

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування факультету)

Кафедра інформаційних технологій

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «Магістр»

«Дослідження відмінностей в методах моделювання,

рендерингу та інтеграції 3D-графіки у

середовищах 3ds Max і Blender»

(тема кваліфікаційної роботи українською мовою)

**«Research on the Differences in Modeling, Rendering, and
Integration Methods of 3D Graphics in 3ds Max and Blender**

Environments»

(тема кваліфікаційної роботи англійською мовою)

Виконав: здобувач денної форми навчання
спеціальності 122 Комп'ютерні науки .
(код, назва спеціальності)

Освітня програма Комп'ютерні науки .
(назва)

Березанський Євген Русланович
(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник доктор філософії комп. наук, доц.
Бучинська І.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент Заступник начальника відділу впровадження
інформаційних технологій Одеської міської
ради, Клепатська В.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
Інформаційних технологій .

№ від 2024 р.

Завідувачка кафедри

(підпис)

(прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК №
протокол № від 2024 р.

Оцінка / / .
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

(підпис)

(прізвище, ім'я)

Одеса 2024

АНОТАЦІЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу
«Дослідження відмінностей в методах моделювання, рендерингу та
інтеграції 3D-графіки у середовищах 3ds Max і Blender»
студента БЕРЕЗАНСЬКОГО Євгена

3D-графіка знаходить все ширше застосування в різних галузях, від кіноіндустрії та геймдеву до архітектури та медицини. Серед найпопулярніших програмних пакетів для роботи з 3D-графікою виділяються Autodesk 3ds Max та Blender. Їх порівняння та аналіз відмінностей у методах моделювання, рендерингу та інтеграції є актуальним завданням для оптимізації робочих процесів та вибору оптимального інструменту для конкретних задач.

Метою роботи є дослідити та порівняти методи моделювання, рендерингу та інтеграції 3D-графіки у середовищах 3ds Max та Blender, виявити їх переваги та недоліки, а також сформулювати рекомендації щодо їх використання.

Об'єктом дослідження є процеси моделювання, рендерингу та інтеграції 3D-графіки у програмних пакетах Autodesk 3ds Max та Blender. Предмет дослідження: Відмінності у методах моделювання, рендерингу та інтеграції 3D-графіки у середовищах 3ds Max та Blender.

Були використані такі методи дослідження: порівняльний аналіз функціональних можливостей, практичне моделювання та рендеринг тестових сцен, аналіз результатів та формулювання висновків.

Наукова новизна: систематизовано та узагальнено інформацію про відмінності у методах моделювання, рендерингу та інтеграції 3D-графіки у середовищах 3ds Max та Blender.

ANNOTATION

on master's qualification work

“Investigation of differences in modeling, rendering methods and 3D graphics integration in 3DS Max and Blender” media ”

Student of BEREZANSKY Eugen

The relevance of the topic: 3D graphics is increasingly used in various fields, from the film industry and gamedev to architecture and medicine. Autodesk 3DS Max and Blender are distinguished among the most popular software packages for 3D graphics. Their comparison and analysis of differences in modeling, rendering methods and integration is an urgent task for optimizing workflows and choosing the best tool for specific tasks.

Purpose: to investigate and compare the methods of modeling, rendering and integration of 3D graphics in 3DS Max and Blender, identify their advantages and disadvantages, and formulate recommendations for their use.

Object of research: modeling, rendering processes and 3D graphics integration in Autodesk 3DS Max and Blender software packages.

The subject of the study: differences in modeling, rendering methods and integration of 3D graphics in 3DS Max and Blender.

Research methods: comparative analysis of functionality, algorithms and tools 3DS Max and Blender, practical modeling and rendering of test scenes, analysis of results and formulation of conclusions.

Scientific novelty: information about differences in the methods of modeling, rendering and integration of 3D graphics in 3DS Max and Blender is systematized and summarized. The strengths and weaknesses of each package have been identified, which allows you to justify the best tool for solving specific problems.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	8
1.1 Теоретичні засади та парадигми 3D-моделювання	8
1.2 Інструменти та технічні засоби для створення 3D-моделей	19
1.3. Матеріали і текстури в 3D-моделюванні	22
2 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ	27
2.1 Аналіз сучасних програмних пакетів для 3D-моделювання	27
2.2 Використання додаткових інструментів і ресурсів у тривимірній графіці	40
3 ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ: ПОБУДОВА ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ БУДІВЛІ	47
3.1 Етапи проектування архітектурних об'єктів	47
3.2 Технічні аспекти моделювання будівлі	48
3.3 Створення візуалізації внутрішнього простору будівлі	54
4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ПРОГРАМ BLENDER ТА 3DS MAX НА АПАРАТНІ РЕСУРСИ КОМП'ЮТЕРА	58
4.1 Тестування продуктивності програмного забезпечення (сцена 1)	58
4.2 Емпіричний аналіз продуктивності на основі обробки складних сцен (сцена 2)	62
ВИСНОВОК	68
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70

ВСТУП

Сучасний розвиток цифрових технологій значною мірою вплинув на трансформацію підходів до створення тривимірної графіки. 3D-моделювання є одним із ключових інструментів у таких галузях, як архітектура, дизайн, кінематографія, ігрова індустрія та інженерія. Зростання потреби у створенні реалістичних та високоякісних тривимірних моделей обумовлює досягнення вдосконалення інструментарію та технологій моделювання.

На сьогодні провідні програмні засоби, такі як Autodesk 3ds Max і Blender, пропонують широкий спектр функцій для створення тривимірних моделей, текстурування, анімації та візуалізації. Кожен із цих інструментів має свої переваги, недоліки та оптимальну сферу застосування. Однак питання вибору програмного забезпечення для конкретних завдань залишається відкритим і потребує детального аналізу, враховуючи продуктивність, зручність використання та вимоги до апаратних ресурсів.

Актуальність даного дослідження зумовлена забезпеченням систематизації знань про особливості роботи з програмними пакетами 3D-графіки, а також розробкою критеріїв для вибору оптимального інструментарію залежно від конкретного проекту. Дослідження цих питань сприяють підвищенню ефективності робочих процесів у тривимірному моделюванні та забезпечують базу для подальшого вдосконалення методів і технологій у цій галузі.

Методом роботи є порівняльний аналіз функціональних можливостей програмних продуктів Autodesk 3ds Max і Blender, а також оцінка їх впливу на ресурси комп'ютера в контексті виконання різноманітних задач тривимірному моделювання та візуалізації.

Для поставленої мети були досягнуті такі завдання:

1. Дослідити сучасні методи та технології 3D-моделювання.

2. Проаналізувати функціональні можливості Autodesk 3ds Max і Blender.

3. Оцінити продуктивність програмного забезпечення на основі тестових сцен.

4. Розробити рекомендації щодо вибору інструментів для тривимірної графіки залежно від умов і вимог проекту.

Об'єктом дослідження є процес створення тривимірної графіки з використанням програмного забезпечення Autodesk 3ds Max і Blender.

Предметом дослідження є методи моделювання, рендерингу та оптимізації обчислювальних ресурсів у процесі 3D-графіки.

Наукова новизна роботи відбувається в проведенні комплексного порівняльного аналізу двох популярних програмних продуктів для тривимірного моделювання та формулювання практичних рекомендацій для їх застосування в різних умовах.

Практичне значення роботи створюється у створених рекомендаціях, які можуть бути використані як початковими, так і професійними розробниками для вибору програмного забезпечення, що дозволяє оптимізувати робочий процес і підвищити ефективність виконання проектів.

1 МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

1.1 Теоретичні засади та парадигми 3D-моделювання

У світі 3D-моделювання існує багато підходів до створення віртуальних об'єктів. Кожен метод має свої унікальні особливості, переваги і недоліки, що робить його придатним для вирішення певного кола завдань. Розглянемо основні парадигми 3D-моделювання, що лежать в основі більшості сучасних інструментів та технік.

1. Полігональне моделювання (рис 1.1). Полігональне моделювання є методом генерації тривимірних об'єктів шляхом апроксимації їх поверхні сіткою, що складається з полігонів. Полігон, своєю чергою, визначається як замкнута ламана лінія у тривимірному просторі, вершинами якої служать точки, звані вершинами моделі.



Рисунок 1.1 – Полігональна модель людської голови

У основі цього методу лежить дискретизація поверхні об'єкта, тобто моделювання її у вигляді набору кінцевих елементів – полігонів. Кожен полігон формується шляхом з'єднання трьох або більше вершин ребрами.

Сукупність взаємопов'язаних полігонів утворює полігональну сітку, яка апроксимує поверхню об'єкта, що моделюється (рис. 1.2).

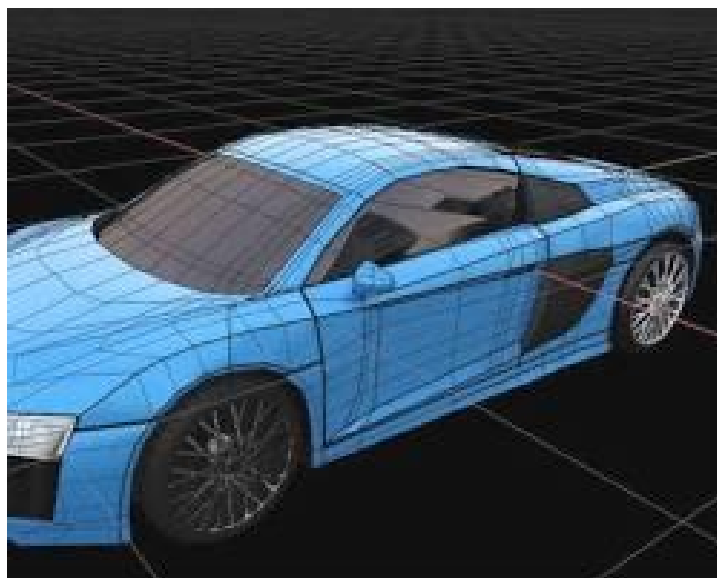


Рисунок 1.2 – Полігональна сітка, що утворює 3D модель

Ступінь деталізації моделі безпосередньо залежить від кількості полігонів у сітці: чим більше полігонів, тим точніше апроксимація та вища деталізація. Однак збільшення кількості полігонів призводить до зростання обчислювальної складності при обробці та відображенні моделі.

Полігональне моделювання – це метод створення тривимірних моделей шляхом маніпулювання вершинами, ребрами та полігонами, які формують каркас об'єкта. Цей процес нагадує складання конструктора, де кожен елемент може бути переміщений, обернений, масштабований або модифікований для досягнення бажаної форми.

Для створення нових граней використовується екструзія – "витягування" існуючих елементів. Згладжування дозволяє зменшити незграбність моделі, створюючи плавні переходи між вершинами. Булеві операції (об'єднання, віднімання та перетин) дозволяють комбінувати різні об'єкти для створення складних форм.

Завдяки своїй гнучкості та універсальності, полігональне моделювання знайшло широке застосування в різних галузях, де потрібно створювати тривимірні моделі. Воно використовується в комп'ютерній графіці для створення персонажів, об'єктів та середовищ, у візуалізації даних для створення наочних графіків та діаграм, в промисловому дизайні для розробки нових продуктів та в архітектурі для створення моделей будівель та споруд.

Завдяки своїй універсальності та відносній простоті, полігональне моделювання залишається одним із найпоширеніших методів створення 3D-моделей[6].

Полігональне моделювання, будучи одним із найпоширеніших методів 3D-моделювання, має як низку переваг, так і деякі недоліки. До переваг відносяться:

- універсальність – полігональне моделювання дозволяє створювати практично будь-які типи об'єктів – від простих геометричних форм до складних органічних моделей, персонажів, ландшафтів тощо;

- гнучкість – цей метод дає широкі можливості для редагування та модифікації моделей. Можна легко змінювати форму об'єктів, додавати деталі, створювати різні ефекти;

- інтуїтивність – полігональне моделювання відносно просто в освоєнні завдяки наочності та зрозумілості основних принципів. Існує безліч навчальних матеріалів та інструментів, які допомагають початківцям швидко освоїти цей метод;

- широка підтримка – полігональні моделі підтримуються практично всіма програмами для 3D-моделювання, рендерингу та анімації. Це забезпечує хорошу сумісність та можливість використання моделей у різних проектах;

- оптимізація – полігональні моделі можуть бути оптимізовані для використання в іграх та інших програмах з обмеженими ресурсами.

Існують різні методи зменшення кількості полігонів без значної втрати якості моделі.

Робота може бути ускладнена через такі пункти:

– обмежена точність – полігональні моделі є апроксимацією поверхні об'єкта, і їх точність обмежена кількістю полігонів. Для створення дуже гладких або складних криволінійних поверхонь може знадобитися велика кількість полігонів, що збільшує обчислювальну складність;

– складність органічних форм – полігональне моделювання дозволяє створювати органічні форми, але це може бути досить трудомістким процесом. Досягнення реалістичності часто потрібно використовувати скульптурування чи інші методи моделювання;

– проблеми з топологією – створення правильної топології може бути складним завданням, особливо початківців. Неправильна топологія може призводити до проблем при деформації, анімації та рендерингу моделі.

Загалом, полігональне моделювання є потужним та універсальним інструментом для створення 3D-моделей. Його переваги роблять його придатним для широкого спектра завдань, а недоліки можуть бути зведені до мінімуму за умови правильного використання технік та інструментів[22].

2. NURBS-моделювання (рис. 1.3). NURBS-моделювання (Non-Uniform Rational B-Splines) – це метод представлення тривимірних об'єктів за допомогою математичного апарату B-сплайнів, а саме їх раціонального та нерівномірного різновиду. На відміну від полігонального моделювання, де об'єкт апроксимується набором плоских граней, NURBS описує геометрію кривих та поверхонь за допомогою параметричних рівнянь.

Ключовим елементом NURBS-моделювання є контрольні точки, що визначають форму кривої чи поверхні. Розташування та вага кожної

контрольної точки впливають на перебіг кривої, дозволяючи створювати плавні вигини та переходи.

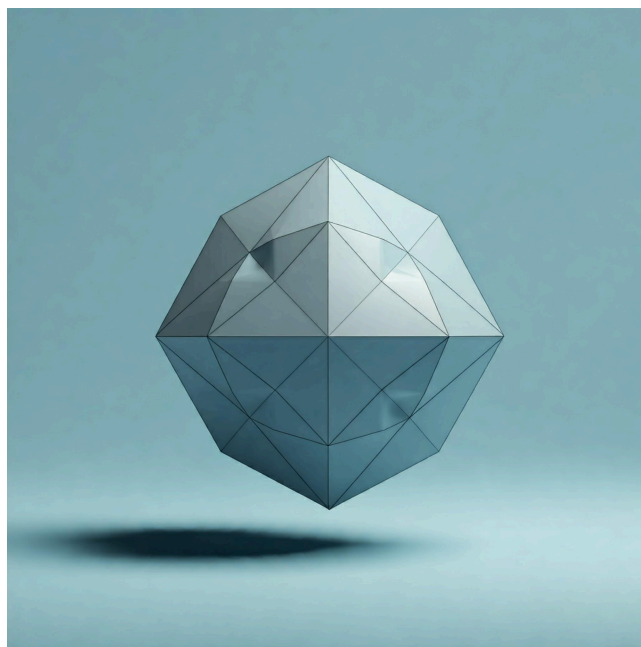


Рисунок 1.3 – NURBS-модель багатогранника

В-сплайни, що лежать в основі NURBS-моделювання, надають йому ряд важливих властивостей. Локальність означає, що зміна положення однієї контрольної точки впливає лише на обмежену ділянку кривої, що спрощує редагування.

