює кількість падаючого світла (не впливає на поле зору) і контролює глибину різкості, а також ефект боке (і те, і інше тільки з фізичною камерою). Діафрагма завжди відкрита, на відміну від наступного компонента—заслінки.

У фотографії затвор відкривається на короткий певний проміжок часу. Цей часовий інтервал в першу чергу контролює ступінь розмиття при русі (тільки для фізичної камери), але також кількість падаючого світла, яке може пройти.

Світло проходить через відкритий затвор на плівку або датчик CMOS (цифрові камери), де він створює зображення об'єктів, на які спрямована камера. Ця установка камери відтворюється в Сінема 4D для створення двовимірного піксельного зображення вмісту тривимірної сцени.

Для завершення сцени залишилось налаштувати освітлення та створити камеру (рис. 2.21, рис. 2.22), з перспективи якої буде відбуватися візуалізація сцени.

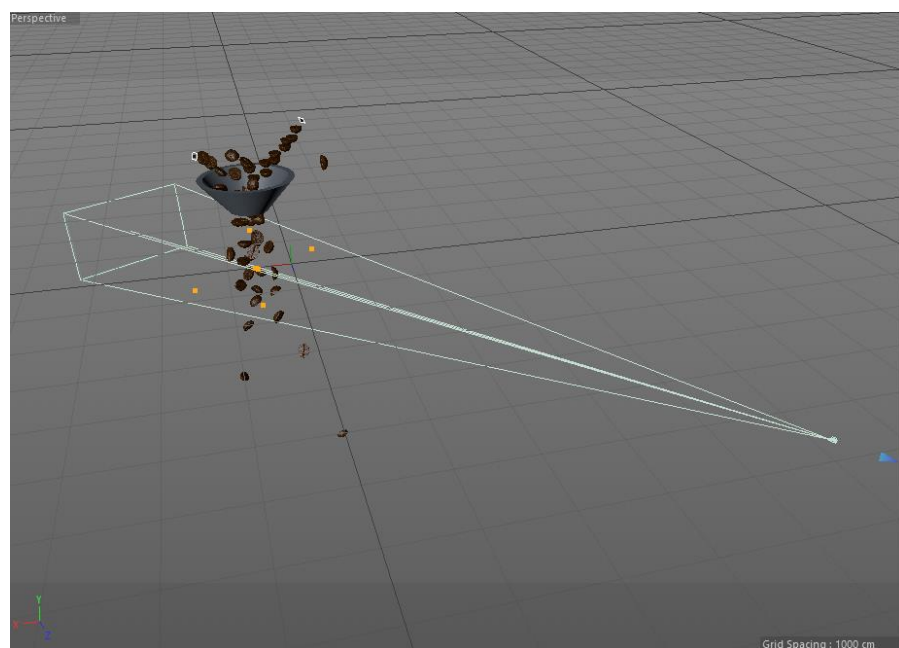


Рисунок 2.21 – Встановлена камера, яка направлена на падаючі зерна

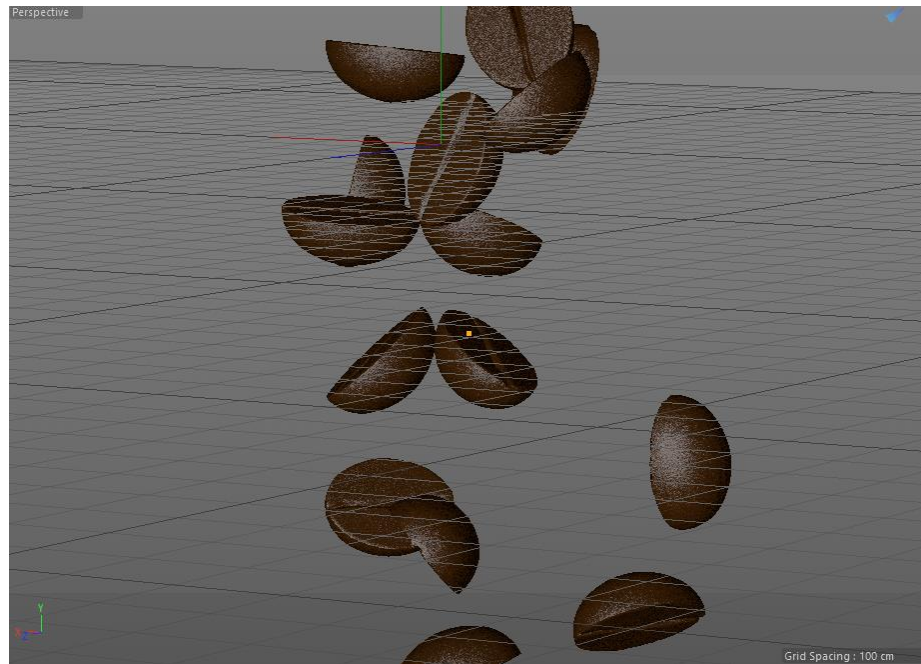


Рисунок 2.22 – Зображення з ракурсу камери

Останнім кроком в створенні тривимірної сцени є встановлення освітлення, яке зробить картинку більш реалістичною та підкреслить форми кавових зерен. Для цієї цілі буде використано два джерела освітлення, одне з яких буде давати легке заповнення кадру світлом, а друге створить ефект Rim light (рис. 2.23). Rim light – це техніка освітлення, при якій об’єкт зображення підсвічується ззаду, а зображення експонується, щоб приховати деталі об’єкта в тіні. Ця техніка отримала свою назву від того факту, що при такому освітленні об’єкта утворюється тонка лінія або «ободок» світла, який, здається, чіпляється за контур об’єкта. при використанні рамкової світла об’єкт знімається з фону на зображеннях, що візуалізуються переважно в тіні. У більш складних ситуаціях, використовуючи надзвичайно технічні налаштування освітлення, навколишній світ може бути застосований до однієї області добре освітленого зображення, наприклад, до волосся моделі, що знімається на темному фоні.

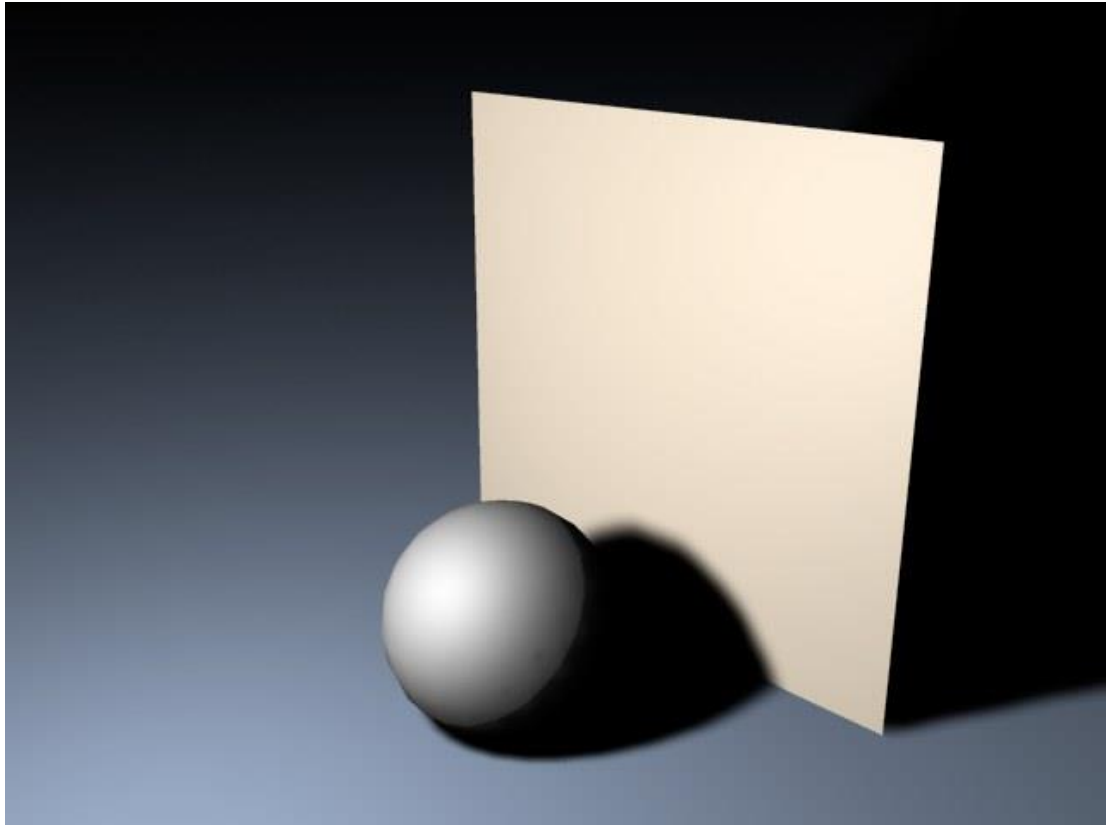


Рисунок 2.23 – Приклад роботи Area light

Для цих цілей буде використано джерело світла з типом освітлення Area light (рис. 2.24). Світлові промені від Area light розширюються з усіх точок на його поверхні у всіх напрямках.

Прямокутний екран комп'ютера – хороший приклад такого освітлення.

Результуючі ефекти освітлення і відображення дещо відрізняються від ефектів всеспрямованого світла; дзеркальні відблиски більш незграбні, а поверхневе висвітлення сильніше. Чим ближче джерело світла до об'єкта, тим наявнішим цей ефект стає.



Рисунок 2.24 – Створення ефекту Rim light

Після налаштування джерела світла для створення ефекту Rim Light залишається встановити заповнююче освітлення за допомогою джерела Area light (рис. 2.25).

