

РЕФЕРАТ

ПЗ: 76 с., 50 рис., 2 табл., 23 джерела.

3D-МОДЕЛЮВАННЯ, МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРСОНАЖУ, АНІМАЦІЯ, ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ТЕКСТУРУВАННЯ, РІГІНГ, ТРЕКІНГ, АНІМАЦІЯ, РЕНДЕРІНГ .

Об'єктом розробки є процес створення 3D модель персонажу для подальшої анімації.

Предметом дослідження є технологія створення моделі.

Мета магістерської роботи - дослідити основні особливості створення 3D об'єктів та методи анімації на базі короткометражного ролика.

У першій частині проведено аналіз предметної області та розглянуто особливості застосування 3D моделювання у різних областях.

У другій частині розглянуто різні технології створення 3D моделі та досліджено основні етапи її створення, а також проведено аналіз і вибір програмних засобів для реалізації поставленого завдання зі створення 3D моделі.

У третій частині розроблено та створено 3D модель, накладені на неї матеріали, а також підготовлено модель до анімації та налаштовано її безпосередню анімацію.

У четвертій частині наведено результат рендеру та виконан постпродакшн сцени.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Аналіз предметної області.....	10
1.1 Базова термінологія.....	10
1.2 Особливості застосування 3D-моделювання у різних областях	12
1.2.1 Наука і медицина	12
1.2.2 Реклама и маркетинг	13
1.2.3 Міське планування.....	13
1.2.4 Промисловість	15
1.2.5 Комп'ютерні ігри.....	16
1.2.6 Кінематограф	17
1.2.7 Архітектура та дизайн інтер'єрів	18
1.2.8 Анімація	19
2 Технології 3D моделювання.....	20
2.1 Види моделювання.....	20
2.1.1 Воксельне моделювання.....	20
2.1.2 Полігональне моделювання	22
2.1.3 Сплайнове моделювання	23
2.1.4 NURBS моделювання	25
2.1.5 3D-скульптинг	26
2.2 Етапи створення 3D-моделей.....	27
2.2.1 Створення ескізу	28
2.2.2 Проектування моделі	29
2.2.3 Побудова скелету	31
2.2.4 Створення розгортки.....	32
2.2.5 Текстурування	33
2.2.6 Розташування джерел освітлення та шейдинг	36

2.2.7 Анімація	37
2.2.8 3D-візуалізація або рендерінг	40
2.2.9 Постпродакшн	41
2.3 Вибір інструментів реалізації	41
2.3.1 Autodesk 3ds Max	41
2.3.2 Autodesk Maya	43
2.3.3 Blender	44
2.3.4 ZBrush.....	45
3 Розробка та анімація 3D-моделі персонажу	50
3.1 Постановка завдання.....	51
3.3 Створення ескізу	51
3.4 Етап накладання матеріалів	55
3.5 Підготовка моделі та анімація	62
3.6 Етап постановки освітлення	66
3.6.1 Point light.....	66
3.6.2 Spot light	67
3.6.3 Directional Light.....	69
3.6.4 Area Light	71
3.6.5 Volume Light	72
3.6.6 Ambient Light.....	73
4 Результати роботи	75
4.1 Візуалізація.....	75
4.2 Постпродакшн	79
Висновки	81
Перелік джерел посилання	82
Плакат 1 – Вигляд сцени до та після рендеру	
Плакат 2 – Різниця між low, mid та high poly	
Плакат 3 – Результат готового рендеру зображення	
Плакат 4 – Збирання секвенції кадрів	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

NURBS – non-uniform rational b-spline;

CV – control vertex;

P – point;

MIP – mipmaps;

СЗР – система захоплення руху;

VR – virtual reality;

AR – augmented reality;

3D – 3-dimensional.

ВСТУП

У сучасному світі 3D моделювання займає провідні позиції серед галузей діяльності людини. Важко уявити щось сучасне, де б не використовувалася ця технологія, починаючи від підготовки якісного візуального контенту чи створення мультфільму до виробництва високотехнологічного обладнання.

З розвитком технологій і вдосконаленням технічного оснащення з'являється все більше можливостей для якісної презентації найрізноманітніших цифрових об'єктів. За допомогою сучасних комп'ютерів і програмного забезпечення для моделювання можна створювати складні тривимірні моделі реальних об'єктів з фотографічною точністю.

Комп'ютерне моделювання широко поширене в різних сферах діяльності людей. Наразі важко обійтися в сучасній кіноіндустрії без 3D-моделювання. Фахівців з 3D моделювання не вистачає, і саме тому вони є завжди затребуваними, і в майбутньому попит на них буде тільки зростати. Окрім цього, можливостями 3D моделювання користуються представники різних професій.

Темою магістерської роботи є «3D-моделювання для створення короткометражного ролика».

Тема є актуальною, бо застосування комп'ютерної графіки у створенні відеоконтенту є популярним напрямком, який активно розвивається. .

Актуальність даної роботи підкріплюється тим, що 3D-моделювання використовується у більшості сфер людської діяльності: від кіновиробництва до технічного моделювання. 3D-відеоконтент є найбільш популярним у сьогоднішніх реаліях, тому дана тема варта детального розгляду, а сфера моделювання та візуальних ефектів – розвитку та вдосконалення.

Мета магістерської роботи - дослідити основні особливості створення 3D об'єктів та методи анімації на базі короткометражного ролика.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

Для реалізації мети магістерської роботи необхідно вирішити наступні завдання:

- здійснити аналіз технологій художнього оформлення моделей для досягнення реалістичності;

- провести аналіз існуючого програмного забезпечення для створення 3D моделей;

- визначити спосіб моделювання та анімації об'єкту для фінальної картини;

- створити відеоролик із застосуванням описаних методів;

- проаналізувати отримані результати.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Світ в якому зараз живемо – це світ новітніх технологій, а разом з тим світ швидкого розвитку. Наразі можна помітити це звернувши увагу на швидкість виходу чергових новинок. Розвиток торкнувся геть усіх сфер людської діяльності. На сьогоднішній день все частіше можна спостерігати використання 3d моделювання та анімації у рекламі, кінематографі, мультфільмах, іграх, тощо.

1.1 Базова термінологія

3D моделювання – це процес формування віртуальних моделей, що дозволяє максимально точно продемонструвати розмір, форму, зовнішній вигляд об'єкта та інші його характеристики [1]. Зазвичай це створення тривимірних зображень та графіки за допомогою комп'ютерних 3D програм. Щоб отримати тривимірне зображення, слід пройти два етапи:

- етап моделювання;
- етап рендерингу.

Моделювання – це процес створення математичної моделі сцени і які у ній є об'єктів [2].

Рендеринг у комп'ютерній графіці – процедура отримання зображення моделі за допомогою комп'ютерної програми У даному контексті, модель — це опис будь-яких об'єктів або явищ якоюсь мовою програмування або ж у вигляді структури даних. Говорячи про опис, мається на увазі геометричні дані, положення точки спостерігача, інформація про освітлення та і нше.

Сцена - віртуальний простір моделювання, на якому розташовуються об'єкти. У програмах тривимірної графіки сцени можуть бути різного масштабу. Наприклад, якщо це модель одного об'єкта, то сцена буденевеликий. Якщо це велика модель, багато об'єктів, то розмір сцени може бути дуже величезним. На рисунку 1.1 зображено сцену: як вона виглядає до рендера (ліворуч), а як після (праворуч).

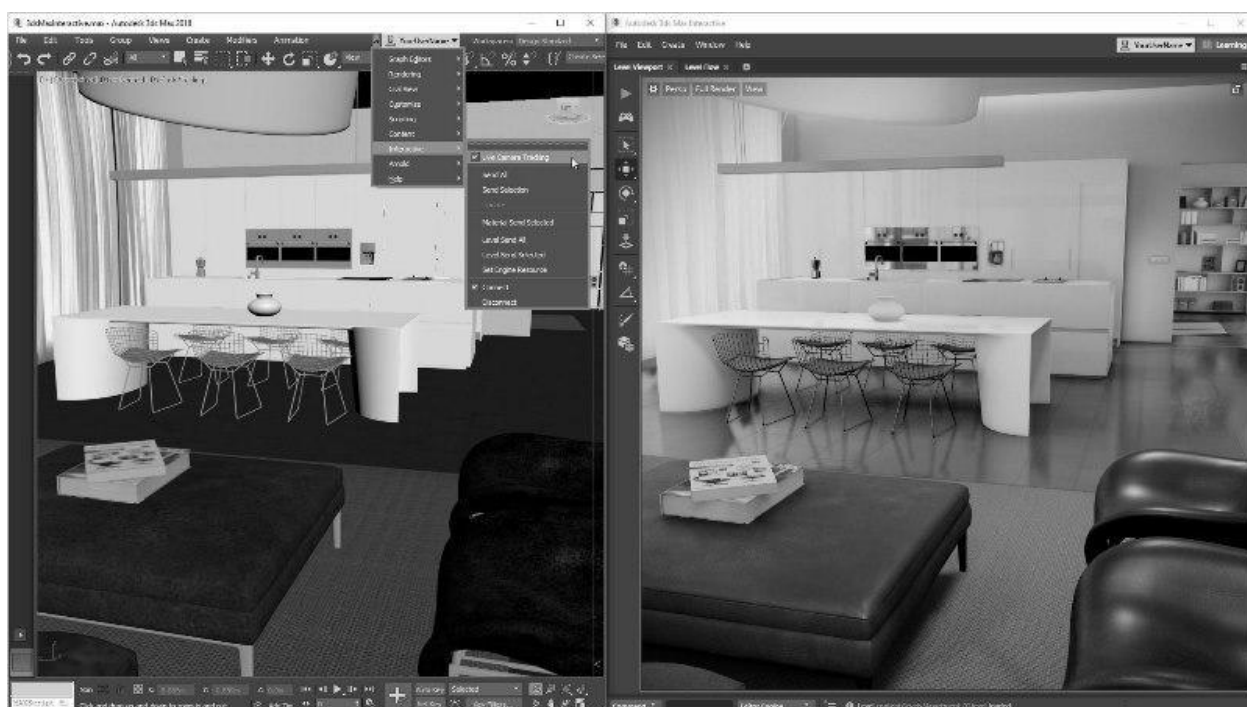


Рисунок 1.1 – Сцена до і після рендера

Сучасна комп'ютерна графіка дозволяє втілювати дуже реалістичні моделі, крім того, створення 3D-об'єктів займає менше часу, ніж їх реалізація. 3D технології дозволяють представити модель з усіх ракурсів та усунути недоліки, виявлені в процесі її створення.

1.2 Особливості застосування 3D-моделювання у різних областях

Багато галузей промисловості використовують 3D-моделювання для низки проектів; ймовірно, існує безліч 3D-змодельованих предметів, які люди використовують, навіть не усвідомлюючи їх участі. З 3D-моделюванням відкриваються безмежні можливості. Це справді універсальний інструмент, який можна використовувати для низки різних областей.

1.2.1 Наука і медицина

У цій галузі широко використовує технологію 3D-візуалізації в дизайні продукту. Сучасні технології дозволяють бачити максимально наближене до реальності. 3D моделі майбутніх проектів зроблять роботу дизайнерів ще простішою. Це звільняє його від процесу редагування. Також 3D-моделювання значно полегшує візуалізацію фізичних та астрономічних явищ: моделі розподілу магнітних ліній, а також просторове моделювання складних хімічних сполук тощо. Не менше важливою є роль 3D у медицині. 3Dтехнології здійснили справжню революцію у медицині. За допомогою 3D моделювання, 3Dсканування та 3D друку стало можливим створювати медичні вироби, які максимально адаптовані під індивідуальні особливості людини. 3D-сканери та 3D-принтери в хірургії або в стоматології – це звичайна справа. Нова технологія дозволяє дуже дбайливо створювати 3D-моделі, 3D-моделі, протези, імпланти, ортопедичні підшви та інші 3D-друковані вироби (рис 1.2). Завдяки цим інноваціям вдається підвищити надійність продукції, заощадити час, знизити виробничі витрати та вартість кінцевих виробів, а головне – покращити життя пацієнтів [3].

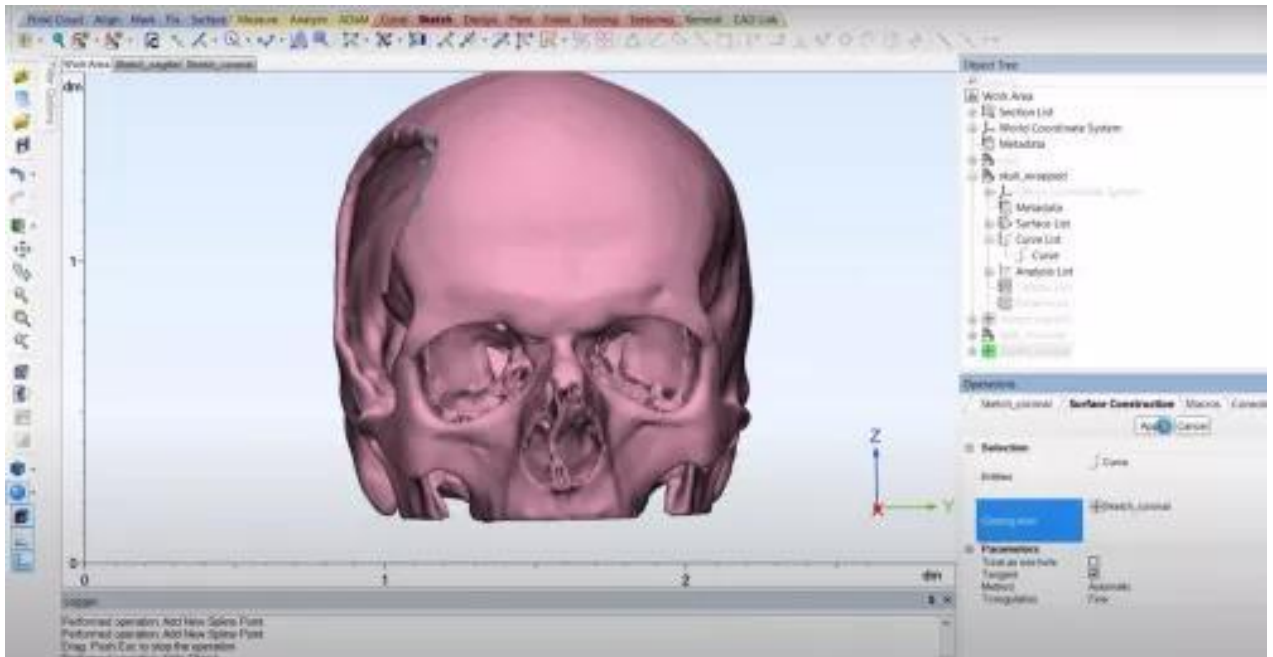


Рисунок 1.2 – 3D у науці і медицині

1.2.2 Реклама и маркетинг

Для подальшої роботи знадобляться 3d моделі, щоб побудувати виріб треба намалювати 3d-модель виробу технології швидкого прототипування (3d-друк, фрезерування, виготовлення силіконових форм, тощо). Використовуються для створення реалістичних прототипів майбутніх продуктів на основі 3d-моделей, після рендерінгу створюється фізична модель майбутнього продукту, а отримане зображення може бути використано для створення упаковки або рекламної продукції та дисплеїв [4].

1.2.3 Міське планування

Завдяки тривимірній графіки можливе максимально реалістичне моделювання архітектури та пейзажів – з мінімальними витратами. Архітектурна візуалізація та ландшафтне оформлення дозволяє підрядникам та архітекторам відчувати вплив наявності проєктованого простору. Це дозволяє об'єктивно побачити переваги проєкту та усунути недоліки.

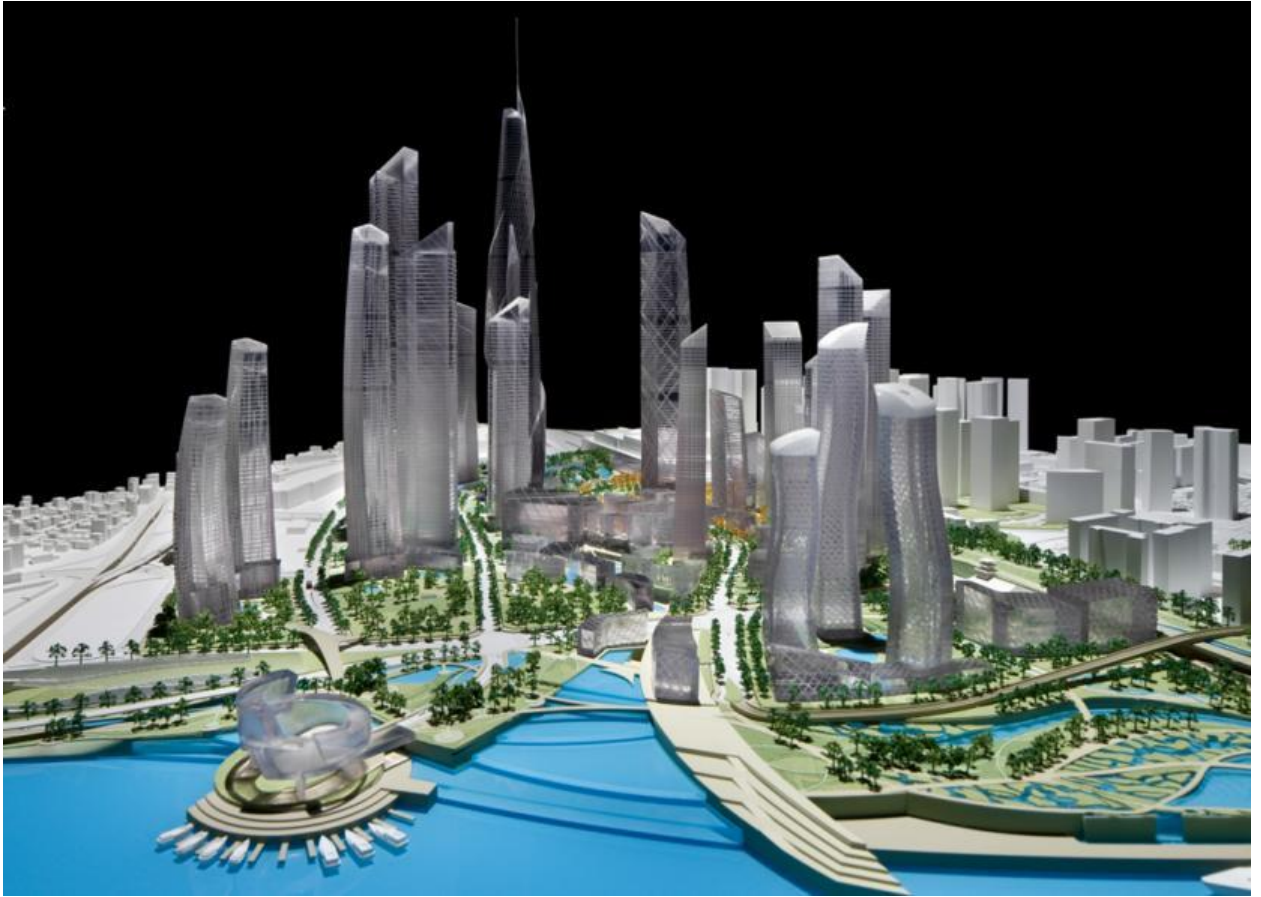


Рисунок 1.3 – 3D у міському плануванні

1.2.4 Промисловість

Сучасне виробництво неможливо уявити без до виробничого моделювання продукції. З надходженням 3D-технологій виробники отримали можливість великої економії матеріалів та зменшення фінансових витрат на інженерне проектування. За допомогою 3D-моделювання графічні-дизайнери створюють тривимірні зображення деталей та об'єктів, які в майбутньому можливо використовувати для створення складних форм та прототипів об'єкта.

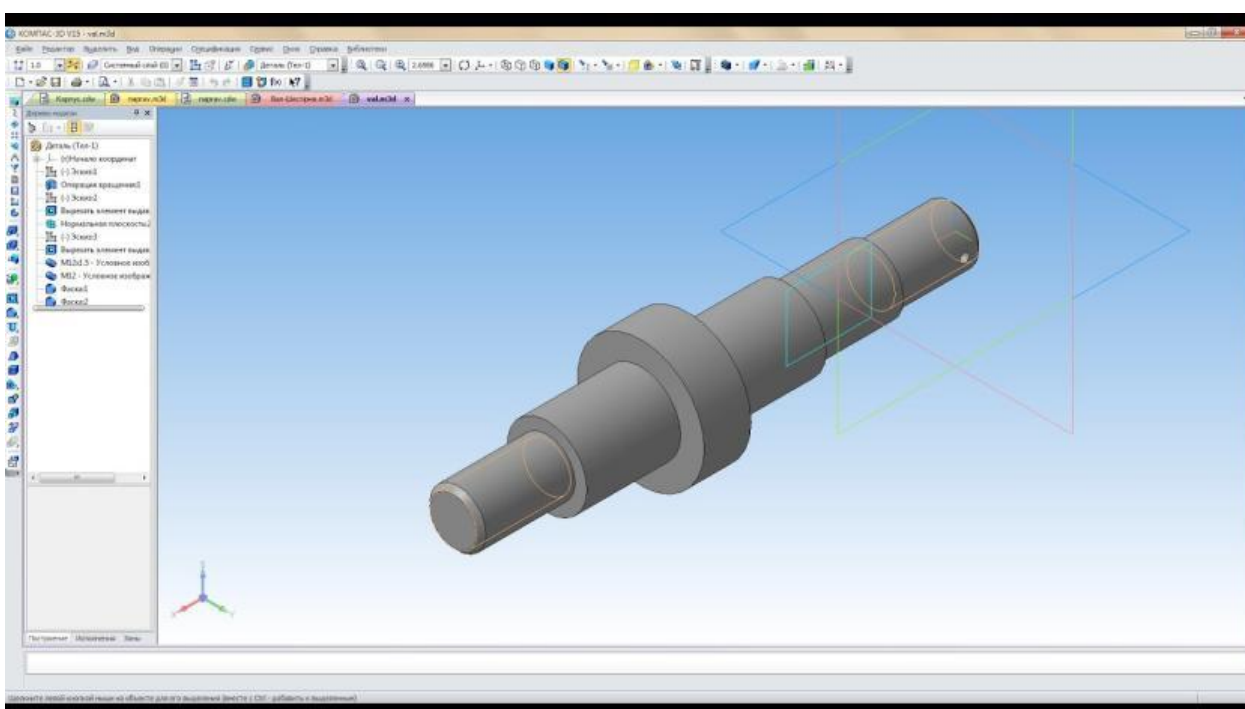


Рисунок 1.4 – 3D у промисловості

1.2.5 Комп'ютерні ігри

Найвідоміша сфера застосування тривимірної графіки – це 3D моделювання для ігор. При розробці комп'ютерних ігор 3d-дизайнери можуть створити практично будь-якого 3D персонажа, тривимірну реальність, відео фрагменти – реалістичні, з високим ступенем деталізації, тощо.

Технологія 3D створень комп'ютерних ігор використовується вже більше десяти років. У професійних програмах фахівці власноруч малюють тривимірні сцени, моделі героїв, анімують вже готові 3D-об'єкти та персонажі, а також створюють концепт-арти.

3D-моделювання є особливо важливим у світі ігор у віртуальній реальності, яка є надзвичайно захоплюючим сектором. Ігри віртуальної реальності повністю занурюють у гру, створюючи цілі тривимірні світи, у які можна поринути.



Рисунок 1.5 – 3D у комп'ютерних іграх

1.2.6 Кінематограф

Вся сучасна кіноіндустрія орієнтується кіно у форматі 3D. Для запису використовується спеціальна камера з підтримкою 3D. Крім того, 3D-модельовання використовується в кіноіндустрії для створення об'єктів та повноцінні ландшафти. Прикладом 3D-технології є використання її у популярних фільмах. Фільм "Аватар" допоміг перетворити 3D-індустрію, коли він використовував багато концепцій 3D-модельовання для створення планети Пандора (рис 1.6) [5] .



