

Міністерство освіти і науки України
Житомирський державний університет імені Івана Франка

Мосіюк О.О.

РЕДАКТОРИ ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ

Навчально-методичний посібник

Житомир
Вид-во ЖДУ ім. І. Франка
2022

УДК 004.514 : 378.147

М 81

Затверджено на засіданні вченої ради Житомирського державного університету імені Івана Франка, протокол № 3 від 04.02.2022.

Рецензенти:

Катерина МОЛОДЕЦЬКА – керівник навчально-наукового центру інформаційних технологій Поліського національного університету, доктор технічних наук, професор.

Віталій ГУК – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем Черкаського національного університету ім. Б. Хмельницького

Олена УСАТА – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій Житомирського державного університету імені Івана Франка

М 81 Мосіюк О. О. Редактори тривимірної графіки: навчально-методичний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2022. 52 с.

Навчально-методичний посібник, що пропонується, може бути рекомендованим студентам ЗВО, а саме: студентам фізико-математичних факультетів спеціальності 015.39 Професійна освіта (Цифрові технології), вчителям інформатики, слухачам курсів підвищення професійної кваліфікації учителів інформатики.

УДК 004.514 : 378.147

©Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2022

©Мосіюк О. О., 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ЧАСТИНА 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ	5
Короткий історичний огляд розвитку сучасної 3D графіки та сфер її застосування.....	6
Поняття тривимірного друку	7
Основні підходи до створення тривимірних моделей	8
Огляд програмних комплексів тривимірної графіки	11
Основні поняття сучасного 3D моделювання.....	13
Питання для самоперевірки.....	14
ЧАСТИНА 2. ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ BLENDER 3D	15
Історична довідка	16
Основні компоненти інтерфейсу Blender 3D	17
Стартова заставка Blender	17
Система вікон Blender.....	18
Панель меню	19
Blender Areas	20
Status Bar	21
Редактори Blender.....	21
3D Viewport.....	22
Outliner.....	23
Properties.....	23
Timeline	24
Навігація у віртуальному 3D просторі	25
Режими роботи із об'єктами у 3D Viewport.....	26
Object Mode.....	26
Edit Mode.....	28
Модифікатори Blender	28
Група модифікаторів Genarate	30
Питання для самоперевірки.....	31
Замість післямови.....	33
Лабораторна робота № 1.....	34
Лабораторна робота № 2.....	35
Лабораторна робота № 3.....	36
Лабораторна робота № 4.....	37
Додаток А.....	38
Додаток Б	39
Додаток В.....	42
Додаток Г	45
Додаток Д.....	48

ВСТУП

Розвиток технологій кардинально змінив суспільство та засоби виробництва, а також створив нові сфери послуг та галузі промисловості. Серед цифрових технологій одного із найбільшого прогресу досягла комп'ютерна графіка. Створення візуальних ефектів для програм телебачення і кіноіндустрії; розробка пристроїв просторового сканування поверхні об'єктів (особливо актуальною є застосування відповідних технологій для розробки віртуальних копій предметів археологічної, історичної та культурної спадщини); динамічно розвиваються засоби для 3D друку на основі полімерних матеріалів, спеціалізованої кераміки, металів тощо. Активно впроваджується вивчення редакторів тривимірної графіки у шкільному курсі інформатики та у професійних закладах освіти. Саме тому важливою частиною сучасної підготовки фахівців за спеціальністю 015.39 Професійна освіта (Цифрові технології) є вивчення засобів створення та редагування тривимірного контенту.

Отже метою представленого навчально-методичного посібника є розкриття основних понять тривимірного моделювання, вивчення основних підходів до створення навчальних 3D моделей, ознайомлення із редакторами та сферами їх використання, а також розкрити інтерфейс програмного комплексу тривимірної графіки Blender 3D.

Загалом робота складається із двох частин, у яких розміщуються теоретичні матеріали, завдання до лабораторних занять та додатків.

У першій частині розкривається сутність базових понять сучасної тривимірної комп'ютерної графіки, наводяться характеристика засобів 3D моделювання, описується підходи до створення просторових віртуальних цифрових об'єктів.

Друга частина зосереджена на описі інтерфейсу та команд сучасного вільнопоширюваного програмного комплексу тривимірної графіки Blender 3D.

У додатках міститься матеріали до лабораторних робіт та додаткова література, яку студент може використати для вивчення окремих вузькоспеціалізованих питань.

Окрім цього посібник може бути рекомендованим до вивчення студентам, які здобувають освіту за спеціальностями 014.09 Середня освіта (Інформатика) та 122 Комп'ютерні науки, а також вчителям інформатики для підготовки до уроків та факультативних занять.

ЧАСТИНА 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ

Короткий історичний огляд розвитку сучасної 3D графіки та сфер її застосування

Сучасний світ важко уявити без тривимірної графіки, а от ще якихось 60 років тому ніхто не міг говорити про оперування просторовими об'єктами за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Та й тогочасні електронні обчислювальні машини мало були схожими на модернові персональні комп'ютери та смартфони. Власне саме завдяки прогресу обчислювальної техніки стало можливим застосування графіки на тому рівні, які всі звикли бачити у комп'ютерних іграх, кінематографії або ж телебаченні, а також при проектуванні технічних виробів та архітектури.

Вважається, що однією із перших спроб вивести зображення на екран тогочасних «комп'ютерів» відбулася у Массачусетському технологічному університеті в 1950 році за допомогою EOM Whirlwind – I. А от однозначності у тому, хто вперше використав термін «комп'ютерна графіка» не має. Вважається, що його першим використав Вільям Феттер у 1960 році, коли він створював графічну модель людини, працюючи на компанію Boeing. У той же час В. Феттер зауважував, авторство поняття належить Верну Хадсону. А вже у 1961 році Айвен Сазерланд створив перший графічний редактор, який використовував світлове перо для рисування найпростіших фігур.

Загалом комп'ютерна графіка прогресувала разом із розвитком комп'ютерної техніки та програмного забезпечення: були створені алгоритми видалення невидимих граней (Дж. Варнок, 1969 р.), розбиття на області із використанням Z-буфера (Е. Котмул, 1978 р.), метод трасування променів, який покладений в основу роботи для всіх сучасних рушіїв візуалізації (Гольштейн і Ногель, 1978 р.) тощо.

З розвитком мікропроцесорної техніки відбувся небачений прогрес і у комп'ютерній графіці, що, у свою чергу, посприяло зацікавленню у нових провідних компаній у нових технологіях. Особливий інтерес виявляли телебачення та кіноіндустрія, а також компанії, що займалися проектуванням авто, літаків, кораблів тощо. Так для кіновиробництва найважливішою сферою застосування комп'ютерної графіки стала сфера створення спеціальних ефектів (SFX). Так одним із перших художніх фільмів, де було застосовано тривимірну комп'ютерну анімацію був фантастичний фільм «TRON» (1982 р.). Створення гіперреалістичних кадрів та сцен, як для того часу, було здійснено у вже «культовому» фантастичному фільмі «Terminator 2: Judgment Day» (1991 р.). А вихід у світовий прокат таких бестселерів як «Jurassic Park» (1993 р.) та мультфільму «Toy Story» (1995 р.) міцно закріпили за комп'ютерною графікою, а отже і за 3D контентом для кіно та телебачення, важливого способу, а на

сьогодні майже основного, створення візуальних ефектів і вже майже не можливо уявити касовий фільм без використання тривимірної графіки.