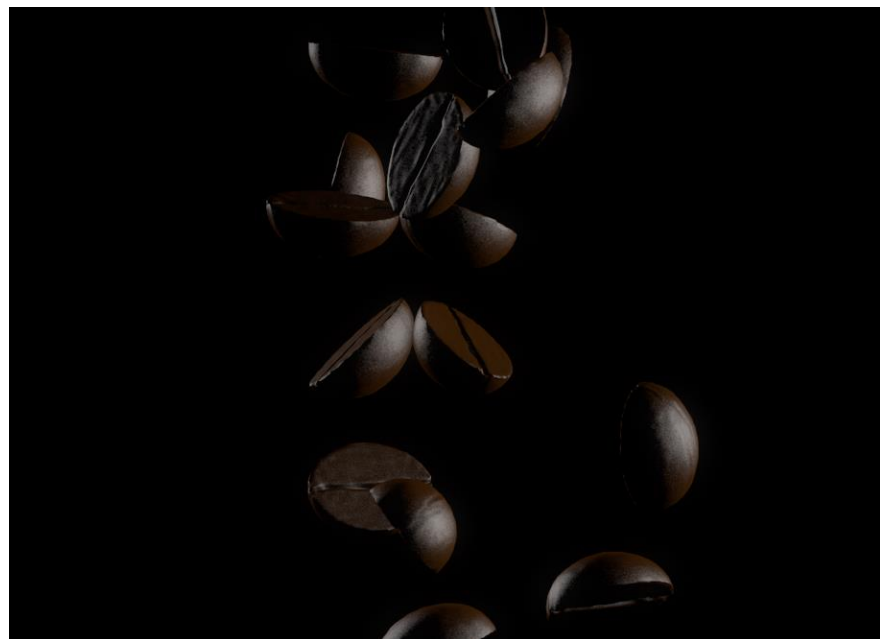


Рисунок 2.25 – Кавові зерна з встановленим освітленням

## 2.5 Візуалізація сцени

Після налаштування проєкту фінальним кроком до візуалізації стає налаштування процесу рендерингу. Для цього існує пункт меню **Render Settings**, що дозволяє виконати тонке налаштування відповідно до потреб. Крім свого основного рендера **Cinema 4D** може працювати і зі сторонніми рендерами, як вбудованими безпосередньо в саме середовище програми, так і за допомогою конекторів. Для цього проєкту знадобиться влаштований рендер, який має багато гнучких налаштувань. Параметри візуалізації життєво важливі для точного налаштування рендеринга. Ви можете відкрити налаштування рендеринга, вибравши значок у верхній частині вікна перегляду або натиснувши **Ctrl + B**. Першим пунктом буде налаштування виводу. Тут можна налаштувати такі параметри, як ширина і висота області, яка буде візуалізуватись. Також є можливість використовувати деякі з попередніх зображення, визначених у **CINEMA 4D**, є предустановки для дозволу друку, Інтернету, екрану і плівки. Тут можна налаштувати **CINEMA 4D** при проходженні відповідних фаз зображень або файл із фільмом анімації. В налаштуваннях виведення можна налаштувати початковий і кінцевий кадр, щоб була можливість почати рендеринг з кадру 1 і виконати рендеринг до останнього кадру анімації. Коли ці параметри встановлені, **CINEMA 4D** автоматично візуалізує послідовність зображень як анімацію, якщо є потреба продивитись хід анімації в меню перегляду зображень. Перейшовши в налаштування «Зберегти» є можливість змінити місце, куди буде зберігатись файли рендеринга анімації. Тут можна вибрати місце для збереження зображень на вашому комп'ютері, а також змінити формат файлу. В налаштуваннях рендеринга також включаються різні ефекти, такі як ефекти лінз, каустика, глибина різкості і т.д. Знайти ці ефекти можна, вибравши меню «Ефект» в настройках рендеринга. Після того, як обрано

необхідні ефекти, вони будуть додані в налаштування рендеринга, і після цього можна налаштувати параметри ефекту.

Для правильної візуалізації потрібно налаштувати рендеринг згідно потреб для подальшої роботи. Для цього необхідно:

- Output: розмір кадру має відповідати 1920 на 1080 пікселів, початок рендерингу з 1 до 200 кадру;
- Save: першим форматом збереження буде PNG з глибиною каналів 8-біт, другим форматом буде OpenEXR з глибиною 16-біт;
- Multi-Pass: до мультипасс необхідно додати Post Effects, Depth, Motion Vector. Post Effects у окремий шар документа відобразить ефекти (рис. 2.26), Depth глибину кадру з інформацією про об'єкти які будуть у фокусі (рис. 2.27), Motion Vector інформацію про швидкість руху об'єктів у кадрі (рис. 2.28);
- Ambient Occlusion: активно, налаштування за замовчуванням;
- Position Pass: активно, налаштування за замовчуванням;
- Glow: активно, налаштування за замовчуванням;
- Object Glow: активно;
- Інші параметри залишаються за замовчуванням.