Рисунок 1.6 – 3D у кінематографі

1.2.7 Архітектура та дизайн інтер'єрів

Технології 3D-моделювання вже зарекомендували себе в архітектурі. Сьогодні створення тривимірної моделі будинку є дуже важливим етапом проектування. В основі 3d моделі можна створити приклад, як буде виглядати прототип будівлі. Крім того, модель забезпечує лише детальну модель загальної конструкції та кожного компонента майбутньої будівлі. При цьому як прототип, що створює лише загальні контури будівлі, так і збірну модель майбутньої будівлі. Що до дизайну інтер'єрів, то, за допомогою 3d-моделювання, замовник може побачити, як виглядатиме його житло чи офісне площа після ремонту.

Це надзвичайно корисно для уявлення про кінцевий продукт під час презентацій або для інших зацікавлених сторін. 3D-моделювання може виявити потенційні проблеми з будівельними конструкціями, які не могли показати 2D-плани, і є ключовим для сучасного проектування будівель.



Рисунок 1.7 – 3D у архітектурі

1.2.8 Анімація

За допомогою 3D-графіки можливо створити анімованого 3D персонажа, змусити його рухатися, а також шляхом проектування складних сцен зробити повноцінний анімований 3D відеоролик [6].

Коли у вас є 3D-модель, її можна повністю монтувати та анімувати, що дуже зручно для анімації. Аніматори використовують 3D-моделі для чіткого, плавного ефекту під час створення фільмів, серіалів, тощо. Протягом усього процесу 3D-моделювання використовується для створення декорацій, персонажів, реквізиту та інше. У більшості анімаційних фільмів використовується якесь програмне забезпечення для 3D-програмування. Однак можливість анімації не є винятковою для анімації. Це також стане в нагоді для спеціальних ефектів у фільмах, серед іншого.



Рисунок 1.8 – 3D у анімації

2 ТЕХНОЛОГІЇ 3D МОДЕЛЮВАННЯ

2.1 Види моделювання

Існують різні техніки створення 3D-моделі, які з часом розвивалися завдяки вдосконаленню технологій. Незалежно від того, для якої галузі використовується 3D-моделювання, є декілька основних методи на вибір:

2.1.1 Воксельне моделювання

Вокселі - елемент тривимірного зображення зі значенням растрового елемента в тривимірному просторі, вони повністю заповнюють нутрощі 3D моделі, де кожен такий кубик несе в собі інформацію про те, чим він є, наприклад, шкірою, м'язами, кістками і т.д.

Основна характеристика тривимірного моделі — це роздільна здатність, — кількість тривиміру у визначеному об'ємі [7]. Вона визначає точність моделювання тривимірних об'єктів. Представлення об'ємних об'єктів у вигляді тривимірних моделей використовують у комп'ютерних системах, призначених для медичних цілей. Наприклад, при скануванні томографом виходять зображення зрізів об'єкта, що потім поєднуються в об'ємну модель для подальшого аналізу. Тривимірний метод використовується для графічних пристроїв, що створюють об'ємні зображення. Тривимірна модель забезпечує простий опис складних об'єктів і сцен, спрощено спосіб відображення (для відображення воксельної моделі достатньо відобразити «кубики» відповідного кольору у всіх точках растрової сітки, крім «прозорих» точок), не вимагає відсікання невидимих частин об'єктів (досить відображати шари тривиміру від далекого до ближнього, при цьому ближні тривиміри закривають далекі) [8]. Для виконання топологічних операцій, наприклад, для виконання розрізів, необхідно зробити певні групи вокселів «невидимими».

Основний недолік тривимірної моделі, що обмежує її застосування надзвичайно велика кількість інформації, необхідна для представлення об'ємних даних. Наприклад, об'єм $256 \times 256 \times 256$ має не занадто велику роздільну здатність, але містить понад 16 мільйонів вокселів. Високі витрати пам'яті обмежують роздільну здатність, точність та швидкість виведення зображення моделювання. Крім того, звичайна растрова, тривимірна модель затруднює редагування, масштабування об'єктів. Незважаючи на недоліки, з ростом можливостей комп'ютерної техніки тривимірної моделі можуть знайти застосування її в різних областях.



Рисунок 2.1 – Воксельне моделювання

2.1.2 Полігональне моделювання

Багатокутне моделювання – низькорівневе моделювання, яке дозволяє візуалізувати об’єкт за допомогою полігональної сітки. Воно з’явилося тоді, коли для визначення місцезнаходження точки вручну вводиться її координати за трьома осями XYZ. Якщо всі три точки координат задати як вершини та з’єднати їх ребрами, то вийде трикутник, який у 3D-моделюванні називають полігоном [9].

Багатокутна сітка складається з простих фігур (полігонів). Полігон являє собою трикутник або чотирикутник, який має вершини, ребра та грані. Модель, створену методом полігонального моделювання, можна назвати фігурою, яка складається з полігонів з різним ступенем перспективного спотворення, за рахунок чого об’єкт має певну форму. Регулюючи кількість полігонів, з якої складається об’єкт, можна регулювати ступінь гладкості об’єкта.

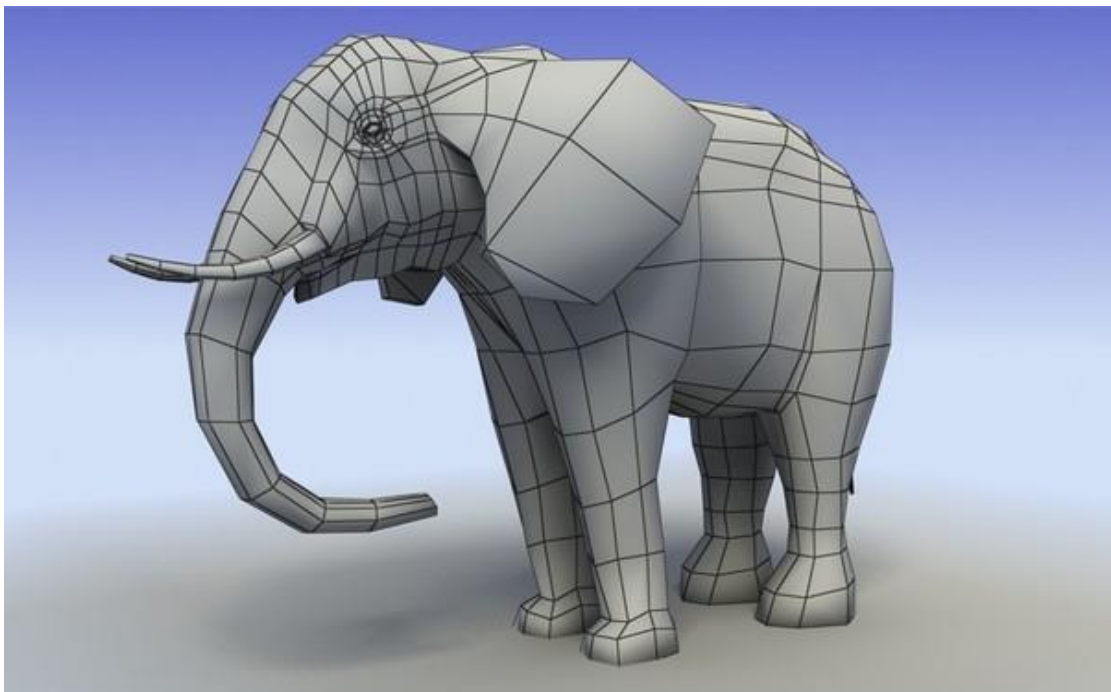


Рисунок 2.2 – Полігональне моделювання

Візуалізація речей за допомогою комп'ютерних програм дає кращу візуалізацію майбутнього плану в справі. Подібні приклади справляють глибоке враження та дають вражаючі результати. Моделювання за допомогою 3D-технологій є найкращим рішенням для багатьох галузей промисловості, будівництва, декору та особливо дизайну для студентів та розваг. 3D-моделювання, візуалізація та анімація відіграють роль у реалізації багатьох проектів.

Полігональне моделювання поділяється на три типи:

1. Низькополігональне моделювання, або Low-Poly, призначене для створення об'єктів із невеликою кількістю полігонів. Зазвичай це дозволяє економити ресурси, якщо немає потреби у високій деталізації.

2. Середньополігональне моделювання, або Mid-Poly, спрямоване на необхідний результат при рендерингу; полігональна сітка не оптимізується чи зміни мінімальні.

3. Високополігональне моделювання, або High-Poly, дозволяє створювати об'єкт з величезною кількістю полігонів, що значно збільшує комп'ютерну продуктивність.

2.1.3 Сплайнове моделювання

Сплайнове моделювання є створенням 3D-об'єктів за допомогою сплайнів – кривих ліній. Сплайни - це лінії різної форми: прямокутники, кола, дуги, текст і так далі. Об'єкти при цьому можуть бути як грубої, і плавної форми, що дозволяє створювати органічні моделі, наприклад, рослини чи живі істоти. Головна перевага сплайнового моделювання - гнучкість зміни форми сплайну [9]. Це добре видно на рисунку 2.3.

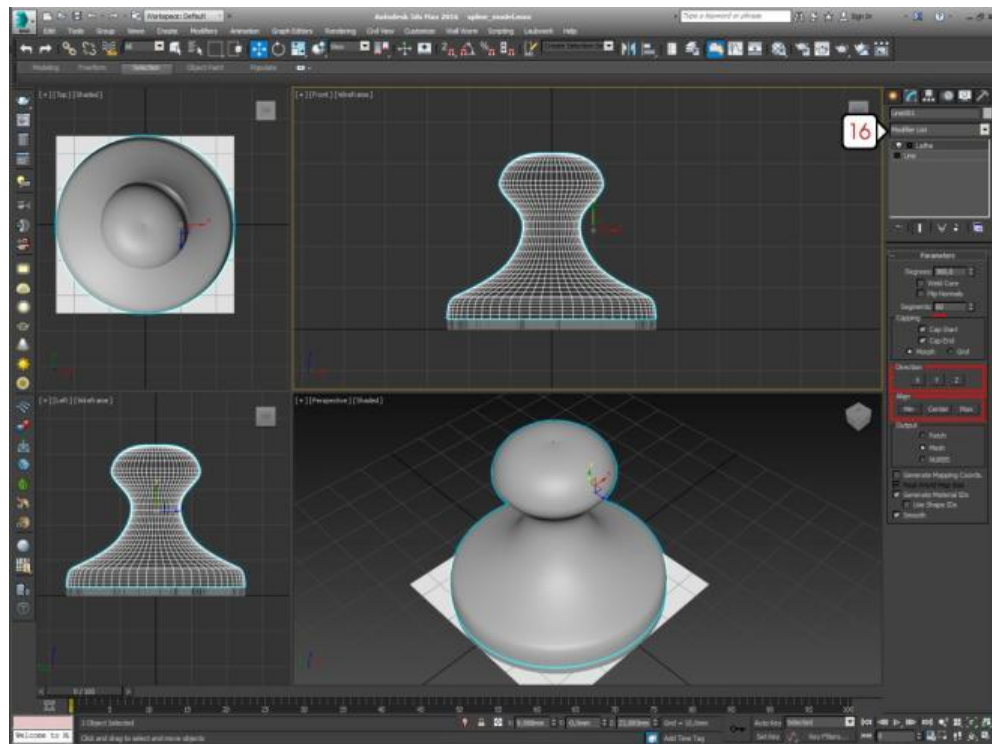


Рисунок 2.3 – Сплайнове моделювання

Даний вид моделювання нерідко порівнюють із полігональним, як Векторна графіка з растрової. У векторній графіці зі збільшенням об'єкта його якість не змінюється, на відміну растрового, де стають видно пікселі. Так само і при збільшенні об'єкта, створеного сплайнами, його якість залишиться незмінною, а при полігональному моделюванні будуть вже видно полігони. Звідси випливають такі переваги сплайн нового моделювання:

- можливість у будь-який момент змінити форму конкретного сплайну, тобто готовий об'єкт відредагувати нескладно;
- збереження якості при масштабуванні, і саме через це причини перевагу сплайн новому моделюванню віддається все частіше і частіше, особливо під час розробки тривимірних ігор.

Виходить, якщо потрібно створити об'єкт, який зберігатиме своє якість при наближенні потрібно вибрати саме цей спосіб.

Через свою специфіку сплайнове моделювання популярне при створенні комп'ютерних ігор.

2.1.4 NURBS моделювання

Non-Uniform Rational B-Spline (NURBS) є технологією створення 3D-об'єктів за допомогою спеціальних кривих, які називаються B-сплайнами. Деякі фахівці виділяють даний вид моделювання в окремий, а деякі - підвид сплайнового моделювання. Принцип моделювання полягає в наступному: за допомогою сплайнів, розташованих по вертикалі та горизонталі, будується потрібна форма об'єкта, та був усе це з'єднується з допомогою полігонів [9].

Існують два різновиди цього моделювання:

- за допомогою P-кривих (Point), форму яких можна змінювати за допомоги вершин, які розташовані безпосередньо на самій лінії;
- за допомогою CV-кривих (Control Vertex), форму яких можна змінювати за допомогою вершин, що розташовані за межами лінії.

Варто зазначити, що принцип побудови таких кривих полягає у використанні певних математичних формул.

Non-Uniform Rational B-Splines перекладається як "неоднорідний раціональний B-сплайн". І головна перевага цієї технології полягає в тому, що вона призначена для створення плавних органічних форм та моделей, заснована на важкому математичному апараті. Існує близько 1500 рівнянь для опису усіх геометричних елементів. Від простих кривих до складних поверхонь.

Через особливості будови NURBS поверхні завжди гладкі (у них немає гострих країв, властивих полігонам), тому вони широко використовуються в органічному моделюванні (подібному до створення рослинних форм), для створення моделей тварин, людей, машин тощо. NURBS поверхні не складаються із сітки прямокутників, розбиття поверхонь на багатокутники відбувається лише на етапі рендерингу та передбачає використання найзручнішого алгоритму для збереження гладкості. Тому за будь-якого наближення дотримується гладкість поверхні.

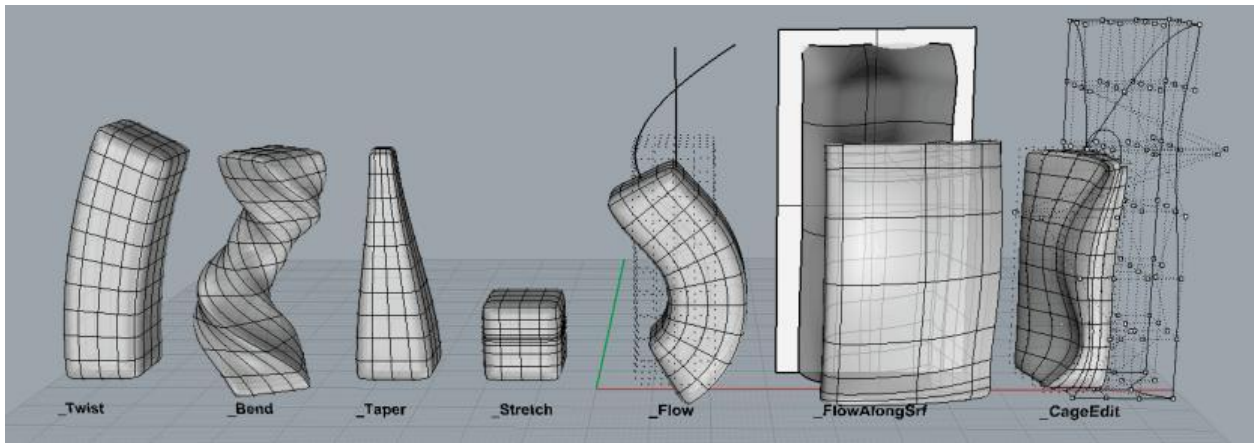


Рисунок 2.4 – NURBS моделювання

2.1.5 3D-скульптинг

3D-скульптинг, він же «цифрова скульптура», є імітацією процесу «ліплення» 3D-моделі, то є деформування її полігональної сітки спеціальними інструментами - пензлями. Можна провести аналогію з ліпленням фігур руками із пластиліну чи глини. Тільки в програмах 3D-моделювання пальці замінені на інструмент "пензель", а "пластиліном" є полігональна сітка [10].

3D-скульптинг вплинув на такі ключові сфери 3D-моделювання:

1. Саме моделювання. Ліплення спростило багато аспектів, а також принесло багато зручностей у створення складних за структурою форм.
2. Текстурування. Тепер можна малювати та редагувати текстурні карти прямо на поверхні 3D-об'єктів.
3. Низькополігональне моделювання. Тепер низькополігональну сітку можна будувати, створювати прямо на поверхнях високополігональних об'єктів – ретопологія. Або ж програми скульптингу під час експорту в інші пакети автоматично переводять hi-poly на нижчу роздільну здатність — автоматична ретопологія.



Рисунок 2.5 – 3D-скульптинг

2.2 Етапи створення 3D-моделей

3D-моделювання – це процес розроблення на основі математичних координат представлення будь-якої поверхні об’єкта (неживої чи живої) у трьох вимірах за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення шляхом маніпулювання ребрами, вершинами та багатокутниками в змодельованому 3D-просторі [. Для отримання якісного результату розробка 3D-моделі здійснюється в декілька етапів:

1. Створення ескізу.
2. Проектування моделі
3. Побудова скелету

- 4. Ретопологія
- 4. Створення розгортки
- 5. Текстурування
- 6. Розташування джерел освітлення та шейдинг.
- 8. Анімація
- 7. 3D-візуалізація або рендерінг
- 8. Постпродакшн

Розглянемо детальніше кожний з етапів.

2.2.1 Створення ескізу

Фундаментом будь-яких великих звершень є ідея. Перш ніж починати моделювання на комп'ютері деякі художники створюють ескіз на папері, обирають анатомію моделі, кольори, текстури. Якщо проектується об'єкт, який існує у реальному житті, ескіз створюють за фотографіями або відео. Ескіз 3D-персонажу є орієнтовним планом, так як за наявності ескізу простіше зрозуміти, як виглядатимуть 3D-персонажі ігор, та побачити ланцюжок дій, необхідних для їх втілення на практиці.

2.2.2 Проектування моделі

Існує доволі багато видів моделювання, проте для створення моделей, що згодом підлягають анімації, використовують метод полігонального моделювання. Чим більшою є кількість полігонів у моделі, тим більш деталізованою є модель. Моделі ділять на [11]:

- багатокутні (high-poly) – з великою кількістю кутів;
- середньокутні (mid-poly) – з середньою кількістю кутів;
- низькокутні (low-poly) – з малою кількістю кутів.

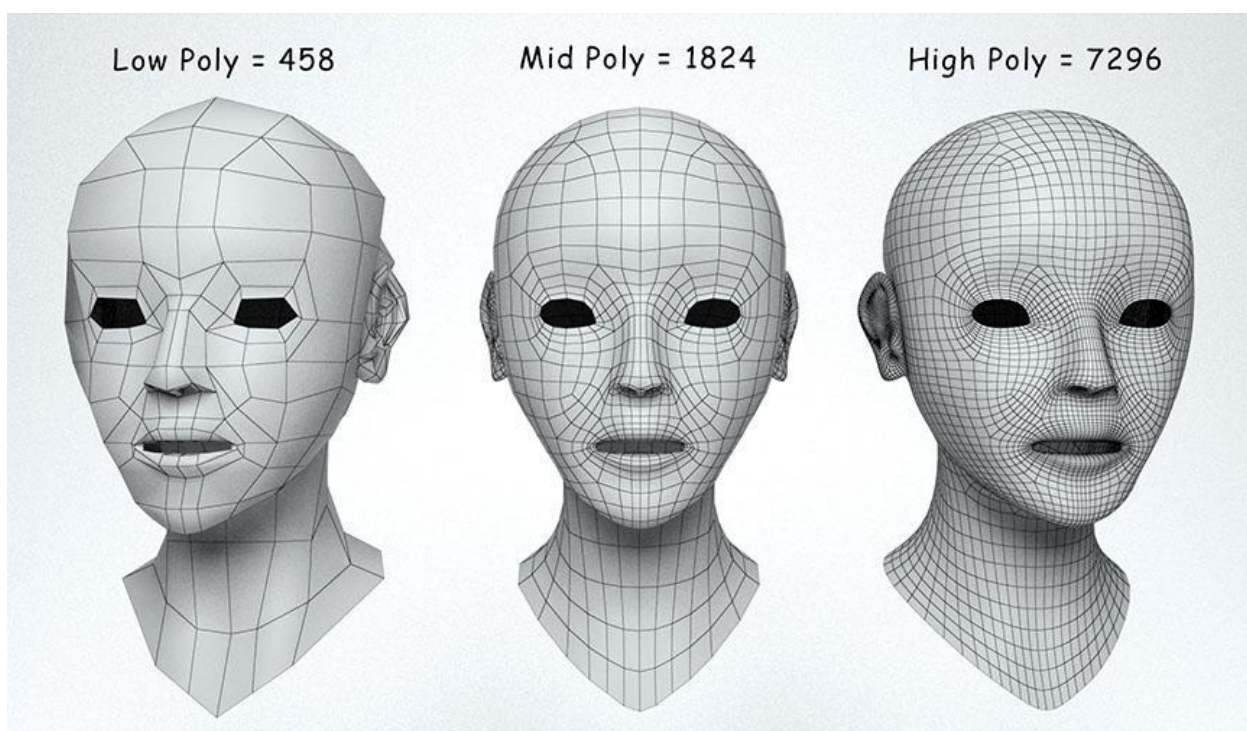


Рисунок 2.6 – Критерії 3D моделі

Високо-полігональні моделі є більш фотореалістичними, ніж середня низько-полігональні, тому можуть використовуватися для створення фільмів та мультфільмів. Проте даний вид моделей потребує багато програмних та апаратних ресурсів. Рендеринг таких моделей займає багато часу, адже кожний кадр підлягає по піксельному прорахуванню, тому на створення мультфільмів може бути витрачено навіть декілька років.

Для комп'ютерних ігор високо-полігональні моделі не використовуються, тому що кадри б провантажувались доволі повільно. Щоб уникнути перевантаження програми та відеокарти комп'ютера, розробники виконують оптимізацію візуальної частини гри під можливості комп'ютерів користувачів. За подібністю до високо-полігональної моделі створюють низько-полігональну з полігонів-трикутників. Для побудови низько-полігональної моделі залишають лише ті полігони, які впливають на силует та форму. Елементи, які не видно, видаляють [11]. До моделі додають джерело світла, регулюють світлі та темні ділянки (шейдинг). Далі обидві моделі аналізують за напрямками нормалей. Нормалі – це вектори, які використовуються для визначення того, як світло відбивається від поверхні. Програма будує промені за напрямками нормалей низько-полігональної моделі. Коли ці промені стикаються з високо-полігональною моделлю, програма обчислює, як зобразити ці промені, щоб вони слідували у напрямку нормалей високо-полігональної моделі. Інформацію про напрямки нормалей програма зберігає у текстуру під назвою «карта нормалей» [12]. Процес аналізу та зберігання називають «запікання». Далі карту нормалей накладають на низько-полігональну модель. Таким чином виникає оптична ілюзія: низько-полігональна модель відбиває світло так само, як і високо-полігональна. Полігональне моделювання не має прив'язки до реальних одиниць вимірювання, тобто даний метод моделювання не підходить для створення моделей з точними розмірами, наприклад, з кресленика або плану будівлі. Проте для створення відео-контенту точність не має великого значення, більшу роль відіграє художня візуалізація об'єктів.

2.2.3 Побудова скелету

Ригінг (rigging). У 3D-анімації це моделювання за допомогою шарів «кісток» або «суглобів», які дозволяють кожній кістці рухатися та регулюватися.