Ще однією сферою, де 3D графіка вважається майже основою для виробництва, – є індустрія комп'ютерних ігор. Майже всі провідні студії мають у своєму доробку ігри із тривимірними віртуальними світами, які користувачі можуть вивчати і досліджувати майже без обмежень. І це можна виконувати при якісному та досить природному відображенні світу та його елементів.

Важливим напрямом застосування, поряд із уже згадуваними сферами, є використання тривимірного моделювання у промисловому дизайні. Особливо поширено застосування спеціалізованих редакторів у компаніях, які займаються промисловим дизайном, архітектурою або ж дизайні інтер'єрів. Програмні комплекси 3D графіки дозволяють представити на екрані результат роботи і у реальному часі змінювати налаштування, наприклад колір частин об'єкта.

У інженерії значної популярності набули програми для виконання автоматизованого і параметричного проектування. В англійській літературі такі програми позначають аббревіатурою CAD/CAM (Computer-aided design / Computer-aided manufacturing). Завдяки такого типу комплексам інженери та фахівці із підготовки виробництва можуть створювати програми для верстатів із числовим програмним керуванням та для сучасних 3D принтерів. Останню технологію тривимірного друку варто розкрити більш детально, оскільки вона є чи не найбільш перспективною для сучасного виробництва.

Поняття тривимірного друку

Технологія 3D друку перетворилася із ідеї у практику на початку восьмидесятих минулого століття. А саме у 1983 році Алєн Ле Мєхо, Олів'є де Вітт, а також Жан-Клод Андре реалізували ідею використання лазера та мономера для створення полімерних об'єктів. Запропоновану технологію винахідники назвали стереолітеграфією, а формат файлів, який найчастіше використовують у процесі тривимірного друку, завдяки їм отримав назву STL (скорочення від англійського слова stereolithography). Нажаль установа, у якій працювали інженери-науковці, не розгледіла перспектив упровадження технології і проект залишився суто науковим, а самі винахідники отримали патент лише у 1986 році.

Одночасно із французькими науковцями над технологією SLA Чарльз Халом. Її суть полягала у створенні 3D моделі шляхом нанесення фотополімерного матеріалу на спеціалізовану платформу. Пристрій будував тривимірні об'єкти, спускаючись на орієнтовну висоту шару (приблизно 0,1 мм) і потім опромінювався у необхідних місцях ультрафіолетовим промінням.

У 1986 році Карлом Декартом був створений альтернативний спосіб виготовлення 3D моделей. Його підхід полягав у запіканні за допомогою лазерного променя порошкового матеріалу (пластик, метал, спеціалізована кераміка). Після підсвічення лазерним променем необхідних ділянок та спікання горизонтального шару, заготовка опускається на висоту шару (0,1 – 0,2 мм), а решта порошку вирівнюється спеціальним пристроєм і знову ж створюється новий шар.

Найбільш поширеною технологією на сьогодні є FDM – пошарове наплавлення матеріалу. Скотт Крамп отримав патент на цю технологію у 1988 році і саме за цією концепцією працюють всі 3D принтери, які доступні широкому загалу.

Всі зазначені технології були орієнтовані на промислове виробництво та прототипування, а отже не були доступними широкому загалу. Все радикально змінив 2005 рік та проект RipRap (Replicating Rapid Prototyper), який був реалізований Едріаном Бауером з Університету Бата, Великобританія. По суті, групі дослідників, які створювали принтер, що може створювати деталі для цього ж принтера, вдалося розробити простий FDM принтер для домашнього чи офісного використання. Як наслідок, цей проект дав поштовх для створення простих і, що важливо, доступних пристроїв, які почали швидко набувати популярність і стали використовуватися у різних сферах сучасного господарства. Звичайно, основою для 3D принтерів були цифрові моделі, створені за допомогою спеціалізованих редакторів.

Звичайно, що технології та програмне забезпечення тривимірної графіки продовжують удосконалюватися та розвиватися. У цих двох невеликих параграфах представлено лише крихітна доля інформації про «3D», навіть не описано такі напрями як віртуальна та доповнена реальність, але все ж варто зазначити, що представлений надзвичайно короткий історичних огляд та аналіз сфер застосування комп'ютерної графіки відображає той революційний стрибок, які зробили технології за якихось шістдесят років та як фактично стали незамінними у сучасних сферах життєдіяльності суспільства та які безмежні має перспективи розвитку.

Основні підходи до створення тривимірних моделей

Сучасні програми тривимірної графіки є надзвичайно різноманітними і всі вони можуть використовувати для вирішення спеціалізованих задач різні шляхи формування необхідної форми об'єкта. Історично так склалося, що до основних підходів створення 3D моделей відносять такі: твердотільне, полігональне та процедурне. Звичайно існують і інші класифікації та єдиного

підходу до цього питання важко виокремити у сучасній літературі, але для подальшого викладу матеріалу вважатимемо цей поділ як основний.

Опишемо більш докладно кожен із них і розпочнемо із найбільш поширеного – полігонального моделювання.

Концепція полігонального моделювання передбачає формування поверхні об'єкта, що створюється, за допомогою «сітки» полігонів. Найчастіше основою для такої сітки використовують просторовий чотирикутник, у окремих випадках дозволяється застосовувати трикутники або ж п'ятикутники. Серед основних операцій, які найчастіше використовують при класичному полігональному моделюванні, варто назвати екстрагування, а також модифікації вершин, ребер, полігона, групи полігонів тощо. Зазвичай ці операції за прямої вказівки спеціаліста із 3D моделювання, що є достатньо рутинною задачею.

У окремих випадках, для зручності створення та керування поверхнею (яка, знову ж таки, у пам'яті комп'ютера представляється як «сітка» трикутників або чотирикутників) використовують спеціалізовані криві лінії (сплайни) або ж поверхні (NURBS). Такий підхід до створення моделей називають сплайновим і окремі джерела у спеціалізованій літературі та мережі Internet виділяють у окремий тип формування моделі. Хоча це не зовсім так. У результаті застосування операцій усе одно буде сформована сітка полігонів, але зі значно вищою деталізацією. Саме тому сплайновий підхід до створення 3D об'єктів варто розглядати як різновид полігонального, що відрізняється інструментарієм формування поверхні моделі.

Ще одним різновидом створення цифрових 3D моделей є скульптинг (від англійського слова *sculpting*). Суть такого підходу до моделювання полягає у взаємодії із групою полігонів, завдяки спеціалізованим інструментам, функціонально схожим до реальних інструментів скульптора при роботі із спеціалізованою глиною. Завдяки цим «пензлям» художник формує необхідний образ аналогічно до того, як це відбувається при роботі із глиною. У результаті формується 3D модель, яка є високодеталізованою, а отже разом із тим містить велику кількість полігонів і, зазвичай, ним є трикутники. Звичайно, високополігональні моделі такого типу не часто використовуються, але після доопрацювання сітки або ж формування карти нормалей та нерівностей, може використовуватися у ігровій індустрії або з при створенні спеціальних візуальних ефектів у кінематографії.