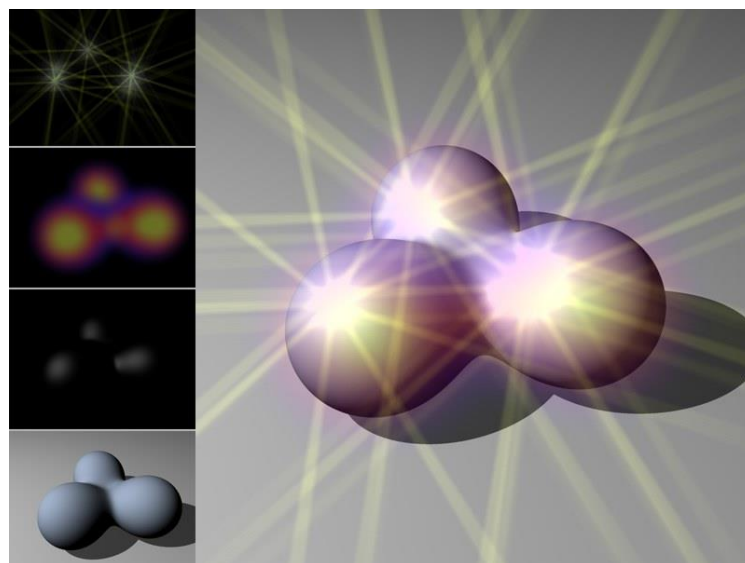


Рисунок 2.26 – Демонстрація Post Effects

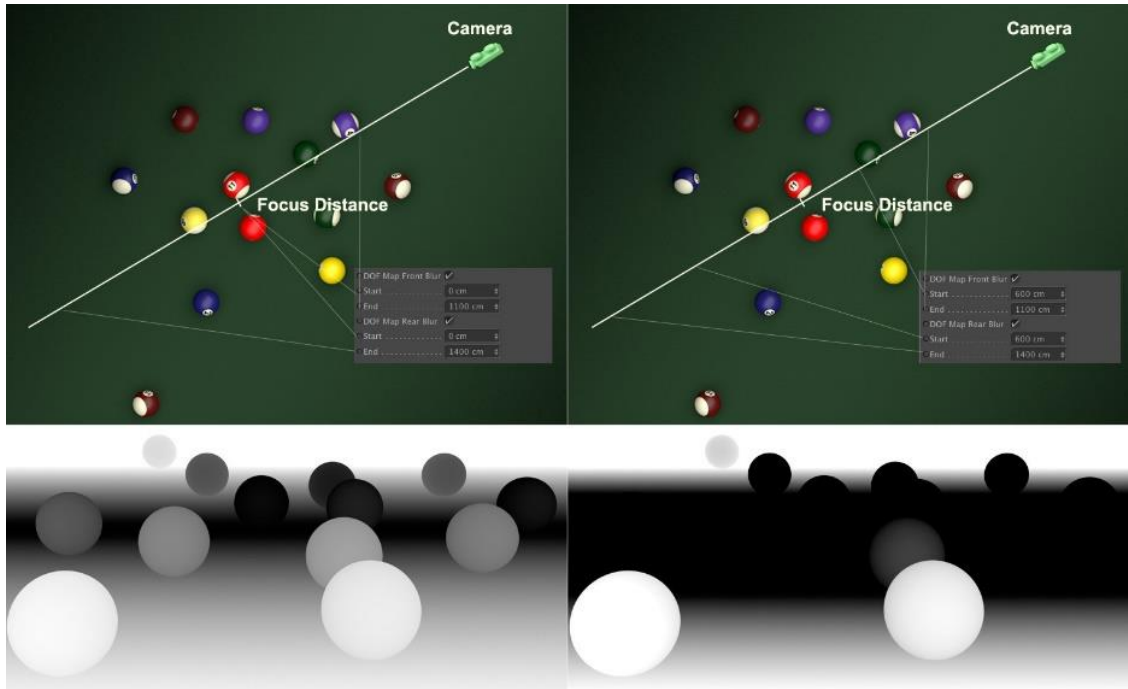


Рисунок 2.27 – Демонстрація Depth

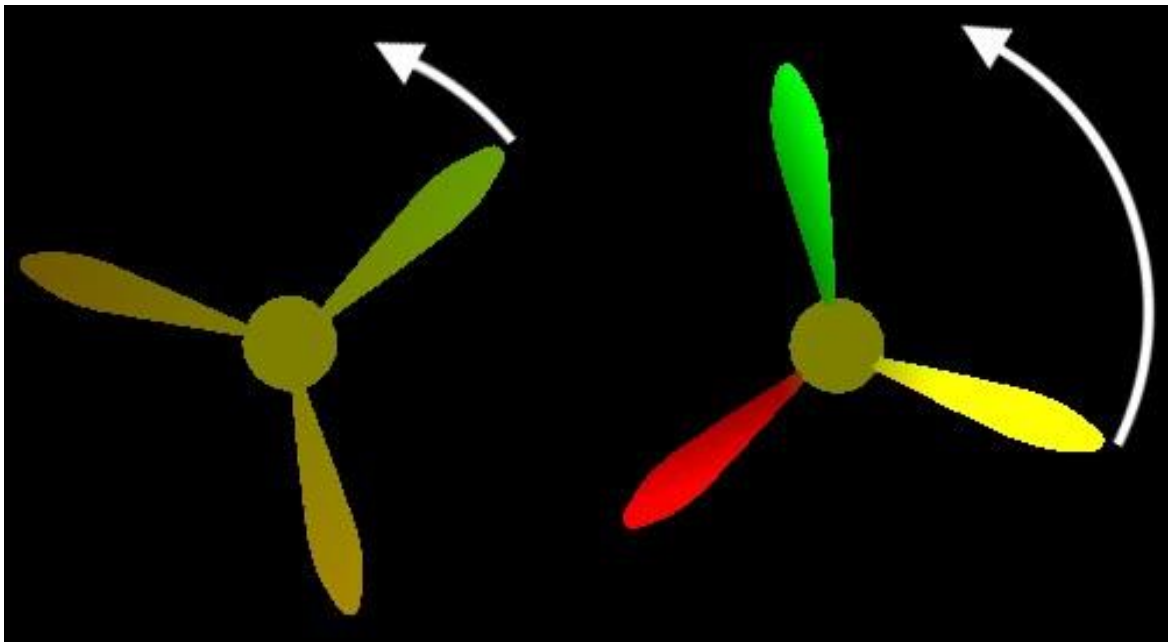


Рисунок 2.28 – Зліва: пропеллер, що повільно обертається. Справа: пропелер, що швидко обертається

Після налаштувань можна приступати до процесу візуалізації, для чого необхідно у верхній частині вікна обрати Render to Picture Viewer або натиснути комбінацію клавіш Shift+R (рис. 2.29).

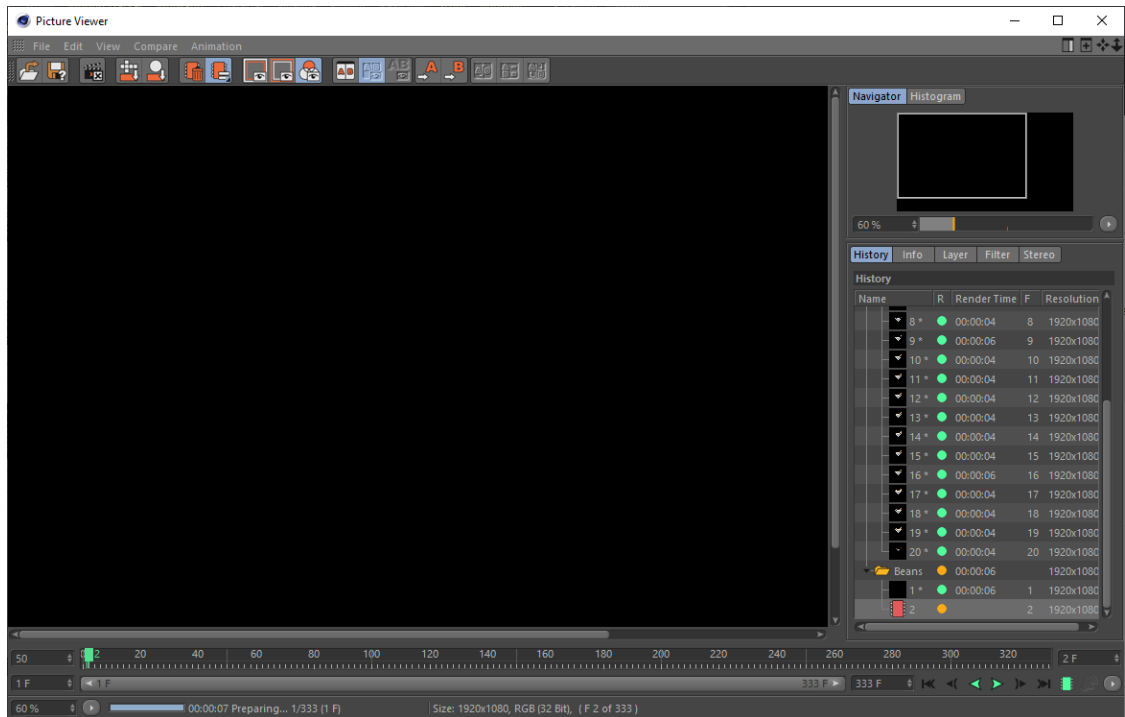


Рисунок 2.29 – Візуалізація у Picture Viewer

Після завершення візуалізації буде отримано дві папки файлів, у першій з яких буде основне зображення у форматі PNG з підтримкою прозорості, а у другій у форматі OpenEXR з шарами з інформацією про ефекти.

## 2.6 Створення проєкту After Effects та компоновання двовимірної та тривимірної частин

Для початку роботи необхідно зробити композицію з необхідними параметрами, які будуть у готового продукту. Для цього обирається роздільна здатність 1920 на 1080 пікселів, 30 кадрів в секунду та довжина 15 секунд + 1 кадр (рис. 2.30). Після створення композиції необхідно імпортувати зображення візуалізації кавових бобів у вигляді послідовності зображень.

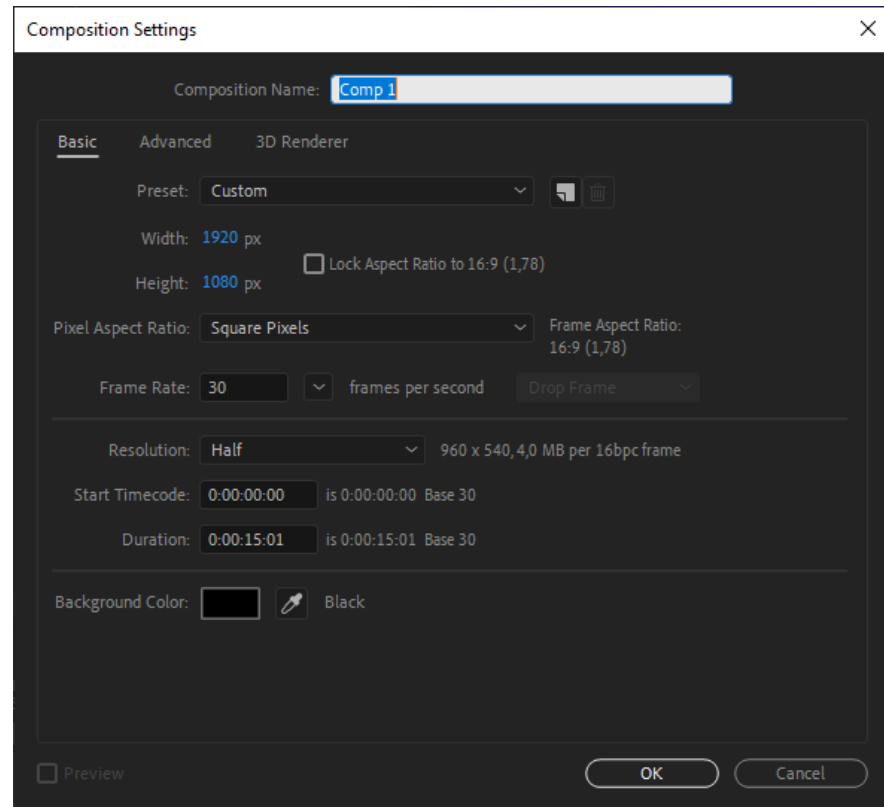


Рисунок 2.30 – Вікно створення та налаштування композиції.

Для цього у вікні з файлами проєкту необхідно викликати контекстне меню та обрати пункт **Import – Multiple Files**, після чого у провіднику системи необхідно обрати найперший файл з послідовності і поставити галочку на чекбоксі \*назва формату\* **Sequence** (рис. 2.31). Після імпорту необхідних файлів можна починати роботу над налаштуванням футажу з зернами. Для цього необхідно створити композицію із сиквенцій зображень. Після цього відкриється утворена з імпортованої послідовності зображень, яку вже можна продивитись як повноцінну анімацію натиснувши кнопку відтворення, або натиснувши клавішу пробіл.

Продовжуючи роботу, необхідно на шар з послідовністю застосувати плагін з панелі **Effects ExTractor** виробництва **Fnord software**. Цей плагін дозволяє витягувати всі додаткові канали з файлу **EXR** (32-бітний) і дозволяють перепризначувати їх, щоб було можливо накладати та використовувати їх із шарами **AE**.