Гладкість забезпечує високий рівень плавності кривих і поверхонь, що важливо для моделювання органічних форм. Точність NURBS дозволяє точно представляти як прості геометричні фігури, так і складні криволінійні поверхні.

Раціональність NURBS розширює можливості моделювання, дозволяючи створювати конічні перерізи та інші криві, які не можна представити за допомогою поліномів.

Нерівномірність надає більше контролю над формою кривої, дозволяючи регулювати ступінь впливу контрольних точок.

Завдяки цим властивостям, NURBS-моделювання широко застосовується в різних областях, де потрібна висока точність і гладкість поверхонь, таких як промисловий дизайн, CAD/CAM системи та анімація.

Завдяки своїм математичним властивостям NURBS-моделювання забезпечує високу точність, гладкість та гнучкість при створенні тривимірних об'єктів.

NURBS-моделювання, як і будь-який інший метод, має свої сильні сторони:

- висока точність – NURBS дозволяє створювати надзвичайно точні криві та поверхні, що робить його ідеальним для моделювання об'єктів, що потребують високого ступеня деталізації та математичної коректності. Це особливо важливо у таких галузях, як промисловий дизайн та CAD/CAM системи;

- гладкість – NURBS поверхні за своєю природою гладкі, без різких переходів та незграбностей. Це значно спрощує моделювання органічних форм, об'єктів з плавними вигинами та поверхнями, що обтічні;

- масштабованість – NURBS моделі легко масштабуються без втрати якості. Це дозволяє створювати моделі будь-якого розміру, від мініатюрних деталей до великих споруд;

- ефективність – NURBS моделювання може бути ефективнішим, ніж полігональне моделювання, для подання складних криволінійних форм. NURBS поверхні можуть бути визначені за допомогою меншої кількості даних ніж полігональні сітки, що зменшує розмір файлів і прискорює обробку;

- гнучкість – NURBS моделювання надає широкі можливості для редагування та модифікації форм. Можна легко змінювати положення контрольних точок, ступінь кривих, ваги та інші параметри, щоб досягти бажаного результату.

Хоча NURBS-моделювання має ряд переваг, існують і певні складності в його освоєнні та застосуванні. Воно вимагає глибшого розуміння математичних принципів, що може бути складним для початківців.

Крім того, NURBS-моделювання не завжди є оптимальним вибором для всіх типів моделей. Наприклад, для створення складних органічних форм ефективнішим може бути скульптування або полігональне моделювання.

Також варто враховувати, що не всі програми для 3D-графіки повністю підтримують NURBS, що може обмежувати можливості використання таких моделей.

В цілому, NURBS моделювання є потужним інструментом для створення точних та гладких 3D-моделей. Його переваги роблять його незамінним у певних галузях, таких як промисловий дизайн та CAD/CAM, але його недоліки слід враховувати при виборі методу моделювання для конкретного завдання[21].

3. Скульптування (рис. 1.4). Скульптування (або цифрова скульптура) у контексті 3D-моделювання є методом формування віртуальних тривимірних об'єктів шляхом маніпуляції їх поверхнею, імітуючи процес ліплення з пластичних матеріалів, таких як глина або віск.

На відміну від полігонального моделювання, де об'єкт конструюється з окремих полігонів, і NURBS-моделювання, що використовує математичні криві, скульптування оперує вокселями (тривимірними пікселями) або динамічною топологією, дозволяючи художнику інтуїтивно змінювати форму об'єкта за допомогою різних інструментів, що нагадують стеки[8].

Процес цифрової скульптури заснований на деформації віртуальної поверхні.



Рисунок 1.4 – 3D-модель, зроблена методом скульптування

Скульптування в 3D-графіці – це інтерактивний процес, що дозволяє художникам створювати органічні форми з високою деталізацією.

Він базується на роботі з моделями, які містять величезну кількість точок (мільйони або навіть мільярди), що забезпечує реалістичність та точність форми. Для цього використовується широкий набір віртуальних пензлів з різними властивостями, які імітують різноманітні інструменти скульптора.

Процес скульптування передбачає поетапне опрацювання форми, починаючи з грубого блокування основних об'ємів і закінчуючи тонким опрацюванням дрібних деталей.

Скульптування широко застосовується у різних галузях, де потрібно створення органічних форм із високим ступенем реалізму, наприклад створення персонажів та істот для ігор та анімації, моделювання анатомічних структур для медицини та освіти, створення реалістичних скульптур та барельєфів, проектування виробів з органічними формами у промисловому дизайні, звдяки своїй інтуїтивності та виразності, скульптування стає все більш популярним методом

3D-моделювання, що дозволяє художникам втілювати свої творчі задуми у віртуальному середовищі.

Скульптурування в 3D-графіці є це інтуїтивно зрозумілим та потужний методом, який імітує процес ліплення з глини. Він ідеально підходить для створення органічних форм з високою деталізацією та реалістичністю, надаючи художникам велику свободу для творчості та експериментів.

Завдяки скульптуруванню можна легко створювати плавні переходи, природні вигини та складні деталі, швидко створювати прототипи та візуалізувати ідеї.

Однак, скульптурування має і свої обмеження. Він може бути менш точним, ніж інші методи моделювання, що ускладнює створення моделей з чіткими геометричними формами.

Робота з високодеталізованими моделями вимагає потужного комп'ютера, а сам метод не завжди є оптимальним для всіх типів моделей. Скульптурування часто призводить до створення моделей з неефективною топологією, що може вимагати додаткової ретопології.

В цілому, скульптурування – це потужний та виразний інструмент для створення 3D-моделей, який знаходить широке застосування у різних галузях. Його переваги роблять його незамінним для створення органічних форм та детальних моделей, але його недоліки слід враховувати при виборі методу моделювання для конкретного завдання[20].

4. Процедурне моделювання (рис. 1.5). Процедурне моделювання – це парадигма у комп'ютерній графіці, заснована на генерації тривимірних моделей за допомогою алгоритмів та математичних функцій, а не ручного маніпулювання вершинами, полігонами чи контрольними точками. Замість безпосереднього створення геометрії художник визначає набір правил, параметрів і функцій, які в сукупності формують кінцевий результат.



Рисунок 1.5 – Процедурно сгенерований ландшафт

Процедурне моделювання являє собою парадигму в комп'ютерній графіці, що фокусується на алгоритмічному генеруванні тривимірних моделей. Замість маніпулювання вершинами та полігонами безпосередньо, художник визначає набір процедур, які використовують математичні функції, алгоритми та параметри для автоматичного створення геометрії.[9].

Процедурні алгоритми можуть генерувати складні структури з багатьма повторюваними елементами, такі як фрактали, патерни та орнаменти. Процедурне моделювання ефективно використовується для імітації органічних форм, таких як дерева, хмари, гори та річки, враховуючи стохастичні процеси та фізичні закономірності.

Процедурне моделювання використовує концепції параметризації, де змінюючи вхідні параметри, можна отримувати різноманітні варіації моделі. Це надає художникам гнучкість та контроль над процесом створення візуального контенту, відкриваючи нові можливості для творчого експериментування та інновацій.

Процедурне моделювання базується на взаємодії трьох ключових елементів. Алгоритм – це список деталізованих інструкцій, що реалізують процес обчислення, який, починаючи з початкового стану, відбувається через послідовність логічних станів, яка завершується кінцевим станом. Визначаючи наступну дію, вони керують процесом створення геометрії, спираючись на математичні принципи (фрактали, L-системи, шумові функції тощо).

Параметри виступають як змінні, що впливають на роботу алгоритмів та визначають кінцевий результат. Параметри можуть контролювати розмір, форму, деталізацію, та інші характеристики моделі. Зміна параметрів дозволяє отримувати широкий спектр варіацій однієї моделі без необхідності ручного редагування.

Математичні функції використовуються для опису форми та властивостей моделі. Вони можуть визначати криві, поверхні, текстури, та інші елементи моделі. Комбінуючи різні функції, можна створювати складні та різноманітні форми.

Процедурне моделювання знаходить широке застосування у різних галузях, включаючи:

- генерацію ландшафтів та оточення для ігор та фільмів;
- створення фрактальних структур та патернів;
- моделювання міської забудови та архітектурних об'єктів;
- генерацію рослинності та інших органічних форм;
- завдяки своїй ефективності та гнучкості, процедурне моделювання

є потужним інструментом для створення складних та реалістичних 3D-моделей.

Процедурне моделювання – це потужний підхід до створення 3D-моделей, який відрізняється від традиційних методів. Замість ручного формування кожної деталі, воно використовує алгоритми для автоматичної генерації геометрії. Це дозволяє створювати складні та деталізовані моделі

з мінімальними витратами часу та зусиль, особливо при роботі з об'єктами, що мають елементи, які повторюються, або складні візерунки.

Зміна параметрів алгоритмів відкриває широкі можливості для експериментів та варіацій, а масштабованість моделей без втрати якості робить їх придатними для проєктів будь-якого масштабу.

Процедурне моделювання ідеально підходить для генерації ландшафтів, міської забудови та інших об'єктів, що потребують різноманітності, а також забезпечує економію місця на диску.

Однак, процедурне моделювання має і свої особливості. Воно вимагає від дизайнера знання математичних принципів, алгоритмів та мов програмування, що може бути складним для початківців.

Результат може бути непередбачуваним, і для досягнення бажаного ефекту потрібне чітке та точне налаштування параметрів. Внесення змін до моделі може стати складним завданням, що вимагає розуміння алгоритмів. Через неправильне налаштування, проєкт може повністю злетіти, і доведеться починати всю роботу з початку.

Процедурне моделювання не є універсальним рішенням і менше підходить для створення персонажів, моделювання облич людей, волосся, деталізації вбрання, моделювання складних органічних форм з унікальними рисами.

Загалом процедурне моделювання – це потужний інструмент для створення складних та різноманітних 3D-моделей. Його переваги роблять його незамінним у певних областях, таких як генерація ландшафтів, міської забудови та інших об'єктів з елементами, що повторюються. Однак його недоліки слід враховувати під час вибору методу моделювання для конкретного завдання[20].

1.2 Інструменти та технічні засоби для створення 3D-моделей

Розглянемо інструментарій та методи, що застосовуються у процесі тривимірного моделювання. Ці інструменти є базовими операціями та алгоритмами, що дозволяють маніпулювати геометричними примітивами і формувати складні тривимірні об'єкти.

1. Модифікація геометрії може бути здійснена за допомогою трьох інструментів.

Інструмент Extrude (видавлювання) (рис. 1.6) дозволяє "витягувати" грані, ребра або вершини, створюючи нові елементи геометрії. Уявіть, як ви видавлюєте форму зі шматка глини. Extrude використовується для створення виступів, западин, бортиків та інших деталей;

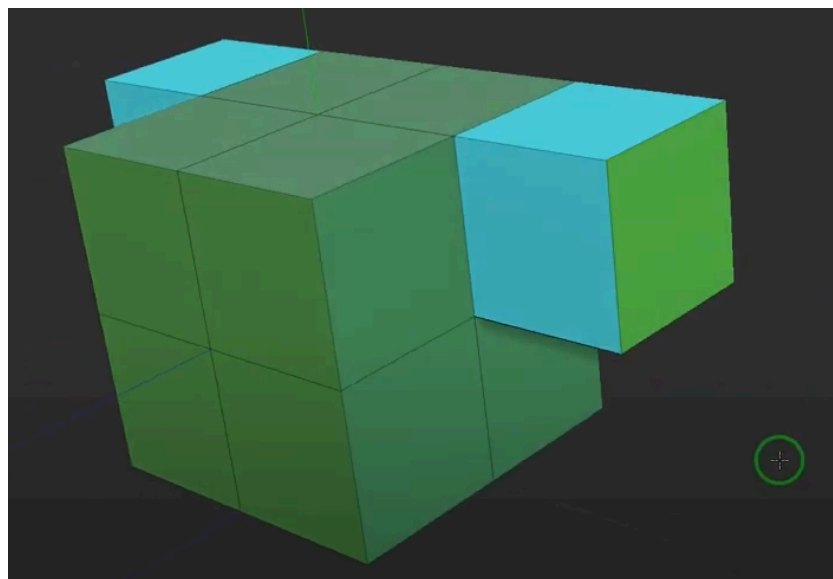


Рисунок 1.6 – Приклад роботи Extrude

Bevel (фаска) (рис. 1.7) згладжує гострі грані об'єкта, утворюючи скошені кромки. Це дозволяє робити моделі більш реалістичними та гладкими. Bevel часто використовується для обробки країв меблів, деталей механізмів та інших об'єктів.

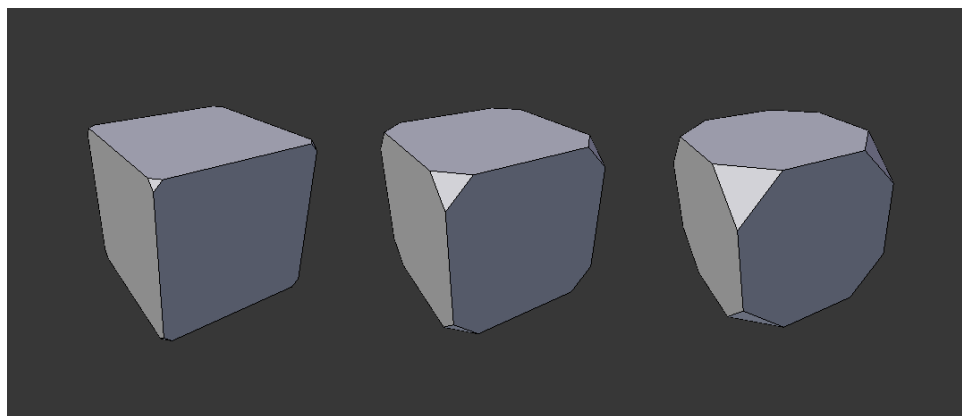


Рисунок 1.7 – Приклад роботи Bevel

Boolean operations (булеві операції) (рис. 1.8): булеві операції дозволяють комбінувати об'єкти різними способами: union (об'єднання) – об'єднує два об'єкти в один, difference (віднімання) - віднімає один об'єкт з іншого, intersection (перетин) - створює новий об'єкт із частин двох об'єктів, що перетинаються.