Скульптинг варто також віднести до підвидів полігонального моделювання, оскільки основою для формування поверхні буде сітка полігонів.

Основою для твердотільного моделювання тривимірних об'єктів є наступні твердження, сутність яких полягає у наступному: всі створені об'єкти складаються із простих примітивів (куб, циліндр, конус, сфера тощо) шляхом

виконання булевих операцій над ними (об'єднанн, перетин, різниця) та похідних від них; кожен створений об'єкт або ж базовий примітив представляє собою умовне суцільне тверде тіло, фізичні та хімічні якості якого можуть бути заданими за допомогою спеціальних додаткових функцій.

Підвидом твердотільного моделювання можна вважати параметричне моделювання, особливістю якого є те, що спочатку створюється креслення основи у 2D редакторі, а потім за допомогою екстрадування перетворюється у необхідну об'ємну модель. При цьому креслення може бути змінено, параметри екстрадування також, а це дозволяє модифікувати фігуру не змінюючи загальний об'єкт. Ці два підходи до побудови моделей найбільшої популярності серед CAD/CAM програм для створення креслярської документації та підготовки виробництва, зокрема для створення моделей при 3D друці та розробці програм для верстатів із числовим програмним керуванням.

Ще одним підходом до створення тривимірних об'єктів є процедурне моделювання. Воно виділяється у окремий тип, незважаючи на те, що у пам'яті комп'ютера модель зберігається аналогічно до 3D об'єкта полігональної структури. Ключовою ознакою процедурного моделювання є власне підхід до самого процесу створення віртуального 3D об'єкту. Якщо для попередніх підходів до моделювання характерним є пряма взаємодія (звичайно ж через абір інструментів) із створюваною моделлю, то у останньому випадку користувач створює набір правил, завдяки яким відбуваються всі операції. Більше того, правила можуть взаємодіяти між собою і утворювати ланцюжки дій, які, загалом, формують ієрархічне дерево маніпуляцій. Художник лише задає тип дії, значення трансформації або перетворення та час впливу на об'єкт. У такому випадку людина, яка працює у редакторі процедурної графіки задає необхідні дії і їх послідовність. Такий підхід має ряд переваг:

- користувач не працює напряму із формою об'єкта, а програмує, по суті, необхідні операції;
- у випадку помилки непотрібну частину можна видалити і замінити на необхідну у ей момент операцію, що значно спрощує подальшу підтримку готової моделі.

Концепція процедурного моделювання дозволяє створювати як різні класичні моделі та виконувати симуляції для різних природних явищ і не тільки них.

Звичайно, що це не повна характеристика основних підходів до моделювання, але вона дає можливість зрозуміти сучасний стан речей у сфері тривимірної графіки.

Окрім підходів, цифрові 3D моделі також піддаються класифікації. Зокрема розділяють моделі для органіки та промислових виробів (зазвичай у

англомовній літературі їх позначають як *organic models* та *hard surface models* відповідно). Існує і ще одна класифікація моделей, хоча вона стосується більшою мірою полігонального моделювання. Зокрема розрізняють полігональні моделі за кількістю використаних на їх створення просторових багатокутників. З досить високою точністю можна говорити про низькополігональні та високополігональні об'єкти (в англійській термінології це *low poly* та *high poly* відповідно). Однозначної відповіді про кількість полігонів для кожного із видів моделей не існує, оскільки необхідно враховувати ряд факторів, зокрема для якого проекту створюється модель (для комп'ютерних ігор може бути одна кількість полігонів, а для кінематографа зовсім іншою). Орієнтовно для низькополігональної моделі (*low poly*) кількість полігонів становить від 5 до 15 тисяч трикутників на одну модель, у окремих випадках їх значення може сягати до 25 тисяч. Високополігональними моделями (*high poly*) слід вважати 3D об'єкти, які мають більше одного мільйона трикутників для формування поверхні моделі. Такі цифрові моделі надзвичайно деталізовано представляють форму об'єктів.

Всі інші моделі, які за кількістю трикутників поміщаються у інтервал від 25 до 800 – 900 тисяч можна вважати певним компромісним варіантом і їх позначають як середньодеталізовані моделі або ж англомовним терміном *mid poly*.

Огляд програмних комплексів тривимірної графіки

Вибір необхідного програмного забезпечення для вивчення тривимірного моделювання у школі є достатньо складним і неоднозначним кроком, який має враховувати багато факторів, зокрема, і особливості побудови інтерфейсів відповідних програм. Це пов'язано із тим, що відповідні комп'ютерні системи є достатньо складним для розуміння і, перевантажений інтерфейс різними функціями, лише ускладнюватиме навчання учнів, які будуть зосереджені на запам'ятовуванні основних елементів, а не вивченню принципів моделювання 3D об'єктів.

Для початку наведемо основні групи програм для створення тривимірного контенту.

Першою великою групою програм є системи автоматизованого проектування та підготовки виробництва (CAD/CAM системи). Основним призначенням для них є розробка моделей, перевірка їх експлуатаційних характеристик, створення на їх основі креслень та технічної документації, підготовка моделей для верстатів із числовим програмним забезпеченням та 3D друку. Значна частина процесу формування тривимірної форми об'єкта базується на основі твердотільного моделювання та використання сплайнів для

отримання поверхонь складної форми. Прикладом таких програм є: AutoCAD, Fusion 360, Autodesk Inventor, SolidWorks, FreeCAD, Onshape, Solid Edge, Rhino 3D тощо. Серед них присутні як комерційне програмне забезпечення, так і комплекси, які поширюються як «софт» із відкритим програмним кодом.

Програми полігонального моделювання відзначаються класичним підходом до формування поверхні віртуального 3D об'єкта. Він полягає у поетапному формуванні сітки полігонів за допомогою модифікації просторових багатокутників, їх ребер і вершин та застосування функції екструдуювання. До них відносять такі популярні пакети як 3DSMax, MAYA, Cinema 4D, Modo, LightWave, Blender. Вони є повнофункціональними системами, які дозволяють створювати тривимірні об'єкти й анімувати їх.

Ряд програм передбачає створення форми об'єкта так, наче скульптор виліплює із червоної глини скульптуру. Прикладом такого програмного забезпечення є ZBrush, Mudbox, 3D Coat.

Окремо виділяється серед усіх програм комплекс 3D графіки Houdini FX. Його особливістю є те, що користувач не працює напряму із поверхнею моделі, натомість, за допомогою спеціалізованих «нодів», керує всім процесом створення. Він складає деревовидну ієрархію команд, ніби візуально програмує процес побудови. Найчастіше цей програмний засіб залучають для створення візуальних ефектів і він є яскравим представником процедурного моделювання.