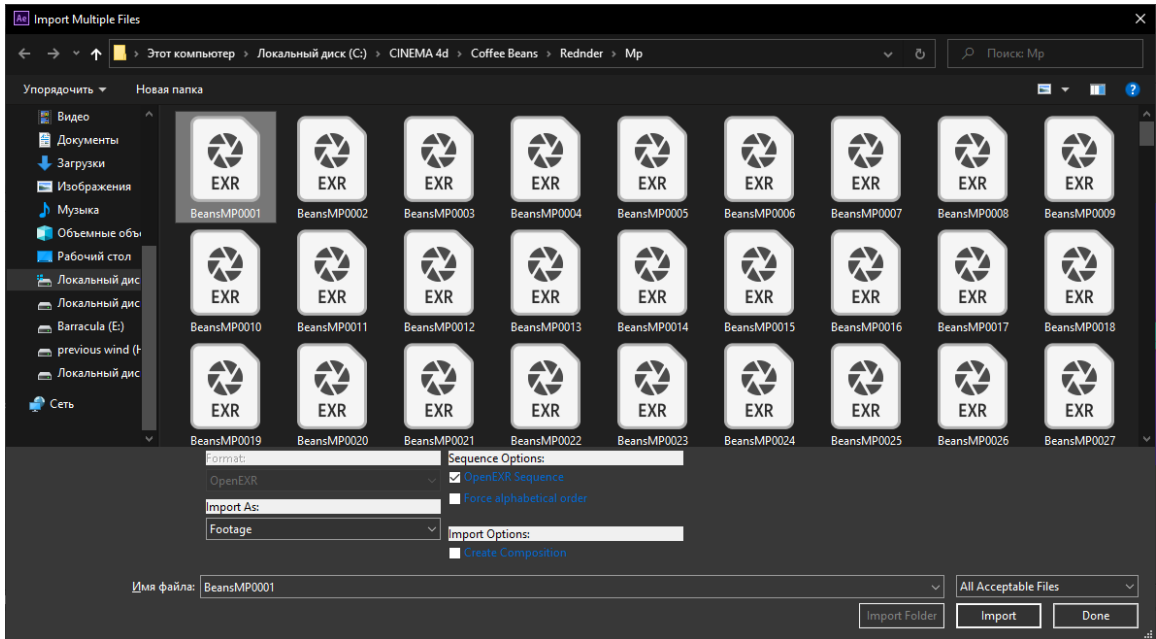


Рисунок 2.31 – Імпорт послідовності EXR

Першим шаром буде основна картинка, для цього у ExTractor необхідно обрати звичайні кольорові канали RGB та додати до нього канал Alpha (рис. 2.32). Параметр White Point необхідно встановити значення 0,50, що в результаті дає змогу бачити візуалізацію проекту (рис. 2.33).

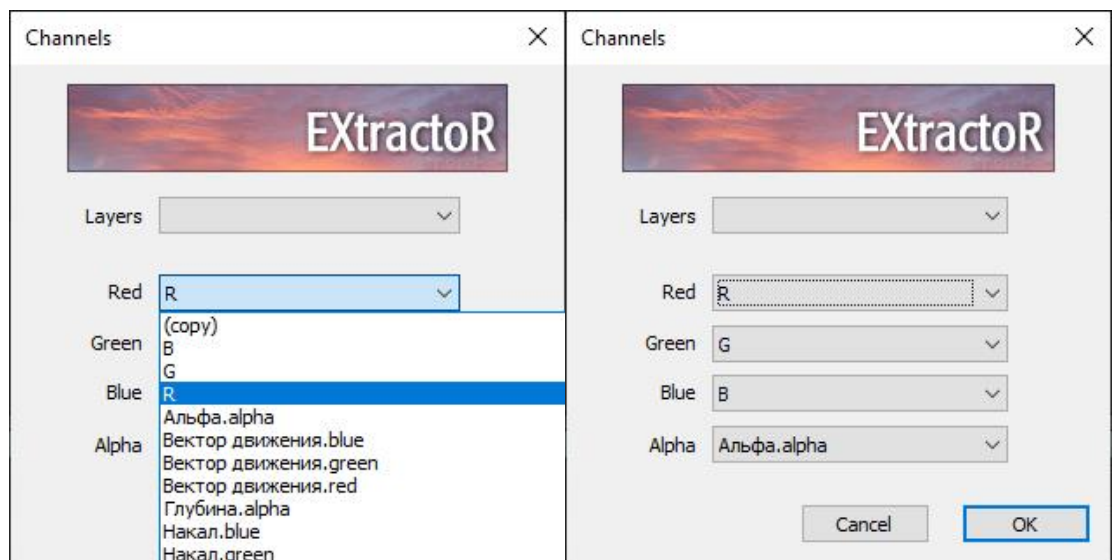


Рисунок 2.32 – Вікно EXtractor

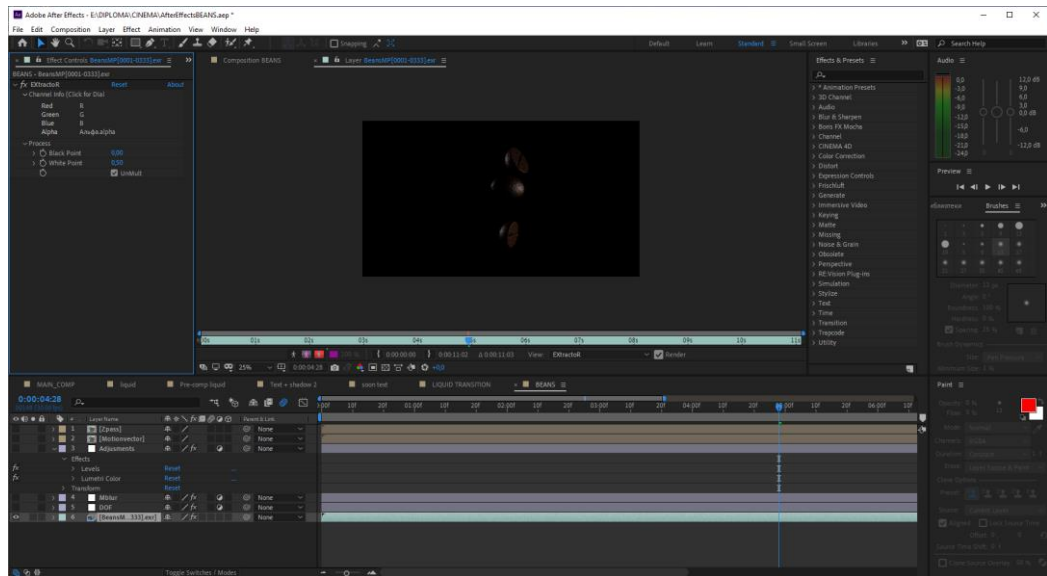


Рисунок 2.33 – Вікно Adobe After Effects з кавовими бобами та ефектом-плагіном Extractor

Після того, як було отримано вихідне зображення, з ним можна працювати та налаштовувати додаткові ефекти.

Додаткові плагіни FL Depth of Field (FL DoF) та ReelSmart Motion Blur (RSMB) можуть генерувати свої ефекти за допомогою штучного інтелекту [23], а також можуть працювати з наданою їм інформацію у вигляді зображення та кольорів, які несуть в собі необхідні дані [24]. Для цього буде створено дві композиції – Zpass та Motion Vectors. Ці композиції будуть містити у собі інформацію про предмети, що знаходяться в фокусі та про швидкість руху конкретних об'єктів відповідно, а плагіни будуть аналізувати їх [25]. Обидві композиції слід зробити на основі OpenEXR послідовності та накласти плагін Extractor до них. Для Zpass необхідно обрати канали з інформацією про позицію камери, а для Motion vectors з інформацією про рух об'єктів (рис. 2.34). Додатково до екстрактору потрібно додати ефект Luma Key, що дозволить прибрати зайву інформацію з зображення і приведе картинку до максимально інформативного вигляду (рис. 2.35). Створені композиції необхідно додати до композиції з візуалізацією зерен та вимкнути відображення натиснувши на кнопку з

іконкою ока на лінії часу, адже від цих шарів необхідне лише присутність інформації без її безпосереднього відображення.

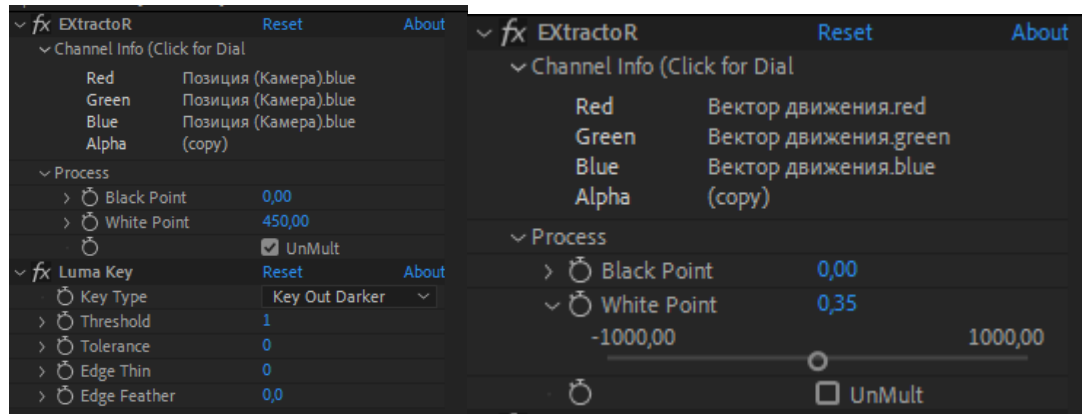


Рисунок 2.34 – Налаштування екстрактору відповідно до ефектів



Рисунок 2.35 – Приклад гарної картинки для коректної роботи плагіну FL DoF

Першим кроком буде налаштування ефекту DoF: для цього необхідно додати поверх шару з послідовністю Adjustment Layer – коригувальний шар.

У Adobe After Effects можна використовувати коригувальний шар, щоб застосувати один і той же ефект до кількох кліпів на часовій шкалі. Ефекти,

що застосовуються до коригуючого шару, впливають на всі верстви під ним в порядку накладення шарів.

Можна використовувати комбінації ефектів на одному коригуючому шарі. Також можна використовувати кілька шарів, що коректують для управління додатковими ефектами.

Для створення DoF ефекту необхідно на новий коригуючий шар накласти плагін-ефект FL Depth of Field, у якому обрати шар Zpass у параметрі depth layer, який відповідає за те, звідкіля брати інформацію для роботи плагіну [26]. Після цього необхідно налаштувати параметри плагіну згідно потреб (рис. 2.36, рис. 2.37).