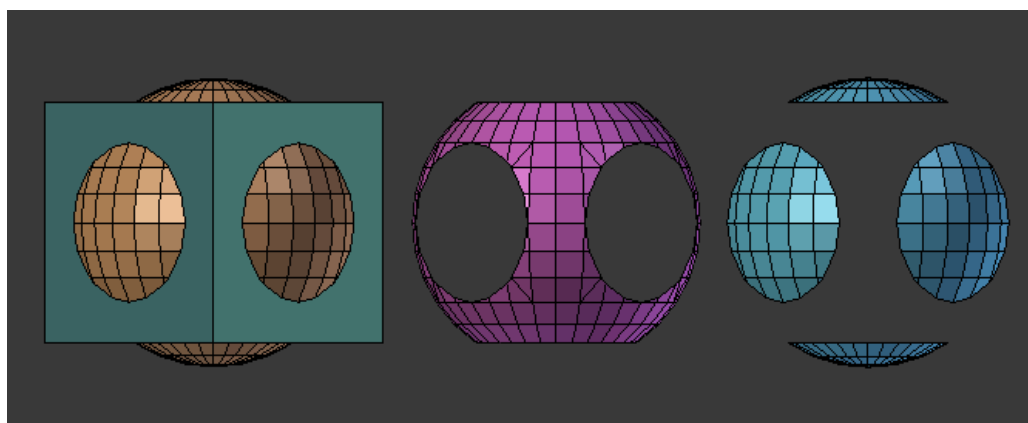


Рисунок 1.8 – Приклад роботи Boolean operations

2. Робота з кривими та поверхнями

Криві (рис. 1.9) використовуються для створення плавних ліній та форм. Вони можуть бути використані як основа для створення поверхонь або для моделювання об'єктів складної форми, таких як волосся, дроти, труби.

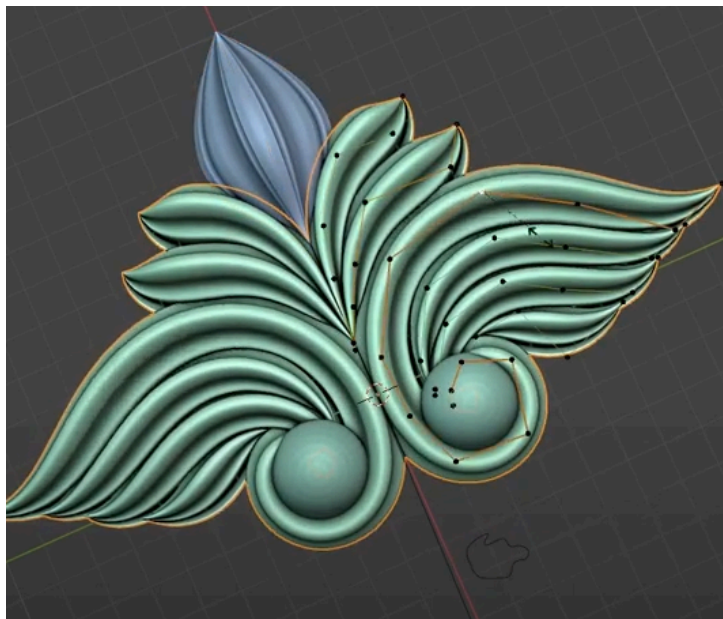


Рисунок 1.9 – Робота з кривими

Поверхні (рис. 1.10) – це двовимірні об'єкти, які можуть бути викривлені у тривимірному просторі. Вони використовуються для створення гладких та органічних форм, таких як тіла персонажів, ландшафти, одяг тощо.



Рисунок 1.10 – Робота з поверхнями

3. Створення UV-розгорток (рис. 1.11).

UV-розгортка – це процес розрізання 3D-моделі на плоскі частини, які потім використовуються для нанесення текстур. Уявіть, що ви

розрізаєте паперову модель та розкладаєте її на площині. UV-розгортка дозволяє точно контролювати розташування текстур на моделі.

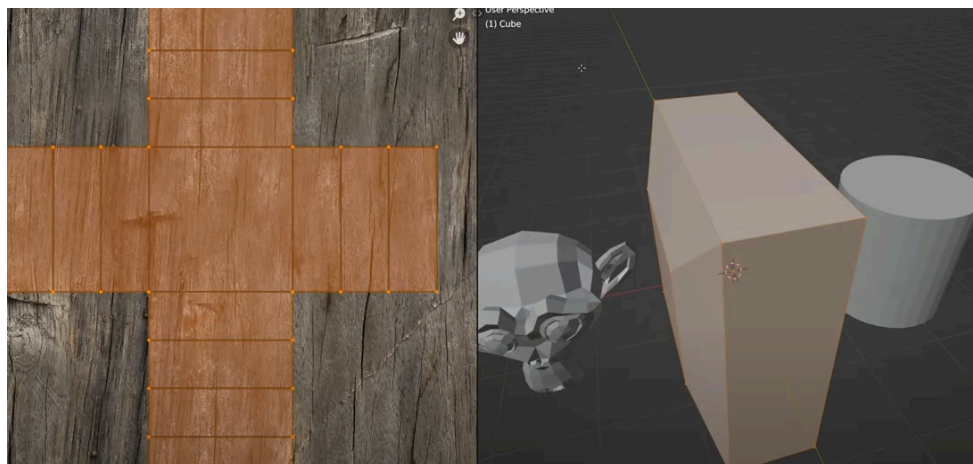


Рисунок 1.11 – Приклад UV-розгортки

4. Застосування модифікаторів (рис. 1.12).

Модифікатори – це спеціальні інструменти, які дозволяють змінювати форму та властивості об'єктів неруйнівним способом. Вони можуть бути використані для згладжування, деформації, додавання деталей, створення анімації та багато іншого. Модифікатори є потужним інструментом для прискорення та спрощення процесу моделювання [13].

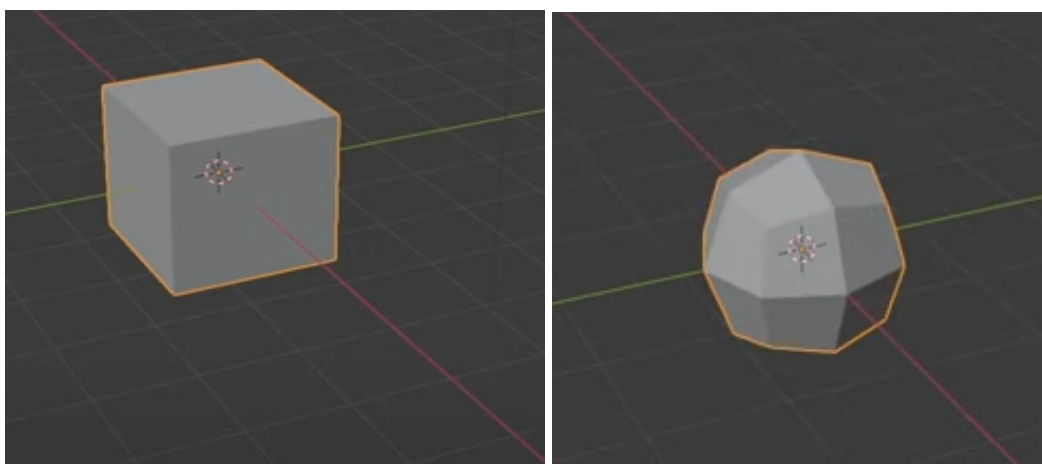


Рисунок 1.12 – Приклад застосування модифікаторів

1.3. Матеріали і текстури в 3D-моделюванні

Важливий аспект 3D-моделювання – створення та налаштування матеріалів та текстур, які "оживляють" моделі, надаючи їм реалістичного вигляду та властивостей[19].

1. Матеріали (рис. 1.13).

Матеріал у 3D-графіці визначає, як поверхня об'єкта взаємодіє зі світлом. Він відповідає за колір, відбивну здатність, прозорість та інші візуальні характеристики.

Типи матеріалів:

- Diffuse (розсіяний) – визначає основний колір поверхні та те, як вона розсіює світло.
- Specular (дзеркальний) – визначає блиск поверхні та те, як вона відбиває світло;
- Normal (карта нормалей) – використовується для створення ілюзії рельєфу на поверхні без зміни геометрії;
- Transparency (прозорість) – визначає, наскільки об'єкт прозорий.
- Emissive (світлення) – визначає, чи випромінює світло.



Рисунок 1.13 – Типи матеріалів на об'єктах

Зовнішній вигляд віртуальних об'єктів у процедурному моделюванні визначається не лише їхньою формою, а й властивостями матеріалів, з

яких вони візуально складаються. Ці властивості задаються за допомогою набору параметрів, що впливають на взаємодію об'єкта зі світлом.

Основний колір визначає властивий об'єкту колір, який він "випромінює" або відображає при нейтральному освітленні. Відбивна здатність вказує, наскільки сильно об'єкт відбиває світло. Висока відбивна здатність створює ефект блискучої, гладкої поверхні, тоді як низька - матової. Шорсткість впливає на розсіювання світла, роблячи поверхню візуально гладкою або шорсткою. Прозорість визначає, наскільки об'єкт пропускає світло. Заломлення вказує, як світло змінює свій напрямок при проходженні крізь об'єкт, що впливає на спотворення зображення за ним.

2. Текстури (рис. 1. 14).

Текстури – це зображення, що накладаються на поверхню 3D-моделі для надання їй деталей, кольору та реалізму.

Типи текстур:

- Color map (Карта кольору) – визначає колір поверхні;
- Specular map (карта дзеркальності) – визначає блиск поверхні;
- Normal map (карта нормалей) – визначає рельєф поверхні;
- Ambient occlusion map (карта ambient occlusion) – використовується для створення реалістичного затінення у поглибленнях та тріщинах.

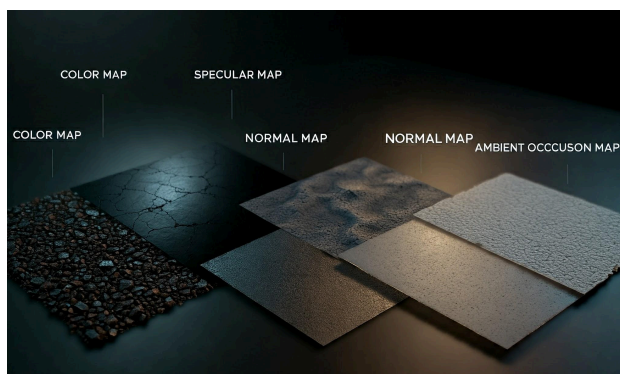


Рисунок 1.14 – Типи текстур

3. Текстурування в процедурному моделюванні (рис. 1.15) – це процес надання поверхні віртуального об'єкта певних візуальних властивостей, таких як колір, візерунок, рельєф. Існує кілька підходів до текстурування, кожен з яких має свої особливості та переваги.

UV mapping передбачає створення спеціальної "карти" поверхні об'єкта (UV розгортки), яка визначає, як саме текстура буде "розтягнута" по моделі. Це дозволяє досягти високої точності накладання текстур, що особливо важливо для складних об'єктів з нестандартною формою.

Процедурні текстури генеруються автоматично за допомогою алгоритмів та математичних функцій. Це дозволяє створювати складні, деталізовані та різноманітні текстури без необхідності малювання їх вручну. Процедурні текстури можуть імітувати природні матеріали, такі як дерево, камінь, мармур, або створювати абстрактні візерунки.

Tri-planar mapping пропонує простий спосіб накладання текстур шляхом проєціювання їх на модель з трьох взаємно перпендикулярних сторін. Цей метод добре підходить для об'єктів з простою геометрією, але може створювати видимі шви на складних формах.

Вибір методу текстурування залежить від конкретних потреб та характеру моделі.



Рисунок 1.15 – Методи текстурування

Робота з текстурами в процедурному моделюванні передбачає використання різноманітних інструментів, які дозволяють створювати, редагувати та оптимізувати візуальні властивості поверхонь.

Графічні редактори, такі як Photoshop або GIMP, є незамінними для художників та дизайнерів. Вони надають широкий спектр можливостей для створення та редагування текстур: малювання, ретушування, корекцію кольорів, додавання ефектів, комбінування різних зображень. Завдяки гнучкості та багатofункціональності, графічні редактори дозволяють створювати текстури будь-якої складності та стилю.

Для оптимізації та підвищення реалістичності моделей використовується техніка "запікання" (baking). Вона полягає в тому, що інформація про взаємодію об'єкта зі світлом, тіні, відбиття та інші ефекти "запікається" в текстуру. Це дозволяє зменшити обчислювальне навантаження під час рендерингу, оскільки складні розрахунки освітлення вже враховані в текстурі. "Запікання" також дозволяє досягти більш передбачуваного та контрольованого результату, оскільки візуальні властивості поверхні фіксуються в текстурі та не залежать від змін освітлення в сцені

2 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ

2.1 Аналіз сучасних програмних пакетів для 3D-моделювання

В області тривимірної графіки представлений широкий спектр спеціалізованого програмного забезпечення. Кожен програмний пакет характеризується унікальним набором функцій, переваг та обмежень. Вибір оптимального інструментарію визначається специфікою розв'язуваних завдань, фінансовими ресурсами, рівнем кваліфікації користувача та суб'єктивними уподобаннями. Далі представлений аналіз низки найпоширеніших програмних продуктів.

1. Autodesk 3ds Max (рис. 2.1).

Autodesk 3ds Max – це професійне програмне забезпечення для 3D-моделювання, анімації та рендерингу, яке широко використовується в різних галузях, включаючи:

- кіно та телебачення (створення візуальних ефектів, анімаційних фільмів та телепередач);
- розробка ігор (моделювання персонажів, об'єктів оточення та рівнів для відеоігор);
- архітектура та дизайн (створення фотореалістичних візуалізацій будівель, інтер'єрів та ландшафтів);
- промисловий дизайн (розробка та візуалізація продуктів від автомобілів до побутової техніки).

3ds Max – це потужний інструмент для 3D-моделювання та анімації, який пропонує різноманітні можливості для створення візуального контенту. Він дозволяє художникам та дизайнерам втілювати свої ідеї в

життя, використовуючи різні підходи до моделювання, рендерингу та анімації.



Рисунок 2.1 – Логотип Autodesk 3ds Max

Моделювання (рис. 2.2) в 3ds Max може бути здійснено за допомогою різних технік, таких як полігональне моделювання для створення складних сіток, NURBS-моделювання для гладких поверхонь, сплайнове моделювання для гнучких кривих, а також процедурне моделювання для автоматичної генерації форм. Модифікатори дозволяють гнучко змінювати форму та властивості об'єктів без втрати вихідних даних.

Рендеринг в 3ds Max забезпечується як вбудованими рендерами (Arnold, Scanline, Quicksilver), так і сторонніми рендер-движками (V-Ray, Corona Renderer, Octane Render). Програма пропонує широкий вибір матеріалів, текстур, джерел світла та ефектів для створення реалістичних зображень.

Додаткові можливості 3ds Max включають підтримку різних форматів файлів, автоматизацію завдань за допомогою скриптів, розширення функціональності за допомогою плагінів, а також інтеграцію з іншими програмами Autodesk, такими як Maya та AutoCAD.

В цілому, 3ds Max – це комплексний інструмент для створення тривимірної графіки, який задовольняє потреби як початківців, так і досвідчених професіоналів.