Окрім цього програмного забезпечення існують програми, які на пряму не пов'язані зі створенням 3D моделей, але при цьому мають важливе значення для загального процесу створення графічного контенту. До них варто віднести системи для візуалізації віртуальних тривимірних об'єктів (Corona Render, Arnold, Indigo, Octane Render, Lux Render 3Delight, V-Ray тощо); спеціалізовані ігрові рушії (Unreal Engine, Unity, CryEngine 3); програми для текстурування та створення матеріалів тривимірних об'єктів – Substance Painter.

Існують також онлайн сервіси, які дозволяють завантажувати та демонструвати тривимірні моделі, до них варто віднести Sketchfab та ресурс P3D.in. У рамках цієї групи варто згадати і TinkerCAD, який надає можливість не тільки завантажувати і переглядати, а й виконувати моделювання тривимірних об'єктів. Також варто згадати про такі онлайн сервіси для тривимірного моделювання як: SelfCAD, Vectary, Clara.io. Представлені засоби для створення 3D графіки онлайн працюють через браузер, що спрощує доступ до них студентам та викладачам, але при цьому вони мають різний набір інструментів для моделювання віртуальних просторових об'єктів. Важливим їх недоліком є відсутність можливості працювати offline. Проблемним є

застосування наведених сервісів як повноцінних CAD/CAM систем, що також суттєво зменшує сфери їх застосування.

Основні поняття сучасного 3D моделювання

Отже перш ніж рухатися далі необхідно більш детально визначитися із основною термінологією. Почнемо із найважливішого, а саме визначення поняття «тривимірна графіка».

Поняття «тривимірна графіка» означимо як розділ сучасної комп'ютерної графіки, набір технік, прийомів, методів та засобів, які призначені для генерації просторових об'єктів у віртуальному цифровому тривимірному просторі. Основним результатом всіх перетворень і трансформацій є 3D модель – цифровий об'єкт, який відображає важливі особливості форми, зовнішнього вигляду та, частково, оптичних властивостей предмету. У окремих випадках модель може доповнюватися даними про її масу, матеріал і його характеристики тощо. Звичайно поняття 3D моделі у посібнику розглядається лише у контексті тривимірної графіки.

Наступним важливим поняттям є, власне, «тривимірне моделювання». Під ним варто розуміти процес побудови 3D моделі у віртуальному цифровому просторі.

Для позиціонування у віртуальному просторі використовується класична тривимірна декартова система координат (вісь Z спрямована угору, в окремих редакторах, зокрема у Cinema4D, площина xOy умовно паралельна до площини екрану, а вісь Z напрямлена, за замовчуванням, на користувача).

Наступним важливим поняттям є «меш» (походить від англійського слова mesh – сітка) – це сукупність вершин, ребер та полігонів, які у сукупності формують один об'єкт. Вершини, ребра та полігони є звичними стереометричними точками, відрізками та багатокутниками.

Smooth shading – згладжене ретушоване відображення фігури у 3D viewport. Його основною відмінністю є те, що всі граничні ребра згладжуються і поверхня відображається без чітко виділених просторових багатокутників.

Окремо варто зауважити на існуванні таких термінів як material shading та texture shading. Вони відрізняються тим, що у першому випадку додається спрощене відображення матеріалів, а у другому ще й текстур.

Віртуальні джерела світла тривимірної сцени – це спеціалізовані об'єкти тривимірної сцени, які дозволяють імітувати поширення світла. Кожна програма, яка призначена для 3D моделювання, має свій набір віртуальних джерел світла.

Віртуальні камери являють собою спеціалізовані об'єкти тривимірної сцени, який не візуалізується при рендері. Вони мають, зазвичай, аналогічні

налаштування до реальних фізичних камер і завдяки їм визначається точки огляду на сцену для візуалізації.

Віртуальна сцена об'єднує у собі ряд основних категорій об'єктів: геометричні об'єкти (власне ті 3D моделі, які створюються за допомогою інструментарію тривимірного редактора), матеріали, текстури, карти нормалей, нерівностей, бліків (інформація про візуальні властивості об'єктів); джерела світла (дані про напрям, потужність світлового пучка, його спектр); віртуальні камери (вибір місця та кута огляду); сили та взаємодії між об'єктами (анімація, налаштування взаємодії об'єктів тощо); ефекти, що імітують різні природні явища (потік рідини, атмосферні явища, дим, полум'я вогню тощо).

Візуалізація або англійською мовою *rendering* являє собою спеціалізований процес, під час якого програма опрацьовує всі дані про об'єкти, їх матеріали, накладені текстури, загальне і спеціальне освітлення та, після чого, створює завершене двовимірне зображення, яке відповідає вибраній за допомогою віртуальної камери точки огляду.

Таким чином задачею сучасного тривимірного моделювання є компонування всіх перерахованих елементів на сцені віртуального простору таким чином, щоб задовольнити вимоги до певного зображення або ж анімації.

Звичайно це не повний перелік усіх термінів та понять, які використовують у 3D моделюванні та редакторах тривимірної графіки, але дають зрозуміти сутність інструментів, які описуватимуться при огляді програмного комплексу Blender.

Питання для самоперевірки

1. Опишіть основні етапи розвитку тривимірної графіки.
2. У чому полягає суть технології 3D друку?
3. Які види 3D друку існують та у чому їх відмінності?
4. Назвіть три основних підходи до створення тривимірних моделей. Визначіть їх ключові відмінності.
5. Яким чином класифікують 3D моделі фахівці?
6. Назвіть типових представників програмних комплексів, які відносять до твердотільного (полігонального, процедурного) моделювання.
7. Які програмні засоби також використовуються при створенні тривимірного цифрового контенту.
8. Назвіть та дайте означення основних понять тривимірної графіки.

ЧАСТИНА 2. ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ BLENDER 3D

Історична довідка

Серед усіх редакторів тривимірної графіки Blender 3D є найдоступнішим і разом з тим одним із найкращих та найуспішніших програмних комплексів, які поширюються під відкритою ліцензією. Завдяки Тону Розендалю (Ton Roosendaal) ця програма не тільки існує та розвивається, а й конкурує на рівних із такими лідерами галузі як Maya, Cinema4D, Houdini тощо та є одним із провідних інструментів не тільки для художників фрілансерів та аматорів, а й у провідних анімаційних компаніях та студіях.

Звичайно, докладний виклад історії розвитку програмного продукту є достатньо об'ємною справою і, за необхідності, кожен може ознайомитися на офіційному сайті, проте все ж зауважимо на важливих датах і версіях, які дають зрозуміти, що було зроблено для досягнення такої популярності.

Усе розпочалося у далекому 1988 році, коли Тон Розендаль заснував анімаційну студію Neo Geo, що стала досить відомою у тогочасній Європі. Для створення анімації та ефектів вони використовували програмне власної розробки, яке у 1995 році заклало фундамент для редактора Blender.

З метою подальшого розвитку програми у 1998 році було засновано компанію Not a Number, яка була дочірньою для студії Neo Geo.