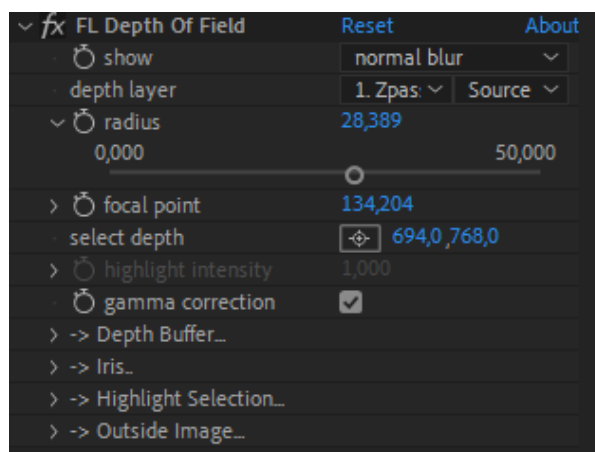


Рисунок 2.36 – Налаштування плагіну FL DoF

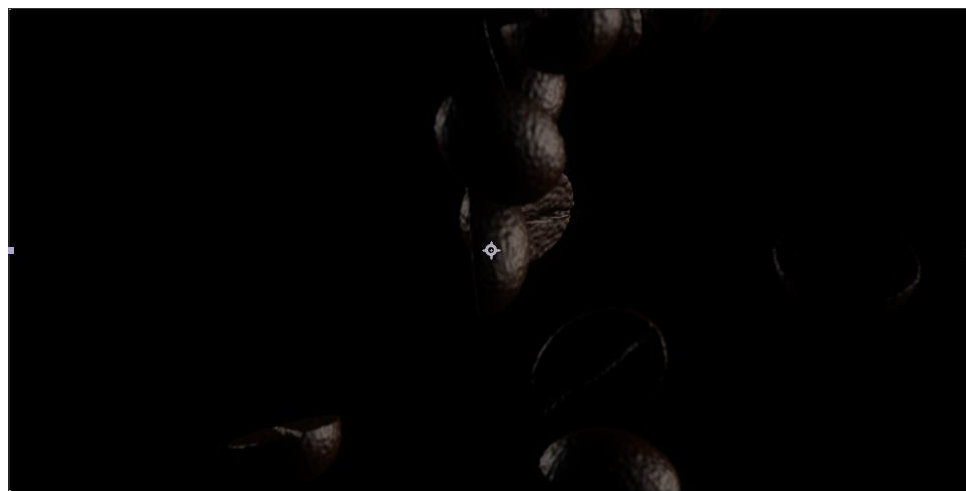


Рисунок 2.37 – Результат дії плагіну – наявність глибини різкості

Наступним етапом буде створення коригуючого шару та накладання ефекту RSMB. Аналогічно до DoF, необхідно обрати бажані налаштування (рис. 2.38, рис. 2.39).

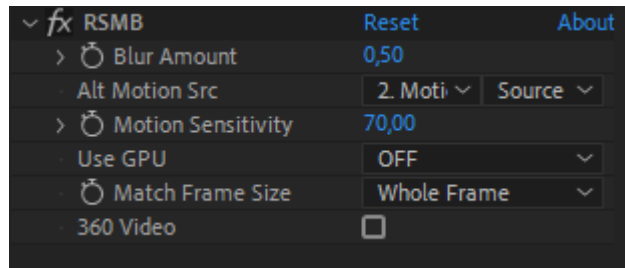


Рис. 2.38 – Налаштування RSMB

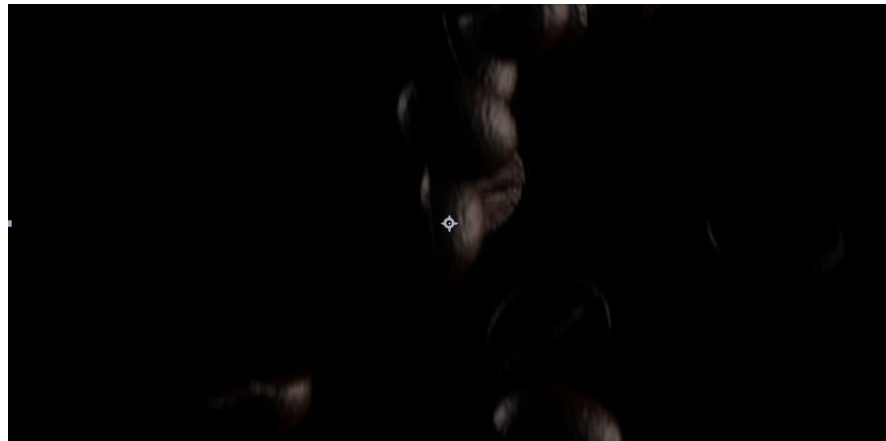


Рисунок 2.39 – Результат дії плагіну – наявність розмиття, яке демонструє рух

Після цих операцій футаж отримав бажаний вигляд та готовий до використання у проекті.

Для того, щоб розпочати, необхідно додати шар з футажем кавових зерен, фон у вигляді об'єкта Solid з бажаним кольором та накласти на нього ефект Gradient Ramp (рис. 2.40, рис. 2.41), для того щоб додати детальності та об'ємності зображенню.

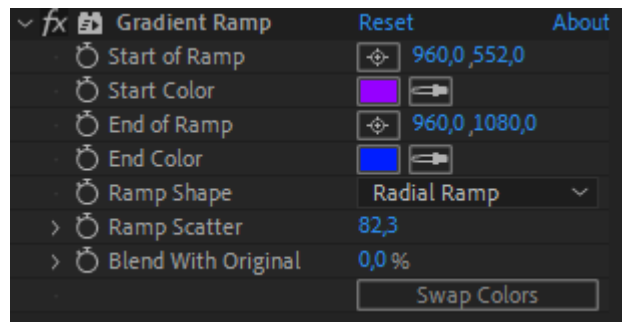


Рисунок 2.40 – Налаштування Gradient Ramp

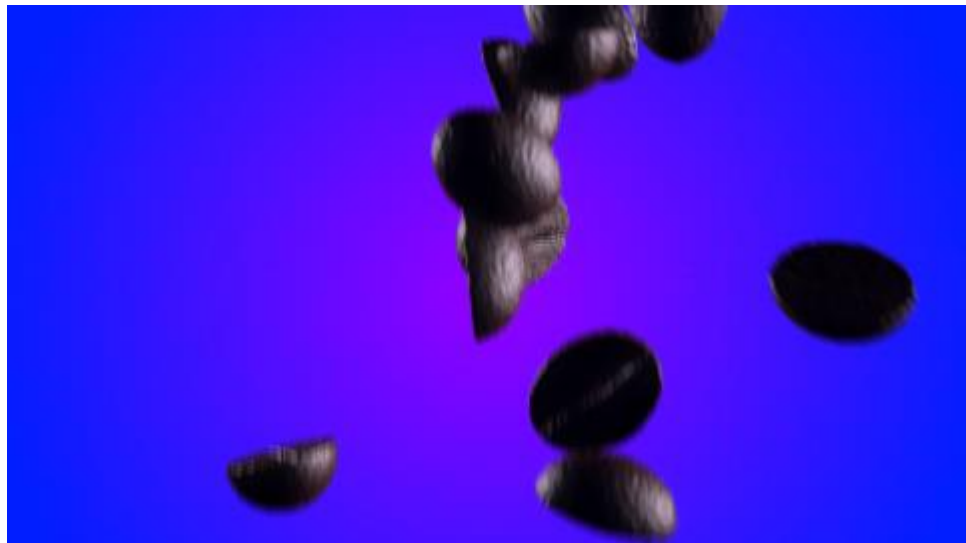


Рисунок 2.41 – Результат додавання фону та градієнту

Після додавання фону до кавових бобів необхідно додати ефект тіні на окремому шарі для того, щоб можна було створити більш об'ємну та динамічну сцену. Для створення тіні необхідно створити шар з прозорим фоном, затемнити його до чорного кольору з використанням ефекту Рівні, що дозволяють прирівняти усі кольори до чорного, та розмити цю композицію використовуючи розмиття за Гауссом [27]. Для створення ефекту об'єму необхідно змістити шар з футажем в сторону від центру (рис. 2.42, рис. 2.43).

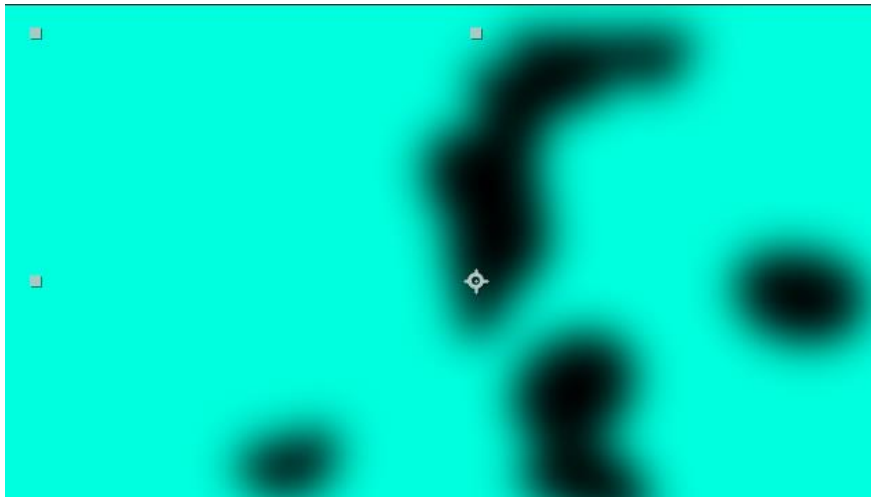


Рисунок 2.42 – Зміщений шар з тінню

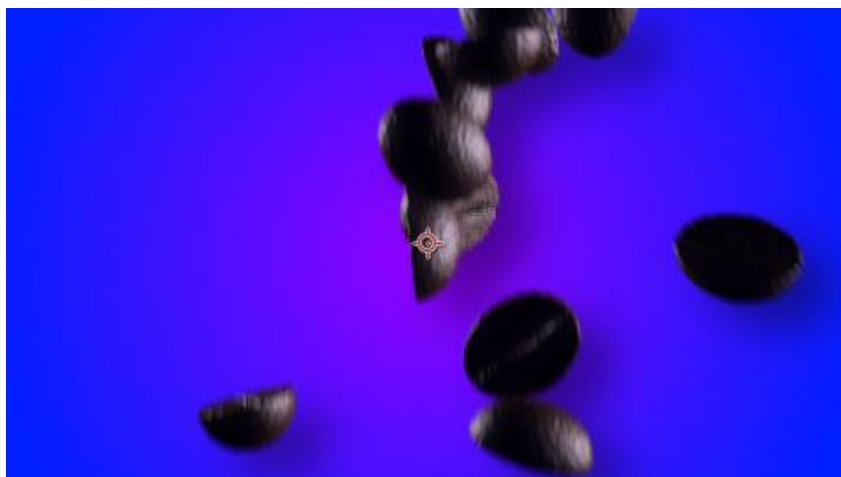


Рисунок 2.43 – Накладена на зображення тіннь

Наступним кроком буде створення анімації появи тексту. Для цього необхідно зробити нову композицію з текстовим шаром, в якому обирається необхідний шрифт та колір тексту. Для створення анімації використовується скрипт-плагін Cloners + Effectors.