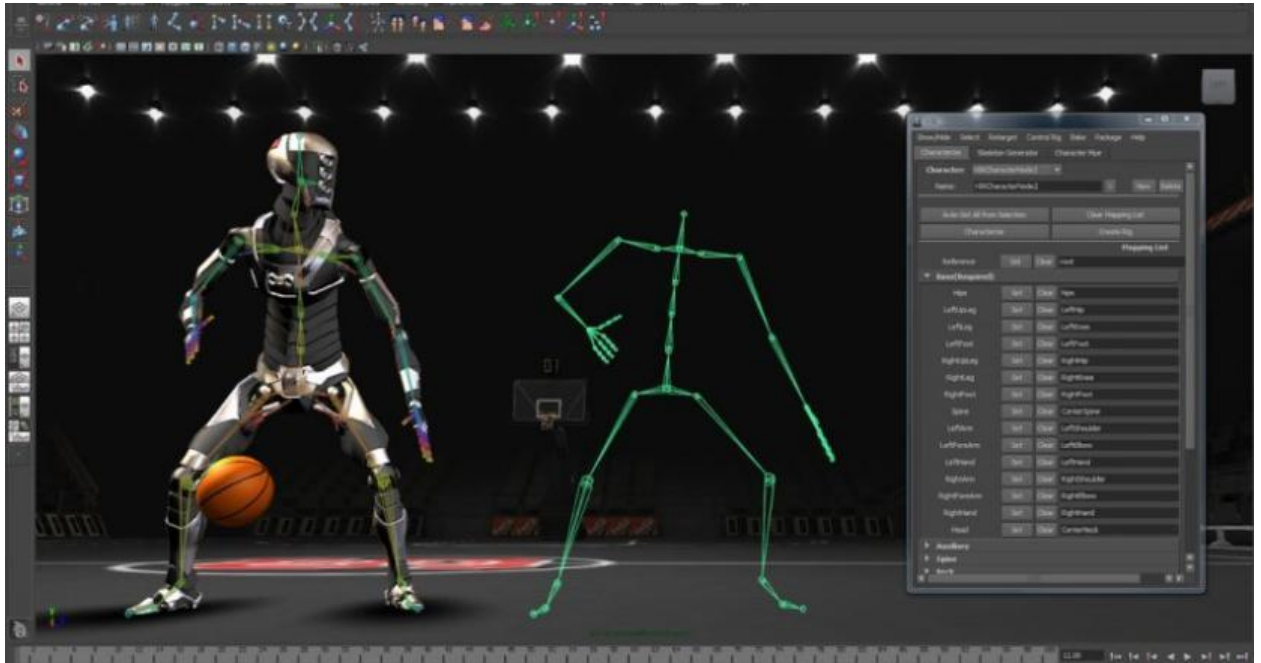


Рисунок 2.7 – Процес побудови скелету

Скелетна анімація, для якої і застосовується ригінг (а з ним і скінінг) зручна насамперед тим, що дозволяє маніпулювати великою кількістю складових елементів фігури, що анімується (кінцівки, очі, м'язи обличчя, губи і т.д.) за допомогою відносно малої кількості керуючих елементів - тих самих кісток та його регульованих характеристик [13]. Завдяки опорному механізму між ними рух кожної ноги є комбінацією власного обертання та обертання «батьківської» ноги. Це означає, що рух стегна повинен супроводжуватися рухами всієї ноги. Можливість створювати залежності економить багато зусиль аніматора, наприклад, під час пояснення кроків для видалення окремих скелетів, які впливають на форму інших скелетів.

2.2.4 Створення розгортки

Покласти текстури на 3D-об'єкти не можна, поки не зробиш розгортку. Програма просто не знає, як накладати плоску текстуру на геометрію. Звідси виникає окремий етап пайплайну – UV-розгортка. Розгортка переносить об'ємні форми на площину у тому, щоб їх можна було покласти текстури. необхідно розгорнути всі частини, щоб текстура коректно лягла на модель. Якщо якась частина моделі потребує більшої деталізації, їй можна виділити більше місця на розгортці. При створенні розгортки слід намагатися ховати шви в менш помітних місцях, таких як внутрішній бік руки, пахва і т.д.

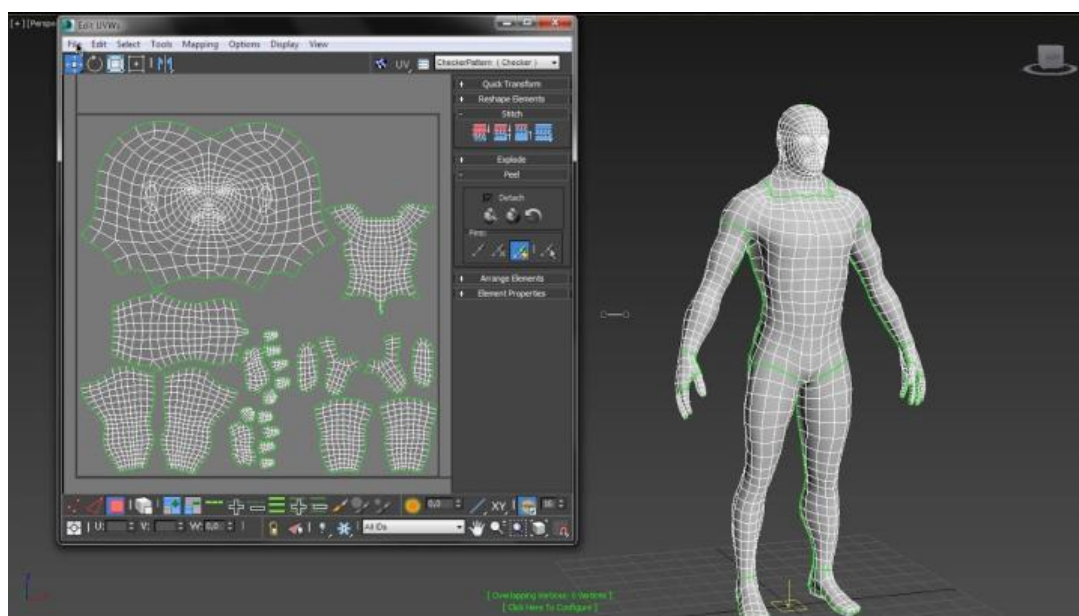


Рисунок 2.8 – Створення розгортки

2.2.5 Текстурування

Текстурування об'єкту – це відтворення фізичних якостей текстур та матеріалів, з яких виготовлено об'єкт для надання зображенню більшої реалістичності [14].

Текстура – це растрове зображення, що застосовується до полігональної моделі шляхом накладення з метою надання моделі фактурності, рельєфності і потрібного колірної забарвлення.

Якість текстурування об'єкта визначається такими одиницями як тексель. Тексель – це кількість пікселів, що залишаються на одиницю текстури. Формат і роздільна здатність картинки текстури, що використовується, безпосередньо визначають якість підсумкового результату.

Розрізняють декілька видів текстурування [14]:

- Рельєфне текстурування;
- MIP-текстурування;

Рельєфне текстурування – технологія роботи з 3D-графікою, що дозволяє створити поверхню об'єкта, що моделюється, реалістичною [14]. Рельєфне текстурування нагадує процес накладення текстури на полігон. Відмінність полягає в тому, що під час Колір виконується поверх звичайної текстури і змінюється лише колірне сприйняття полігона, а під час рельєфного текстурування додається відчуття рельєфу, об'ємності плоскому полігону. Ця техніка може додати деталізацію сцені без створення додаткових полігонів, що також є частиною оптимізації моделей для комп'ютерних ігор.

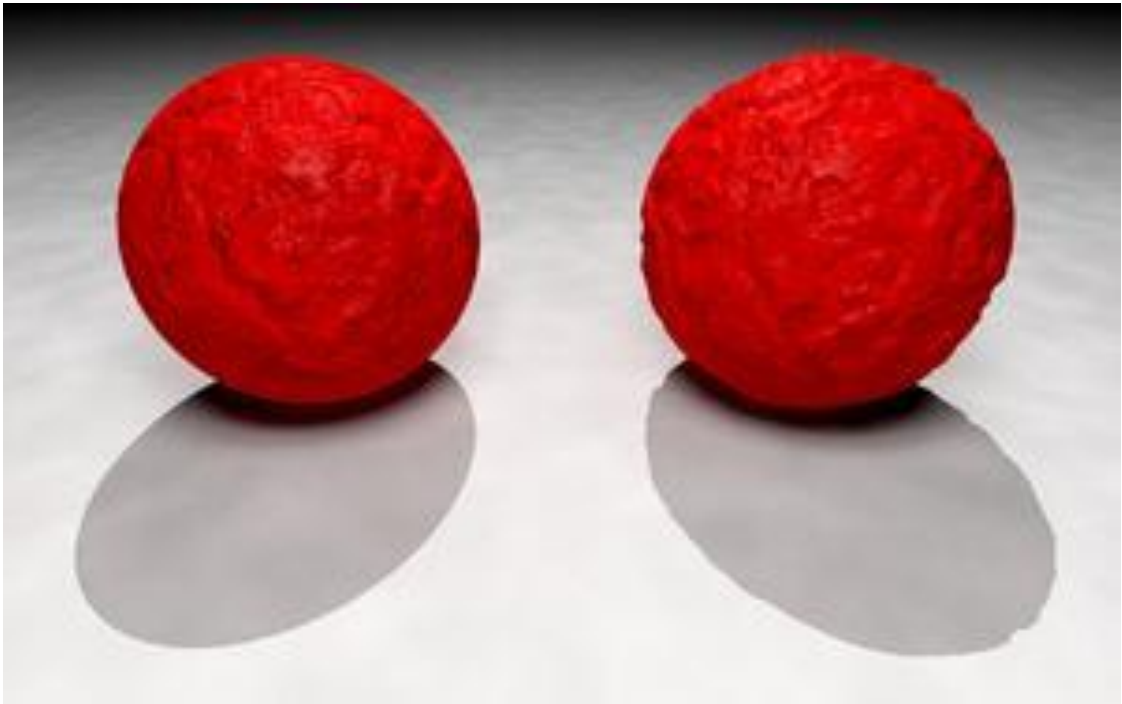


Рисунок 2.9 – Приклад рельєфного текстуровання

Існують наступні види рельєфного текстуровання [15]:

1. Створення рельєфної структури (bump mapping) – технологія, що дозволяє надати поверхні об'єкта, що моделюється, ефект рельєфу і ретельно її деталізувати. Даний ефект створюється шляхом віртуального зміщення пікселів за допомогою одноканальної карти висот (рельєф поверхні відображається у градаціях сірого кольору) і джерела світла. В результаті отримують ділянки з різним ступенем освітленості [15]. Bump mapping застосовується під час створення нерівних поверхонь, таких як виступи і западини [15].

2. Normal mapping – це метод зміни нормалі пікселя на базі кольорової карти нормалей. При цьому інформація про зміни залишається у текселях. Даний метод є найбільш точним завдяки застосуванню трьох каналів текстур в карті нормалей [15].

3. Parallax occlusion mapping – метод локального трасування променів, який використовується з метою визначення висот і видимості текселя. Також

завдяки цьому створюються сильні глибини рельєфу. Однак він не дає можливості ретельної деталізації об'єктів [15].

МІР-текстурування – метод, за якого під час накладення текстур застосовуються копії однієї і тієї ж ілюстрації текстури з різним ступенем промальовування деталей.

Міртарс — це менші, попередньо відфільтровані версії зображення текстури, що представляють різні рівні деталізації текстури. Вони часто зберігаються в послідовностях поступово менших текстур, які називаються ланцюжками міртарс, з кожним рівнем вдвічі меншим за попередній.

Вони використовуються в ситуаціях, коли відстань між об'єктом і камерою може змінюватися. Коли об'єкт віддаляється від камери, текстура об'єкта на екрані згодом відобразатиметься меншою, ніж його фактична роздільна здатність, іншими словами, на піксель екрана припадатиме більше одного текселя (пікселя карти текстури). Текстуру потрібно буде зменшити в процесі, що називається мініфікаційною фільтрацією, яка часто вимагає від програми вибірки кількох текселів, щоб визначити колір пікселя. Існує дві основні переваги:

- Підвищена продуктивність – Міртарс підвищує ефективність кешу, оскільки повнорозмірні текстури не будуть потрібні так часто, а міртарс з нижчою роздільною здатністю легше помістяться в кеш текстур. Це означає, що дані текстури не потрібно отримувати так часто, що зменшує використання пропускну здатності та підвищує продуктивність програми.
- Покращена якість зображення – використання міп-відображення може допомогти усунути ефекти згладжування, спричинені надмірною дискретизацією текстур. Ці ефекти потенційно можуть зіпсувати візуальну якість програми.



Рисунок 2.10 – Приклад МІР- текстурування

2.2.6 Розташування джерел освітлення та шейдинг

Незважаючи на оформленість та текстуру моделі, без освітлених та затемнених ділянок кадри виглядатимуть ненатурально та без об'єму. Складність освітлення кадру полягає у достовірній імітації фізики розповсюдження світла, тому що промені мають багато властивостей, які важко візуалізувати. Наприклад, взаємодія світла з різними видами поверхонь, відбиття, заломлення, тіні, розсіювання, огинання об'єктів, зміна інтенсивності, яскравості, насиченості.

На ранніх етапах розвитку комп'ютерної графіки освітлення та його властивості виставляли вручну, тобто доступними були лише джерела прямого світла, які визначали лише напрям розповсюдження світла та на які ділянки об'єкта буде освітлено. Решту ефектів змінювали та доповнювали вручну. Згодом стало доступним глобальне освітлення, коли усі розрахунки

розповсюдження світла у середовищі робить комп'ютер, причому для кожного окремого променя. Мова йде про технологію трасування променів.

Трасування променів (ray tracing) – технологія побудови зображення тривимірних моделей в комп'ютерних програмах, при яких відстежується зворотна траєкторія поширення променя. Спеціальний алгоритм відстежує шлях променя від об'єкта освітлення, а потім створює симуляцію того, як він взаємодіє з об'єктами: відбивається, заломлюється і так далі [16]. Спеціалісту залишається лише розставити джерела світла, їх напрям, віддаленість, а також налаштувати температуру світла та інтенсивність, а все інше візуалізує програма.

Шейдинг – процес, що здійснюють за допомогою шейдера – програми, що застосовується у тривимірній графіці для визначення остаточних параметрів об'єкту або зображення. Шейдер може включати опис поглинання та розсіювання світла довільної складності, накладання текстури, відбиття та заломлення, затемнення, зміщення поверхні та ефекти пост-обробки. Шейдери, що програмуються, є дуже ефективними і дозволяють за допомогою простих геометричних форм візуалізувати складні з вигляду поверхні.

2.2.7 Анімація

Загалом існує два методи анімації: послідовний та за ключовими кадрами. Послідовний метод анімації використовувався зазвичай для 2D-мультфільмів, де кожний кадр необхідно було промальовувати. Анімація за ключовими кадрами полягає у малюванні основних фаз руху персонажа, тобто початок руху, декілька проміжних та кінцева дія, після чого кадри, яких не вистачає, доповнюють між ключовими.

У комп'ютерній анімації частіше за все використовують метод ключової анімації, виставляючи модель у пози та задаючи вектор руху частин тіла. Проміжні кадри генерує комп'ютер. Процес генерації кадрів, яких не вистачає, називають інтерполяцією. Програма дозволяє прораховувати будь-яку кількість кадрів на секунду. Тим самим робота аніматора спрощується:

достатньо додати лише 8 ключових кадрів, а комп'ютер згенерує 16, що залишилися, що забезпечить бітрейт 24 кадри на секунду.

Скелетна анімація – це анімація 3D-фігури за допомогою відносно невеликої кількості керуючих елементів, що нагадують скелет або будову маріонетки [17].

Скелетна анімація може виконуватися аніматором вручну за ключовими кадрами, за допомогою технології захоплення руху (Motion Capture або MoCap) або змішаним способом, використовуючи технологію захоплення і коректуючи рух вручну в програмі.

Анімація власноруч полягає у зміні положення тіла 3D-персонажа аніматором. Маніпуляція частинами тіла здійснюється через анімаційні точки, які додаються до скелету персонажа на етапі риггінгу. Перевагою даного методу анімації є більший контроль над моделлю, можливість реалізації будь-якого руху, який не є можливим у реальному житті. Проте слід зазначити і суттєвий недолік: велика затрата часу на анімацію.

Технологія захоплення руху – це процес запису руху об'єктів або людей за допомогою маркерів або спеціального обладнання. Існують два основних види системи Motion Capture: маркерна та безмаркерна система захоплення руху (СЗР) [18].

Маркерна СЗР (рис. 2.11), де використовується спеціальне обладнання, а саме спеціальний костюм, оснащений з датчиками. Актори відпрацьовують, показують і імітують необхідні за сценарієм рухи. Камера фіксує дані датчиків і надсилає їх на комп'ютер, де вони об'єднуються в одне 3D-зображення, яке представляє справжнього учня. Звідти (або буквально) структура створюється на основі даних про рух гравця.

Також цим методом відтворюється міміка актора (в цьому випадку на його обличчі розташовуються маркери, що дозволяють фіксувати основні мімічні рухи) [18].



Рисунок 2.11 – Приклад маркерної СЗР

Особливістю безмаркерної СЗР є відсутність необхідності у використанні спеціального устаткування, спеціального освітлення і простору. Зйомка проводиться звичайною камерою (або веб-камери) і персонального комп'ютера [18].

Сьогодні існує велика кількість систем захоплення руху (СЗР), різниця між якими полягає в принципі передачі рухів.

Для анімації обличчя персонажа нерідко використовують технологію морфінгу. Морфінг є найбільш простим і зручним способом анімації обличчя, разом з цим він дає досить якісні результати. За даного способу запам'ятовуються положення вершин копій моделі, що мають різні мімічні вирази. Після цього базовій моделі можна легко і надати будь-який із готових виразів [19].

Перевагами даного способу анімації обличчя є гнучка маніпуляція вершинами, можливість додавання до 100 різних виразів обличчя, можливість маніпуляції текстурними координатами.

2.2.8 3D-візуалізація або рендерінг

Завершальний етап 3D-моделювання – рендерінг. 3D-рендерінг — це процес створення плоского растрового зображення (або послідовності з кількох таких зображень) на основі 2D або 3D-даних, а саме моделей і сцен, створених автором. Спеціалізоване програмне забезпечення для 3D-рендерінгу аналізує всі дані, пов'язані з 3D-моделлю (колір, текстуру, матеріал конкретного об'єкта), і перетворює їх у 2D-зображення. Рендер полягає в налаштуванні відображення 3D-моделі: у додаванні графічних спецефектів, таких, як відблиски, туман, сьйво, тощо. Процес 3D-рендерінгу нагадує фотографування моделі в певному середовищі, під обраним кутом і з правильним освітленням. 3D-візуалізація може бути реалістичною завдяки додаванню природних елементів, таких як атмосфера, освітлення, тіні, колір і текстура. Крім того, можна додати оптичні ефекти, такі як заломлення світла або розмиття рухомих об'єктів. Модель також може бути нереалістичною і представляти будь-яке інше абстрактне зображення. Ці 3D або 2D візуалізації можуть бути або статичними автономними зображеннями, або вшитими в готову анімацію. У випадку відео-візуалізації, робляться точні параметри анімації персонажів, деталей, ландшафтів, тощо. На останньому етапі підбирається потрібна кількість кадрів в секунду і розширення підсумкового результату.

2.2.9 Постпродакшн

Зображення, створені за допомогою програмного забезпечення для 3D-рендерінгу, вимагають додаткової обробки – постпродакшн – це місце, де відбувається точне тонке налаштування.

Програми для обробки зображень і відео – Adobe Photoshop, Adobe Premier Pro (або Final Cut Pro/ Sony Vegas), GarageBand, Imovie, Adobe After Effects Pro, Adobe Illustrator, Samplitude, SoundForge, Wavelab та ін.

Виробництво полягає в додаванні медіа-файлів оригінальних візуальних ефектів, мета яких – це розбурхати свідомість потенційного споживача: вразити, викликати інтерес і запам'ятатися!

2.3 Вибір інструментів реалізації

При виборі інструментів для реалізації завдання було розглянуто декілька найпопулярніших 3d редакторів, які працюють в ОС Windows: 3ds Max та Maya від компанії Autodesk, Blender та ZBrush.

2.3.1 Autodesk 3ds Max

Для початку розглянемо Autodesk 3ds Max. Інтерфейс програми зображений на рисунку 2.12. Дана програма призначена для тривимірного моделювання та анімації, часто використовується новачками через простоту використання, великий функціонал, велику кількість різноманітних плагінів та навчальної інформації. У самій назві 3D Studio MAX – "тривимірна графіка" – закладено вказівку на те, що доведеться мати справу з трьома просторовими вимірами: шириною, висотою і глибиною. Якщо поглянути навколо: все, що нас оточує, є 3D об'єктами – побутові предмети, транспортні засоби, житлові будівлі, промислові корпуси, тіла живих істот. Проте термін "тривимірна графіка" - це спотворення істини [20]. В реальності тривимірна

комп'ютерна графіка має справу лише з двовимірними проєкціями об'єктів уявного тривимірного світу. Проілюструвати сказане можна, уявив, що оператор з відеокамерою, за допомогою якої він знімає об'єкти, розташовані в кімнаті. Коли під час зйомок він переміщається по кімнаті, то в об'єктив потрапляють різні тривимірні об'єкти, але при відтворенні відзнятого відеозапису на екрані телевізора буде видно лише плоскі двовимірні зображення, що представляють собою відображені образи, знятих кілька хвилин тому тривимірних об'єктів. Сцена на екрані виглядає цілком реально завдяки наявності джерел світла, природного забарвлення всіх об'єктів і присутності тіней, що додають зображенню глибину і що роблять його візуально правдоподібними, хоча воно і залишається всього лише двовимірним.

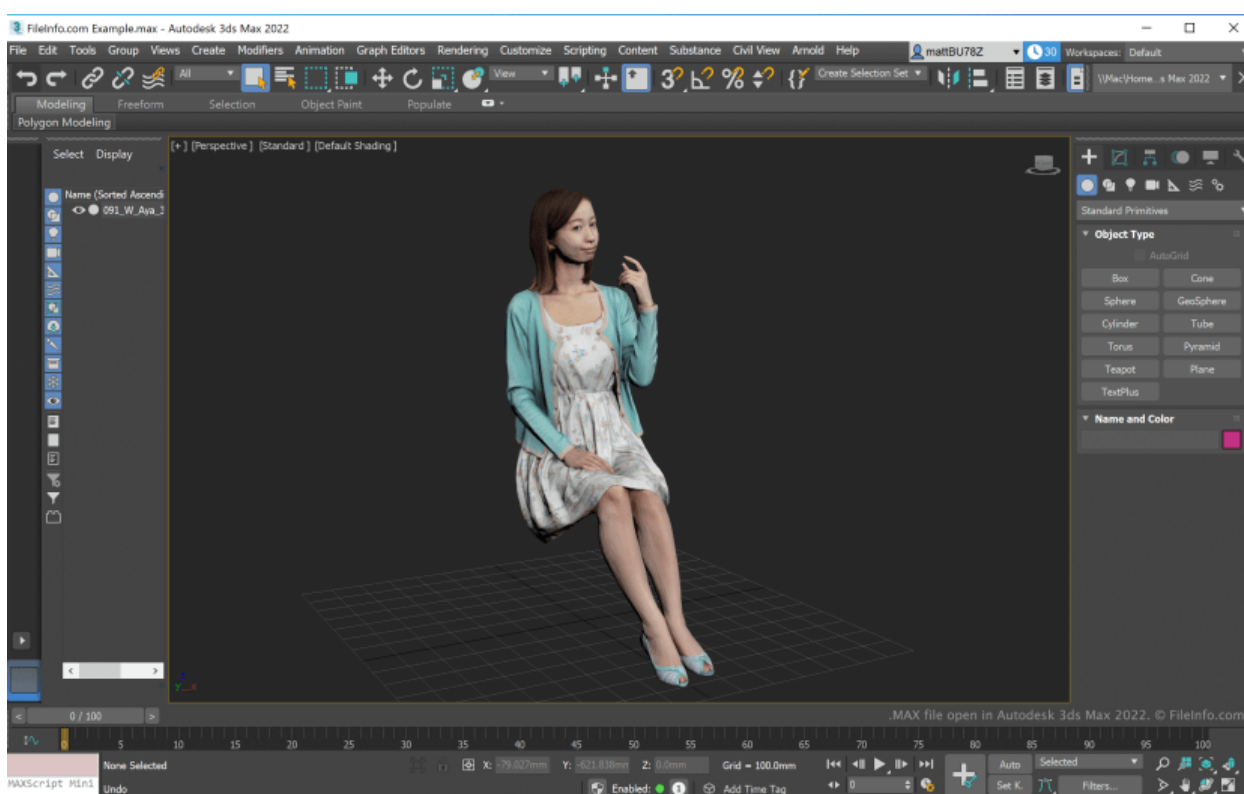


Рисунок 2.12 – Інтерфейс 3ds Max

2.3.2 Autodesk Maya

За методом роботи Autodesk Maya наближена до іншого продукту компанії – 3DsMax. Але порівняно з ним у Майї функції анімації реалізовані ґрунтовніше. Вона також основана на тривимірному моделюванні, але використовується зазвичай професіоналами та великими компаніями для створення анімації, мультфільмів, реклами, ігор і т.д. [21].