Вперше програма була представлена на конференції SIGGRAPH у 1999 році, де Blender отримав великий успіх. На початку двохтисячних років, через кризові явища у компанії, проект 3D редактору Blender опинився під загрозою закриття. Для його порятунку Тон Розендаль у 2002 році засновує некомерційну організацію Blender Foundation, метою якої було просування просування комплексу тривимірної графіки та продовження його розробки. Щоб щойно заснована компанія могла викупити на права на продукт, було оголошено компанію зі збору коштів у розмірі 100000 євро, яка була зібрана за 7 тижнів 13 жовтня 2002 р. Фактично із цієї дати можна відраховувати початок поширення Blender 3D на умовах універсальної публічної ліцензії GNU GPL.

У грудні 2003 року було випущено Blender 2.31 із стабільним оновленим інтерфейсом. У процесі розробки до програми було додано багато нових функцій та проведено удосконалення вже існуючих. Всі вони були максимально доопрацьовані із виходом версії 2.49, що вийшла у липні 2009 року і, фактично, з цього року стартує новий етап розробки нового програмного продукту із кардинально іншим програмним інтерфейсом, який був повністю переосмислений.

Версія Blender 2.5 вийшла у серпні 2011 року і стала надзвичайно успішною. До версії 2.79 знову ж були внесені зміни та доповнення, зокрема на новий рівень ефективності був виведений рушій фізично-коректної візуалізації Cycles, який був доданий до програми одночасно із виходом версії 2.5.

2018 рік ознаменував початок нового етапу розвитку проекту Blender. З виходом версії Blender 2.8 знову було кардинально переосмислено взаємодію користувача із програмою, удосконалено рушій Cycles та додано новий модуль візуалізації Eevee.

На сьогодні самою актуальною версією програмного комплексу тривимірної графіки Blender є 3.0, що вийшла в світ у грудні 2021 року. Вона містить ряд оновлень, які пришвидшують роботу візуалізатора Cycles та містить багато доповнень, окрім цього знову ж було оновлено інтерфейс системи.

Таким чином за весь час розвитку Blender 3D у своїй еволюції перетворився на потужний комплекс, який на рівні конкурує із провідними редакторами.

Основні компоненти інтерфейсу Blender 3D

Огляд основних елементів сучасного інтерфейсу програмного комплексу Blender 3D буде стосуватися останньої версії, а саме 3.0, оскільки на найближчі роки кардинальні зміни у інструментах редактора не плануються. Тому переставлений опис буде актуальним і для наступних версій програми протягом 3 – 4 років.

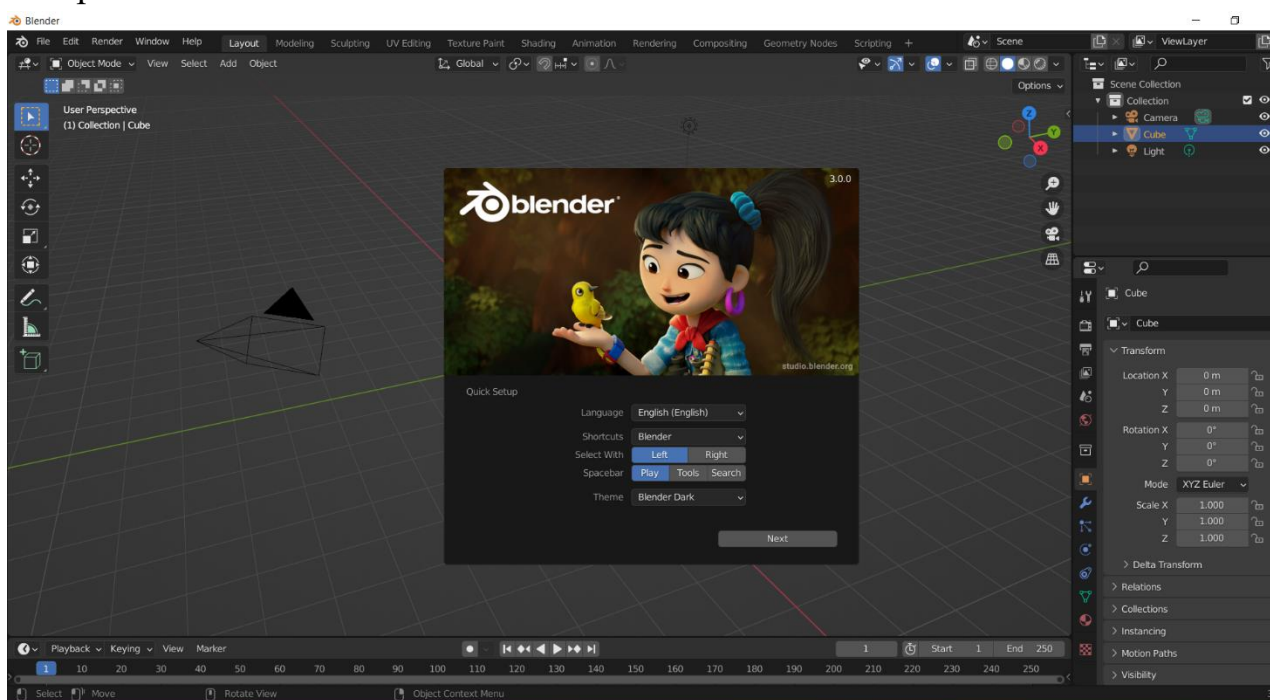


Рис. 2.1. Стартова заставка Blender одразу ж після встановлення.

Стартова заставка Blender

При початковому старті програми відображається спеціалізована заставка (рис. 2.1 та 2.2), яка є певним фірмовим елементом програми, що складається із графічного зображення (яке зазвичай є візуалізацією одного із проектів, виконаних у програмі) та мінімального набору функцій для стартової роботи із

програмою. Якщо ж Blender запускається вперше, одразу ж після встановлення, то заставка містить запропоновані стартові налаштування для програми.