Cloners + Effectors – це система процедурної анімації для After Effects. Особливо корисно при одночасній анімації декількох шарів. Це дозволяє анімувати з використанням ефекторів замість налаштування кожного ключового кадру для кожного шару.

Необхідно обрати шар з текстом та розбити текст на окремі об'єкти у відділі Split Layer. Після цього налаштовується анімація руху ефектора, який впливатиме на анімацію, щоб літери з'являлись переміщаючись по черзі з-за кадру до назви.

Для створення ефекту диму необхідно на кожному окремому літеру додати ефекти Gaussian Blur та Turbulent Displace, для того щоб розмити та деформувати, імітуючи ефект диму [28]. Для анімації перетворення літер на дим основні параметри даних ефектів потрібно анімувати через плагін Cloners + Effectors, для цього необхідно обрати параметр Blurriness у ефекті Gaussian Blur та Amount у Turbulent Displace та натиснути кнопку Add Property у Cloners + Effectors щоб плагін почав їх контролювати (рис. 2.44, рис. 2.45).

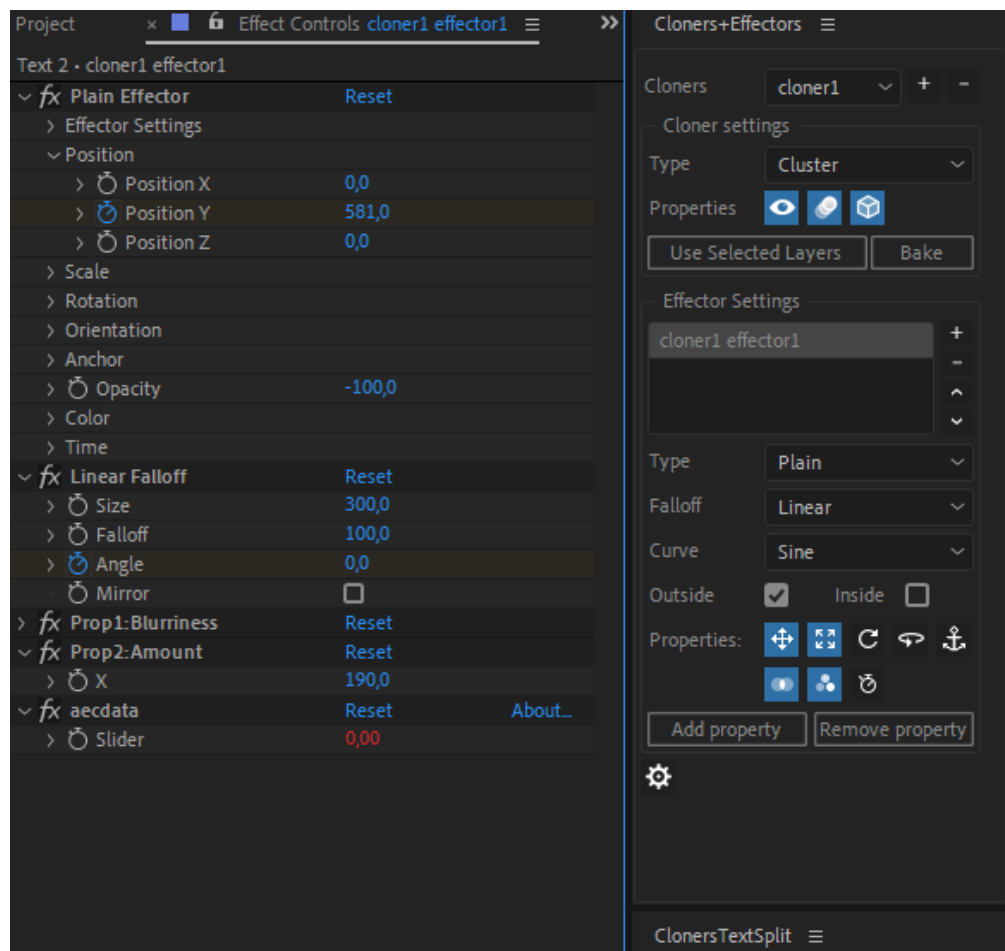


Рисунок 2.44 – Панель ефектів з налаштуваннями Cloners + Effectors



Рисунок 2.45 – Результат появи анімації диму

Після створення анімації диму для більшого об'єму створюється композиція з аналогічним текстом та утворюється анімація, яка імітує рідину що заповнює літери, немов сосуди. Створити цю анімацію можна шляхом створення кольорових прямокутників у окремій композиції, які будуть деформовані вже відомим ефектом Turbulent Displace із збільшеною комплексністю деформування. Створивши цей ефект залишилось анімувати рух через ключову анімацію задіявши ключі на лінії часу, для цієї дії необхідно ввімкнути кнопку з годинником та проставити необхідні ключі анімації на лінії часу (рис. 2.46, рис. 2.47). Після цього у головній композиції з анімацією необхідно застосувати маскування за каналом прозорості Alpha (рис. 2.48, рис. 2.49).

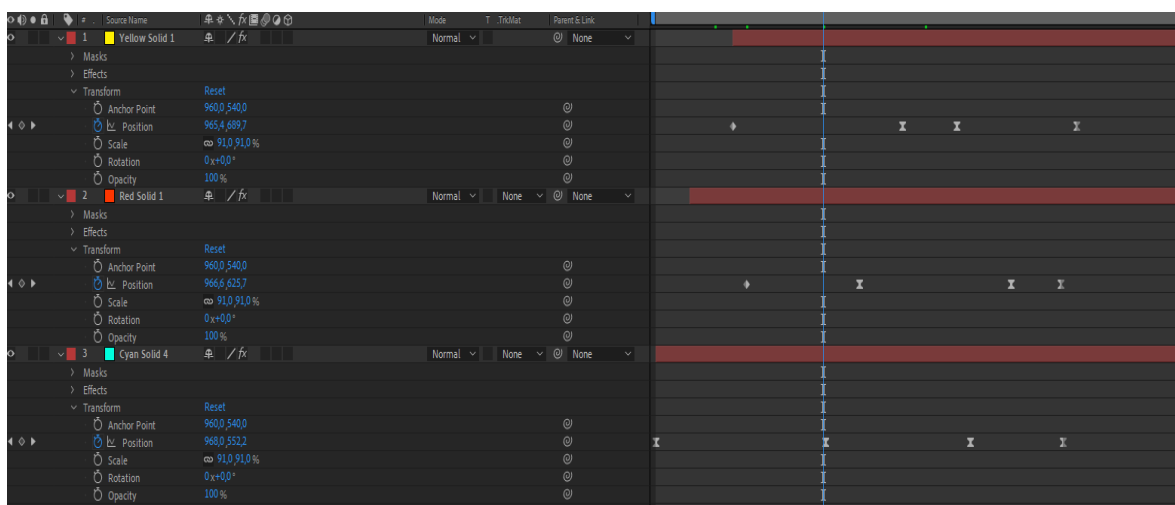


Рисунок 2.46 – Лінія часу з ключами

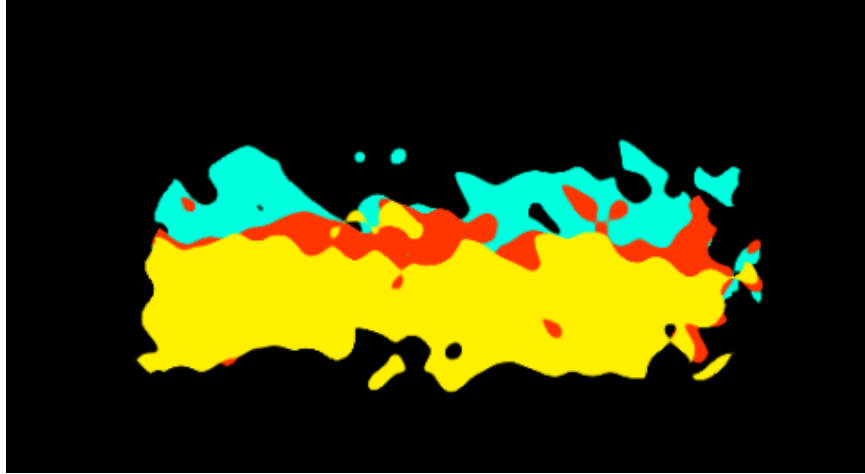


Рис. 2.47 – Кадр анімованих деформованих прямокутників



Рисунок 2.48 – Результат маскування за каналом Альфа



Рисунок 2.49 – Результат накладання «рідкої» анімації до головної композиції

Аналогічно до «рідкої» анімації назви кав'ярні необхідно створити надпис «скоро у вашому місті», що зробить появу надпису більш оригінальною (рис. 2.50), та анімацію переходу від чорного фону до основної частини реклами (рис. 2.51).