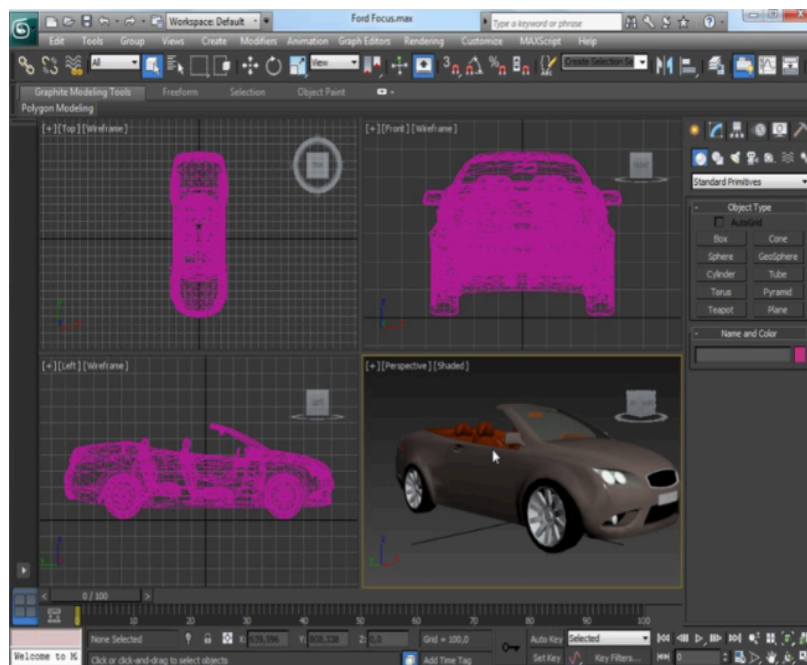


Рисунок 2.2 – Робочий екран Autodesk 3ds Max

Серед переваг варто відзначити його універсальність. 3ds Max надає широкий вибір інструментів для моделювання, рендерингу та анімації, що дозволяє використовувати його в різних сферах - від розробки ігор до архітектурної візуалізації. Програма добре оптимізована для роботи з великими та складними сценами, що робить її привабливою для професіоналів. Широке використання 3ds Max в індустрії забезпечує сумісність файлів та доступ до великої кількості навчальних матеріалів, плагінів та бібліотек моделей. Активна спільнота користувачів та розробників завжди готова надати підтримку та допомогу новачкам.

Однак, 3ds Max має і недоліки. Висока вартість ліцензії може бути суттєвою перешкодою для індивідуальних користувачів та невеликих

студій. Інтерфейс та функціонал програми досить складні для освоєння, що може створити труднощі для початківців.

В цілому, Autodesk 3ds Max – це потужний та універсальний інструмент для 3D-графіки та анімації, який підходить для професіоналів, які шукають широкі можливості та високу продуктивність [1].

2. Blender (рис. 2.3).

Blender – це потужний та універсальний інструмент для створення 3D-графіки, який вирізняється своєю відкритістю та доступністю. Безкоштовне програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, Blender надає художникам, аніматорам і розробникам ігор широкий спектр можливостей без фінансових витрат.



Рисунок 2.3 – Логотип Blender

Blender доступний для Windows, MacOS, Linux, що робить його зручним для користувачів різних операційних систем.

Вихідний код Blender відкритий, що дозволяє спільноті розробників постійно вдосконалювати програму, додавати нові функції та виправляти помилки.

Blender має велику та активну спільноту користувачів та розробників, які створюють навчальні матеріали, плагіни та надають підтримку один одному.

Blender надає широкий вибір інструментів для моделювання, дозволяючи художникам створювати різноманітні 3D-об'єкти (рис. 2.4).

Полігональне моделювання – це фундаментальний підхід, де моделі формуються шляхом з'єднання точок (вершин) в полігони, створюючи тривимірну сітку. Цей метод добре підходить для створення об'єктів з чіткими гранями та складними деталями.

NURBS-моделювання використовує математичні криві та поверхні для створення гладких та органічних форм. Цей підхід часто застосовується в промисловому дизайні та для моделювання персонажів.

Для створення органічних форм та персонажів Blender пропонує потужні інструменти скульптування. Вони дозволяють художникам "ліпити" цифрову глину, створюючи реалістичні моделі з плавними переходами та деталями.

Модифікатори – це неруйнівний спосіб зміни форми та властивостей об'єктів. Вони дозволяють додавати деталі, деформувати об'єкти, створювати анімацію та багато іншого, не змінюючи вихідну геометрію моделі.

Криві в Blender використовуються для створення ліній та сплайнів, які можуть бути використані для різних цілей, наприклад, для моделювання волосся, дротів, шляхів руху для анімації та інших об'єктів.

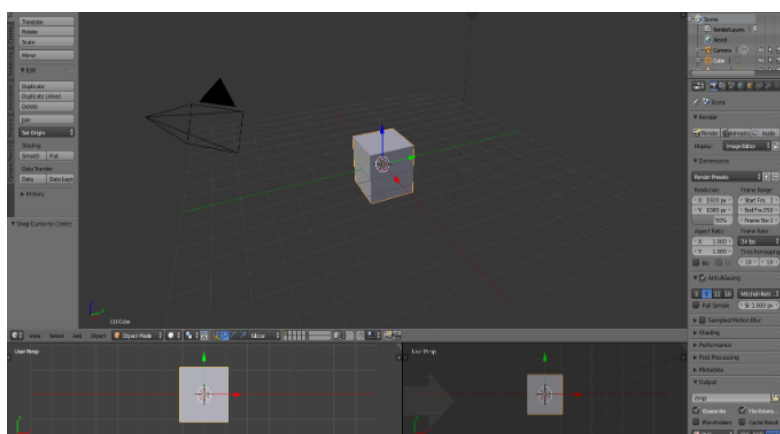


Рисунок 2.4 – Робочий екран Blender

Рендеринг в Blender можна здійснювати за допомогою вбудованих рендерів Cycles та Eevee, а також сторонніх рендер-движків. Cycles створює фотореалістичні зображення, тоді як Eevee підходить для швидкої візуалізації в режимі реального часу. Blender пропонує широкий вибір матеріалів, текстур, джерел світла та ефектів для створення різноманітних сцен.

Додаткові можливості Blender включають вбудований відеоредактор, інструменти для композитингу, Grease Pencil для 2D-анімації та скрипти на Python для автоматизації завдань.

Головною перевагою Blender є його безкоштовність та відкритий вихідний код. Це робить його доступним для всіх, незалежно від фінансових можливостей. Відкритість програми дозволяє спільноті розробників постійно вдосконалювати її та додавати нові функції. Blender доступний для різних операційних систем та має велику та активну спільноту, яка надає підтримку та навчальні матеріали.

Серед недоліків Blender можна відзначити складність інтерфейсу та функціоналу для початківців. В деяких випадках Blender може поступатися продуктивністю комерційним аналогам.

В цілому, Blender – це потужний та універсальний інструмент для 3D-графіки, який підходить як для любителів, так і для професіоналів. Його безкоштовність, відкритість та широкий набір функцій роблять його привабливим вибором для багатьох користувачів.

3. Autodesk Maya (рис. 2.5).

Autodesk Maya – це високопродуктивне програмне забезпечення для 3D-анімації, моделювання, симуляції та рендерингу.

Maya провідний інструмент для 3D-анімації та візуальних ефектів, який використовується в кіноіндустрії, ігровій розробці та інших сферах. Він славиться своїми потужними інструментами та широкими можливостями для створення реалістичної анімації та візуальних ефектів.



Рисунок 2.5 – Логотип Autodesk Maya

Моделювання в Maya реалізовано на високому рівні та включає різні техніки, такі як полігональне моделювання для створення складних сіток, NURBS-моделювання для гладких поверхонь та скульптування для органічних форм (рис. 2.6).

Анімація – це одна з найсильніших сторін Maya. Програма пропонує розширені інструменти для різних типів анімації, включаючи ключову анімацію для створення руху по ключовим кадрам, нелінійну анімацію для більш складних рухів та систему частинок для створення ефектів диму, вогню, дощу та інших.

Maya також має потужні інструменти для симуляції фізики, що дозволяє створювати реалістичну взаємодію об'єктів, таких як тканина, рідина та тверді тіла.

Для анімації персонажів Maya надає комплексні інструменти для ригінгу та анімації, включаючи інверсну кінематику (ІК) та скелетну анімацію, що дозволяє створювати плавні та природні рухи персонажів.

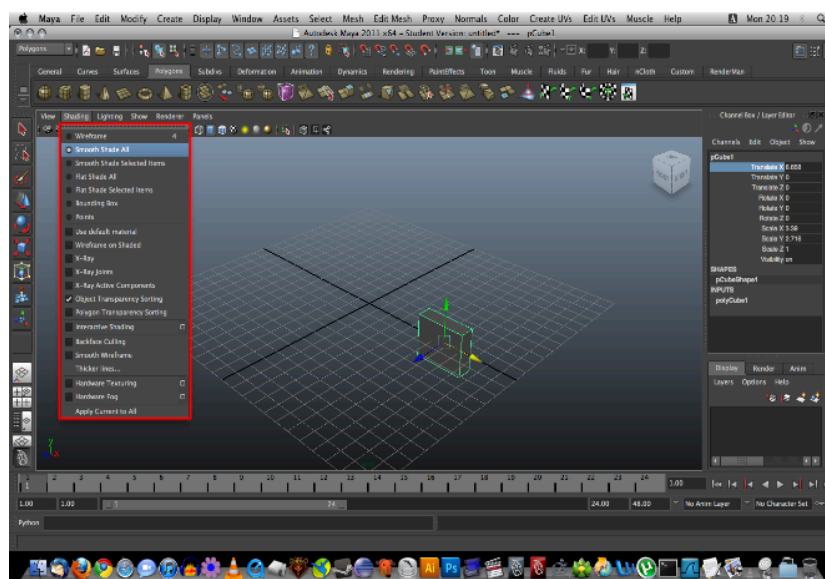


Рисунок 2.6 – Робочий екран Autodesk Maya

Рендеринг в Maya здійснюється за допомогою вбудованого фізично коректного рендера Arnold, який забезпечує високу якість зображень з підтримкою глобального освітлення, глибини різкості та інших ефектів. Також підтримуються сторонні рендер-движки, такі як V-Ray, Renderman та Mental Ray.

Симуляція в Maya дозволяє створювати реалістичну поведінку різних матеріалів та ефектів. Ви можете симулювати рух тканин, води, вогню, волосся та багато іншого, додаючи реалізму до своїх сцен.

Maya пропонує широкий набір додаткових можливостей, таких як UV-редагування, створення матеріалів та текстур, додавання візуальних ефектів та автоматизація завдань за допомогою скриптів.

Головні переваги Maya – це її популярність в професійному середовищі, що забезпечує сумісність проектів та доступ до великої кількості ресурсів. Maya надає широкий спектр інструментів для анімації, симуляції та візуальних ефектів. Гнучка архітектура програми дозволяє розширювати її функціональність та інтегрувати з іншими програмами.

Активна спільнота користувачів та розробників надає підтримку та ресурси для навчання.

Серед недоліків Maya варто відзначити високу вартість ліцензії, складність інтерфейсу для початківців та високі вимоги до апаратного забезпечення.

Загалом, Autodesk Maya – це потужний та універсальний інструмент для 3D-графіки та анімації, який підходить для професіоналів, які шукають широкі можливості та високу продуктивність[9].

4. Махон Cinema 4D (рис. 2.7).

Махон Cinema 4D – це популярне програмне забезпечення для 3D-моделювання, анімації та рендерингу, відоме своїм інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, потужним функціоналом та високою продуктивністю.



Рисунок 2.7 – Логотип Махон Cinema 4D

Cinema 4D – це інструмент для 3D-графіки, який знаходить своє застосування в різноманітних творчих галузях. Його використовують для

створення анімованої графіки для телебачення, реклами та веб-сайтів, розробки спецефектів для кіно та телебачення, створення анімаційних фільмів, короткометражок та рекламних роликів.

Cinema 4D також широко використовується в архітектурній візуалізації для створення фотореалістичних зображень будівель та інтер'єрів, а також для візуалізації продуктів та створення рекламних матеріалів.

Cinema 4D надає художникам різні інструменти для моделювання (рис. 2.8).

Полігональне моделювання дозволяє створювати моделі шляхом з'єднання вершин в полігони.

NURBS-моделювання використовує математичні криві та поверхні для створення гладких та точних моделей. Скульптурування дає можливість "ліпити" органічні форми з високою деталізацією. Об'ємне моделювання дозволяє створювати складні моделі шляхом поєднання простих об'єктів.

Модифікатори надають можливість неруйнівно змінювати форму та властивості об'єктів.

Рендеринг в Cinema 4D здійснюється за допомогою високопродуктивного рендера Redshift з підтримкою GPU-прискорення, що дозволяє отримувати фотореалістичні зображення. Крім того, підтримуються сторонні рендер-движки, такі як V-Ray, Octane Render та Arnold. Програма надає широкий вибір матеріалів, текстур, джерел світла та ефектів для створення різноманітних сцен.

Додаткові можливості Cinema 4D включають інструменти для 3D-малювання та текстурування (BodyPaint 3D), UV-редагування, скульптурування, симуляції тканин та рідин, а також автоматизацію завдань за допомогою Python та плагінів.

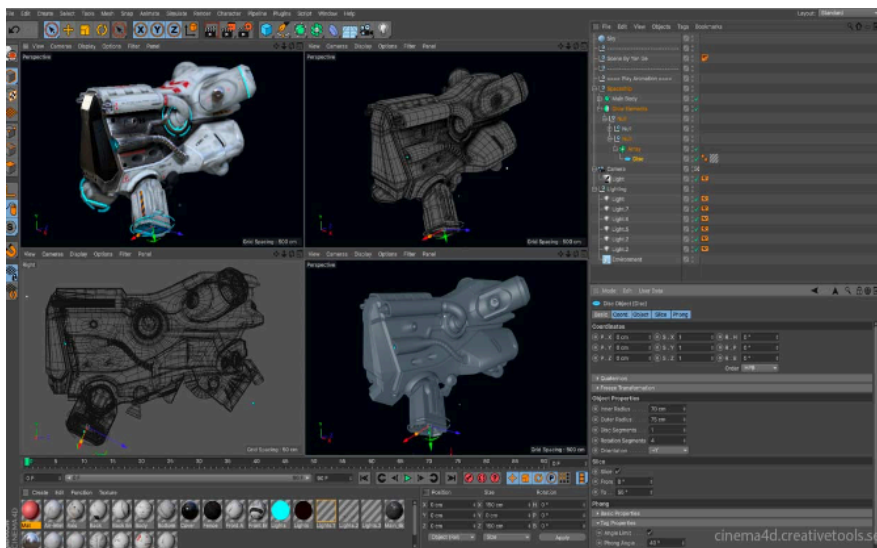


Рисунок 2.8 – Робочий екран Maxon Cinema 4D

Cinema 4D відрізняється інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, який легко освоїти навіть початківцям. Програма пропонує потужний функціонал для моделювання, анімації та рендерингу, а також оптимізована для роботи з великими сценами. MoGraph - це унікальний модуль Cinema 4D, який дозволяє створювати процедурну анімацію та motion graphics. Велика спільнота користувачів та розробників надає підтримку та ресурси для навчання.

Серед недоліків Cinema 4D можна відзначити високу вартість ліцензії та обмежену сумісність з іншими програмами в порівнянні з Maya або 3ds Max.