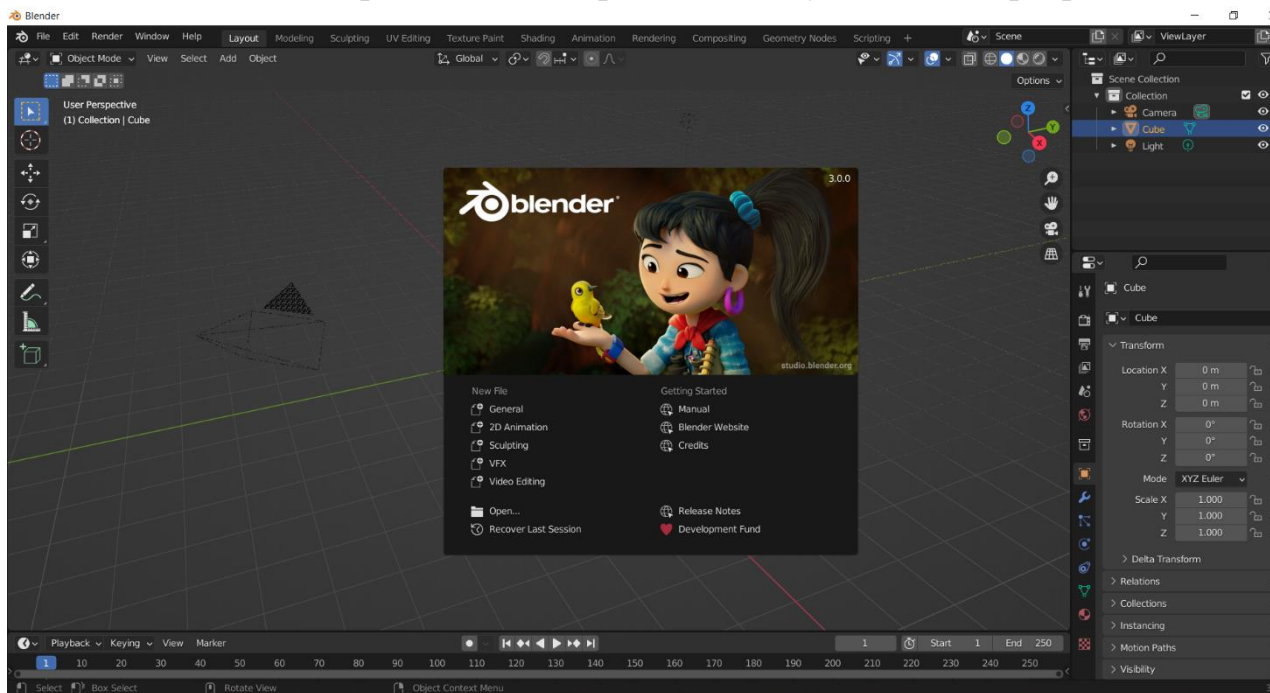


Рис. 2.2. Стартова заставка Blender після початку роботи із програмою.

Щоб почати роботу із програмою необхідно клікнути мишею за межами Splash Screen або натиснути клавішу Esc.

Система вікон Blender

Тепер розглянемо базову структуру вікон програми. Відповідно до документації, яка представлена на офіційному сайті, весь простір екрану ділять на три основні частини (рис. 2.3).

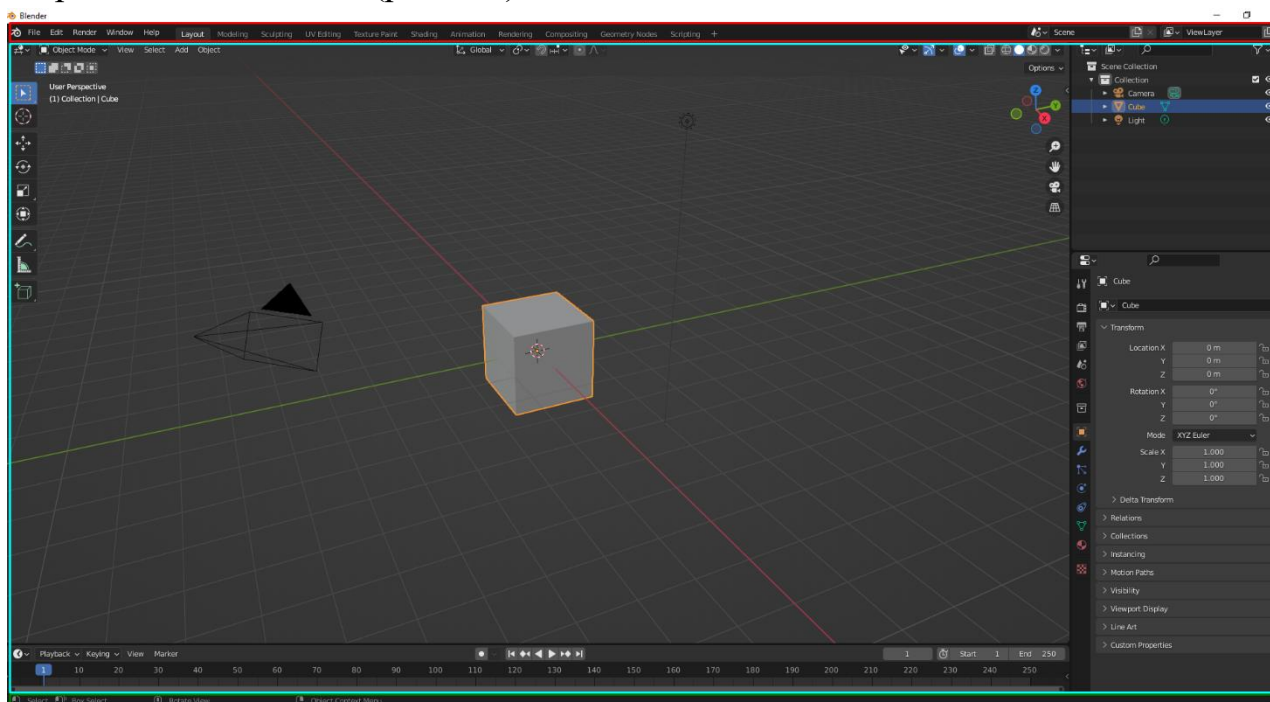


Рис. 2.3. Структура вікон програмного комплексу Blender.

Верхня панель або ж панель меню (червоне виділення на рисунку 2.3) розміщена зверху і містить вкладки, спеціалізовані пресети та основні команди налаштування і роботи із файлами. Під панеллю меню містяться робочі вікна програми і у самій нижній частині панель статусу (зелений прямокутник на рисунку 2.3), у яку виводять важливу статистичну інформацію про тривимірну сцену.

За замовчуванням Blender використовує темне оформлення інтерфейсу, але його можна змінити у загальних налаштуваннях.

Розглянемо кожен елемент окремо.

Панель меню

Як уже зазначалося вище, панель меню (рис.2.4) розміщена у верхній частині інтерфейсу. Вона містить загальні команди для роботи із файлами (File Menu), редагування (Edit Menu), візуалізації (Render Menu), керування вікнами (Window Menu), допомоги (Help Menu), а також можливість перемикати спеціалізованими пресетами робочого простору.



Рис. 2.4. Панель меню Blender.

Пункт меню File містить такі команди: New (комбінація клавіш Ctrl+N) – створює новий робочий файл, а по суті очищає поточну сцену та завантажує завчасно визначені налаштування робочого простору; Open (Ctrl + O) – відкриває blend-файл, який визначить користувач; Open Recent (Shift+Ctrl+O) – відкриває останній збережений файл; Revert – перевідкриває останнє збереження поточного файлу.

Recover містить два підпункта: Recover Last Session – дозволяє завантажити blend-файл, який програма зберегла одразу ж після виходу або при екстримальному завершенні роботи програми; Recover Auto Save – відкривається файл останнього автозбереження для його відновлення.

Save (Ctrl + S) – зберігає поточний blend-файл. Save As (Shift+Ctrl+S) – відкриває переглядач (File Browser) для того, щоб користувач міг вказати назву файлу та задати місце розташування. Save Copy – зберігає копію поточного файлу. Link – дозволяє вказати посилання на дані (геометричні об'єкти, матеріали, текстури тощо) із зовнішнього blend-файла.