Рисунок 2.50 – Анімація та накладання тексту до головної композиції



Рисунок 2.51 – Анімація переходу від чорного фону до реклами

Результуючим етапом буде розташування елементів на лінії часу та додавання віньетки до зображення через створення коригуючого шару та накладання ефекту CC Vignette (рис. 2.52, рис. 2.53).

Віньетування – явище часткового обмеження похилих пучків світла оправою або діафрагмами оптичної системи. Результатом якої є зниження яскравості зображення до країв поля зору системи. У фотографічних, кінознімальних, телевізійних і проекційних об'єктивах це проявляється у вигляді підвищеної яскравості центральній частині кадру по відношенню до його кутах.

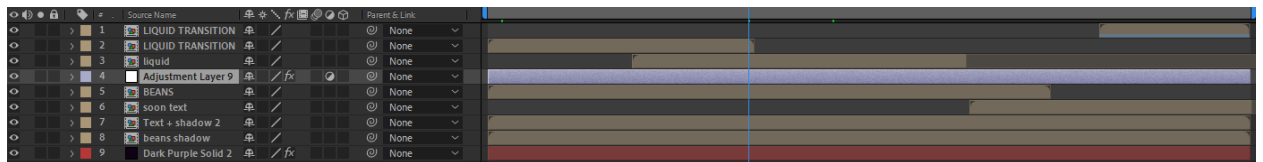


Рисунок 2.52 – Лінія часу з розміщеними кліпами



Рисунок 2.53 – Кінцевий варіант зображення

Після накладання усіх необхідних ефектів та компонування залишається, аналогічно до інших шарів, накласти музику на проєкт. Для цієї цілі була обрана композиція Inukshuk – The Long Road Home, яка розповсюджується за моделлю Royalty-free (RF) – матеріали, що охороняються авторським правом або іншими правами інтелектуальної власності, можуть використовуватися без необхідності сплати роялті або ліцензійних зборів за кожне використання, за кожен продану копію або тому чи за певний період використання або продажу.

Проєкт готовий до фінального етапу візуалізації, після якого відеофайл готовий до призначення [29].

### 3 РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОБНИЦТВА ВІДЕОРОЛИКА

#### 3.1 Аналіз результатів між етапами виробництва

Побудову відеоролика можна поділити на декілька етапів: формування ідеї та сценарію, розподіл задач між програмним забезпеченням та реалізація. На етапі формування ідеї та сценарію важливо приділити увагу оцінюванню цілей відеоролика, після чого будується нарис сюжету, за яким на цих перших етапах вже можна передбачити характеристики, якими повинен володіти матеріал, серед яких: довжина, формат кадру, розподільна здатність, частота кадрів.

Завчасне планування допоможе знизити витрати ресурсів на виробництво, передбачивши можливі проблеми. Не маючи опиту відеозйомки та бюджету на оренду зйомочної команди та обладнання, було прийнято відтворити падіння кавових зерен у вигляді 3D-візуалізації за допомогою використання Cinema 4D. Подальше компонування 3D-складової та створеної 2D-складової було виконане у Adobe After Effects.

Даний розділ описує шлях виробництва відеоролика реклами з формування ідеї та до повного завершення виробничого циклу, на виході якого був отриманий відеофайл.

Була сформована ідея, опираючись на яку на початкових стадіях проєкту можливо було визначити та передбачити наступні кроки та вимоги до розроблених матеріалів. Наступним кроком було створення сценарію та первинне уявлення про те, як буде виглядати майбутній відеоролик. Після цього етапу з визначеними двовимірними та тривимірними середовищами було обрано програмне забезпечення та збір референсів для 3D-моделювання. Наступним етапом було моделювання кавового зерна та побудова 3D-сцени у Cinema 4D з анімацією та налаштуванням освітлення та камери.

Створена сцена дозволила отримати її зображення у вигляді PNG та OpenEXR послідовностей, які дозволили на наступних етапах зробити налаштування нових ефектів та параметрів ролика більш гнучким, при цьому не витрачаючи час на перерендеринг або пошук потрібних налаштувань шляхом рендерингу кадрів, кожний раз очікуючи на результат, щоб побачити зміни. Порівнюючи ~30 секунд у середньому на рендеринг кадру у Cinema 4D проти часу меншим ніж за 2 секунди на застосування змін у After Effects, переможний варіант стає очевидним, але слід не забувати, що це стосується лише етапу пост-обробки, адже великих змін щодо самої сцени внести неможливо. Після завершення побудови сцени необхідно було отримати готовий футаж з кавовими зернами для подальшої роботи з ним у Adobe After Effects.

Після отримання футажу необхідно було створити проєкт After Effects та скомпонувати імпортовані футажі та зробити двовимірні анімації з використанням інструментів After Effects та сторонніх плагінів, які були підключені до програми: FL Depth of Field, що дозволяє імітувати глибину різкості за допомогою карт глибини представленими у виді зображень з інформацією про відстань до камери, Re-vision: ReelSmart Motion Blur з картами векторів руху, що дозволяють створити розмиття руху, що додає кінематографічності та динаміки зображенню, EXtractoR, що дозволяє працювати з файлами формату OpenEXR які містять інформацію у вигляді зображень з підтримкою шарів. Окремим важливим скрипт-плагіном є Cloners + Effectors, що дозволяє автоматизувати анімацію об'єктів та майже повну відмову від ключової анімації за виключенням кількох параметрів.

Для завершення роботи з анімацією та компонуванням проєкту залишилось зробити фінальний рендер проєкту, використовуючи Adobe Media Encoder та заготовлений шаблон налаштувань рендерингу, та використовувати відеофайл за призначенням.

### 3.2 Рендеринг проекту

Позаду пройшли найскладніші етапи створення відеоролика, останнім кроком буде рендеринг проекту до кінцевого відеофайла.

Для рендерингу знадобиться нескладна в освоєнні програма Adobe Media Encoder, яка являє собою ядро кодування для Adobe Premiere Pro, Adobe After Effects, Adobe Audition, Adobe Character Animator і Adobe Prelude. Також Adobe Media Encoder можна використовувати як автономний засіб кодування.

Процес рендерингу відео схожий на процес рендерингу в Cinema 4D, для нього також необхідно налаштувати параметри, щоб правильно і згідно до потреб отримати готовий відеофайл. Для цього потрібно відкрити вікно програми та у провіднику знайти файл проекту After Effects або перетягнути його із застосуванням технології Drag-n-Drop. Далі обирається головна композиція та додається до черги рендерингу. Параметри рендерингу можна обрати одразу за шаблоном (рис. 3.1), або, натиснувши на шаблон, редагувати його або з нуля налаштувати кожний параметр. Для рендеру проекту тизеру реклами достатньо використати шаблон Match Source – High Bitrate.

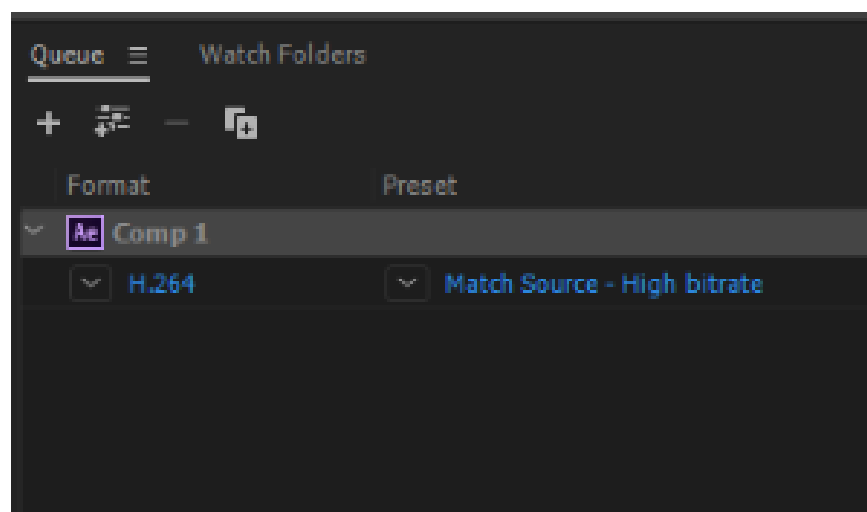


Рисунок 3.1 – Черга рендерингу із встановленим пресетом

Після деякого часу очікування, яке залежить від потужності комп'ютера, буде отримано готовий відеофайл, що і є результатом всіх зроблених дій.

### 3.3 Відеореклама як метод просування

В даний час немає більш ефективного методу просування бренду, ніж відеореклама [30]. Сьогодні вона є найпопулярнішою різновидом реклами, і немає жодної великої компанії, яка не вдавалася б до використання відеороликів. Виробництво відеореклами – це досить складний процес, і довіряти його слід тільки майстрам своєї справи.

Основний «представник» відеореклами – короткий відеокліп, що входить до складу рекламного блоку. Як правило, він володіє тривалістю, що не перевищує 1 хвилину. І оскільки ролик дуже короткий, він зобов'язаний поєднувати в собі такі якості, як стислість, ясність і цілісність. Кожне з цих якостей по-своєму впливає на людське сприйняття, і якщо в ролику чогось не вистачає, люди відразу ж це відчують. Таким чином, основна мета відеореклами – максимально повно донести конкретну ідею до людської свідомості за обмежений проміжок часу.