В цілому, Maxon Cinema 4D – це потужний та універсальний інструмент для 3D-графіки та анімації, який підходить як для початківців, так і для досвідчених користувачів. Його інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, потужний функціонал та висока продуктивність роблять його привабливим вибором для багатьох творчих професіоналів[3].

5. Pixologic ZBrush (рис. 2.9).

Pixologic ZBrush – це передова програма для цифрової скульптури, яка революціонізувала світ 3D-графіки. Вона надає художникам потужний

набір інструментів для створення високодеталізованих моделей, органічних форм та складних скульптур.



Рисунок 2.9– Логотип Pixologic ZBrush

Ключові особливості ZBrush:

1. Імітує процес традиційної скульптури, дозволяючи художникам "ліпити" віртуальну глину за допомогою різноманітних пензлів та інструментів.
2. Використовує унікальну технологію Pixel, яка зберігає інформацію про колір, глибину та орієнтацію кожного пікселя на поверхні моделі. Це дозволяє досягати неймовірної деталізації та реалізму.
3. Дозволяє змінювати топологію моделі в процесі скульптування, додаючи або видаляючи полігони за необхідності. Це дає художникам більшу свободу та гнучкість у роботі.
4. Пропонує величезний вибір пензлів із різними властивостями, які дозволяють створювати різноманітні ефекти та текстури.

5. ZBrush оптимізовано для роботи з моделями високої деталізації, що містять мільйони полігонів.

ZBrush – це спеціалізований інструмент для цифрового скульптування, який надає художникам можливість створювати деталізовані та органічні 3D-моделі. Він широко використовується в ігровій індустрії, кіно та для створення колекційних фігурок (рис. 2.10).

Скульптування в ZBrush реалізовано на високому рівні. Програма пропонує величезний вибір інструментів, включаючи різноманітні пензлі, маски, альфа-канали та інші функції, що дозволяють художникам "ліпити" віртуальну глину з неймовірною точністю та гнучкістю.

Хоча ZBrush в першу чергу орієнтований на скульптування, він також включає інструменти для полігонального моделювання. Це дозволяє створювати базові форми та редагувати топологію моделей безпосередньо в програмі.

Текстурування в ZBrush також реалізовано досить потужно. Художники можуть створювати та наносити текстури на моделі за допомогою різних методів, таких як PolyPaint та Projection Master. ZBrush має вбудований рендер, який дозволяє створювати високоякісні зображення моделей з різними ефектами.

Для оптимізації топології моделей ZBrush пропонує автоматичний інструмент ZRemesher. Він дозволяє швидко створити нову топологію з рівномірним розподілом полігонів, зберігаючи при цьому деталі оригінальної моделі.

DynaMesh – це унікальна функція ZBrush, яка дозволяє динамічно змінювати топологію моделі в процесі скульптування. Це дає художникам більше свободи та гнучкості в процесі творчості.

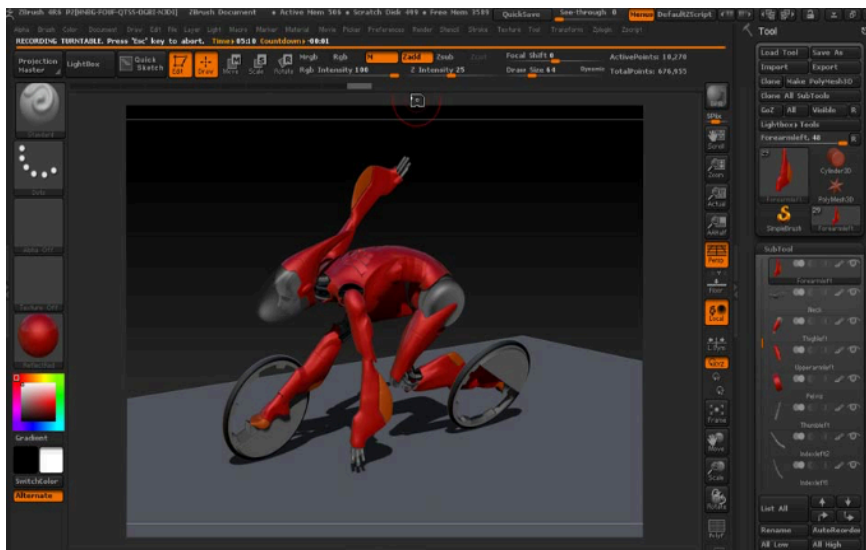


Рисунок 2.10 – Робочий екран Pixologic ZBrush

Однією з головних переваг ZBrush є його інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Навіть художники з невеликим досвідом можуть швидко освоїти програму та почати створювати вражаючі моделі. ZBrush дозволяє досягти неймовірного рівня деталізації та реалізму, що робить його незамінним інструментом для створення персонажів, істот та інших органічних моделей.

ZBrush пропонує величезний вибір пензлів та інструментів для скульптування, які дозволяють художникам імітувати різні матеріали та техніки. Програма оптимізована для роботи з моделями високої деталізації, що дозволяє працювати з мільйонами полігонів без втрати продуктивності.

ZBrush знаходить застосування в різних галузях, включаючи кіно, ігри, анімацію та дизайн. Він використовується для створення персонажів, істот, предметів, середовищ та багато іншого.

Однак, ZBrush має і свої обмеження. Програма є комерційною та має досить високу вартість, що може бути перешкодою для деяких художників. Хоча ZBrush має деякі базові інструменти для анімації, він не призначений

для створення повноцінної анімації. Для цього краще використовувати інші програми, такі як Maya або Blender.

Загалом Pixologic ZBrush – це потужний та універсальний інструмент для цифрової скульптури, який є незамінним для художників, які бажають створювати високодеталізовані та реалістичні 3D-моделі[4].

2.2 Використання додаткових інструментів і ресурсів у тривимірній графіці

У сфері тривимірної комп'ютерної графіки, окрім базових програмних комплексів та спеціалізованих додатків, розроблено широкий спектр допоміжних інструментів та ресурсів, що сприяють створенню високоякісних та реалістичних 3D-моделей. Дані інструменти розширюють функціональні можливості основних програм, оптимізують робочий процес та забезпечують доступ до готових рішень.

Плагіни (рис. 2.11) – це додаткові модулі, які розширюють функціональність основних програм для 3D-графіки. Вони можуть додавати нові інструменти, ефекти, функції рендерингу та багато іншого.

Приклади популярних плагінів:

- V-Ray (Chaos Group) – потужний рендер-двигун, відомий своїм фотореалізмом та широкими можливостями;
- Octane Render (Ottoy) – високошвидкісний рендер з підтримкою GPU-прискорення, що ідеально підходить для інтерактивної візуалізації;
- Forest Pack (iToo Software) – плагін для створення реалістичної рослинності, дерев, трав та інших рослинних об'єктів;
- Marvelous Designer (CLO Virtual Fashion) – плагін для симуляції тканин та одягу, що дозволяє створювати реалістичні складки та драпірування[11].

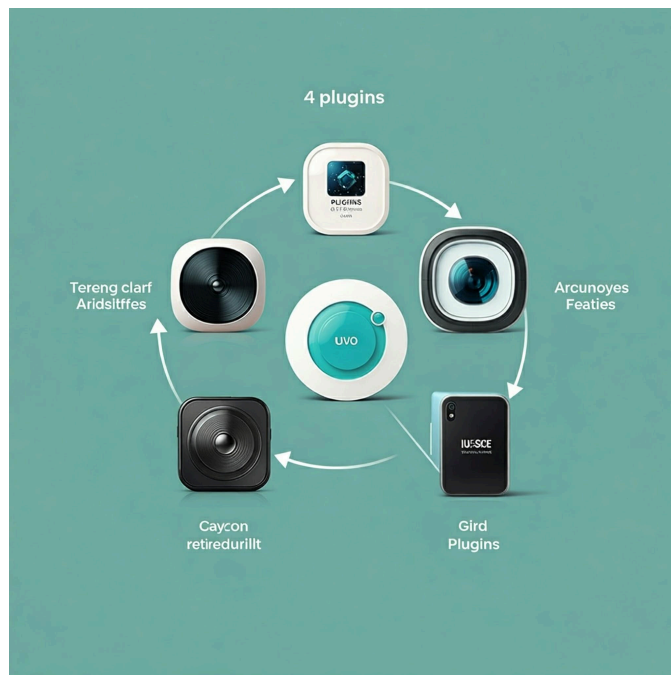


Рисунок 2.11 – Плагіни та розширення

Інтернет пропонує величезну кількість ресурсів для 3D-моделювання. Бібліотеки моделей (рис. 2.12): сайти, де можна знайти та завантажити безкоштовні та платні 3D-моделі різної тематики (TurboSquid, CGTrader, Sketchfab). У контексті розробки 3D-графіки, онлайн-репозиторії тривимірних моделей є високоефективним інструментом для художників, аніматорів та розробників ігор. Дані ресурси надають доступ до великих колекцій попередньо розроблених тривимірних моделей, які можуть бути інтегровані в поточні проекти, мінімізуючи тимчасові витрати та трудові ресурси, необхідні для моделювання з нуля[10].

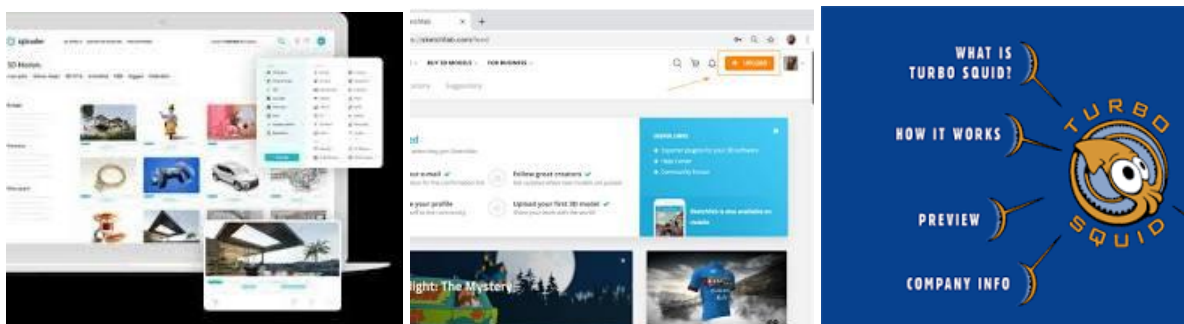


Рисунок 2.12– Домашні сторінки бібліотек TurboSquid, CGTrader, Sketchfab

Бібліотеки текстур та матеріалів (рис. 2.13): ресурси, що надають доступ до великого вибору текстур, матеріалів та HDRI-карток (Poliigon, Substance Source, Texture Haven). Бібліотеки текстур та матеріалів – це невід’ємна частина сучасного 3D-моделювання, що пропонує художникам та дизайнерам доступ до величезної колекції високоякісних ресурсів для створення реалістичних та візуально привабливих 3D-моделей. Замість того, щоб створювати кожну текстуру з нуля, художники можуть використовувати готові ресурси, економлячи час та зусилля. Ці бібліотеки пропонують широкий вибір текстур, матеріалів та HDRI-карток, які можна використовувати для різних цілей, від створення ігор та анімації до архітектурної візуалізації та продуктового дизайну[20].



Рисунок 2.13 – Домашні сторінки Poliigon, Substance Source, Texture Haven

Навчальні матеріали (рис. 2.14), наприклад онлайн-курси, уроки, статті та форуми, присвячені 3D-графіці (Udemy, Coursera, Blender Artists,

CGSociety). Навчальні матеріали відіграють ключову роль у розвитку 3D-дизайнерів, надаючи їм можливість опанувати нові навички, вдосконалити техніку та бути в курсі останніх тенденцій у світі 3D-графіки. Сьогодні існує безліч онлайн-ресурсів, які пропонують широкий спектр навчальних матеріалів для різного рівня підготовки[21].

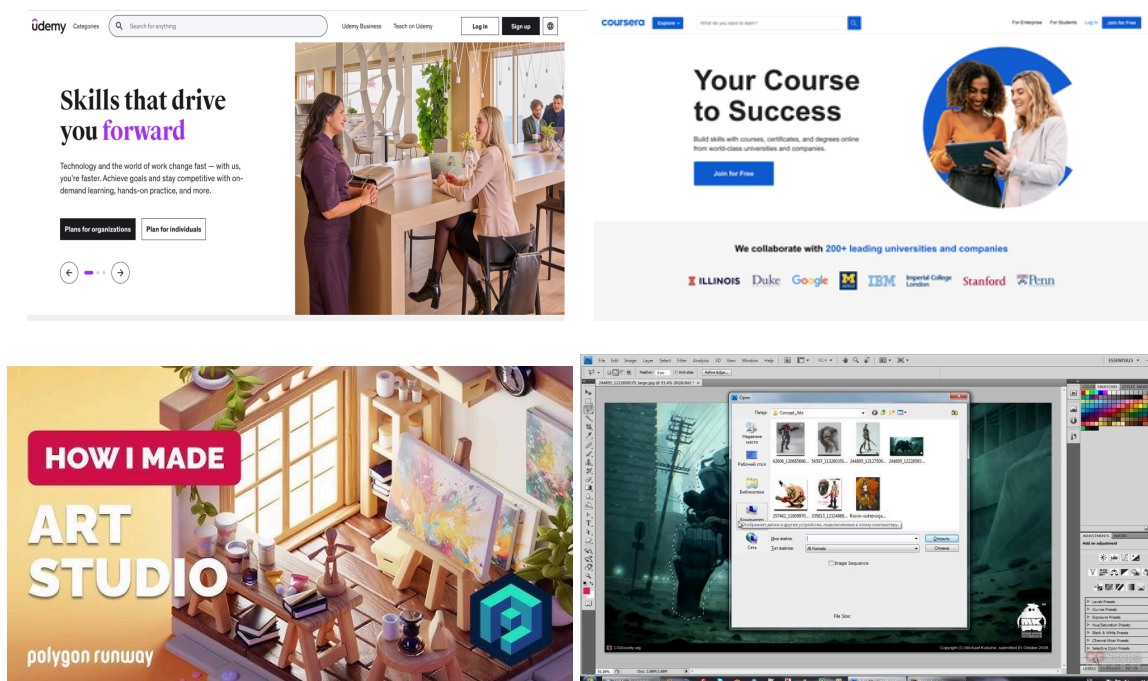


Рисунок 2.14 – Домашні сторінки Udemy, Coursera, Blender Artists, CGSociety

Спільноти та форуми (рис. 2.15): платформи для спілкування з іншими 3D-художниками, обміну досвідом та отримання зворотного зв'язку (ArtStation, DeviantArt, Behance). Спільноти та форуми для 3D-художників – це не просто місця для спілкування, а й важливі інструменти для професійного розвитку та творчого зростання. Вони надають можливість обмінюватися досвідом, отримувати зворотний зв'язок від колег і замовників, знаходити натхнення та слідкувати за останніми тенденціями в індустрії[15].