Append – надає змогу розміщувати дані із зовнішніх файлів на поточній сцені. Data Previews – набір інструментів для відображення блоків даних. Import – імпорт моделей із інших програм тривимірної графіки. Export – експорт моделей у інші 3D формати. External Data – містить набір функцій, які

дозволяють керувати ресурсами (текстурами, картами нормалей, картами нерівностей), що використовуються для створення моделі.

Clean Up містить команди для розриву та видалення посилань на інші зовнішні ресурси, а Default – дозволяє керувати налаштуваннями для наборів робочих вікон.

Пункт Edit Menu містить команди для: відміни останньої дії (Undo), повторення останньої дії (Redo) та перегляду історії дій користувача; функцій пошуку команд (Menu Search); перейменування поточного об'єкта (Rename Active Item) або ж множинного перейменування об'єктів за одну дію (Batch Rename); блокувати можливість виділення (Lock Object Models) та загальні налаштування програми (Preferences).

Команди подані у меню Render відповідають за особливості запуску процесу візуалізації для різних ситуацій: генерація статичного зображення – Render Image (клавіша F12); створення відеопослідовності – Render Animation (Ctrl+F12); поєднання звукових файлів та рендеру анімації – Render Audio; перегляд вікна рендеру – View Render (F11) та відтворення анімації – View Animation (Ctrl+F11), а також присутня можливість блокування інтерфейсу програми на час рендеру для економії пам'яті.

Window Menu містить інструкції Blender, які дозволяють створювати нове вікно на основі поточного (New Window) або ж із власним робочим простором та вибраною сценою (New Main Window); розгорнути поточне вікно на повний екран (Toggle Window Fullscreen); перейти до наступного/попереднього робочого простору (Next / Previous Workspace); показати/приховати Status Bar; зробити і зберегти скріншот вікна (Save Screen Shot), а також зробити скріншот певного редактора (Save Screenshot Editor).

Далі після пунктів меню зліва на право представлені пресети, а точніше робочі простори для виконання певних завдань: Layout – стандартний набір вікон, який відображається першим; Modeling – набір вікон для виконання моделювання; Sculpting – скульптурне моделювання; UVEditor – створення розгортки; Texture Editor – текстурне рисування та додавання матеріалів – Shading; створення анімації – Animation; налаштування параметрів візуалізації – Rendering; пост рендерне опрацювання графічних зображень – Compositing; створення сценаріїв із використанням мови програмування Python – Scripting, також є можливість додати власний пресет.

Blender Areas

Весь робочий простір редактора Blender поділений на певну кількість робочих областей (Areas), для яких реалізовано певний набір функцій, притаманним саме їм і відповідних комбінацій клавіш. Комбінації клавіш

працюють тільки тоді, коли курсор миші перебуває у межах вибраного редактора. Для кожної такої області можна змінити розміри, розділити її та об'єднати із іншою. Для зміни розмірів достатньо навести курсор миші на горизонтальну (вертикальну) межу та потягнути у необхідну сторону; щоб розділити редактор на дві частини необхідно клікнути у одному із кутів та, не відпускаючи ліву кнопку миші, потягнути по горизонталі (вертикалі), в залежності від того, який розділ необхідно утворити вертикальний (горизонтальний). Якщо області необхідно об'єднати, то знову ж потрібно натиснути лівою кнопкою миші у куті області, до якої буде додаватися частина екрану з іншим редактором, та, не відпускаючи кнопки миші, вказати на вікно, яке буде приєднуватися.

Щоб змінити призначення області необхідно у заголовку клікнути по списку, який розгортається, та вибрати один із запропонованих редакторів.

Status Bar

Панель «Status» (рис. 2.5) розміщена у нижній частині вікна та відображає контекстуальну інформацію, наприклад: натиснуту комбінацію клавіш, важливі повідомлення системи та статистичну інформацію про сцену чи виділений об'єкт (кількість вершин, ребер та полігонів), а також зазначається версія Blender.



Рис. 2.5. Панель «Status»Blender.

Редактори Blender

Як уже зазначалося, призначення кожної області можна змінити, зокрема це робиться за допомогою спеціалізованого перемикача у заголовку області. Blender містить двадцять три редактори, що згруповані у чотири важливі групи: General, Animation, Scripting та Data (рис. 2.6).

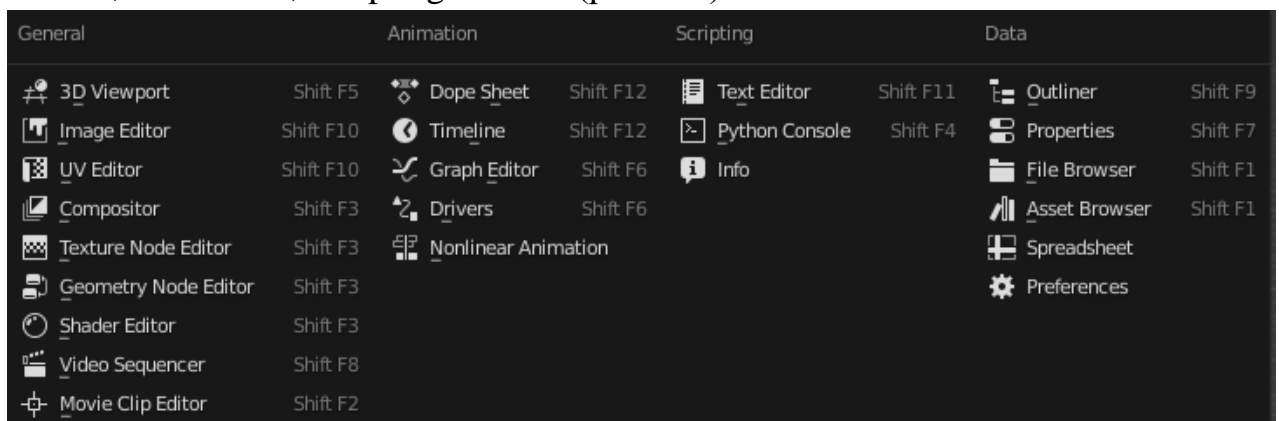


Рис. 2.6. Редактори Blender.

До загальної групи відносять: 3D Viewport, Image Editor, UV Editor, Compositor, Geometry Node Editor.

Група Animation включає такі редактори як: Dope Sheet, Timeline, Graph Editor, Nonlinear Animation.

Група, що зв'язана із написанням скриптів містить Text Editor, Python Console та Info Editor.

Для опрацювання даних сцени та файлів призначені Outliner, Properties, File Browser, Asset Browser, Preferences, Spread Sheet.

Кожен редактор має відповідне графічне позначення, що спрощує його ідентифікацію.

Детальний опис кожного з представлених редакторів Blender є достатньо об'ємним, тому зупинимося лише на тих, які найчастіше використовують при класичному полігональному моделюванні.

3D Viewport

3D Viewport (рис. 2.7) є чи не найголовнішим редактором програми. Він використовується для взаємодії із тривимірною сценою при створенні моделей, їх позиціонуванні, проектуванні у реальному часі, анімації тощо.