Часто на створення відеореклами йде не один тиждень, але нерідко витрачений час окупається з лишком. Кінцевим результатом повинна бути притаманна така риса, як універсальність. Виконавець не завжди знає, де збирається використовувати відеорекламу замовник. Вона може демонструватися по телевізору, телефону і за допомогою інших пристроїв, і необхідно враховувати, що в будь-якій ситуації вона повинна залишатися приємною і ненастирливою.

Опрацювання сценарію – один з найскладніших етапів виробництва роликів, від нього в першу чергу залежить те, скільки людей помітить

товар/послугу/бренд. Прогрес не стоїть на місці і сучасні фахівці з реклами користуються новітніми технологіями, завдяки яким сьогодні можливе створення відеороликів різного ступеня складності, здатних втілити в собі різні оригінальні ідеї.

Ретельно продуманий аудіо- і відеоряд – ось що є причиною популярності багатьох брендів. Більшість людей навіть не замислюється про те, наскільки сильно реклама впливає на людську свідомість. Вони купують те, що десь побачили, або те, про що десь почули, і рідко усвідомлюють, що на їх вибір вплинули продукти діяльності фахівців з реклами.

## ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі розглянуто актуальне становище технології створення та візуалізації створення та візуалізації 3D-сцен за допомогою Maxon Cinema 4D та технології виробництва 2D-сцен шляхом використання Adobe After Effects. Використано ряд критеріїв для оцінювання програмних продуктів області 3D візуалізації. За даними критеріями, для створення 3D візуалізації з моделі приміщення, обрано програму Cinema 4D.

На основі проаналізованої літератури, доступних матеріалів та власного досвіду використання, програмним засобом для компонування усіх файлів проєкту у 2D-середовищі було обрано Adobe After Effects. Кожен етап створення відеоролика був детально проаналізований та розписаний для подальшого застосування в аналогічних проєктах. Продемонстровано алгоритм дій, за яким було створено повний шлях проєкта від ідеї до фінальної реалізації. Для створення 3D-сцени у Cinema 4D:

- використано моделювання на основі примітивів та з використанням інструменту Subdivision Surface, що дозволяє автоматизувати процес збільшення роздільної здатності полігональної сітки і зробити модельований об'єкт більш реалістичним;

- використано техніку освітлення Rim Light. Ця техніка дозволяє за допомогою джерела освітлення встановленого поза об'єктом, який освітлюється, створити ефект світлової коронки по краях об'єкта, що підкреслить його форми та надасть цікавого і актуального художнього вигляду;

- використано влаштований в Cinema 4D рендерний движок, в якому була використана технологія Multi Pass, що надала змогу зберегти багато важливої інформації про сцену, яку у подальшому було використано для застосування нових ефектів.

Для компонування у After Effects:

- створено проєкт, у якому було застосовано анімацію диму за допомогою скрипт-плагіну Cloners + Effectors та ефектів Gaussian Blur та Turbulent Displace до тексту з метою імітувати пари від кави;

– створено анімації які імітують наповнення рідиною за допомогою примітиву прямокутника та анімація за допомогою ключів й ефекту Turbulent Displace, що були використані для наповнення тексту як судів рідиною та реалізації переходів у початку та кінці відеоролика;

– скомпоновано футаж з кавовими зернами з основним проєктом з анімацією та виконане доналаштування футажу з використанням ефектів DoF та Motion Blur для надання реалістичності зображенню;

– зроблено рендеринг проєкту до вигляду відеофайла з потрібними налаштуваннями згідно до потреб.

Відео було успішно експортоване з Adobe After Effects та набуло кінцевого вигляду й повністю готове до використання за призначенням.

Проаналізувавши проєкт можна побачити на прикладі, що допомогою етапу пост-продакшна можна зробити не дуже реалістичний футаж до майже копії відзнятого на реальну камеру реальної сцени з використанням реальних бобів, використовуючи всього декілька ефектів у вигляді Depth of Field та Motion Blur.

Доступність знань, інформації, технологій та обладнання у вигляді домашнього комп'ютера дає змогу робити дивовижні речі без звернення до більш дорогих та ресурсозатратних технологій, про що свідчить те, що закон Мура ще не втратив своєї актуальності, який каже про те, що кількість транзисторів на мікросхемі збільшуються в два рази кожні 24 місяці, що прямо свідчить про зростання обчислювальної потужності.

Для сучасних систем комп'ютерної графіки відкриті широкі можливості, які дозволяють народжуватись спеціалістам не виходячи з дому, які дозволяють творчим людям з великими амбіціями не залишитись не поміченими на ринку, а застосування самих технологій спрощує життєдіяльність, виробничі процеси та надають змогу створити будь-що тільки може представитись у голові будь-якої людини та відкриває безграничне поле для людської думки.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Campbell-Kelly, M., Aspray, W., Snowman, D. P., McKay, S. R., & Christian, W. (1997). Computer A history of the information machine. *Computers in Physics*, 11(3), 256-257.
2. Рочняк, Ю. А. (2002). Візуальна реклама і міське середовище.
3. Цуканов, К. І. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ ТА АНІМАЦІЇ.
4. Зеньковский, В. (2020). *Cinema 4D. Практическое руководство*. Litres.
5. Christiansen, M. (2013). *Adobe After Effects CC Visual Effects and Compositing Studio Techniques*. Adobe Press.
6. Milbourne, P., Kaplan, C., Oliver, M., & Jespers, S. (2009). Using the Adobe Media Encoder—A Crash Course. *The Essential Guide to Flash CS4 with ActionScript*, 379-401.
7. Mayer, J. (2019). *Digitalization and industrialization: friends or foes?*. UN.
8. Côté, M. A., Suryan, W., Laporte, C. Y., & Martin, R. A. (2005). The evolution path for industrial software quality evaluation methods applying ISO/IEC 9126: 2001 quality model: example of MITRE's SQA method. *Software Quality Journal*, 13(1), 17-30.
9. Daradkeh, Y. I., Tvoroshenko, I., Gorokhovatskyi, V., Latiff, L. A., & Ahmad, N. (2021). Development of Effective Methods for Structural Image Recognition Using the Principles of Data Granulation and Apparatus of Fuzzy Logic. *IEEE Access*, 9, 13417-13428.
10. Gorokhovatskyi, V., Gorokhovatskyi, O., Yevgenyi, P., & Olena, P. (2018, August). Quantization of the space of structural image features as a way to increase recognition performance. In *2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP)* (pp. 464-467). IEEE.

11. Gouraud, H. (1971). Continuous shading of curved surfaces. *IEEE transactions on computers*, 100(6), 623-629.
12. Фукунага, К. (1979). *Введение в статистическую теорию распознавания образов: Пер. с англ.* Наука.
13. Гороховатський, В. О., Пупченко, Д. В., & Солодченко, К. Г. (2018). Аналіз властивостей, характеристик та результатів застосування новітніх детекторів для визначення особливих точок зображення.
14. Гороховатский, В. А. (2014). Структурный анализ и интеллектуальная обработка данных в компьютерном зрении.
15. Kohonen, T. (2001). *Self-organizing Maps.-Springer Series in Information Sciences*, V. 30, Springer.
16. Кондратьев, Д. С. (2020). Еволюція цифрового скульптингу у дизайні.
17. Гороховатський, В. О., Гадецька, С. В., Стяглик, Н. І., & Власенко, Н. В. (2020). Класифікація зображень на підставі ансамблю статистичних розподілів за класами еталонів для компонентів структурного опису.
18. Gorokhovatskiy, V. A., Gorokhovatskiy, A. V., & Berestovsky, A. Y. (2016). Intellectual Data Processing and Self-Organization of Structural Features at Recognition of Visual Objects. *Telecommunications and Radio Engineering*, 75(2).
19. Diefenbach, D. L., & Slatton, A. E. (2019). *Video production techniques: Theory and practice from concept to screen.* Routledge.
20. Цветков, В. Я. (2017). Закон мура и другие. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, (1-2), 370-370.
21. Kainz, F., Bogart, R., & Hess, D. (2003). The OpenEXR image file format. *ACM SIGGRAPH Technical Sketches*.
22. Wiggins, R. H., Davidson, H. C., Harnsberger, H. R., Lauman, J. R., & Goede, P. A. (2001). Image file formats: past, present, and future. *Radiographics*, 21(3), 789-798.

23. Rosten, E., Porter, R., & Drummond, T. (2008). Faster and better: A machine learning approach to corner detection. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 32(1), 105-119.
24. Gorokhovatskyi, V. O., Tvoroshenko, I. S., & Peredrii, O. O. (2020). Image classification method modification based on model of logic processing of bit description weights vector. *Telecommunications and Radio Engineering*, 79(1).
25. Zadeh, L. A. (1997). Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzy logic. *Fuzzy sets and systems*, 90(2), 111-127.
26. Путятин, Е. П. (1990). *Обработка изображений в робототехнике*. Москва.
27. Гороховатський, В. О., & Гадецька, С. В. (2020). Статистичне оброблення та аналіз даних у структурних методах класифікації зображень.
28. Gorokhovatskyi, O., Gorokhovatskyi, V., & Peredrii, O. (2018). Analysis of Application of Cluster Descriptions in Space of Characteristic Image Features. *Data*, 3(4), 52.
29. Gorokhovatskyi, V. A., Gorokhovatskiy, A. V., & Peredrii, Y. O. (2018). Hashing of structural descriptions at building of the class image descriptor, computing of relevance and classification of the visual objects. *Telecommunications and Radio Engineering*, 77(13).
30. Гайдамакина, Ю. Д., & Тощева, А. В. (2016). Видеореклама как эффективный способ воздействия производителя на интернет-пользователя. In *Неделя науки СПбПУ* (pp. 372-376).