Також програма цікава можливістю роботи з динамікою твердих і м'яких тіл, простотою накладання текстур і зручним UV-маппінгом. Якщо говорити про побудову 3D моделей для 3D друку, варто відзначити Autodesk Maya на це зовсім не орієнтована. Autodesk Maya має різноманітну кількість інструментів для якісної та зручної роботи з тривимірною графікою. У ній також можна підібрати власний алгоритм дій. Короткий перелік того, що пропонує додаток:

- Робота з кривими, у тому числі NURBS;
- Полігональне моделювання, можливість ретопології;
- Декілька способів накладання матеріалів, текстур, а також зручний UV-маппінг (розгортка);
- Інструменти для скульптингу, подібні до пензлів ZBrush. Причому скульптинг тут можна застосувати також для моделювання простого ландшафту;
- Ряд інструментів для відтворення високоякісної анімації. Динаміка м'яких твердих та тіл;
- Відтворення реалістичного волосся;
- Симулятор різноманітних рідин;
- Додавання особливих ефектів;
- Візуалізація за допомогою плагінів.



Рисунок 2.13 – Інтерфейс Autodesk Maya

2.3.3 Blender

Однією з виділених програм - є Blender. Цей програмний продукт 3д моделювання, анімацію, також набір налаштувань для розроблення ігор. Програма має невеликий розмір (близько 50 Мб), є кросплатформною, широко функціональною [21]. Blender використовується для створення тривимірних візуалізацій, таких як статичні картинки, відео та інтерактивні відео-ігри. Blender відмінно підходить як індивідуальним розробникам, так і невеликим студіям, які отримують користь від єдиного виробничого конвеєра і чуйного процесу розробки. Blender є кроссплатформенним додатком і запускається на Linux, macOS і MS-Windows. Також він споживає відносно малу кількість пам'яті і вимагає трохи місця на диску, в порівнянні з іншими програмами для 3D. На рис.2.14 показано Інтерфейс Blender.



Рисунок 2.14 – Інтерфейс Blender

2.3.4 ZBrush

ZBrush — це платний пакет зі студентською версією. Він має більш комплексний інтерфейс користувача та навчання. Програма ZBrush від компанії Pixologic – це дуже зручний інструмент для створення і редагування тривимірної графіки. Щоб краще підготувати новачків до роботи в додатку, треба зробити огляд програми ZBrush. В першу чергу програма спрямована на роботу з так званої «цифрової глиною», з якої можна вилюплювати об'єкти за допомогою різноманітних інструментів. Аналогів цій програмі практично немає в інших пакетах для 3D моделювання, хоча деякі додатки (наприклад, Maya) пропонують спеціальні інструменти для розробки скульптінга. Ця цифрова ліпнина дуже добре підходить для створення людей, тварин та і взагалі всього органічного. Також ZBrush може використовуватися для твердотільного 3D-моделювання та оснащений для цього спец пристроями. Великий набір спеціальних кистей спрямований на

створення 3D моделей, а інструменти накладення текстур і візуалізації доповнюють функціонал програми. На рис.2.15 показано Інтерфейс ZBrush.

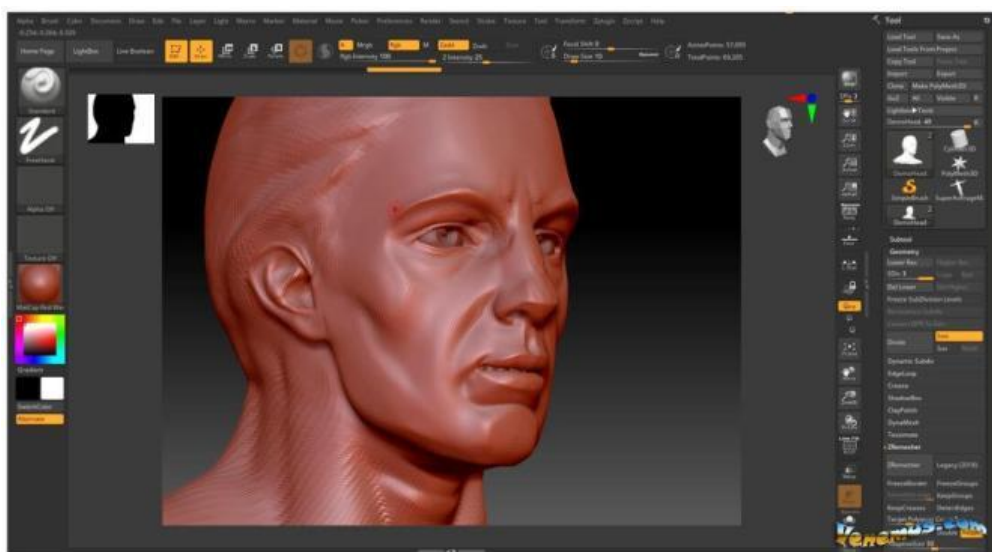


Рисунок 2.15 – Інтерфейс ZBrush

3D моделі, створені в цій програмі, затребувані насамперед в кіно і ігрової індустрії, де надзвичайно важливі деталізація і реалістичність. З її допомогою створювалися атрибути багатьох знаменитих комп'ютерних ігор, фільмів та серіалів (в тому числі анімаційних). Головною особливістю програми є ZSpheres – потужний інструмент для створення каркасу шляхом «розтягування» полігонів особливо для органічних моделей [22] (рис 2.16).

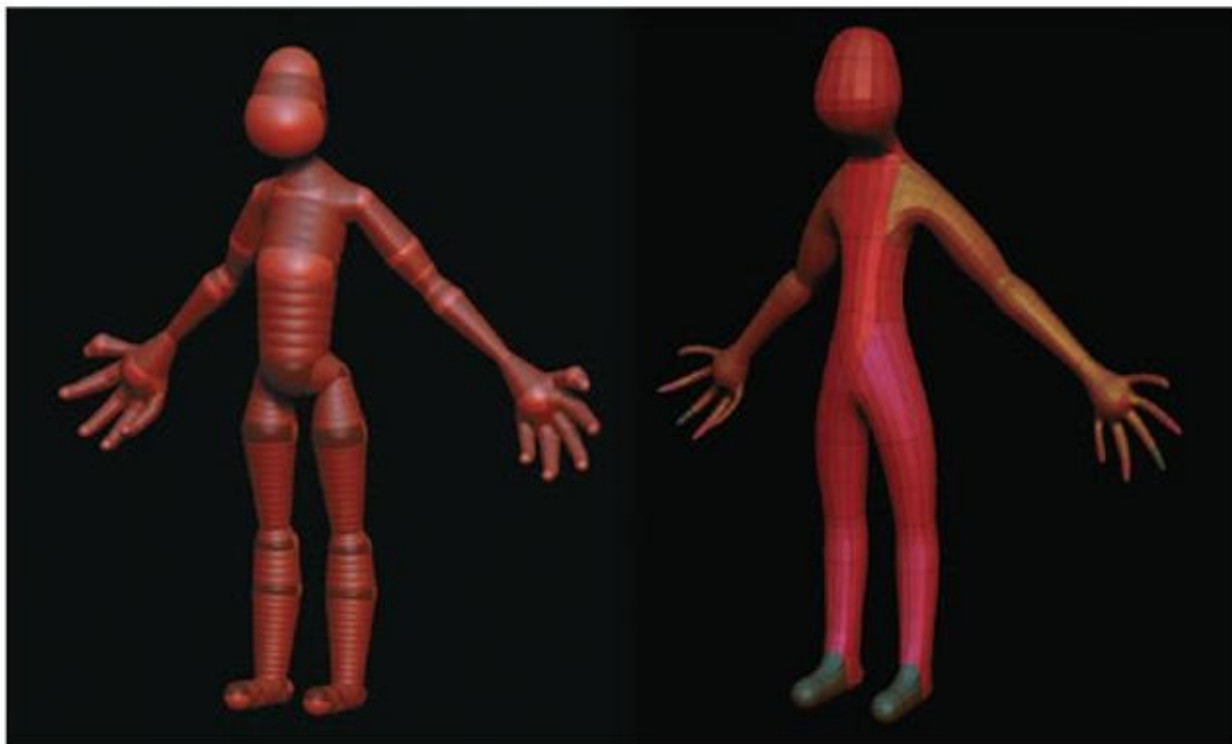


Рисунок 2.16 – Створення каркасу за допомоги ZSpheres

На відміну від інших 3D редакторів, ZBrush оснований на використанні лише одного методу моделювання - так званого тривимірного ліплення. Моделювання самих об'єктів відбувається за допомогою пензлів, які надають моделі потрібної форми.

Для наглядного порівняння складино таблицю характеристик всіх перерахованих програм (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика програм

3D-редактор	3D MAX	ZBrush	Blender	AutodeskMAYA
Характеристика				
Пробна версія	+	+	+	+
Високі системні вимоги	+	-	-	+

Продовження таблиці 2.1

Велика документація	+	-	-	+
Багато часу на освоєння	+	-	-	+
Розширення	+	-	+	+
Відомий	+	-	+	+
Геометрична конфігурація	+	-	+	+
Підтримують інші мови	+	+	-	+
Підтримка ОС	-	+	+	+

Отже, після порівняння програм, визначаємо, що більше всього підходить для даної програми Autodesk Maya. Крім програми для безпосередньо моделювання, необхідні засоби для отримання кінцевої візуалізації. Обрану програму Autodesk Maya, для візуалізації в ній широко застосовують такі додатки, як Maya Software [16], Hardware 2.0, Mental Ray та Arnold [17]. Їх порівняльну характеристику наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Порівняльна характеристика програм

Додатки	Maya Software	Hardware 2.0	Mental Ray	Arnold
Характеристика				
Займає багато пам'яті ПК	+	+	-	-
Створена на основі C++	+	+	+	+
Працює з RTX	+	+	+	+

Розглянувши характеристики візуалізаторів можна сказати, що в цьому випадку більш підходить. Таким чином, для реалізації поставленої мети проекту було обрано Autodesk Maya для проектування моделей та Maya Software – для візуалізації сцени

3 РОЗРОБКА ТА АНІМАЦІЯ 3D-МОДЕЛІ ПЕРСОНАЖУ

3.1 Постановка завдання

Завдання проекту – створити 3D-модель персонажа та його скелетну анімацію. Також необхідно:

- створити ескізи, концепт-арти;
- спроектувати модель;
- робота з текстурами, фактурами та матеріалами;
- підготувати сцену до рендеру;
- створити презентаційний відеоролик.

3.2 Створення ескізу

Всюди слід починати з ідеї, яку потрібно виразити в концептах. Це важливий подія, який стане основою для всієї подальшої роботи. Тому що ескіз – це план, який заощадить купу часу. Якщо є план, то є чіткий висновок про кінцевий результат і кроки, необхідні для його реалізації. Ускіз майбутньої моделі зображено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Ескіз

3.3 Створення 3D-моделі

Для створення 3D-моделі обираємо програму Autodesk Maya. Це програмне забезпечення дозволяє моделювати, анімувати, текстурувати 3D-об'єкти. Інтерфейс програми виглядає наступним чином (рис. 3.2).

Згори розташовані головне меню та панель інструментів, яку користувач може видозмінювати під власні потреби. Під меню знаходяться вікна проекції. У даному програмному забезпеченні фігури представляються у перспективі (Perspective) та у трьох проекціях: вид згори (Top), фронтальний вид (Front), вид зліва (Left). Справа від вікон проєції розташована командна панель, за допомогою якої можна додавати примітиви та змінювати їх параметри. Знизу розташовані часова шкала, панель вводу команд, панель координат об'єктів, панель керування анімацією та панель навігації.

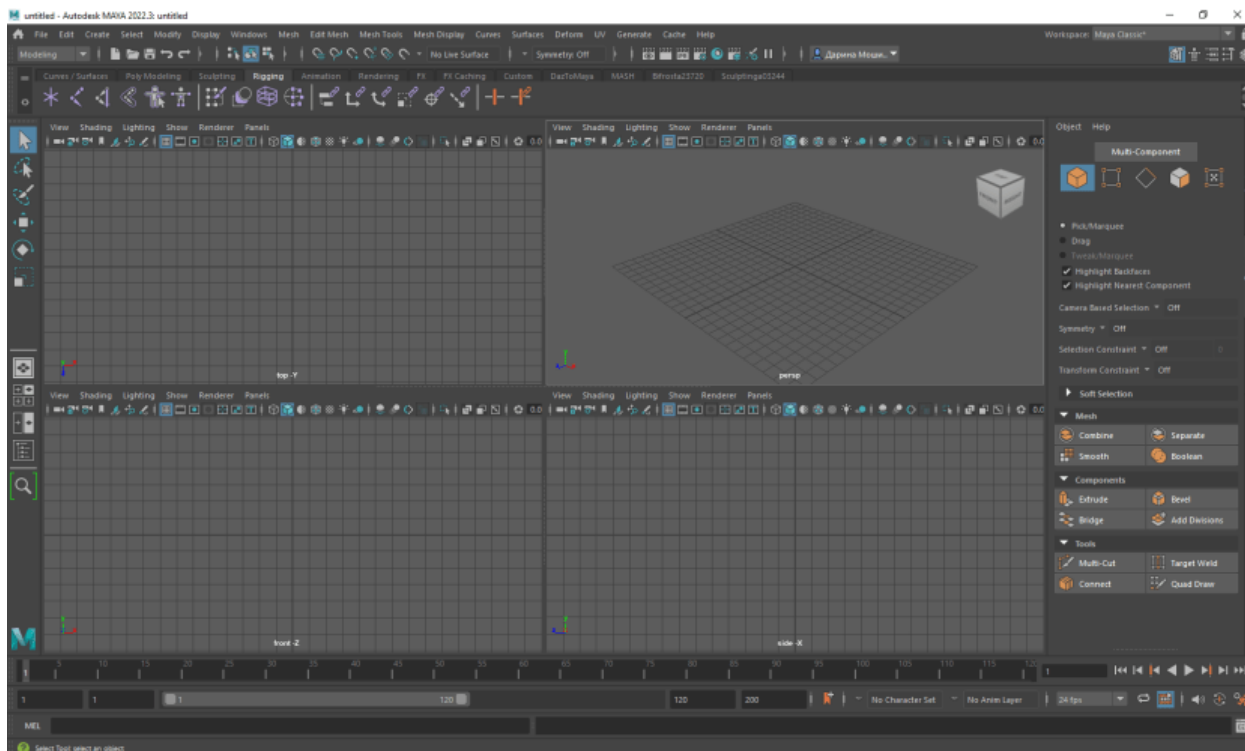


Рисунок 3.2 – Інтерфейс програми

3D-модель, по суті, складається з вершин, які об'єднуються, утворюючи сітку та діють, як ядро 3D-моделі. Кожною точкою на моделі можна маніпулювати, змінюючи форму. Використовуючи координатні дані, програмне забезпечення визначає розташування кожної вертикальної та горизонтальної точки відносно контрольної точки. Найпоширеніший спосіб почати створення 3D-моделі — почати з базової форми —циліндра, бокса, сфери або будь-якої іншої, яка, найкраще підходить. З початкової форми можна почати формувати та вдосконалювати її у те, що необхідно. Будь-яка форма складається з полігонів. Полігон складається з трьох точок-вершин, які об'єднані спільними ребрами. Його основна структура трикутна, і ці трикутники можуть бути об'єднані в більш складні поверхні. Чим більше полігонів має створений 3D-об'єкт, тим гладкіша його поверхня та вища якість. Але сама така 3D модель стає більш «важкою». «Важкий» у цьому контексті означає, що для відтворення потрібно багато ресурсів. Тому він не працює для додатків VR, AR і відеоігор.

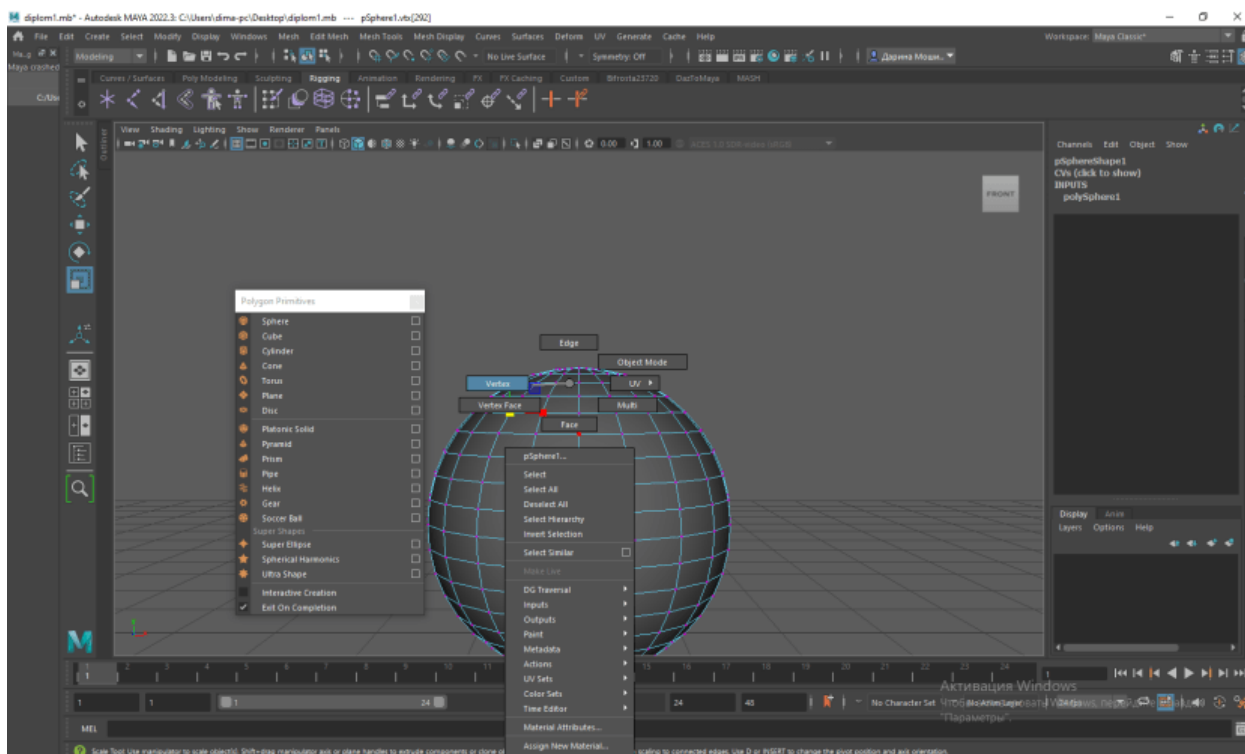


Рисунок 3.3 – Початкова форма

Після створення базової геометрії 3D-моделі необхідно налаштувати полігони відповідно до форми об'єкта. Полігональні об'єкти можна редагувати як на рівні загального об'єкта, так і на рівні підоб'єкта: граней, ребер або вершин. Щоб відредагувати об'єкт на рівні підоб'єкта і перетворити його на багатокутну сітку, необхідно натиснути клавішу F8, яка також відповідає за повернення до звичайного редагування на рівні об'єкта. Вершини, грані та ребра — це три властивості, які визначають будь-яке тривимірне тіло. Вершина — це кут форми, тоді як грань — це плоска поверхня, а край — це пряма лінія між двома гранями. 3D форми граней, ребер і вершин, відрізняються один від одного. Суб-об'єкти можна розтягувати, стискати, повертати і спотворювати, видаляти, об'єднувати, додавати і застосовувати до них багато інших операцій, які, як і звичайний примітив, змінюють вихідний об'єкт до невпізнання.

Існує три способи створення полігональних моделей, вони використовуються як у чистому вигляді, так і в різних комбінаціях. Модель може бути побудована походючи від початкового полігону, кожен новий полігон походить від попереднього і в деяких випадках може бути поєднаний із сусіднім полігонами через вершини що стосуються примітивів, коли ми отримуємо примітив (куб, сферу тощо), ми отримуємо з нього деякі підоб'єкти та, якщо необхідно, призначаємо йому окремі грані. Цей спосіб є найпопулярнішим.

Команди Polygons і Edit Polygons використовуються для створення та редагування моделей полігонів. Вони містять багато команд. Однак найбільш важливими командами для моделювання полігонів є:

- Split Polygon Tool з меню редактора полігонів — ділить кожну грань на кілька нових граней, що робиться шляхом створення нових ребер.
- Extrude з меню «Редагувати багатокутники — переміщує вибрані грані, ребра та вершини та змінює форму моделі в результаті.
- Smooth з меню полігонів - збільшує деталізацію об'єкта за рахунок розподілу більшої кількості граней; Воно може здійснюватися як на загальному об'єкті, так і на його окремих підоб'єктах.

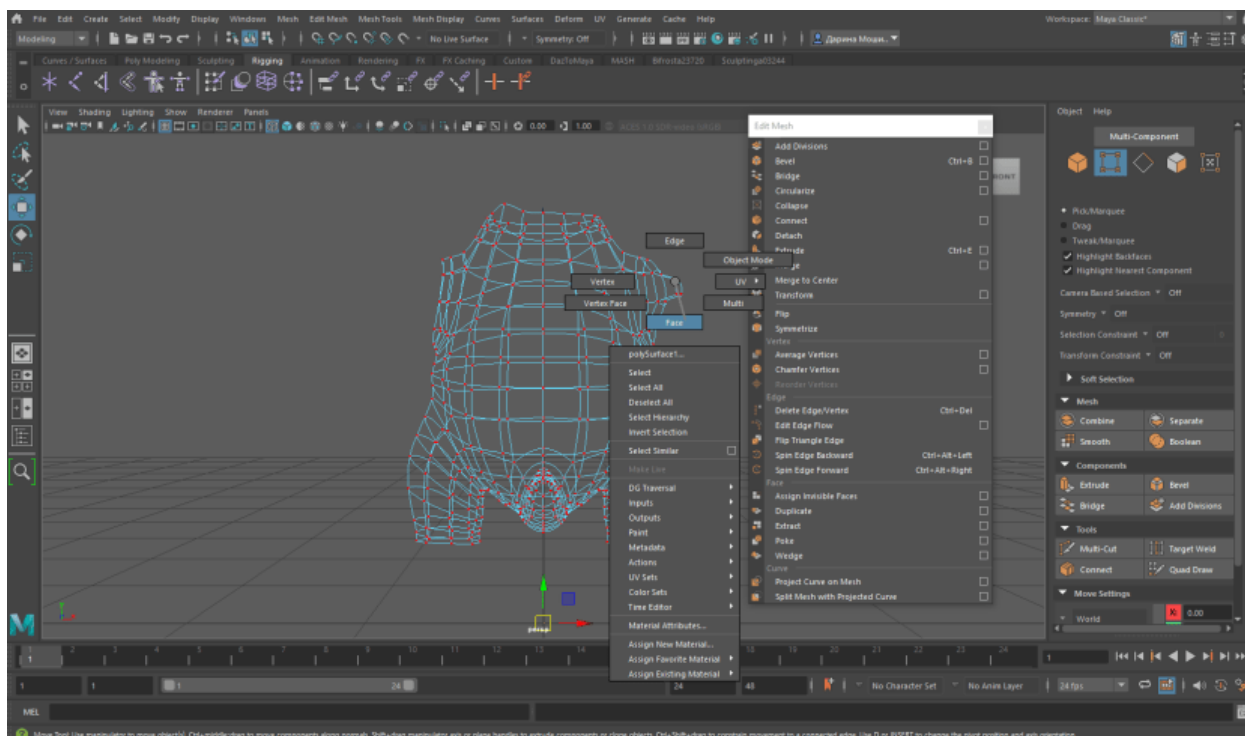


Рисунок 3.4 – Команди моделювання полігонів

Важливо не забувати що треба працювати та перевіряти модель у всіх площинах (рис. 3.5). Необхідно переглянути об'єкт знизу, зверху, збоку та спереду. За замовчуванням Maya працює з об'єктами в перспективі та ортографічній проекції (спереду, зверху та збоку). Об'єкт можна розглядати під будь-яким кутом, а за допомогою ортогональних проекцій зручно контролювати, як виглядає об'єкт з того чи іншого боку.