Рисунок 2.15 – Домашні сторінки ArtStation, DeviantArt, Behance

Деякі апаратні засоби можуть значно покращити процес створення 3D-моделей. Графічні планшети (рис. 2.16) дозволяють більш точно та інтуїтивно малювати, скульптувати та редагувати 3D-моделі. Графічний планшет складається з двох основних компонентів: планшет – це плоска поверхня, чутлива до лещата, на якій художник малює або "ліпити" за допомогою спеціальної ручки – стилусу, яка взаємодіє з планшетом, передаючи інформацію про силу натискання, нахилу та положення на комп'ютер.



Рисунок 2.16 – Графічний планшет

Коли дизайнер малює стилусом за планшетом, на екрані комп'ютера відображаються відповідні лінії та штрихи. Сила натискання на стилус

визначає товщину та інтенсивність ліній, а нахил стилуса може використовуватися для створення різних ефектів, наприклад, імітації нахилу кисті при малюванні[22].

3D-миші (рис. 2.17) – це спеціальні маніпулятори, призначені для навігації у тривимірному просторі та керування камерою. 3D-миші – це спеціалізовані пристрої введення, які надають користувачам інтуїтивно зрозумілий спосіб навігації та взаємодії з тривимірним простором в цифрових середовищах. Вони знаходять широке застосування в таких областях, як 3D-моделювання, анімація, САД-проекування, архітектурна візуалізація, ігрова індустрія та медицина.

3D-миша зазвичай має форму невеликого пристрою з ручкою або кулькою, яку користувач може вільно переміщувати в шести напрямках: вперед-назад, вліво-вправо, вгору-вниз, а також обертати навколо трьох осей. Ці рухи перетворюються в команди для керування камерою або об'єктами в 3D-просторі.



Рисунок 2.17 – 3D-миша

VR-шоломи (рис. 2.18) дозволяють поринути у віртуальну реальність та взаємодіяти з 3D-моделями більш природним чином. VR-шоломи (шоломи віртуальної реальності) – це пристрої, які переносять користувача

у віртуальний світ, створюючи ілюзію присутності в цифровому середовищі. Вони знаходять все більше застосувань у різних сферах, включаючи розваги, освіту, медицину та, звичайно ж, 3D-графіку.

VR-шолом оснащений дисплеєм (або двома дисплеями для кожного ока), який відображає стереоскопічне зображення, створюючи відчуття глибини та об'єму. Вбудовані датчики відстежують рухи голови користувача, а іноді й рухи тіла, і відповідно змінюють зображення на дисплеї, створюючи ефект присутності у віртуальному світі.



Рисунок 2.18 – VR-шолом

У сучасному ландшафті тривимірної комп'ютерної графіки, досягнення високого рівня візуальної достовірності та ефективності вимагає використання широкого спектру допоміжних інструментів та ресурсів. Ці інструменти не просто доповнюють базовий функціонал програмного забезпечення для 3D-моделювання, а й суттєво розширюють його можливості, дозволяючи дизайнерам досягати нових вершин у своїй творчій діяльності.

Одним із ключових аспектів, де використання додаткових ресурсів відіграє вирішальну роль, є підвищення реалістичності 3D-моделей. Бібліотеки текстур високої роздільної здатності, просунуті шейдери та системи рендерингу дозволяють імітувати фізичні властивості матеріалів, такі як відбивна здатність, прозорість та шорсткість, з неймовірною точністю. Це створює ілюзію об'ємності, глибини та тактильності, наближаючи віртуальні об'єкти до їх реальних прототипів.

Окрім візуальної складової, додаткові інструменти та ресурси сприяють оптимізації робочого процесу. Плагіни для автоматизації рутинних операцій, скрипти для генерації складних геометричних форм та спеціалізовані програми для симуляції фізичних явищ дозволяють знаходити ефективні рішення для різноманітних задач, звільняючи час та ресурси художників для реалізації їх творчого потенціалу.

В цілому, використання додаткових інструментів та ресурсів в 3D-графіці є невід'ємною частиною сучасного творчого процесу. Вони не лише підвищують якість та реалістичність візуального контенту, а й стимулюють інновації та розширюють межі можливого в цифровому мистецтві[17].

3 ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ: ПОБУДОВА ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ БУДІВЛІ

3.1 Етапи проектування архітектурних об'єктів

Ключову роль у процесі створення 3D-моделі та подальшого проектування відіграє створення плану будинку у 2D (рис. 3.1). Він є основою та відправною точкою, надаючи необхідну інформацію для точного та ефективного моделювання.

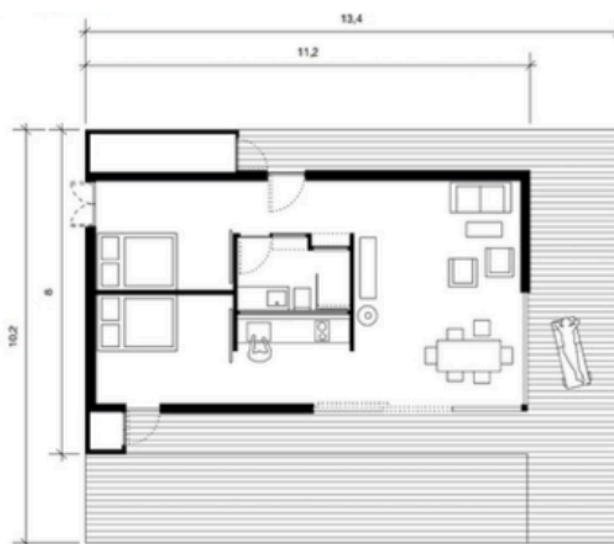


Рисунок 3.1 – План дому у 2D

Слід зазначити, що ортогональна проекція, використана для створення даного плану, є стандартним методом в архітектурному проектуванні, який дозволяє точно передати геометричні характеристики об'єкта на площині. План містить інформацію про розташування внутрішніх приміщень, габаритні розміри будинку та тераси, а також схематично вказує на розташування основних елементів інтер'єру (меблів, сантехніки).

Двовимірний план служить вихідною точкою для подальшого тривимірного моделювання будинку. Він надає необхідну інформацію для створення віртуальної моделі об'єкта в тривимірному просторі, що дозволяє детальніше візуалізувати його архітектурні особливості, проводити аналіз та вносити зміни до проекту на ранніх стадіях.

Створення базової геометрії стін відбувалось за допомогою екструзії, на основі ліній, що позначають стіни на плані, створюються тривимірні стіни шляхом "витягування" по вертикалі на задану висоту та створення площин.

Наступним кроком є додавання отворів для вікон та дверей. Це можна зробити шляхом вирізання отворів відповідних розмірів на поверхні стін. Для цього використовуються логічні операції, такі як віднімання або об'єднання геометричних об'єктів.

Далі модель деталізується шляхом додавання внутрішніх перегородок, які розділяють приміщення. Створення геометрії даху враховує його форму та ухил. На цьому етапі також додаються різні елементи екстер'єру та інтер'єру, такі як балкони, колони, сходи, меблі тощо.

Для реалізації цих завдань використовуються програмні засоби 3D-моделювання, такі як Autodesk 3ds Max і Blender. Вони надають широкий спектр інструментів для створення та налаштування тривимірної геометрії, дозволяючи художникам та дизайнерам в реалізації будь-яких моделей та проектів 3D-графіки.

3.2 Технічні аспекти моделювання будівлі

Потрібно додати фонове зображення до Blender (рис. 3.2). Додавання фонового зображення – це простий, але ефективний спосіб покращити візуальне сприйняття 3D-сцени у Blender.

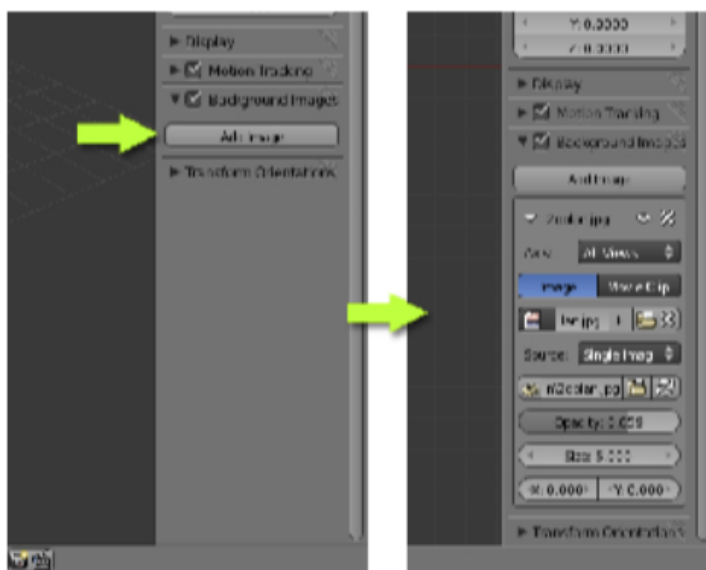


Рисунок 3.2 – Додавання фонового зображення

1. Відкриється меню "Add" (Додати) у вікні "Properties" (Властивості). Це меню використовується для додавання різних об'єктів та налаштувань до сцени Blender.

Вибрано "Background Images" (Фонові зображення). Ця опція дозволяє додати зображення, яке відобразиться на тлі 3D-сцени.

2. У розділі "Background Images" натиснуто кнопку "Add Image" (Додати зображення). Ця дія відкриває вікно вибору файлу, в якому користувач може вибрати зображення з комп'ютера.

Після вибору зображення у розділі "Background Images" з'являється блок із налаштуваннями для доданого зображення. Тут можна змінити джерело зображення ("Source"), колір ("Color"), прозорість ("Opacity"), розмір ("Size") та положення ("X", "Y") зображення на фоні.

Фонові зображення Blender використовуються для різних цілей:

– референс, тобто зображення може бути підкладкою для моделювання, допомагаючи створювати об'єкти з правильними

пропорціями та перспективою. Наприклад, можна використовувати креслення або фотографію як фон;

– композиція, це коли фонове зображення може бути частиною фінальної композиції рендеру. Наприклад, можна додати гарний краєвид або міський вигляд на тлі 3D-моделі;

– зображення можна використовувати для створення освітлення в сцені. Наприклад, можна використовувати HDRI зображення неба для реалістичного освітлення[11].

Завдяки цьому можемо створити ганок (рис. 3.3).

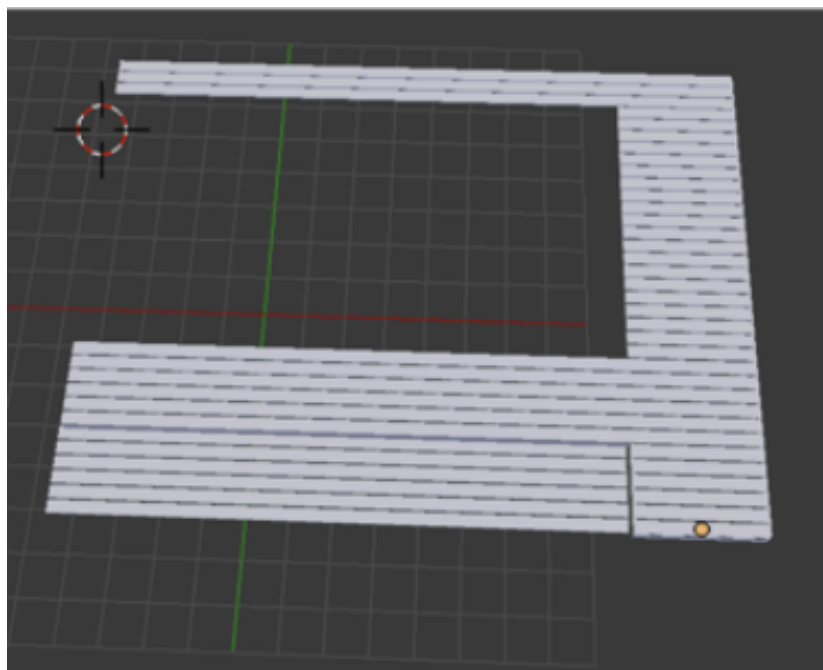


Рисунок 3.3 – Ганок, вид зверху

Створимо текстуру ганку у Blender, використовуючи нодовий редактор шейдерів. Ця схема визначає, як виглядатиме поверхня ганку, комбінуючи різні текстури та ефекти (рис. 3.4).

Ноди – це графічні елементи, які становлять окремі операції чи функції. Вони використовуються для створення та зміни різних аспектів 3D-моделей.

Шейдери – це невеликі програми, які розповідають комп'ютеру, як відобразити кожен піксель на екрані. Вони відповідають за візуальні ефекти у комп'ютерній графіці, визначаючи колір, яскравість, прозорість та інші характеристики поверхні об'єкта.

Основні елементи схеми:

1. Текстурні ноди (Image Texture): у схемі використовуються два ноди "Image Texture". Кожен із них завантажує окреме зображення, яке є базою для текстури. Судячи з назв, одне зображення - це "House_Ганко" (можливо, фотографія або скан реальної текстури), а інше - "Brick" (текстура цегли).

2. Ноди змішування (MixRGB): два ноди "MixRGB" використовуються для комбінування текстури. Перший нод змішує текстуру "House_Ганко" з однотонним кольором (можливо, для створення базового тону). Другий нод змішує результат першого змішування із текстурою "Brick", додаючи ефект цегляної кладки.

3. Ноди перетворення (Mapping та ColorRamp): нод "Mapping" дозволяє змінювати масштаб, поворот та положення текстури на поверхні. Нод "ColorRamp" використовується для регулювання кольору та яскравості текстури, створюючи градієнти та переходи.

4. Вихідний нод (Material Output): цей нод визначає, як шейдер буде взаємодіяти зі світлом і камерою, і як виглядатиме фінальний рендер.

Логіка роботи схеми:

Завантажуються два зображення текстур ("House_Ганок" та "Brick"), текстура "House_Ганок" поєднується з однотонним кольором. Результат першого змішування поєднується з текстурою "Brick".

Масштаб та положення текстур регулюються за допомогою нода "Mapping". Колір та яскравість текстури коригуються за допомогою нода "ColorRamp".

Фінальний результат передається на вихідний нод для рендерингу[12].

Ця схема демонструє гнучкість нодового редактора шейдерів у Blender. Комбінуючи різні ноди, можна створювати складні та реалістичні текстури для будь-яких поверхонь.

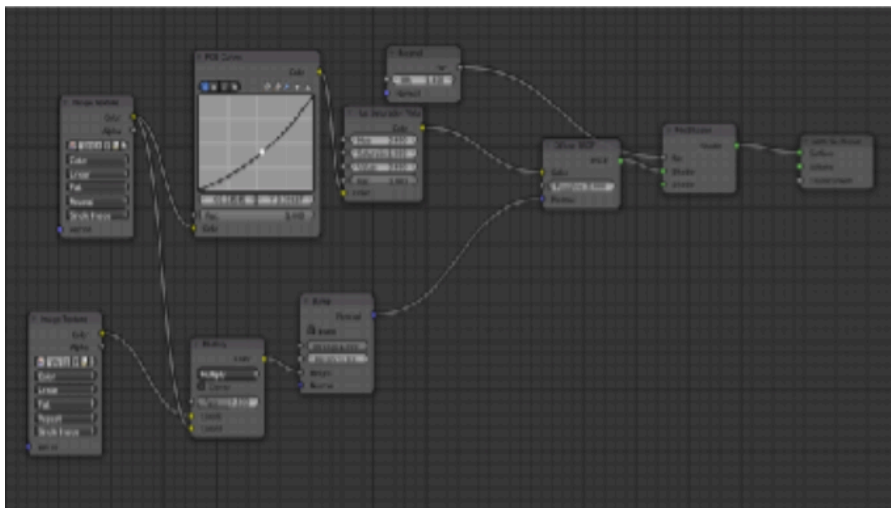


Рисунок 3.4 – Схема створення текстури ганку

Для формування тривимірної моделі стін житлового будинку у Blender була використана базова площина (рис. 3.5). Була виконана наступна послідовність дій:

1. Ініціалізація – додавання площини до сцени та виділення всіх її вершин шляхом натискання клавіші "A" або використання інструмента виділення "Box Select" (клавіша "B").
2. Позиціонування – переміщення площини в лівий верхній кут робочої області з метою подальшого масштабування та формування стіни.
3. Трансформація м активація режиму "Wireframe" (клавіша "Z") для візуалізації каркасної моделі та полегшення процесу редагування.
4. Масштабування площини осі X за допомогою клавіші "S" для досягнення відповідності ширині стіни, заданої на плані.