Крім того, об'єкт може бути візуалізований як сітка, з матеріалами або текстурами, з освітленням, у своїй низько- або високополігональній версії. І все це доступно за допомогою гарячих клавіш. Різні проекції допомагають перевірити зовнішній вигляд об'єкта з одного або іншого боку, щоб скоригувати його розташування на сцені.

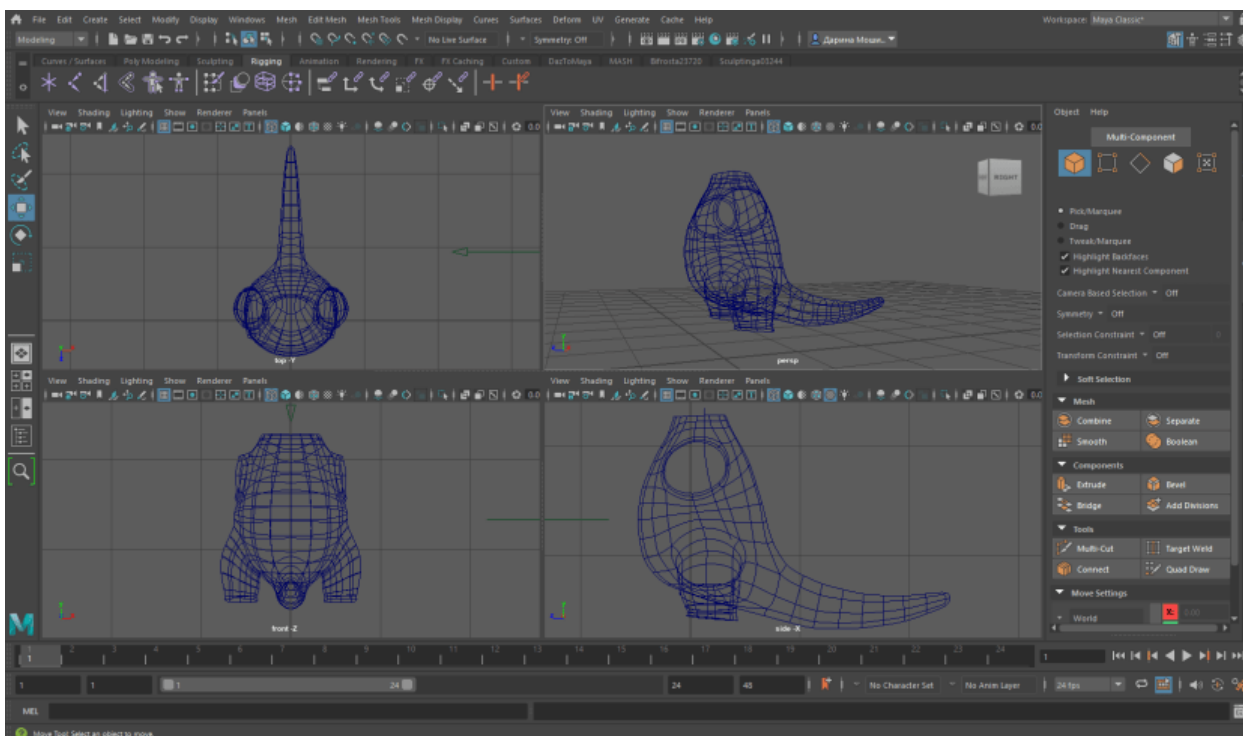


Рисунок 3.5 – Модель у різних площинах

На цьому етапі створюється модель виробу в градаціях сірого, яку часто називають «глиняною» моделлю. Вона не показує кольори, матеріали чи текстури. Головна частина на цьому етапі – це правильно надати моделі геометрію, пропорції та форму.

Також модель обов'язково має бути в Т-позі (рис.3.6). Її називають так через її форму: прямі ноги та руки моделі поєднуються, щоб утворити велику літеру Т. Це полегшує наступні кроки, адже після створення моделі встановлюється її скелет для полегшення анімації. У комп'ютерній анімації Т-поза, також відома як еталонна поза, є позою за замовчуванням для скелета 3D-моделі перед її анімацією. Для цього потрібно позначити вершини моделі як прикріплені до певної кістки (або кісток). Потім, коли рухається кістка, рухаються й вершини. Розведення кінцівок лише полегшує це. Подібним чином будь-які додаткові речі, такі як одяг, легше моделювати

для Т-подібної пози, ніж створювати складки та зім'яті ділянки. Використовуються й інші форми пози, але ця найпоширеніша.

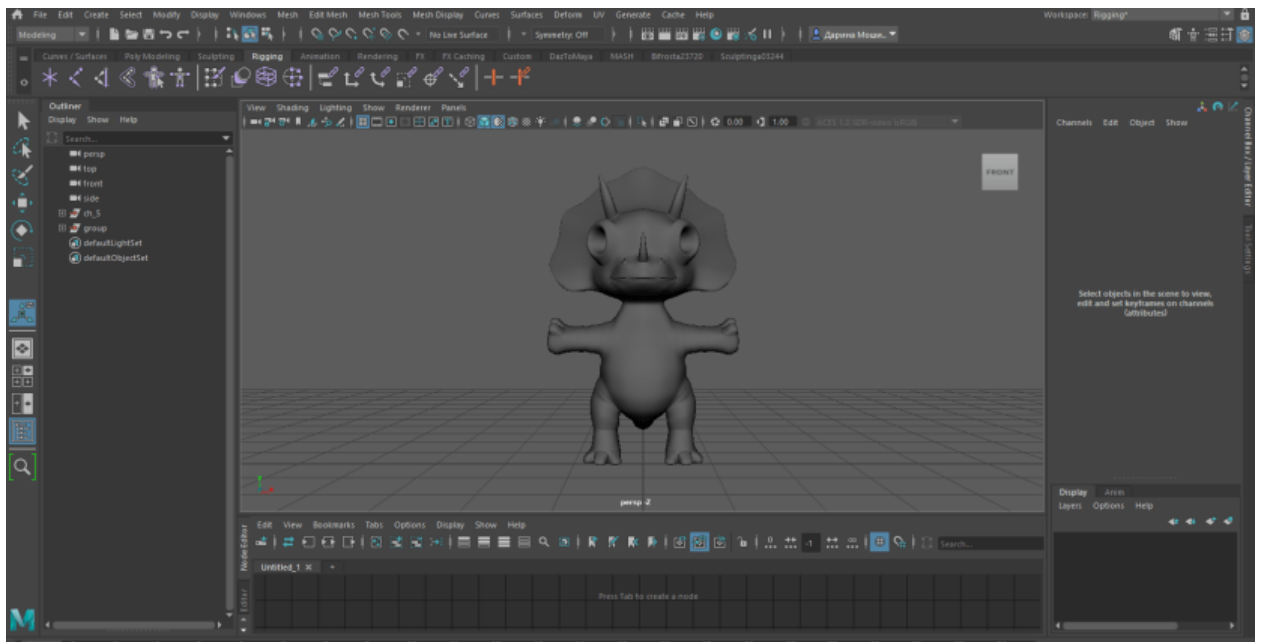


Рисунок 3.6 – Глиняна модель у Т-позі

3.4 Етап накладання матеріалів

Щоб модель виглядала правдоподібно при експорті, наприклад, в ігровий двигун або на сайт 3D-моделей, до неї потрібно застосовувати матеріали, накладати текстури. Для більшості моделей було накладено стандартний матеріал, який відрізнявся один від одного лише кольором. Існує безліч різноманітних бібліотек матеріалів для програми 3D, де можливо знайти будь-які матеріали та текстури, починаючи від каменю, дерева, металу, тканини тощо. Матеріали визначають такі характеристики об'єкта, як прозорість, міцність, відбивна здатність тощо. Однак вони не мають кольору чи малюнка. А текстура — це в основному двовимірне зображення поверхні,

яка не має жодних вищезгаданих характеристик матеріалу. Накладені разом, вони створюють тривимірну модель як візерунка, так і рельєфу поверхні. На малюнку 3.7 показаний приклад накладення простих матеріалів.

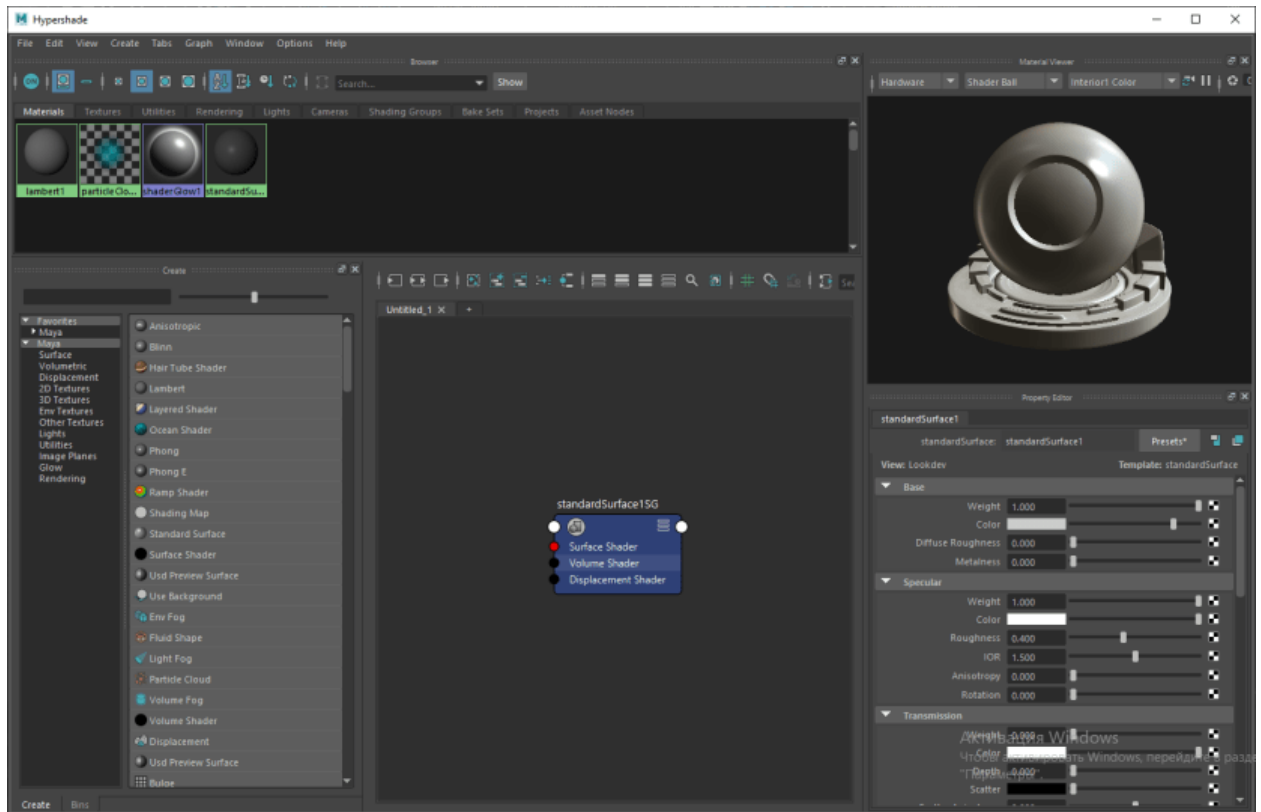


Рисунок 3.7 – Налаштування матеріалів у Material Editor

Щоб застосувати текстури до моделі:

- У вікні перегляду сцени виберіть свою модель або геометрію та клацніть її правою кнопкою миші. У меню, що з'явиться, виберіть «Призначити новий матеріал» (рис.3.8).
- На панелі інструментів обрати Hypershades. У вікні створити необхідний матеріал і правою кнопкою миші привласнити матеріал до виділеної моделі(рис 3.4).

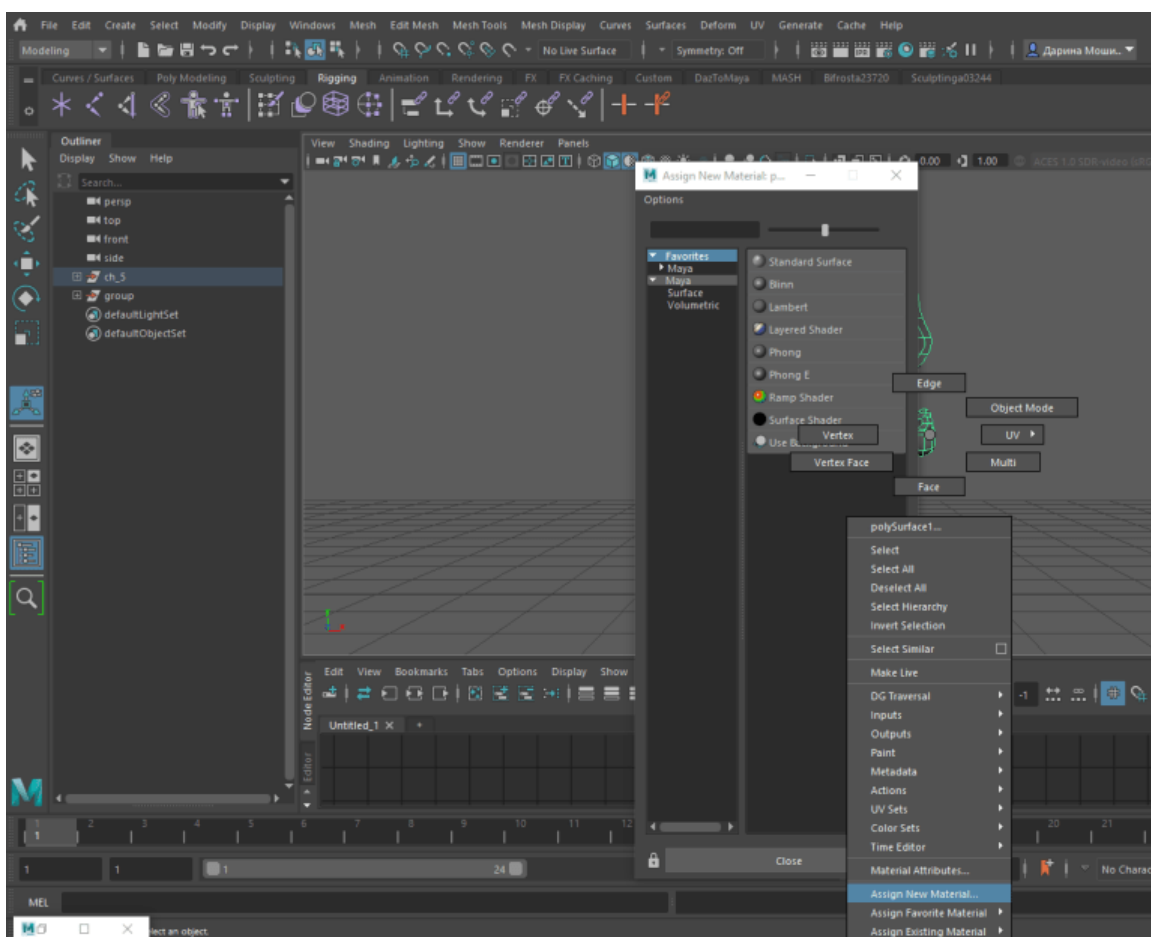


Рисунок 3.8 – Привласнення матеріалу до моделі

Матеріали мають деякі атрибути. До основних атрибутів шейдера відносять (рис 3.9):

- Colour – це колір об'єкта, наприклад червоний або синій. Це може бути рівний колір або карта текстури.
- Ambience – кількість навколишнього кольору, який впливатиме на поверхню об'єкта.
- Diffuse – це значення визначає, скільки світла відображається від поверхні у всіх напрямках. Коли світло падає на поверхню, воно розсіюється по поверхні і допомагає її освітлити. Чем вище це значення, тим ярче об'єкт при освітленні. Чим нижче значення, тим більше світла «поглинається» поверхню, що дає більш темний результат.

- Transparency – наскільки прозорим чи прозорим буде об'єкт. Цей атрибут використовується для створення таких ефектів, як скло.
- Reflectivity – наскільки відбиватиме об'єкт. Відображення можуть виходити з трасування променів або з карти відображення.
- Refraction – це зміна напрямку світла, викликана зміною швидкості, що відбувається, коли світло проходить крізь твердий прозорий об'єкт.
- Translucency – це кількість світла, яка може проходити крізь непрозорий предмет, наприклад папір або полотно.
- Incandescence – якість самоосвітлення, наприклад, монітор комп'ютера, який випромінює світло, або абажур з увімкненим світлом.
- Specular highlights – це яскраві плями, які з'являються на поверхні об'єкта, коли на нього потрапляє світло.
- Glow – це стандартний атрибут, який більшість 3D-додатків можуть імітувати, щоб допомогти в ефекті самоосвітлення.
- Bump – імітує текстуру вздовж поверхні об'єкта, додаючи ефекти тіні та світла вздовж поверхні. Карти рельєфів – це зображення у відтінках сірого, на яких середньо-сірий колір означає відсутність змін на поверхні, чорний – внутрішні зміни поверхні, а білий – поштовх назовні поверхні. Карта рельєфу маніпулює нормаллями поверхні, щоб змінити властивості затінення та зробити поверхню текстурованою.

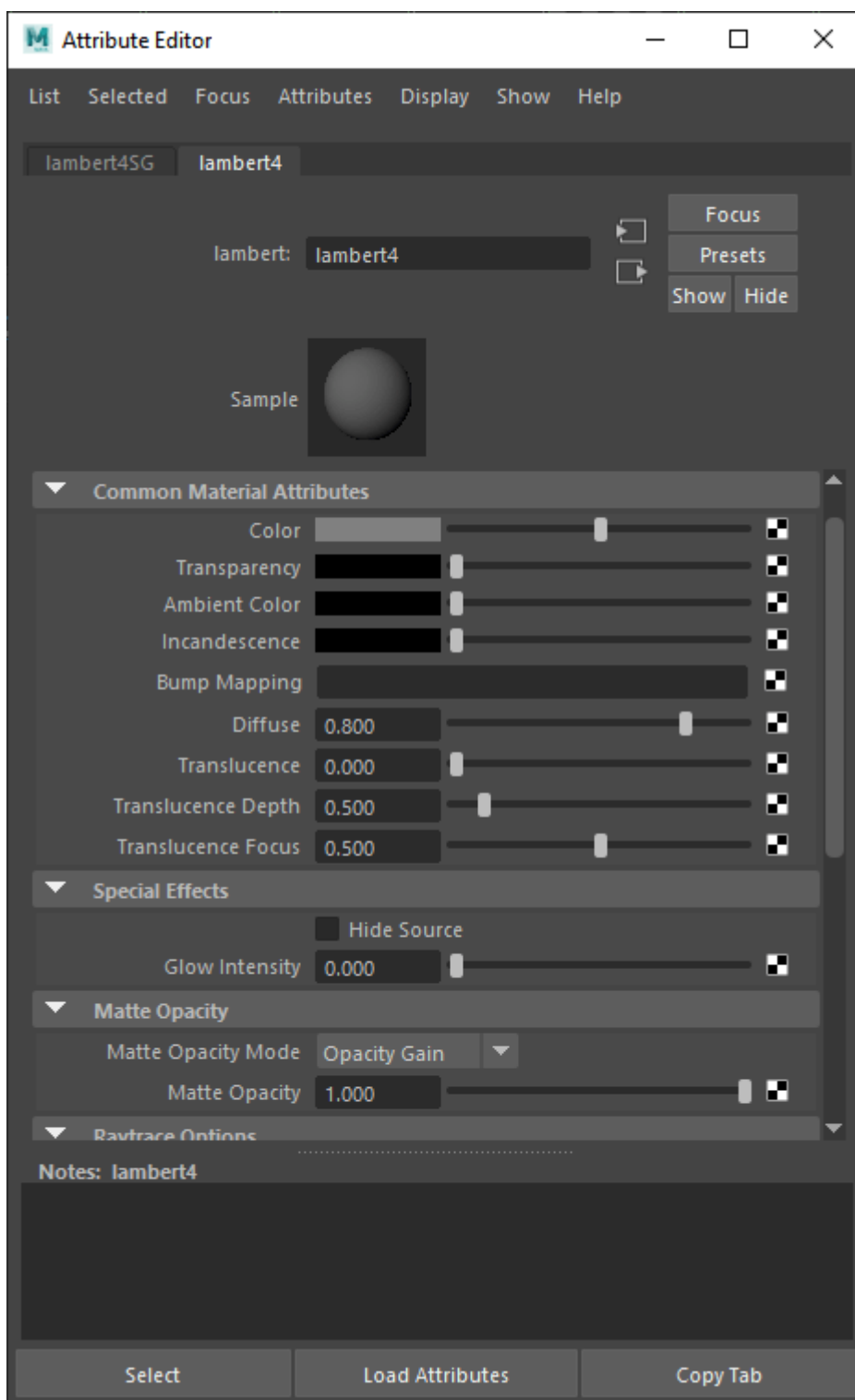


Рисунок 3.9 – Атрибути шейдері

Створення розгортки виглядає наступним чином. З об'єкта зчитуються всі полігони і у вигляді площин відображаються на квадратній картинці.

Потім це зображення потрібно зафарбувати, тобто кожному полігону привласнити потрібний колір.

Використання розгорток дуже важливо для розробки моделей, оскільки не завжди вдається накласти потрібну текстуру на модель так, як вона має виглядати. Приклад створення розгортки зображено на малюнку 3.10.

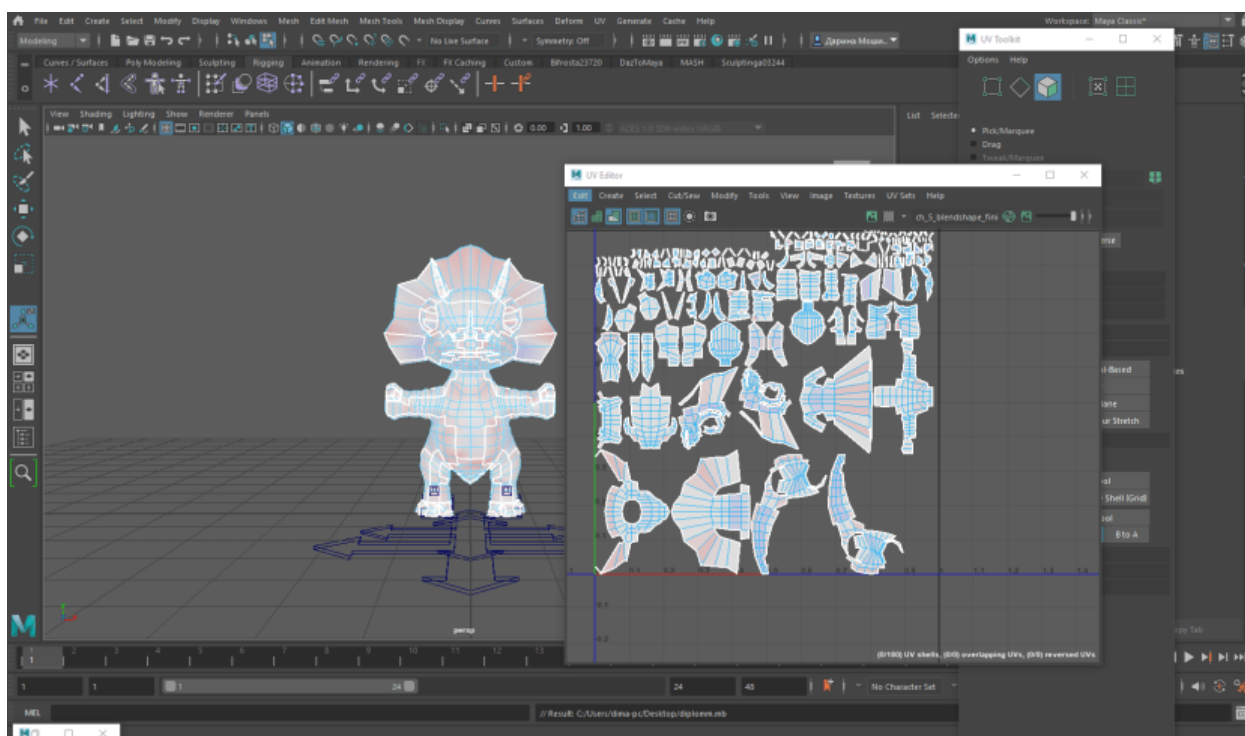


Рисунок 3.10 – Створення розгортки

3.5 Підготовка моделі та анімація

Перш ніж анімувати модель, необхідно виконати підготовку персонажа до анімації. Мова йде про побудову віртуального скелету та прикріплення його до моделі – риггінг. Риггінг описує процес надання 3D-моделі необхідної артикуляції. Готовий риг істоти – велика колекція ретельно організованих та

з'єднаних вузлів. Ці вузли утворюють каркас або скелет (рис. 3.11), за допомогою якого можливо впливати на сітку моделі.

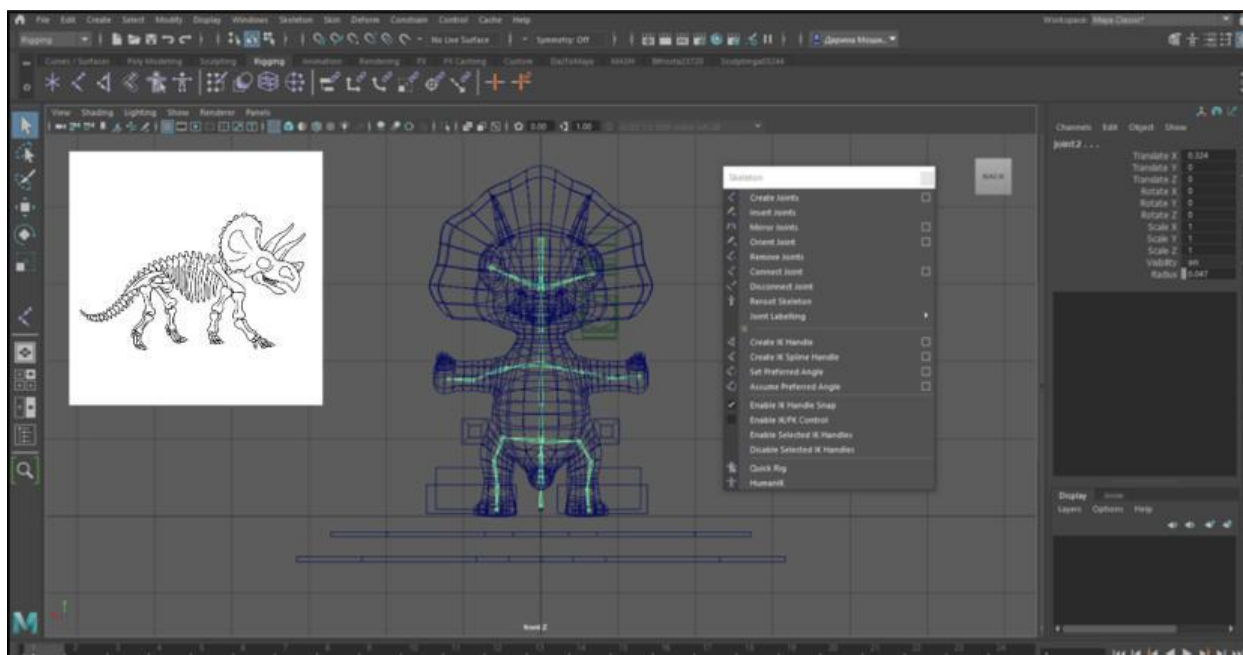


Рисунок 3.11 – Інтерфейс програми

Після рiгiнiнга завжди слід виконувати скиннiнг – це прив'язка побудованого скелета до моделі і призначення областей впливу кожного суглоба на моделі [25]. Наприклад, щоб при змiненнi положення рук не деформувалася частина торса. Найважчою частиною тiла, як для рiгiнiнга, так і для скиннiнга є руки. Скелет людиноподiбних персонажiв або тварин дуже часто створюється на основi анатомiї людини або тварини з маленькими змiнами. Ці змiни необхіднi для визначення особливостей того, як поведуть себе кiстки в тривимiрному середовищi. Дуже часто, створивши правильнi анатомiчнi кiстки, не можна отримати правдоподiбну змiну сiтки (геометрiї) цим кiсткам, тому потрiбнi невеликi доопрацювання у виглядi додаткових кiсток, яких у людини немає, але вони потрiбнi в тривимiрному середовищi для правильної і реалiстичної деформацiї моделі. Кiстки у художнiх персонажiв можуть сильно вiдрiзнятися вiд реальних, хоча дуже часто базуються на анатомiї людських кiсток або кiсток тварин. Після створення скелету із

дійсним визначенням скелета, можна створити контрольне обладнання для персонажа. Щоб отримати перенацілену анімацію, персонажі повинні мати контрольне обладнання. Щоб створити контрольну установку потрібно:

- Завантажити персонаж HumanIK із дійсним визначенням скелета.
- На панелі головного меню (набір меню Rigging) потрібно обрати Control > Create Control Rig. Це створює систему керування для персонажа на основі його структури скелета, а елементи керування персонажем перемикаються на вкладку «Елементи керування».

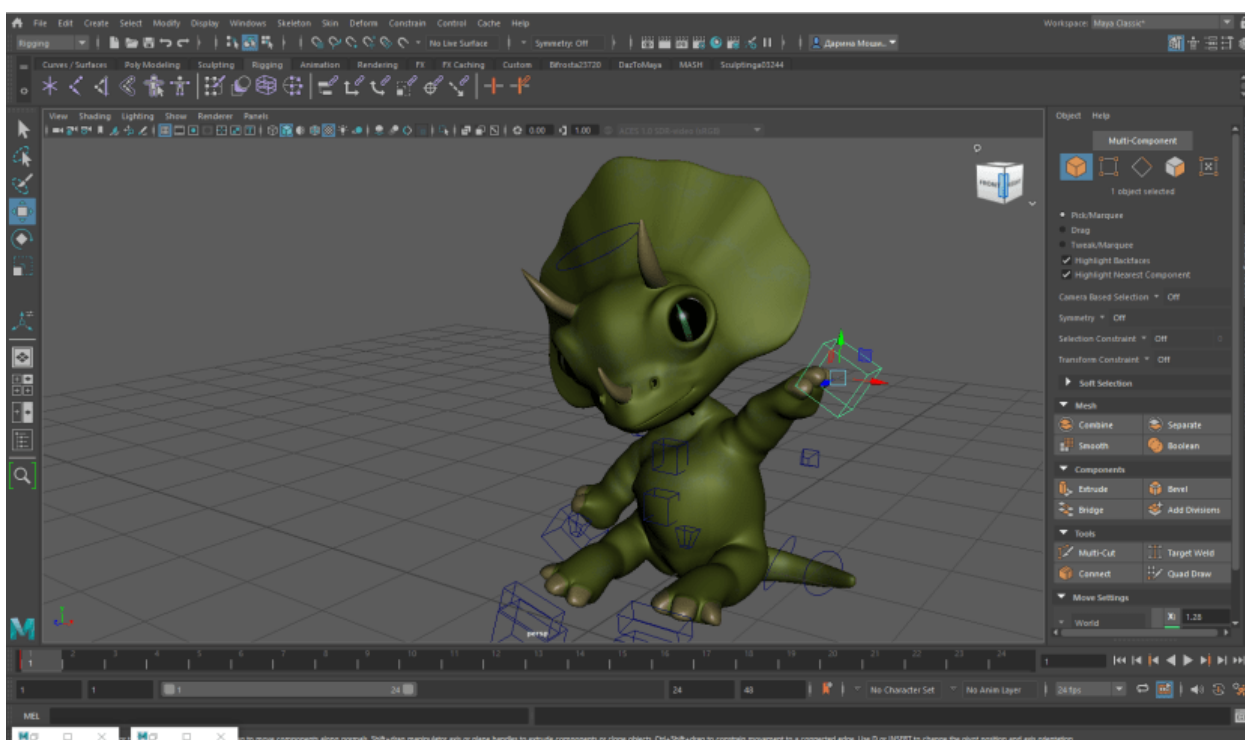


Рисунок 3.12 – Контролери для моделі

Налаштувати установку можна автоматично за допомогою інструмента Quick Rig. Інструмент Quick Rig — це швидкий спосіб створити кріплення персонажа для стандартної сітки персонажів..

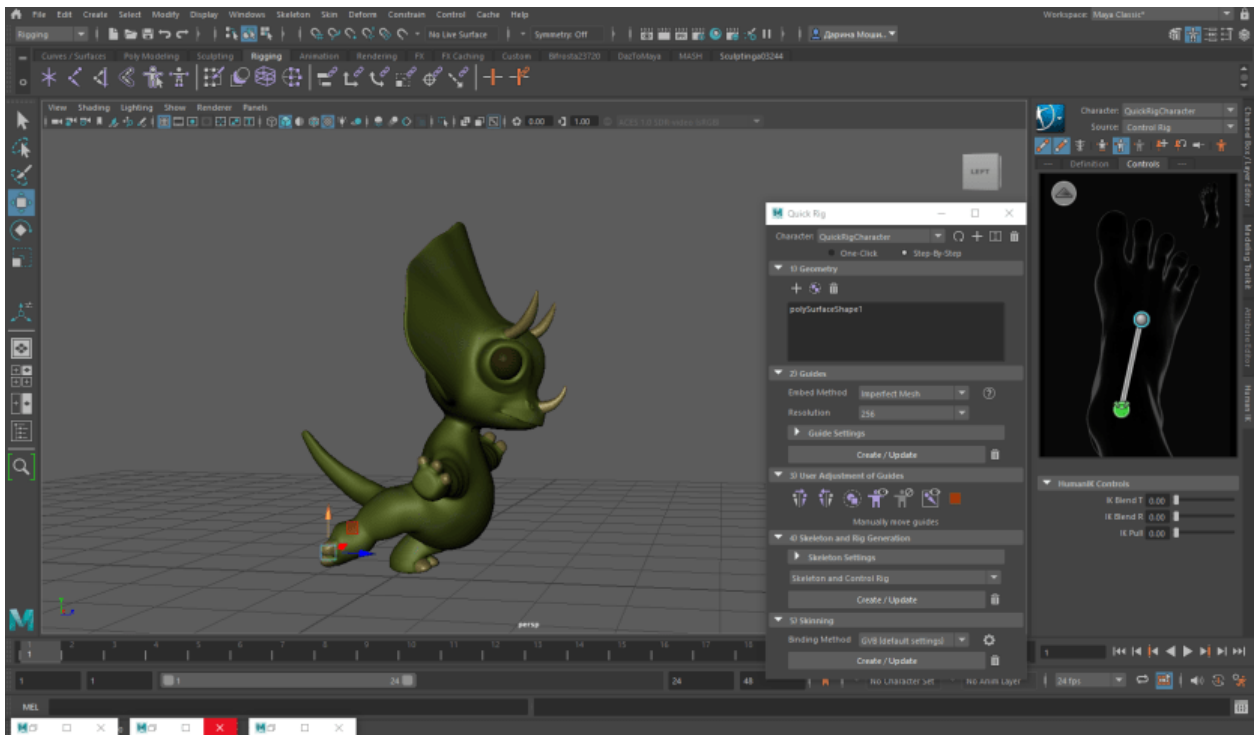


Рисунок 3.13 – Інструмент Quick Rig

3.6 Етап постановки освітлення

Етап постановки освітлення необхідний якісної і більш реалістичної візуалізації, інакше вся сцена буде нерівномірно освітлена. Етап візуалізації потрібен для отримання зображень з моделі певних положень. Візуалізація не просто робить знімок з екрану, а додатково застосовує всі ефекти, покращує відображення текстур та матеріалів, що налаштовує освітлення. Залежно від налаштувань сцени та візуалізації, рендер може займати від кількох секунд до декількох хвилин, годин і навіть доби (залежно від технічних характеристик комп'ютера та особливо якщо візуалізується анімація, відео).

Наступним кроком додаємо до сцени джерело освітлення. На командній панелі знаходимо вкладку Lights (рис. 3.14), обираємо з переліку

та розміщуємо об'єкт на координатній площині. Існує декілька типів джерел освітлення в Maya:

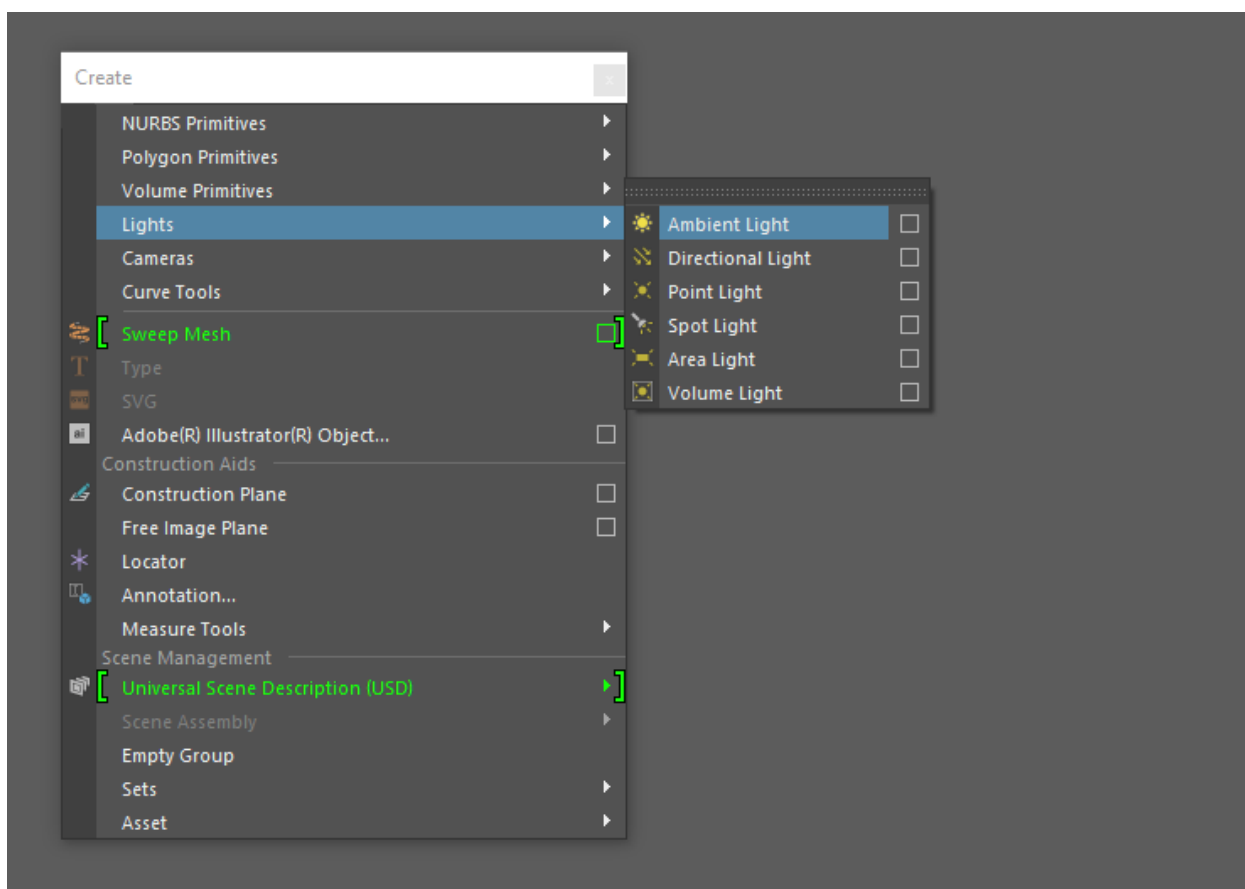


Рисунок 3.14 – Інтерфейс програми

3.6.1 Point light

Точне світло імітує промені, що виходять з однієї нескінченно маленької точки простору.

Точкові світильники випромінюють світло рівномірно у всіх напрямках, як гола лампочка або зірка, що світиться в космосі. Освітлення та тіні спрямовані у бік від джерела світла у всіх напрямках, саме тому точкове джерело випромінює світло рівномірно у всіх напрямках.

У реальному житті ви навряд чи знайдете рівномірно всеспрямоване світло. Більшість джерел випромінюють більше світла в одних напрямках, ніж у інших. Якщо ви додаєте точкові джерела світла в свою сцену, щоб,

наприклад, імітувати справжні лампочки, пам'ятайте, що більшість реальних лампочок мають непрозорий металевий патрон, який блокує світло з одного кінця, і багато з них встановлені в якомусь пристрої або абажурі, що обмежує їхнє світло. спрямованість.

Навіть незважаючи на те, що точкові світильники на початку виглядають як всеспрямовані, їм можна надати нерівномірний малюнок, щоб спрямовувати більше світла в одних напрямках, ніж в інших. Це можна зробити, застосувавши карту текстури до світла або згрупувавши світло з 3D-об'єктами, які відкидають тіні.



Рисунок 3.15 – Результат використання Point light

3.6.2 Spot light

Точкові світильники є основним елементом більшості дизайнів освітлення в комп'ютерній графіці. Прожектори є популярним вибором багатьох художників, оскільки ними можна зручно керувати, щоб спрямовувати світло на певну ціль.

Точкове світло імітує світло, що випромінюється від точки, подібно до точкового світла. Проте точкове світло обмежує освітлення лише світлом у межах певного конуса або пучка світла. Обертання прожектора може визначити, куди спрямований промінь. Також можливо пов'язати «мішень»

зі світлом, щоб світло завжди було орієнтоване на положення цілі та згрупувати прожектор із тривимірним об'єктом, наприклад модельним ліхтариком або вузлом автомобільних фар, щоб промінь світла був спрямований так, ніби світло випромінюється від об'єкта.

Точкові світильники є основними елементами візуальних ефектів у ваших візуалізаціях. Точковий світильник має додаткові елементи керування та опції, яких немає в інших типах світильників. Такі параметри, як проєкціювання карти зображення від джерела світла або створення видимого променя світла, наче він сяє крізь туман, часто найкраще керувати за допомогою променя прожектора.

Інші загальні параметри точкового світла дозволяють контролювати ширину конуса (зазвичай вказується в градусах), щоб варіювати від вузького до широкого променя. Величина спаду конуса дозволяє інтенсивності світла зменшуватися більш поступово, коли воно наближається до краю променя. М'якший край на промені точкового світла зробить окреме розташування світла менш очевидним і дозволить уникнути створення різкого «кола» проєктованого світла.

Це дає змогу точково освітлювати або затемнювати ділянки за допомогою точкового світла. За допомогою пучка з дуже м'якими краями, наприклад, можна спрямувати точкове світло зсередини кімнати, щоб освітлити загальну зону навколо вікна та штор, або спрямувати точкове світло з негативною яскравістю на кут кімнати, щоб затемнити його.

Оскільки прожектори можна націлювати та керувати настільки зручно, деякі художники покладаються на них, щоб імітувати світло майже з будь-якого джерела, і освітлюють велику кількість своїх сцен повністю за допомогою прожекторів. Навіть якщо світло має світити в кількох напрямках, наприклад, світло від настільної лампи, два або більше прожекторів можна розташувати разом і направити їх у різних напрямках. можна розташувати разом і направити їх у різних напрямках.

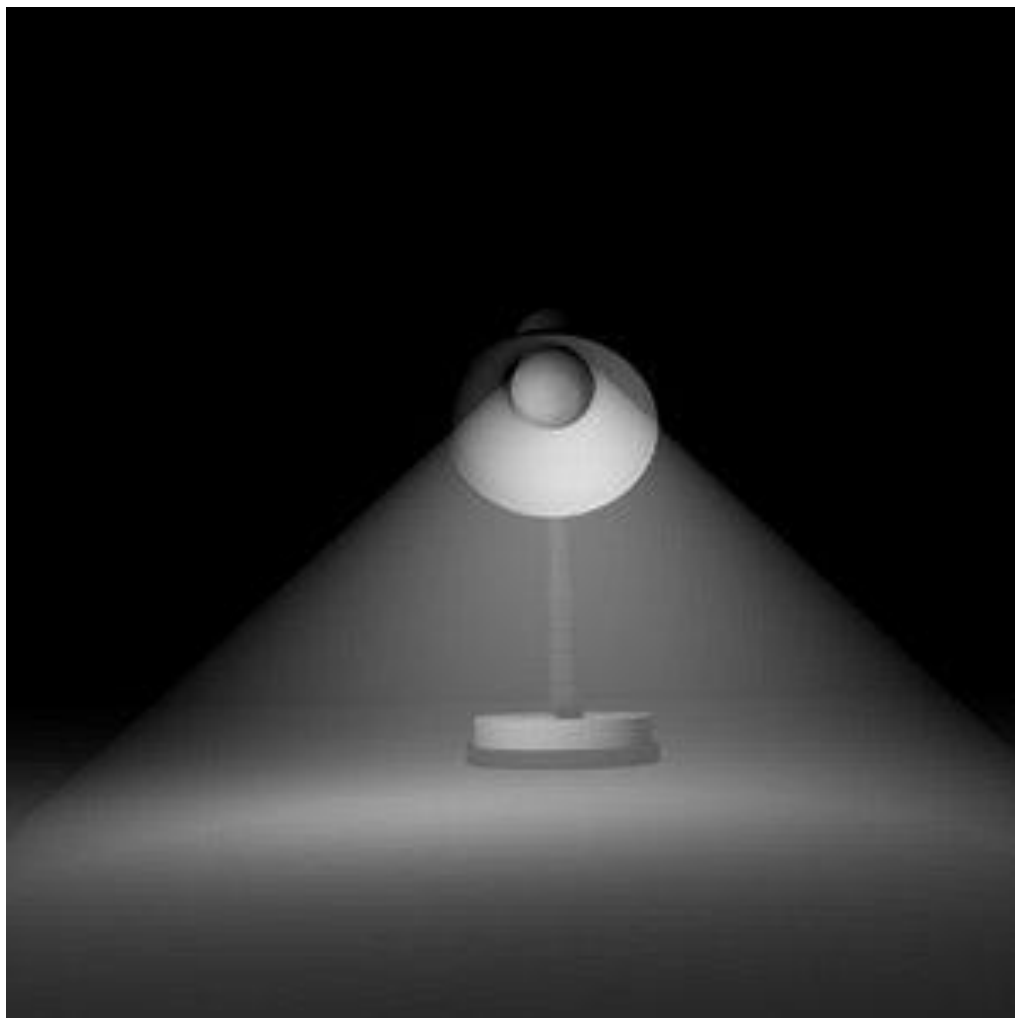


Рисунок 3.16 – Результат використання Spot light

3.6.3 Directional Light

Спрямоване світло встановлює єдиний вектор для всього свого освітлення та потрапляє на кожен об'єкт під однаковим кутом, незалежно від того, де об'єкт розташований. Усі тіні, відкинуті спрямованим світлом, відкидаються в одному напрямку та є ортогональними проекціями форми кожного об'єкта.