5. Поділ вершин інструментом "Subdivide" (клавіша "E") та переміщення отриманих вершин до країв стіни для формування її контуру.

6. Формування кутів – створення ребер жорсткості (Edge Loop) для надання моделі структурної цілісності та формування кутових елементів.

7. Заповнення прорізів – застосування інструментів "Shrink/Fatten" (стиснення/розширення) та "Edge Loop" для моделювання отворів у стінах, позначених на плані як "чорні зони".

8. Дублювання та екструзія: дублювання ребер (комбінація клавіш Shift+D) з наступним переміщенням (G) для створення додаткових стін.

9. Екструзія всіх вершин по осі Z для надання стін висоти та формування замкнутого об'єму[13].

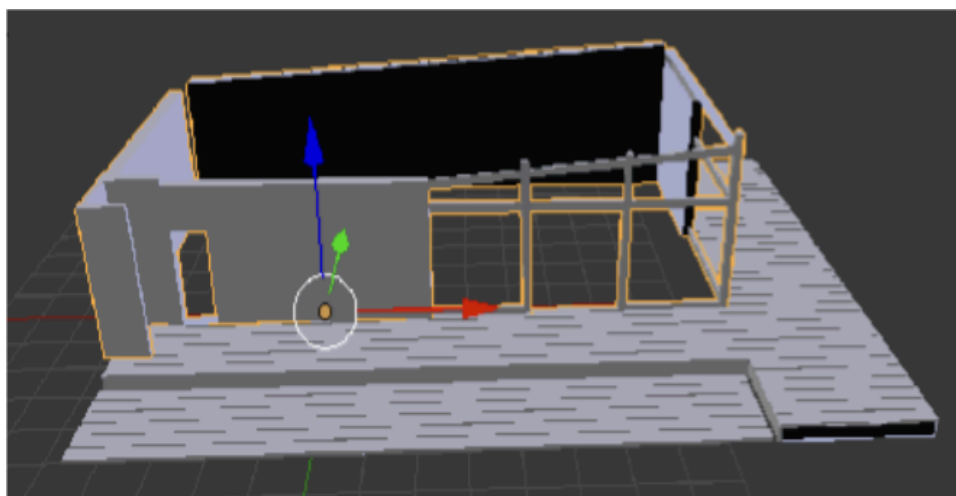


Рисунок 3.5 – Стіни будинку

Для створення даху, було додано базовий об'єкт (рис. 3.6). У сцену доданий куб, який є основою формування даху. Також використовувалось масштабування, куб масштабується для відповідності розмірам будинку та потрібної форми даху. Використовується модифікатор Array, який дозволяє створювати копії об'єкта в заданому напрямку та із заданим

інтервалом. В даному випадку модифікатор "Array" застосований для створення декількох рядів елементів даху. На поверхню даху накладено текстуру, що імітує дерев'яне покриття. Текстура була створена у Blender (рис. 3.7)[16].

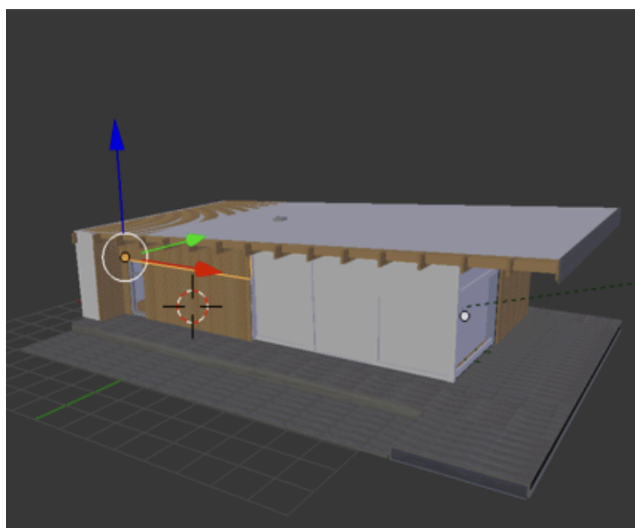


Рисунок 3.6 – Дах будинку

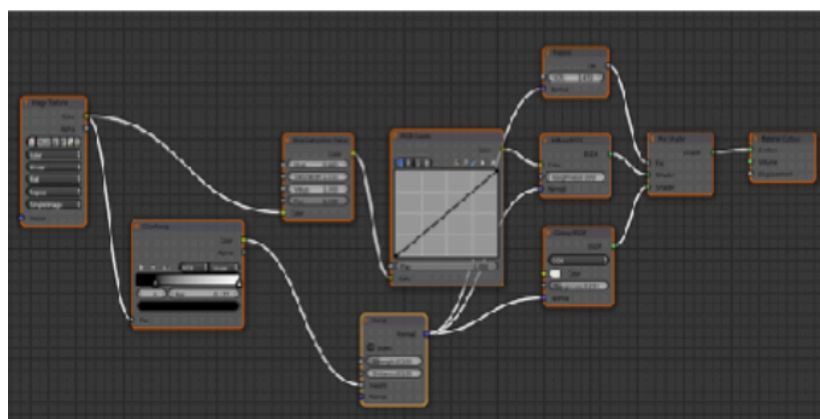


Рисунок 3.7 – Схема створення текстури даху

3.3 Створення візуалізації внутрішнього простору будівлі

Після завершення моделювання зовнішньої структури будинку переходимо до етапу розробки інтер'єру. Для зручності візуалізації та

маніпуляції об'єктами використовується перспективний та орфографічний вигляди у Blender.

Процес 3D-моделювання кухні (рис. 3.8) розпочинається зі створення базових елементів за допомогою простих геометричних форм - кубів, циліндрів, площин. Ці форми трансформуються за допомогою інструментів масштабування, обертання та переміщення, формуючи основні об'єкти кухні: шафи, стільниці, побутову техніку.

На наступному етапі модель збагачується деталями, такими як ручки шаф, висувні ящики, раковина, кран. Для створення більш складних форм використовуються різні техніки моделювання, включаючи модифікатори (наприклад, Bevel для заокруглення кутів) та скульптурування.

Завершальним етапом є надання моделі реалістичного вигляду шляхом призначення матеріалів та текстур. Використовуються різні матеріали, що імітують дерево, метал, пластик, скло. Для досягнення фотореалістичного ефекту застосовуються ноди, що дозволяють створювати PBR-матеріали (Physically Based Rendering), які точно відтворюють взаємодію світла з поверхнею.



Рисунок 3.8 – Кухня

Моделювання вітальні (рис. 3.9). Аналогічно кухні, створюються меблі для вітальні: диван, крісла, журнальний столик, телевізор, полиці. Для спрощення процесу можуть бути використані готові 3D моделі з бібліотек або онлайн-ресурсів.

Меблі розташовані у вітальні з урахуванням ергономіки та функціональності простору. Для створення більш реалістичної атмосфери була використана техніка блокування (blocking), коли спочатку розставляються великі об'єкти, а потім додаються дрібніші деталі.

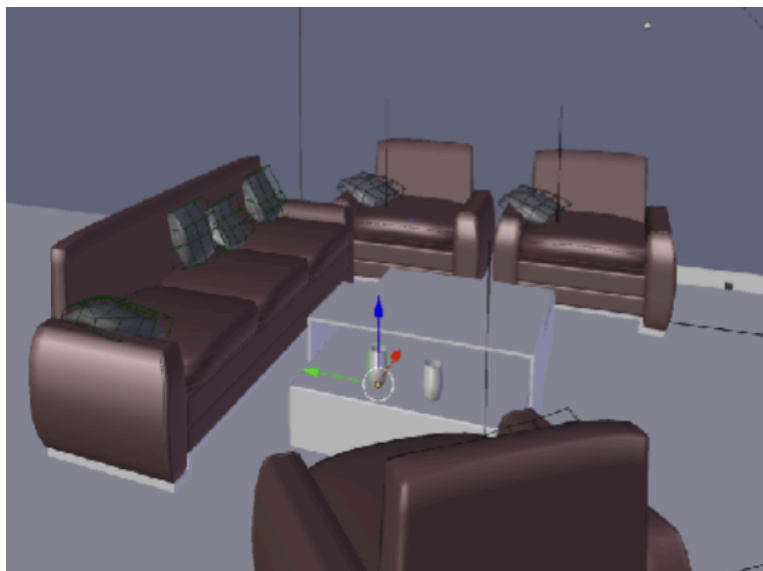


Рисунок 3.9 – Вітальня

Додавання декору (рис. 3.10). Були додані 3D-моделі кімнатних рослин для створення затишної атмосфери. Рослини були імпортовані з бібліотек.

Додаються вази, картини, фоторамки, книги та інші декоративні елементи для надання інтер'єру індивідуальності.

Освітлення. Були додані різні джерела світла (точкові, спрямовані, плоскі) для створення реалістичного освітлення в інтер'єрі.



Рисунок 3.10 – Елементи декору

Налаштовуюються параметри рендерингу (глобальне освітлення, відображення, заломлення) для досягнення бажаного візуального ефекту[18].

4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ПРОГРАМ BLENDER ТА 3DS MAX НА АПАРАТНІ РЕСУРСИ КОМП'ЮТЕРА

Цей розділ присвячений аналізу продуктивності програм тривимірного моделювання Blender і 3ds Max у контексті рендерингу. Основна мета дослідження – кількісно оцінити обчислювальне навантаження, яке створюється цими програмами при рендерингу сцен різної складності.

4.1 Тестування продуктивності програмного забезпечення (сцена

1)

Для досягнення поставленої мети буде проведено низку експериментів, у ході яких буде виміряно такі параметри:

1. Час, який витрачається на рендеринг одного кадру за секунди.
2. Відсоток використання ресурсів GPU під час візуалізації.
3. Температура CPU під час рендерингу для оцінки тепловиділення.

Буде проаналізовано вплив наступних факторів на продуктивність Blender та 3ds Max:

– роздільна здатність зображення – рендеринг зображень з різною роздільною здатністю (наприклад, 720p, 1080p, 4K);

– складність сцени – кількість об'єктів, полігонів, джерел світла та матеріалів у сцені;

– алгоритм рендерингу – використання різних алгоритмів рендерингу (наприклад, Cycles у Blender, Arnold або V-Ray у 3ds Max);

– налаштування рендерингу – зміна параметрів рендерингу, таких як кількість семплів, глибина відбиття, якість тіней.

Результати дослідження будуть представлені у вигляді таблиць, які дозволять наочно порівняти продуктивність Blender та 3ds Max за різних умов рендерингу. Таблиці будуть містити дані про час рендерингу, завантаження CPU і GPU, температуру компонентів та споживання енергії.

На основі отриманих даних буде проведено аналіз продуктивності Blender та 3ds Max, виявлено сильні та слабкі сторони кожної програми у контексті рендерингу. Результати дослідження можуть бути використані для оптимізації процесу рендерингу, вибору найбільш підходящої програми для конкретних завдань та конфігурування комп'ютера для максимальної продуктивності.

Аналіз буде проводитись на двох комп'ютерах. Дані по ним представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Дані комп'ютерів, на яких проводилось дослідження

Данні складових	Комп'ютер 1	Комп'ютер 2
Процесор	AMD ALTHON 64x2	AMD RADEON FX6300
Графічна карта	GTX 560TI	GTX 1050
Пам'ять	6 GB	8 GB
Операційна система	Windows 8.1	Windows 8.1

Встановлюємо 1024 семпла та роздільну здатність рендерингу 1920x1080. Це означає, що при рендерингу зображення буде використано 1024 промені світла для кожного пікселя, що призведе до більш якісного зображення з меншою кількістю шуму. Роздільна здатність 1920x1080 забезпечить чітке та деталізоване зображення (рис. 4.1, рис. 4.2).



Рисунок 4.1 – Тестовий рендеринг сцени 1 у Blender



Рисунок 4.2 – Тестовий рендеринг сцени 1 у 3DS Max

Час, за який відбувся рендеринг, можемо побачити у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Час рендерингу сцени 1

Програма	Комп'ютер 1	Комп'ютер 2
Blender	50 хв 8 сек	33 хв 48 сек
3DS Max	42 хв 24 сек	28 хв 47 сек

По результатам тестування сцени 1, 3DS Max швидше за Blender на обох комп'ютерах. Це пов'язано з тим, що 3DS Max кращий за

оптимізуванням для рендерингу, ніж Blender, також 3DS Max та Blender використовують різні алгоритми рендерингу, які мають різну ефективність в залежності від сцени та налаштувань.

Представлені нижче дані демонструють різницю в об'ємі оперативної пам'яті (RAM) (таб. 4.3), задіяної при рендерингу у програмах на двох обчислювальних системах з різними апаратними конфігураціями. Спостерігається кореляція між використанням RAM та поколінням апаратної платформи: на більш сучасній системі (Комп'ютер 2) обидві програми споживають менше оперативної пам'яті.

Таблиця 4.3. Використання оперативної пам'яті сцени 1

Програма	Комп'ютер 1	Комп'ютер 2
Blender	1986 Мб	1557 Мб
3DS Max	1845 Мб	1361Мб

Більш наочно можна побачити на графіку (рис. 4.3) .

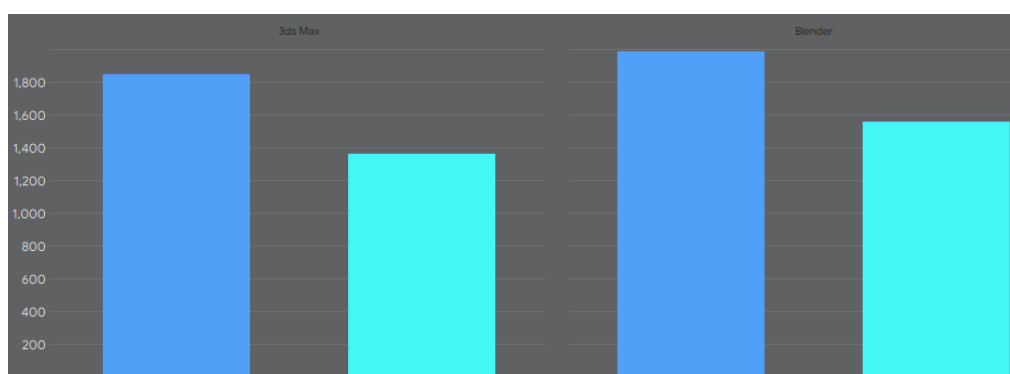


Рисунок 4.3 – Використання пам'яті при рендерінгу

У контексті аналізу енергоефективності обчислювальних систем необхідно враховувати, що тепловиділення центрального процесора корелює з його енергоспоживанням. Підвищення температури ЦП свідчить

про зростання потужності, що розсіюється, що безпосередньо пов'язано зі збільшенням споживання електроенергії.