Немає значення, де розташоване спрямоване світло відносно освітлюваних об'єктів. Єдине, що має значення при розміщенні спрямованого світла, це те, в який бік воно спрямоване. Кут, який використовує спрямоване світло, контролюється маніпулятором обертання.

Оскільки направлене світло не так легко націлити або обмежити локальною областю, як точкове або прожекторне світло, воно найбільш корисне як частина вашого додаткового або доповнюючого освітлення, а не як основне світло на об'єкті. Набір спрямованих джерел світла з різних кутів можна використовувати разом для забезпечення заповнюючого світла, навіть якщо окремі джерела світла з кожного кута дуже тьмяні. Спрямоване світло може заповнювати дуже великі площі освітленням, яке здається навколишнім або атмосферним, наприклад, заповнюючи денне світло з неба, забезпечуючи швидку та ефективну альтернативу глобальній атмосфері.



Рисунок 3.18 – Результат використання Directional Light

3.6.4 Area Light

У Maya зональне освітлення — це двовимірні прямокутні джерела світла. Використовуйте зональне освітлення, щоб імітувати прямокутні відображення вікон на поверхнях. Порівняно з другими джерелами світла, рендеринг зонального освітлення може тривати довше, але він може створювати якісніше світло й тіні. Зонне освітлення особливо добре підходить для високоякісних нерухомих зображень, але менш вигідно для тривалих анімацій, де швидкість візуалізації має вирішальне значення.



Рисунок 3.18 – Результат використання Area Light

3.6.5 Volume Light

Головною перевагою використання об'ємного світла є те, що має бути візуальне уявлення про ступінь світла (простір, у якому воно обмежене). Зменшення світла в об'ємі може бути представлено атрибутом зміни кольору (градієнта) у Maya, який запобігає потребі в різних параметрах загасання, а також забезпечує додатковий контроль. Градієнт кольору також корисний для об'ємного туману.

Спрямуванням світла можна досягти різних ефектів. Назовні поводитьься як точкове світло, а вниз діє як спрямоване світло. Це змінює напрямок світла для затінення, створюючи видимість внутрішнього освітлення. Використовуючи тіні з направленням світла всередину, можна отримати несподівані результати. У всіх випадках форма світла визначає ступінь освітлення.

Об'ємне освітлення використовується для освітлення певного простору. Воно забезпечує керування напрямком світла, кольором і затуханням в межах обмеженого об'єму.



Рисунок 3.19 – Результат використання Volume Light

3.6.6 Ambient Light

У реальному житті навколишнє світло — це широко розповсюджене «непряме» світло, яке відбивається від об'єктів у вашій сцені (або проходить через них). Розсіяне світло висвітлює навіть ті області, які не освітлені іншим джерелом світла. Затінені ділянки справжньої кімнати іноді стають видимими лише через навколишнє освітлення. Реальне навколишнє світло тонується, коли воно відбивається навколо довколишнього середовища та додає різні кольори до різних сторін об'єктів на основі кольорів, отриманих із навколишнього середовища. Справжнє навколишнє освітлення змінюється за інтенсивністю в різних частинах навколишнього середовища та додає різні тони об'єктам під різними кутами.

Однак у Maya навколишнє освітлення лише додає однаковий колір та інтенсивність усім сторонам об'єкта, незалежно від його положення.

Отже розсіяне освітлення лишить сцену насиченості та різноманітності, особливо в місцях, не освітлених іншими джерелами світла. Щоб отримати

максимальний контроль над освітленням і найкращу якість затінення, не слід використовувати розсіяне освітлення.



Рисунок 3.20 – Результат використання Ambient Light

4 РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

4.1 Візуалізація

Тепер, коли завершено текстурування та освітлення приступаємо до рендерингу сцени.

Також немаловажною частиною є навколишнє середовище. Тому створюємо невелику сцену та розміщуємо персонажа у необхідній позі та змінюємо положення джерела освітлення відносно 3D-об'єкту, в залежності від необхідної інтенсивності освітлення. Наступним кроком буде додавання камери у сцену. За замовчуванням Maya має чотири камери, які дозволяють переглядати сцену: перспективну камеру та три ортографічні камери (бокова, верхня, передня), які відповідають стандартним видам сцени. Також можливо створити власні камери, щоб переглядати сцену різними способами. Результат підтвержуємо під час тестування системи. Тому на головній панелі знаходимо пункт `Render Setup` (або клавіша `F10`) (рис.4.1) та виконуємо необхідні налаштування.

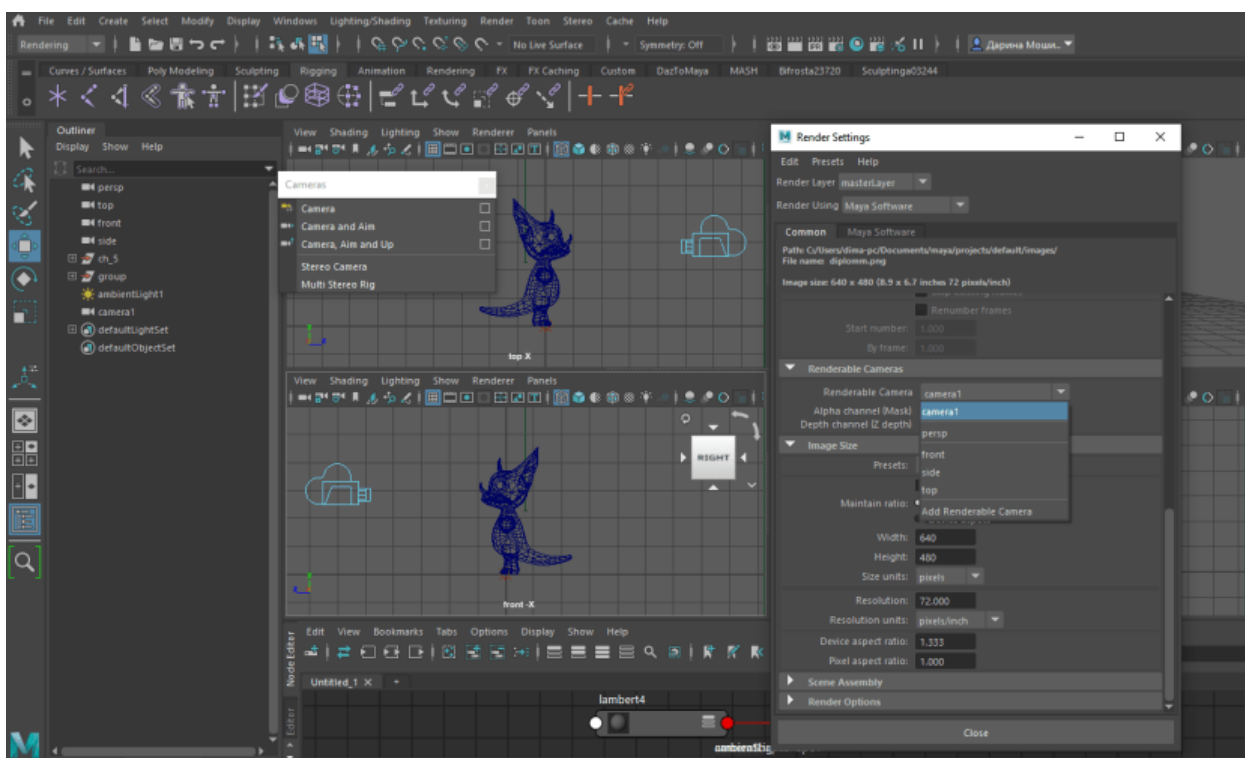


Рисунок 4.1 – Вікно Render Setup

Після натиснення кнопки Render програма почне процес прорахування зображення. Результат тестового рендерингу показано на рис. 4.2. та 4.3.

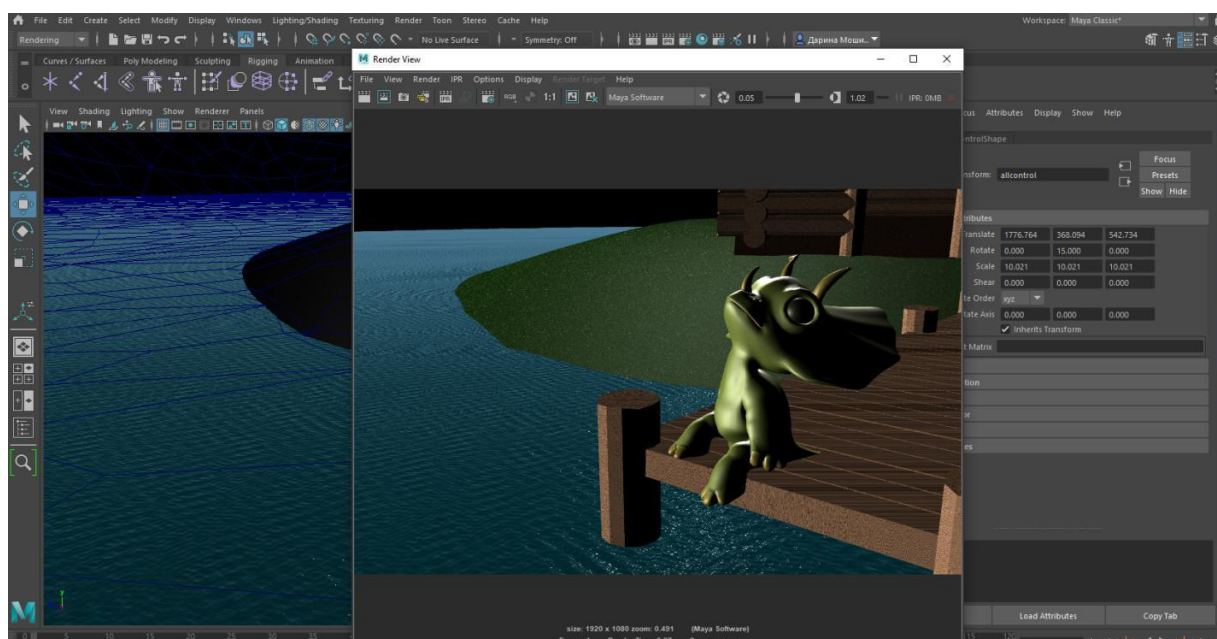


Рисунок 4.2 – Вікно Render View



Рисунок 4.3 – Результат рендеру

Наступним кроком буде створення та рендер анімації. Існує кілька способів анімації об'єктів у сцені. Найпоширенішим методом є створення анімації шляхом визначення серії ключових кадрів. Ключові кадри — це моменти часу, у яких відбуваються випадкові події анімації, що вказує на початок деякого перетворення об'єкта.

Управління параметрами анімації здійснюється за допомогою спеціальних повзунків, розташованих у нижній частині вікна програми.

Повзунок часу містить шкалу часу з повзунком і кнопками для керування анімації та перемотування кадрів назад. Шкала часу дозволяє переходити на потрібний кадр і встановлювати ключові кадри анімації, пересуваючи повзунок таймера анімації за допомогою миші, можна бачити рух об'єктів в сцені, а при запуску відтворення анімації можна керувати її етапи, використовуючи положення повзунка. Поточний кадр анімації (що відповідає одному часовому інтервалу) вибирається клацанням по ньому лівою кнопкою миші, а його номер позначається чорним кольором. Якщо потрібно виділити кілька послідовних кадрів, треба утримувати клавішу

Shift, виділена група кадрів буде виділена червоним кольором. Щодо виділених кадрів допускаються деякі дії (копіювання, вирізання, видалення тощо): потрібну дію вибирають із контекстного меню, яке викликається клацанням правої кнопки миші в основній частині повзунка гроза. Якщо об'єкт вибраної сцени відповідає ключам анімації, вони відображаються на часовій шкалі червоними вертикальними лініями (рис. 4.4).

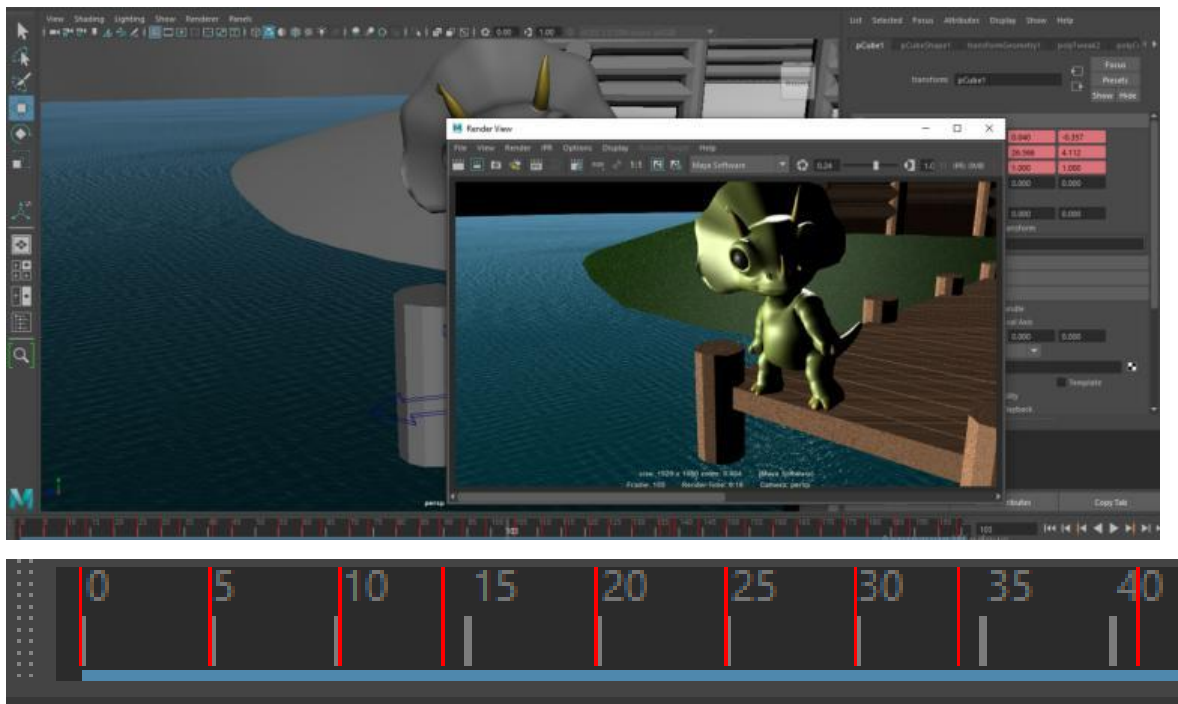


Рисунок 4.4 – Шкала часу

Після того як всі ключі виставлені на часовій шкалі, переходимо безпосередньо до рендеру всіх цих кадрів. У результаті в зазначеній папці будуть всі результати рендеру (рис. 4.5).

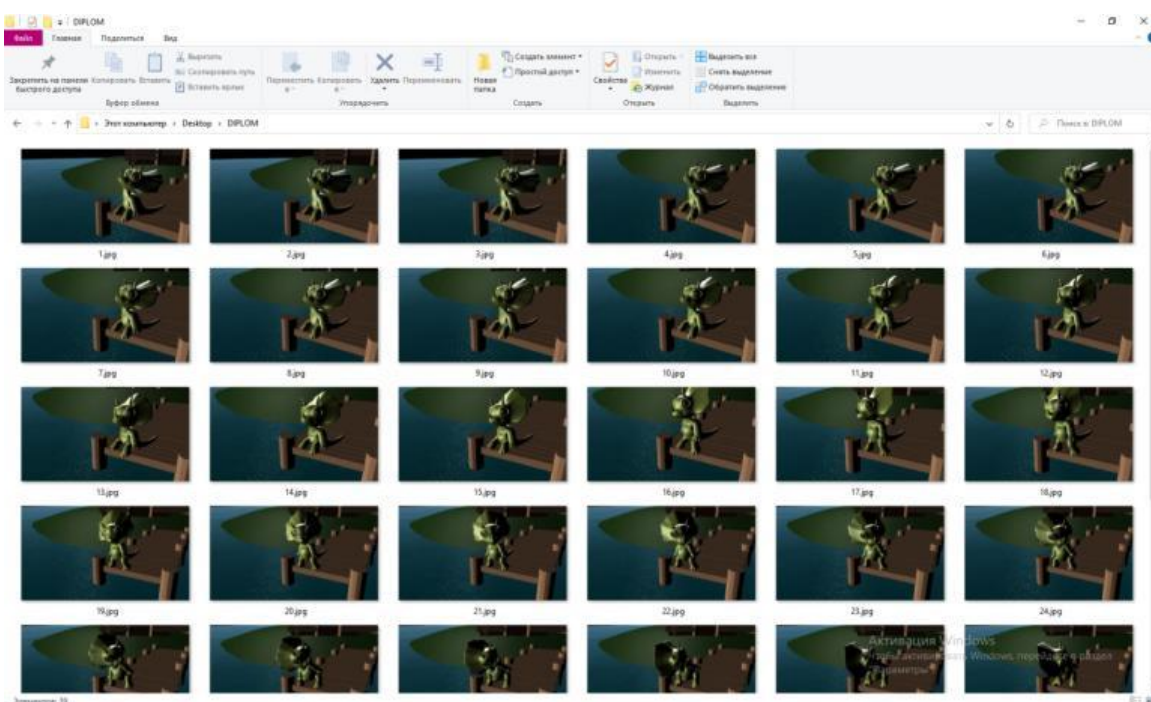


Рисунок 4.5– Результати рендеру

4.2 Постпродакш

Останнім кроком є об'єднання всіх фотографій у анімаційний ролик. Для цього переходимо у програму Premiere Pro та додаємо усі наші результати рендеру у послідовному порядку до проекту та виставляємо тривалість одного кадру у 1ms. Далі переходимо до творчих налаштувань, таких як корекція кольору, контрасту та інші (рис 4.6). Після виконання всіх необхідних дій зберігаємо проект у відеоформаті.

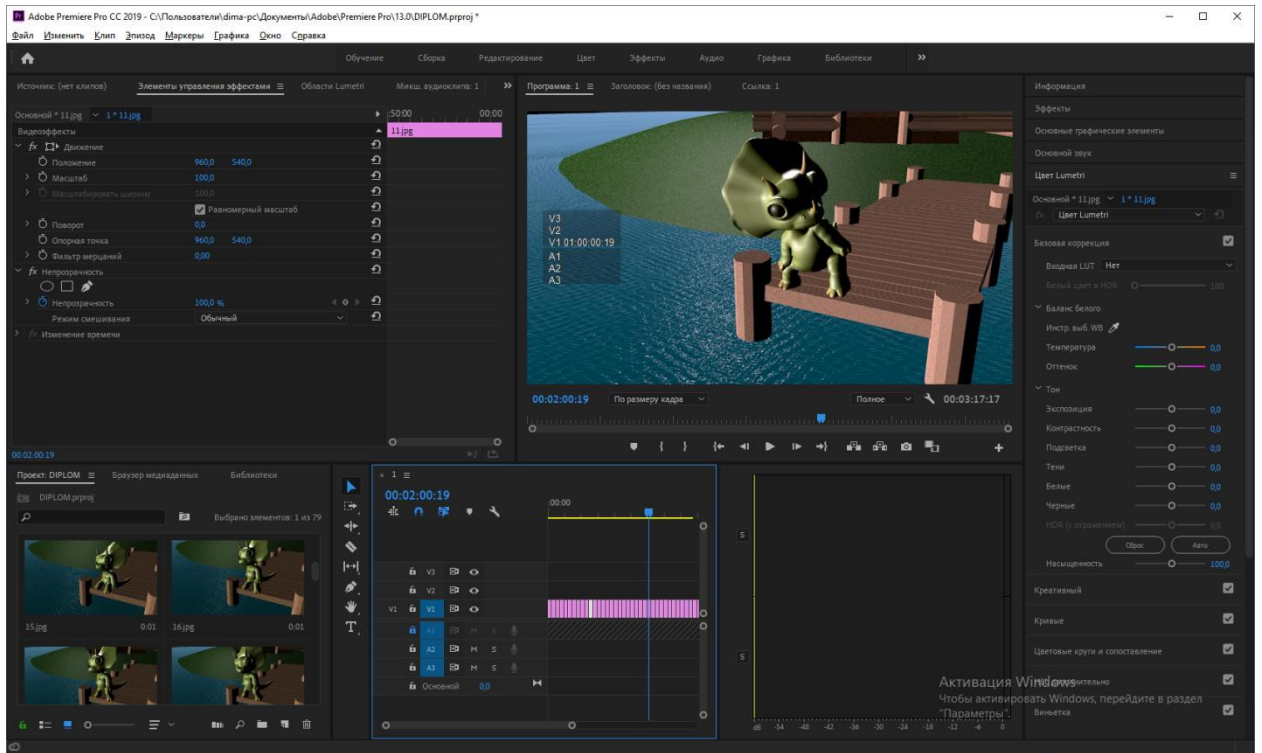


Рисунок 4.6 – Розміщення секвенції на монтажному столі

ВИСНОВКИ

Виконана магістерська робота дала змогу сформулювати наступні висновки.

З кожним новим роком сфера 3D-індустрії дедалі більше зростає, що говорить про актуальність розробленого проекту. Зараз популярні різні проекти, в яких використовують 3D технології: кіноіндустрія, індустрія анімації, індустрія відеоігор, телебачення, ринок продажів 3D-моделі, 3D-друк.

Моделювання 3D-мультфільму відноситься до області просунутого моделювання. Ця галузь тривимірної анімації дуже популярна, затребувана і вже давно стала невід'ємною частиною нашої цивілізації.

Виконано порівняльний аналіз програмного забезпечення для створення, анімації та рендеру 3D моделі та обрано програму Autodesk Maya та рендер Maya Software.

У програмі Autodesk Maya було розроблено та створено 3D модель персонажу, була створена розгортка та накладені текстури. Для анімації персонажу було виконано ріггінг та скінінг. Для рендеру було створено оточуюче середовище, виставлено світло та камери.

У результаті магістерської роботи було створено та візуалізовано 3D модель.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. 3D-модельювання та візуалізація. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://koloro.ua/ua/3d-modelirovanie-i-vizualizaciya.html>
2. What is 3D-modeling? Things you've got to know nowadays [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://archicgi.com/product-cgi/3dmodeling-things-youve-got-know>
3. Використання 3D-графіки в різних галузях людської діяльності [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://shaiu21.blogspot.com/>
4. 3D маркетинг — як новий тренд десятиліття [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://cases.media/article/3d-marketing-yak-novii-trend-desyatilittya>
5. Як використовується 3D-модельювання [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://uk.go-travels.com/50943-what-is-3d-modeling-2164-5955773>
6. 3D modeling and rendering software for design visualization, games, and animation, [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.autodesk.com/products/maya/overview>
7. Комп'ютерна графіка [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://manualem.com/book/748-kompyuterna-grafika/20-lekciya-4-modeli-opisu-poverxon.html>
8. Воксельні моделі [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://um.co.ua/2/2-15/2-150912.html>
9. Види 3Д модельювання: полігональне, сплайнове, і NURBS модельювання [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://koloro.ua/ua/blog/3d-tekhnologii/vidy-3d-modelirovaniya-poligonalnoe-splajnovoe-i-nurbs-modelirovanie.html>
10. Комп'ютерна скульптура [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Комп%27ютерна_скульптура

11. What is the difference between High Poly and Low Poly models in 3D modeling? [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.modelry.ai/blog/difference-between-high-poly-and-low-poly-models>
12. Normal map (Bump mapping) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://docs.unity3d.com/Manual/StandardShaderMaterialParameterNormalMap.html>
13. What is 3D Rigging For Animation & Character Design? [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://conceptartempire.com/what-is-rigging/>
14. 3D-текстурування та Adobe Substance 3D [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.adobe.com/ua/products/substance3d/discover/3d-texturing.html>
15. Differences between Displacement, Bump and Normal Maps [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/bump-normal-and-displacement-maps>
16. What is ray tracing and how is it enabling real-time 3D graphics? [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.embedded.com/what-is-ray-tracing-and-how-is-it-enabling-real-time-3d-graphics/>
17. Скелетна анімація [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.wiki.uk-ua.nina.az/Скелетна_анімація.html
18. Захоплення руху [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.wiki.uk-ua.nina.az/Motion_capture.html
19. Морфінг [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Морфінг>
20. Autodesk 3d max : огляд [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://navro.org/autodesk-3d-max-oglyad/>

21. 3D-моделювання: огляд кращих програм: огляд [Електронний ресурс].
- Режим доступу: <https://hi-news.pp.ua/kompyuteri/11369-3d-modelyuvannya-oglyad-kraschih-program.html>
22. ZSPHERES [Електронний ресурс]. - Режим доступу:
<http://docs.pixologic.com/user-guide/3d-modeling/modeling-basics/creating-meshes/zspheres/>
23. Тягунова М.Ю., Киричек Г.Г., Мошинець Д.Д. 3D-моделювання для створення короткометражного ролика. Міжнародна наукова конференція, присвячена 5-річчю ISMA University of Applied Sciences in Uzbekistan «Інформаційні технології та менеджмент у вищій освіті та науці», Фергана, Республіка Узбекистан, 28 листопада 2022 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет інформатики та радіоелектроніки, комп'ютерних наук і технологій
 Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»

Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістерський

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
 (код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Комп'ютерні системи та мережі
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Кудерметов Р.К.

Р.К. Кудерметов
 “ ” 2022 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Мошинець Дарина Дмитрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) 3D-моделювання для створення короткометражного ролика

керівник проекту (роботи) Тягунова Марія Юріївна к. т. н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “07” 2022 року № 367

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) дослідження технологій створення 3D-об'єктів (полігональне моделювання, текстурування, ріггунг, спінінг, шейдинг), методів анімації та створення відеоряду.

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

1) Аналіз предметної області;

2) Технології 3D моделювання

3) Розробка та анімація 3D моделі персонажу

4) Релзультати роботи

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

Креслення 1 – Алгоритм створення 3D моделі;

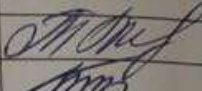



Плакат 1 – Вигляд сцени до та після рендеру

Плакат 2 – Різниця між low, mid та high poly

Плакат 3 – Результат готового рендеру зображення

Плакат 4 – Збирання секвенції кадрів

6. Консультанти розділів проекту (роботи)


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	приймав виконане завдання
1-3	Тягунова М. Ю., к.т.н., доцент		
нормоконтроль	Щербак Н.В., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання 01.03.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз технічного завдання та предметної області	01.10.2022	
2	Аналіз і вибір засобів розробки	10.10.2022	
3	Визначення способу моделювання та анімації	20.10.2022	
4	Розробка та анімація 3D моделі	25.10.2022	
5	Рендер готового відеоролику	01.11.2022	
6	Оформлення отриманих результатів у ПЗ	10.11.2022	
7	Оформлення графічного матеріалу	15.11.2022	
8	Оформлення допоміжного матеріалу	25.11.2022	

Студент

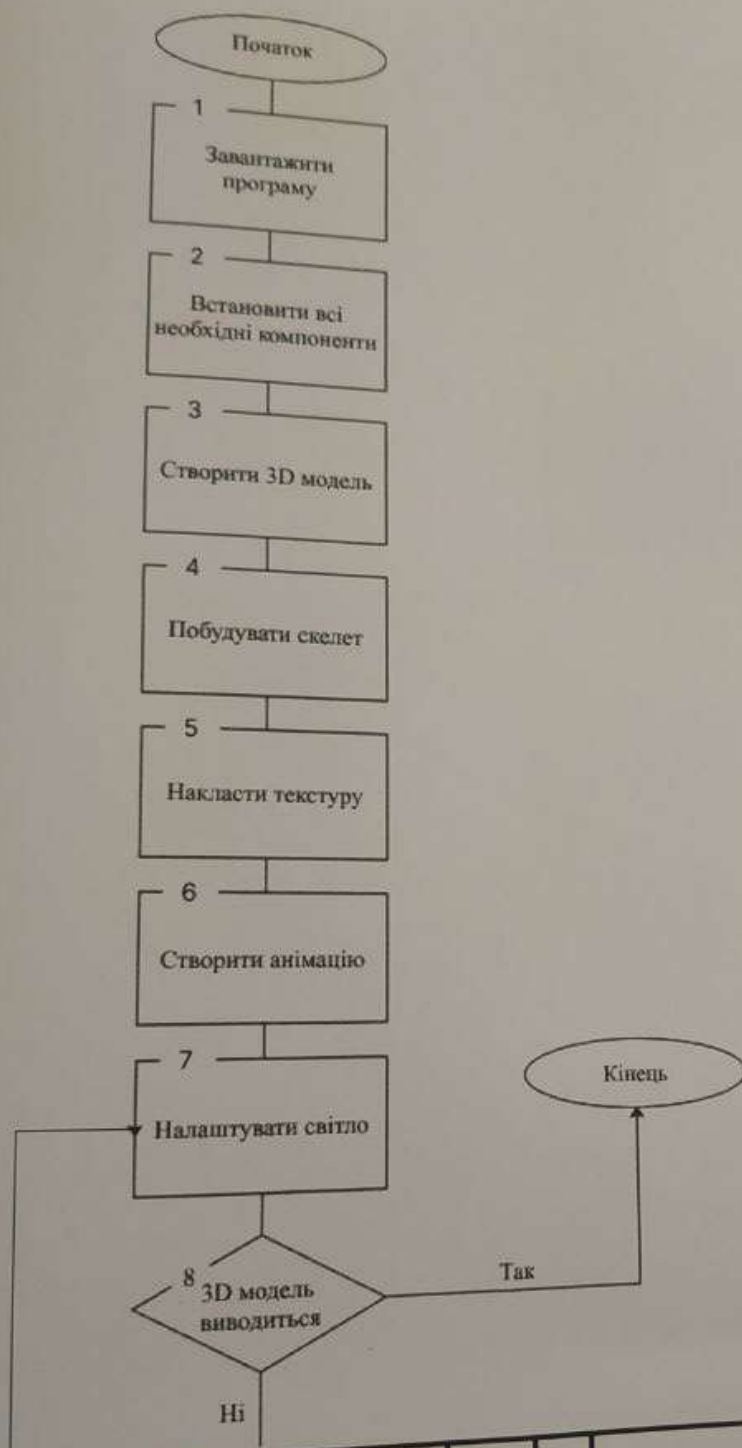

(підпис)

Д.Д. Мошинець
(ініціали та прізвище)

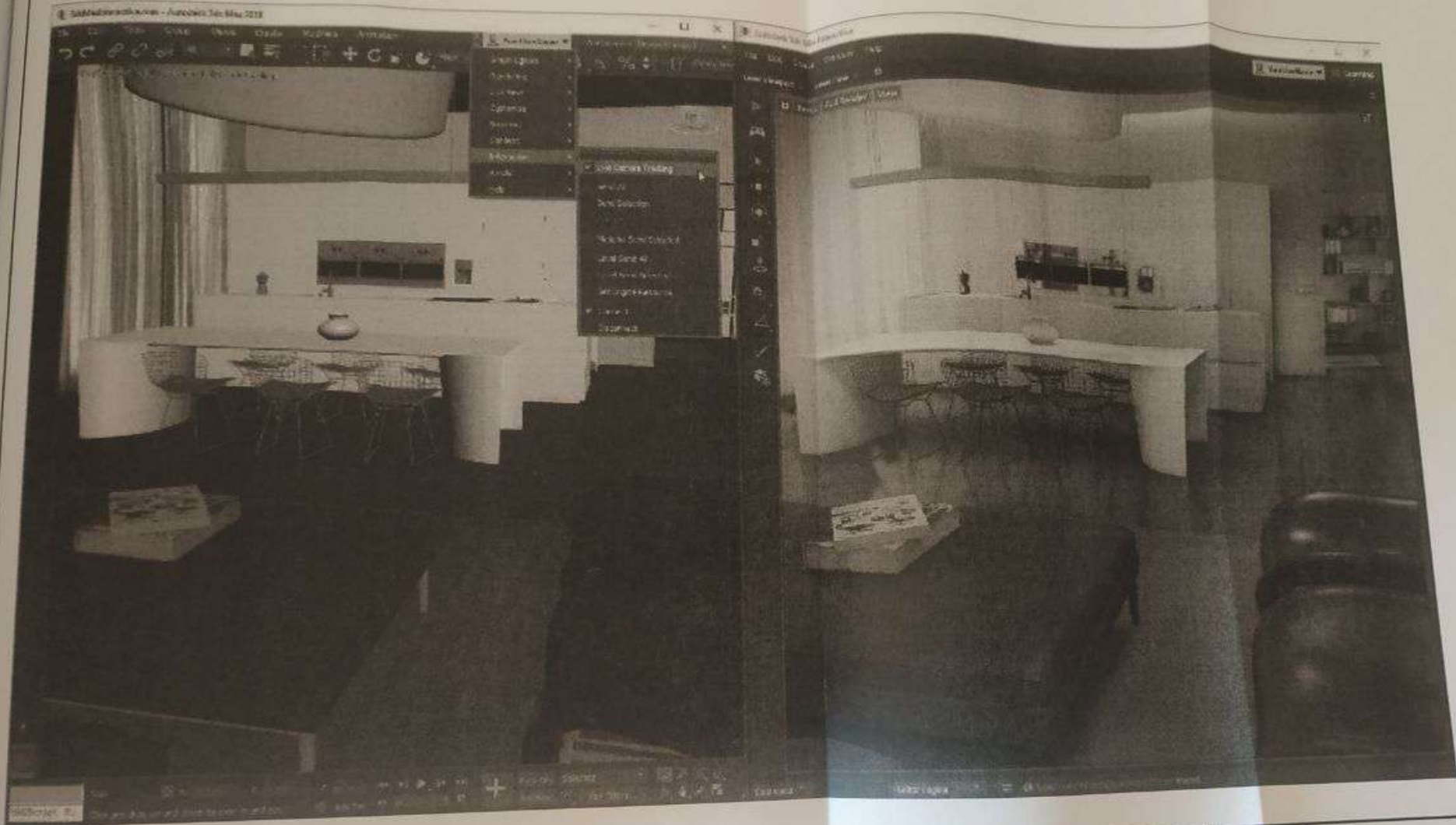
Керівник проекту (роботи)


(підпис)

М.Ю. Тягунова
(ініціали та прізвище)



					13.02070849.00037 A1		
					Алгоритм створення 3D моделі		
Зам.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.		Мошинець	<i>[Signature]</i>				
Перевір.		Тягунова М.Ю.	<i>[Signature]</i>		Арк. 1	Аркуші: 1	
Т. Контр.					НУ "Запорізька політехніка"		
Реценз.					КНТ-511м		
Н. Контр.		Щербак Н. В.	<i>[Signature]</i>				
Затвердж.		Кудерметов					



Зам.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Мошинець Д.Д.	<i>[Signature]</i>	
Передпр.		Тягунова М.Ю.	<i>[Signature]</i>	
Т. Контр.				
Реценз.				
Н. Контр.		Щербак Н.В.	<i>[Signature]</i>	
Затвердж.		Кудерметова Р.В.	<i>[Signature]</i>	

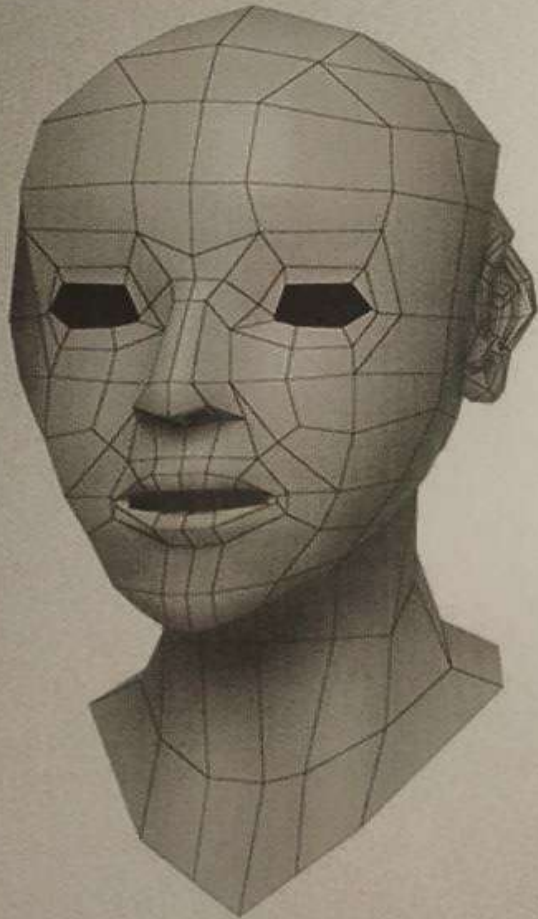
13.02070849.00037 ПЛ1

Вигляд сцени до та після рендеру

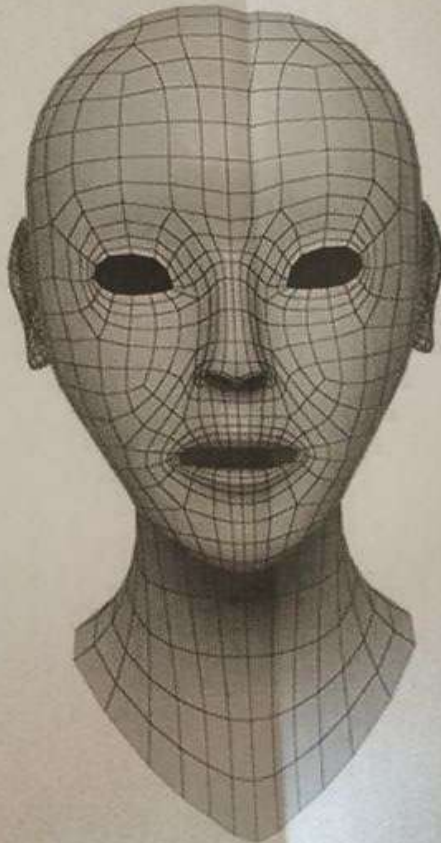
Лист	Масштаб	Масштаб
Арх. 1	Архив	1

НУ "Запорізька політехніка"
КНТ-511м

Low Poly = 458



Mid Poly = 1824



High Poly = 7296



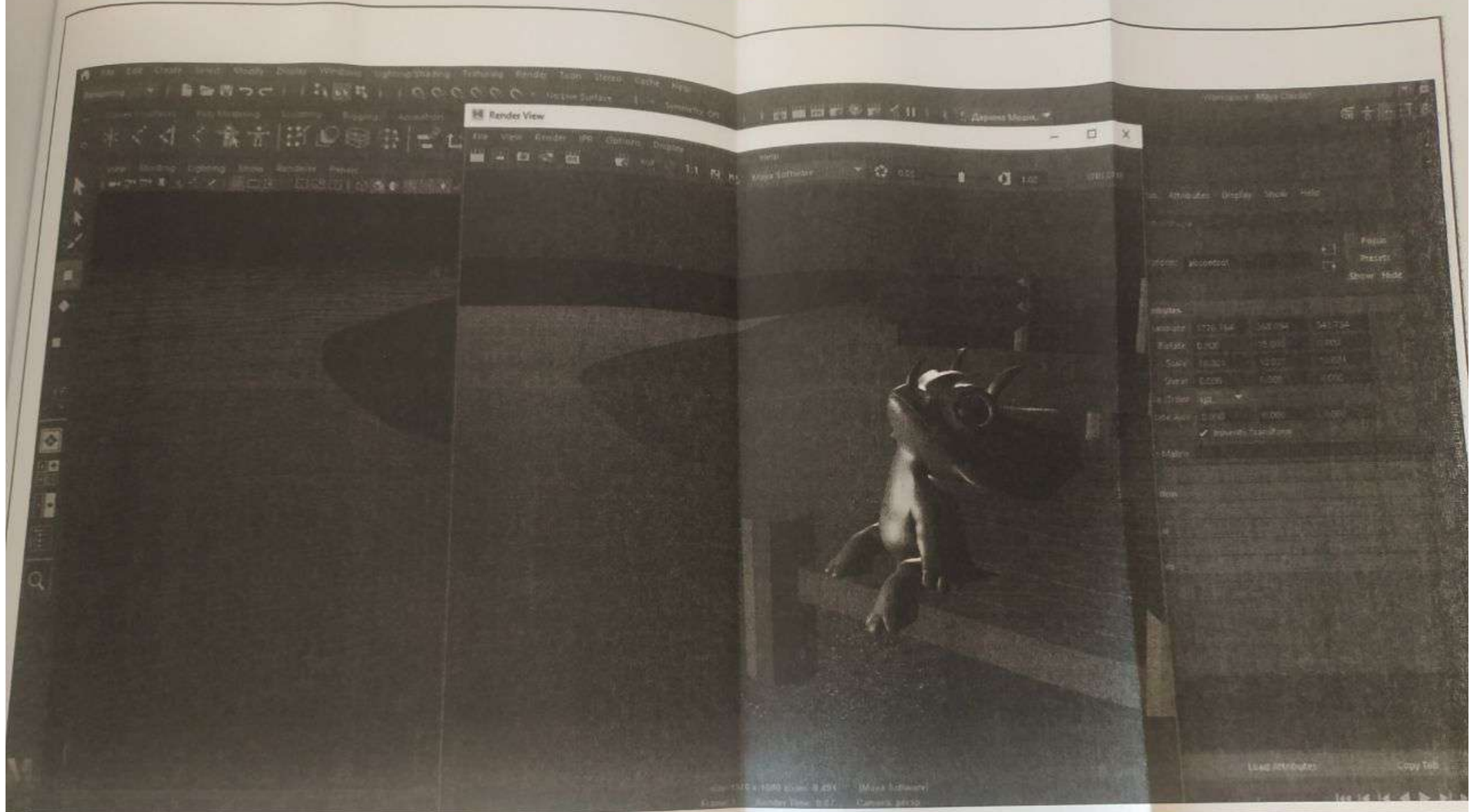
Зам.	Лист	№ док-т.	Підпис	Дата
Розроб.		Машинев Д.Д.	<i>[Signature]</i>	
Перевір.		Гягунова М.Ю.	<i>[Signature]</i>	
Т. Контр.				
Реценз.				
Н. Контр.		Щербак Н.В.	<i>[Signature]</i>	
Затвердж.		Кудерметов Р.В.	<i>[Signature]</i>	

13.02070849.00037 ПЛ/2

Різниця між high, mid та low poly

Лит.	Масса
Арк. 1	Архив

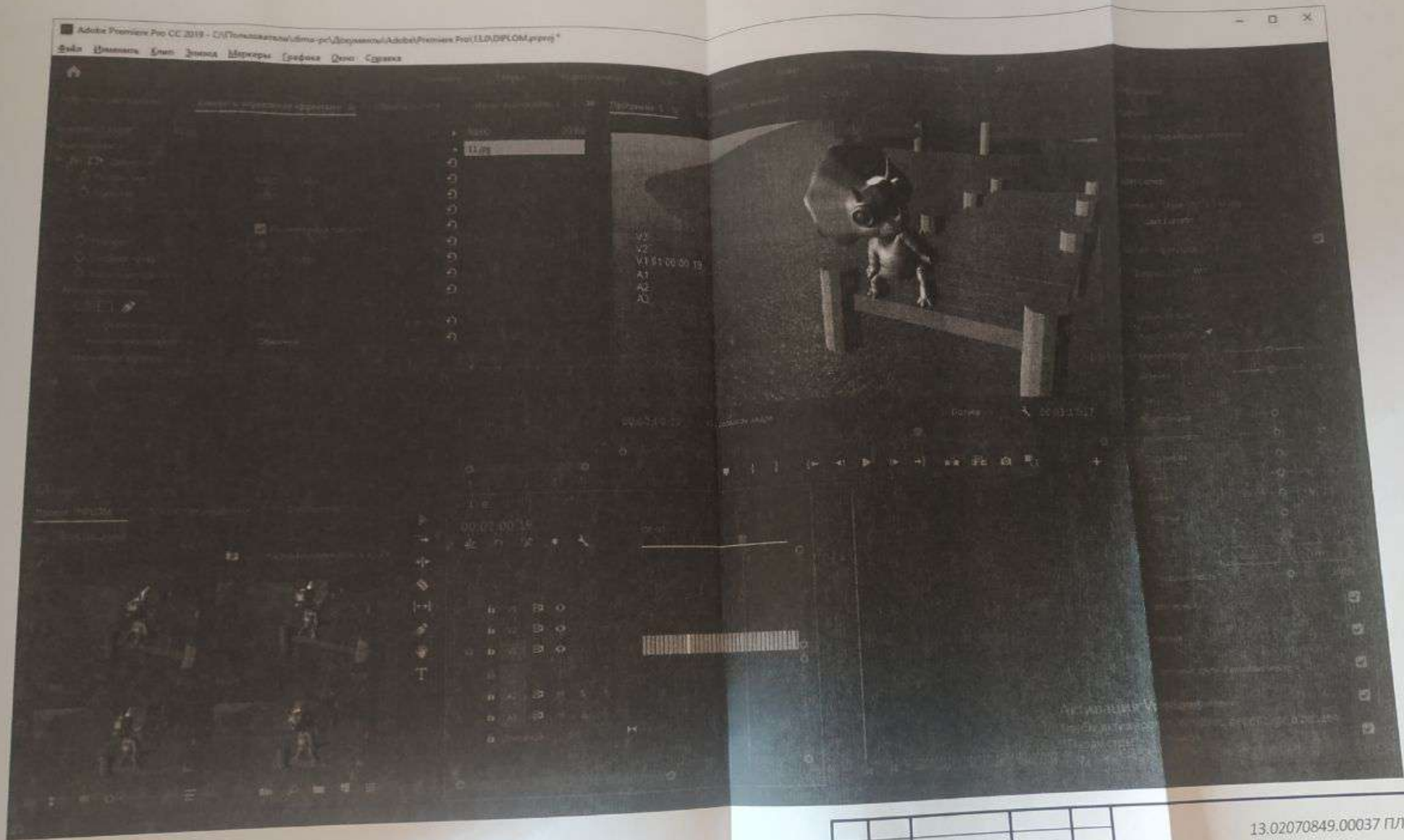
НУ "Запорізька інформатика"
КНТ-51



Зам.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб		Машинець Д.Д.	<i>[Signature]</i>	
Перевір		Тягунова М.Ю.	<i>[Signature]</i>	
Г. Контр.				
Реценз.				
Н. Контр.		Щербак Н.В.	<i>[Signature]</i>	
Затвердж.		Кудерметов Р.В.	<i>[Signature]</i>	

13.02070849.00037 ПЛЗ

Результат готового рендеру зображення	Лит.	Масса	М
	Арх. 1	Архив	
	НУ "Запорізька полі"		
	КНТ-511м		



Зам.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб		Мошинець Д.Д.	<i>[Signature]</i>	
Перевір		Тягунова М.Ю.	<i>[Signature]</i>	
Т. Контр.				
Реценз.				
Н. Контр.		Щербак Н.В.	<i>[Signature]</i>	
Затвердж.		Кудермистов Р.В.	<i>[Signature]</i>	

13.02070849.00037 ПЛ4

Збірання секвенції кадрів

Лит.	Масса	Масштаб
Арк. 1	Архив	
НУ "Запорізька політехніка"		
КНТ-511к		