У наведеній нижче таблиці 4.4 показано середню температуру ЦП під час рендерингу, яка безпосередньо впливає на рівень споживання електроенергії як відеокарти, так і комп'ютера в цілому.

Таблиця 4.4. Температура процесора під час рендерингу сцени 1

Програма	Комп'ютер 1	Комп'ютер 2
Blender	83 °C	47 °C
3DS Max	80 °C	45 °C

Аналіз результатів показує, що Комп'ютер 2 демонструє кращу продуктивність, виконуючи завдання швидше і з меншим навантаженням. При цьому 3DS Max виявляється більш ефективним за Blender, споживаючи менше ресурсів і швидше виконуючи рендеринг. Крім того, 3DS Max забезпечує більш яскраву та деталізовану передачу кольорів і текстур в порівнянні з Blender.

4.2 Емпіричний аналіз продуктивності на основі обробки складних сцен (сцена 2)

З метою поглибленого дослідження чинників, які впливають на продуктивність процесу рендерингу тривимірних сцен, проведемо додаткове дослідження.

Основний фокус даного дослідження буде спрямований на детальне вивчення впливу просторової композиції сцени, тобто взаємного розташування об'єктів, джерел світла та інших елементів сцени, такі показники, як час рендерингу, споживання оперативної пам'яті і тепловиділення центрального процесора.

В рамках дослідження буде здійснено зміну положення віртуальної камери, яка імітує думку спостерігача у віртуальному просторі. Зміна положення камери спричинить зміну ракурсу та перспективи, з якої відобразатиметься тривимірний сценарій. Важливо, що при цьому роздільна здатність зображення буде зафіксовано на рівні 1920x1080 пікселів. Також буде збережено кількість семплів на рівні 1024, що забезпечить достатню деталізацію та придушення шуму на підсумковому зображенні (рис. 4.4, рис. 4.5).



Рисунок 4.4 – Тестовий рендеринг сцени 2 у Blender



Рисунок 4.5 – Тестовий рендеринг сцени 2 у 3DS Max

У таблиці 4.5 можемо бачити час рендерінгу сцени 2 на обох комп'ютерах.

Таблиця 4.5. Час рендерінгу сцени 2

Програма	Комп'ютер 1	Комп'ютер 2
Blender	57 хв 14 сек	38 хв 42 сек
3DS Max	53 хв 21 сек	34 хв 53 сек

Розглядаючи результати рендерінгу сцени 2, можна відзначити, що час, потрібний для завершення процесу, збільшилася в порівнянні з рендерінгом сцени 1. Незважаючи на збільшення часу, 3DS Max, як і раніше, демонструє вищу швидкість створення моделі в порівнянні з Blender. Крім того, комп'ютер 2, обладнаний більш продуктивним процесором та відеокартою, продовжує виконувати рендеринг швидше, ніж комп'ютер 1, як у 3DS Max, так і в Blender. Це підтверджує те, що апаратні характеристики комп'ютера безпосередньо впливають на швидкість рендерінгу. Для наочної оцінки представлено порівняльний графік часу рендерінгу сцени 1 та сцени 2 (рис. 4.6).

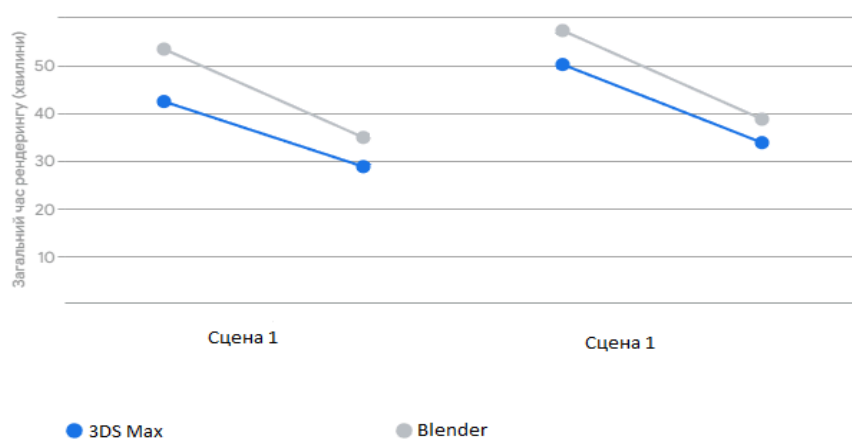


Рисунок 4.6 – Порівняльний графік часу рендерінгу

Використання операційної пам'яті можемо бачити у таблиці 6.

Таблиця 4.6. Використання оперативної пам'яті сцени 2

Програма	Комп'ютер 1	Комп'ютер 2
Blender	1973 Мб	1524 Мб
3DS Max	1878 Мб	1386Мб

Аналізуючи результати споживання оперативної пам'яті під час рендерингу сцени 2, виявляється цікава тенденція. У Blender спостерігається зменшення використання оперативної пам'яті в порівнянні з рендерингом сцени 1, тоді як у 3DS Max, навпаки, відбувається збільшення.

Така різниця в поведінці програм пов'язана з особливостями їх архітектури та алгоритмів рендерингу. Blender оптимізовано для роботи з меншим обсягом пам'яті, особливо при обробці сцен з характеристиками, які притаманні сцені 2. З іншого боку, 3DS Max використовує більш ресурсомісткі алгоритми, які вимагають більше оперативної пам'яті для обробки даних сцени 2. Порівняння можемо бачити на рисунку 4.7.

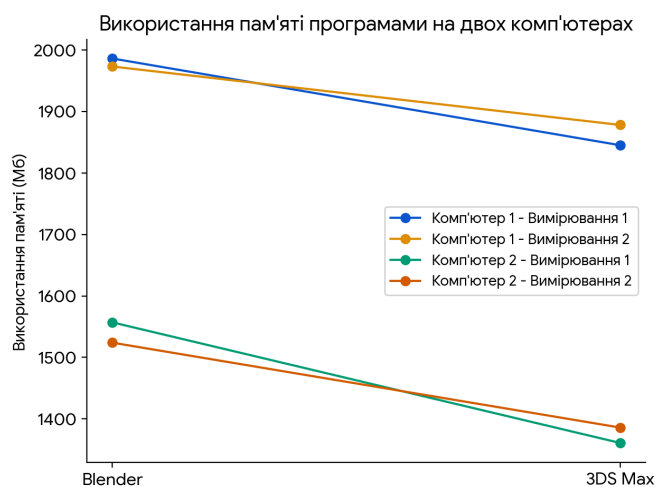


Рисунок 4.7 – Порівняльний графік використання операційної пам'яті

Нагрівання центрального процесора можемо бачити у таблиці 7.

Таблиця 4.7. Температура процесора під час рендерингу сцени 2

Програма	Комп'ютер 1	Комп'ютер 2
Blender	65 °C	42 °C
3DS Max	60 °C	40 °C

Під час аналізу температурних показників центрального процесора в процесі рендерингу сцени 2 було виявлено, що на обох комп'ютерах і в обох програмах (Blender та 3DS Max) спостерігається помітне збільшення температури в порівнянні з рендерингом сцени 1. Це свідчить про те, що зміна положення віртуальної камери та ракурсу сцени призвела до збільшення обчислювального навантаження на ЦПУ, що, в свою чергу, викликало підвищення його температури (рис. 4.8).

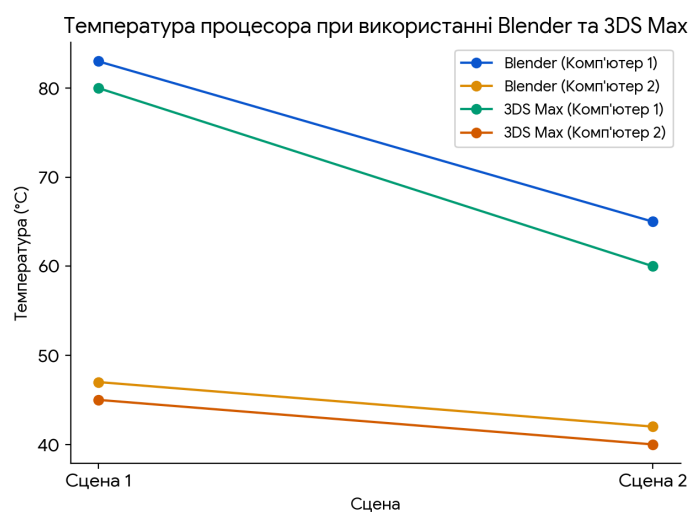


Рисунок 4.8 – Порівняльний графік нагрівання центрального процесору

Проведене дослідження дозволило порівняти продуктивність та якість рендерингу у двох популярних програмах для тривимірного

моделювання: Autodesk 3ds Max та Blender. Аналіз фінальних зображень, отриманих під час рендерингу тестової сцени, виявив низку відмінностей.

Нижче можемо бачити рисунок 4.9 який наочно демонструє відмінності та переваги використання Autodesk 3ds Max та Blender для різних типів проектів та користувачів.

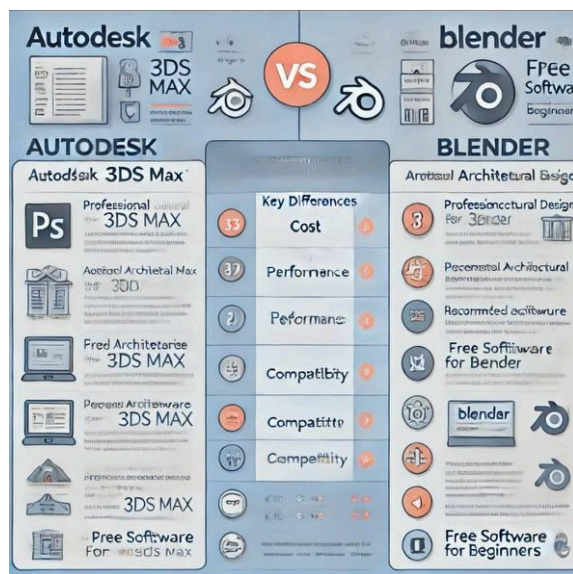


Рисунок 4.9 – Відмінності та переваги використання Autodesk 3ds Max та Blender

Візуальний аналіз результатів рендерингу виявив перевагу 3ds Max над Blender в якості зображення. Зображення, отримане в 3ds Max, відрізняється підвищеною яскравістю та кращим опрацюванням світлотіні, що робить його більш виразним. Крім того, 3ds Max точніше передає деталі та особливості текстур, забезпечуючи більш чіткий та реалістичний вигляд зображення. Важливо також відзначити, що 3ds Max продемонстрував кращу продуктивність, виконуючи рендеринг швидше та споживаючи менше ресурсів комп'ютера в порівнянні з Blender.

Отримані результати свідчать про те, що 3ds Max має переваги в галузі рендерингу в порівнянні з Blender. Він забезпечує більш високу

якість зображення, що характеризується підвищеною яскравістю та деталізацією текстур. Крім того, 3ds Max демонструє більш високу продуктивність та ефективність використання ресурсів комп'ютера.

ВИСНОВОК

У ході дослідження було проаналізовано відмінності у методах моделювання, рендерингу та інтеграції 3D-графіки у двох популярних програмних пакетах: Autodesk 3ds Max та Blender.

3ds Max та Blender пропонують широкий спектр інструментів для моделювання, але підходи до їх реалізації різняться. 3ds Max зазвичай орієнтований на полігональне моделювання з використанням модифікаторів, тоді як Blender надає більше можливостей для неруйнівного моделювання з використанням модифікаторів і скульптингу.

Інтерфейс 3ds Max може здатися більш звичним користувачам, знайомим із традиційними програмами для 3D-моделювання. Blender має унікальний інтерфейс, який після освоєння забезпечує високу ефективність роботи.

3ds Max часто використовується у професійних студіях для створення анімації та візуальних ефектів, у той час як Blender популярний серед індивідуальних художників та індустрії ігор.

3ds Max поставляється з потужними рендеринговими двигунами, такими як Arnold та V-Ray, які забезпечують високу якість зображення та широкі можливості налаштування. Blender включає вбудований двигун Cycles, який також здатний створювати фотореалістичні зображення.

В рамках дослідження 3ds Max продемонстрував вищу швидкість рендерингу та кращу якість зображення в порівнянні з Blender. Однак, Blender постійно розвивається, і його можливості в галузі рендерингу поступово покращуються.

3ds Max добре інтегрується з іншими продуктами Autodesk, що робить його кращим вибором для студій, які використовують комплексні рішення. Blender має відкритий вихідний код і підтримує широкий спектр

форматів файлів, забезпечуючи сумісність з різними програмами та платформами.

3ds Max та Blender – це потужні інструменти для створення 3D-графіки, кожен з яких має свої сильні та слабкі сторони. Вибір програмного пакета залежить від конкретних потреб користувача, переваг та специфіки проекту. 3ds Max є професійним рішенням з широкими можливостями і високою продуктивністю, в той час як Blender є гнучкий і доступний інструмент зі спільнотою, що активно розвивається.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Autodesk 3ds Max. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview>
2. Blender. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.blender.org/>
3. Autodesk Maya. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.autodesk.com/products/maya/overview>
4. Maxon Cinema 4D. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.maxon.net/en-us/products/cinema-4d/overview/>
5. Pixologic ZBrush. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pixologic.com/>
6. Chaos Group V-Ray. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.chaos.com/vray>
7. Otoy Octane Render. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://home.otoy.com/render/octane-render/>
8. iToo Software Forest Pack. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.itoosoft.com/forestack.php>
9. CLO Virtual Fashion Marvelous Designer. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.marvelousdesigner.com/>
10. TurboSquid. Бібліотека 3D моделей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.turbosquid.com/>
11. CGTrader. Бібліотека 3D моделей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cgtrader.com/>
12. Sketchfab. Бібліотека 3D моделей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sketchfab.com/>
13. Poliigon. Бібліотека текстур та матеріалів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.poliigon.com/>

14. Substance Source. Бібліотека текстур та матеріалів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.substance3d.com/products/substance-source/>
15. Texture Haven. Бібліотека текстур та матеріалів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://texturehaven.com/>
16. Udemy. Навчальні матеріали з 3D графіки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.udemy.com/>
17. Coursera. Навчальні матеріали з 3D графіки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.coursera.org/>
18. Blender Artists. Спільнота та форум Blender [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://blenderartists.org/>
19. CGSociety. Спільнота та форум CG [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cgsociety.org/>
20. ArtStation. Спільнота та форум для художників [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.artstation.com/>
21. DeviantArt. Спільнота та форум для художників [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.deviantart.com/>
22. Behance. Спільнота та форум для художників [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.behance.net/>