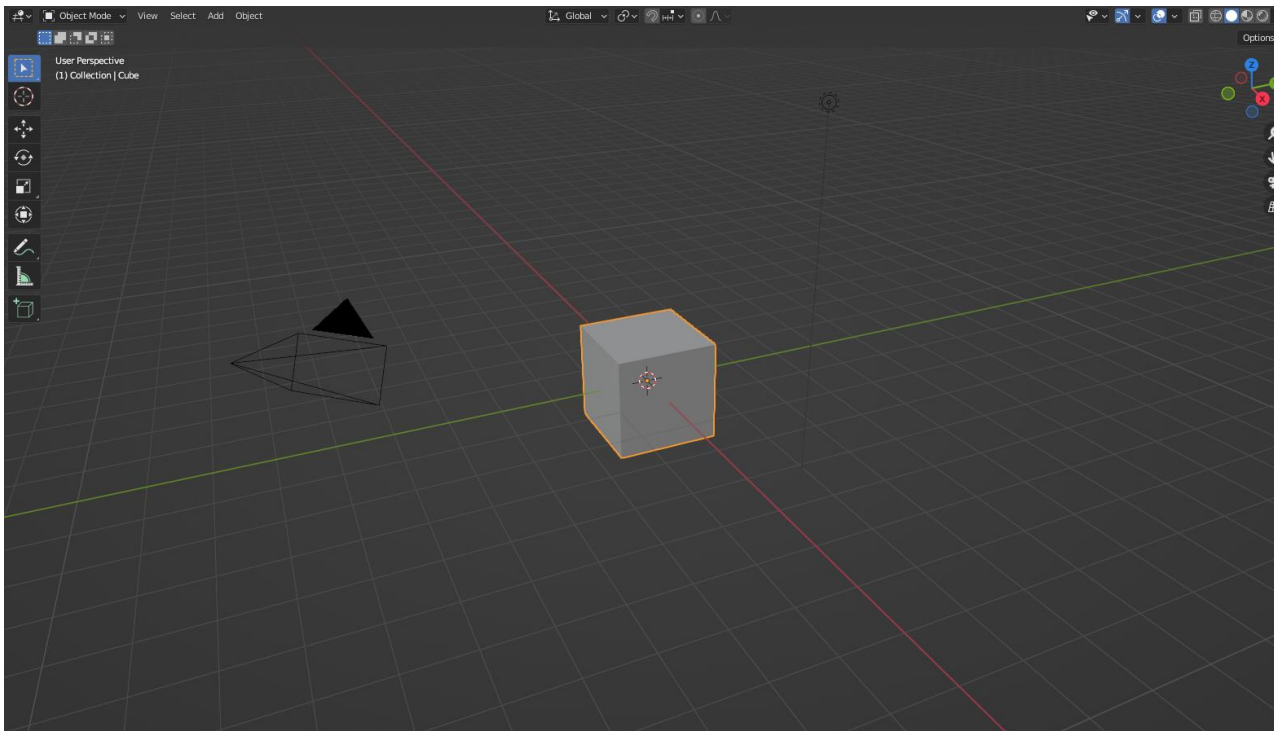


Рис. 2.7. 3D Viewport.

Редактор містить ряд важливих компонентів, що видозмінюються у процесі робочого процесу в залежності від контексту. Так у заголовку вікна 3D Viewport зліва на право перемикач режиму роботи, далі меню Views для навігації по 3D простору, Select – об'єктів; Add додавання нових базових мешів на сцену

та Object, що відображається тільки в об'єктному режимі та містить інструментарій для роботи із цілісним мешем та його трансформаціями.

По центру заголовка представлені контролери призначені для виконання трансформацій локальних та глобальних систем координат. У цій групі розміщені такі перемикачі: Transform Orientation – вибір точки відліку та системи координат (глобальна, локальна тощо); Pivot Point – використовується зміни опорної точки об'єкта або ж групи об'єктів; Proportional Edit – параметри пропорційного моделювання.

Правий верхній кут представлений функціями, які надають змогу користувачеві змінювати видимість компонентів об'єктів (Object Type Visibility), відображати точку спостереження за сценою через 3D Viewport (Viewport Gizmo), перемикати режими представлення сцени у 3D Viewport (Viewport Shading); налаштовувати, власне, роботу 3D Viewport (Viewport Overlayer) та робити сцену повністю прозорою (X-Ray).

Область для інструментів знаходиться ліворуч та містить набір функцій, які видозмінюються у залежності від режиму роботи у вікні 3D перегляду.

Outliner

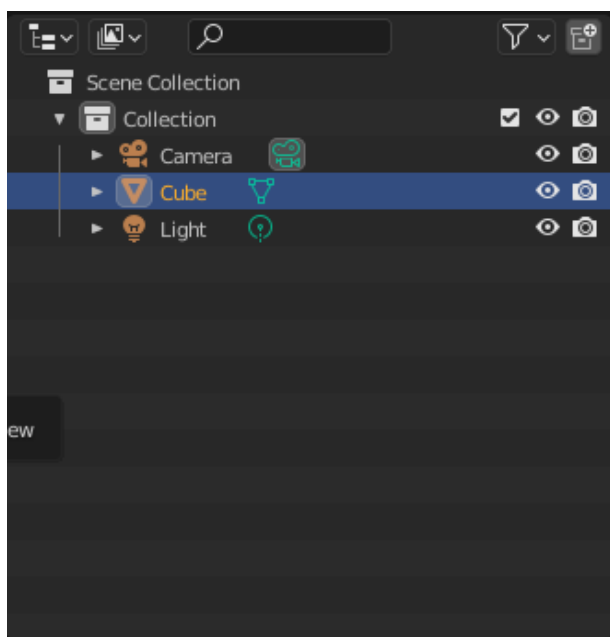


Рис. 2.8. Outliner.

Редактор Outliner (рис. 2.8) має вигляд списку, що організовує дані на 3D сцені та й загалом у blend-файлі. Найчастіше його використовують для: перегляду даних на сцені, вибору об'єктів на сцені; дозволяє / забороняє виділяти об'єктів у 3D Viewport, дозволяє / забороняти візуалізувати об'єкти; видаляти об'єкти із сцени; керувати колекціями тощо.

Загалом кожен рядок у редакторі є представленням блоку даних, який можна вибрати, виконавши клік лівою кнопкою миші по запису. Також у Outliner можна виконати перейменування об'єкта та змінити ієрархію використання даних.

Properties

Наступним важливим редактором (рис. 2.9), який використовується чи не найчастіше, у порівнянні із редактором 3D Viewport є Properties. Він містить декілька категорій, які представлені у спеціалізованих закладках – табках (Tabs).

Першою групою таких закладок є ті, що пов'язані із сценою у Blender. До них відносять Render (налаштування параметрів візуалізаторів), Output (місце розміщення результату рендеру), View Layer (надає змогу розподілити моделі та колекції по спеціальним шарам візуалізації); Scene (все, що пов'язано із загальними налаштуваннями самої сцени); World (налаштування глобального оточення та HDRI текстур).

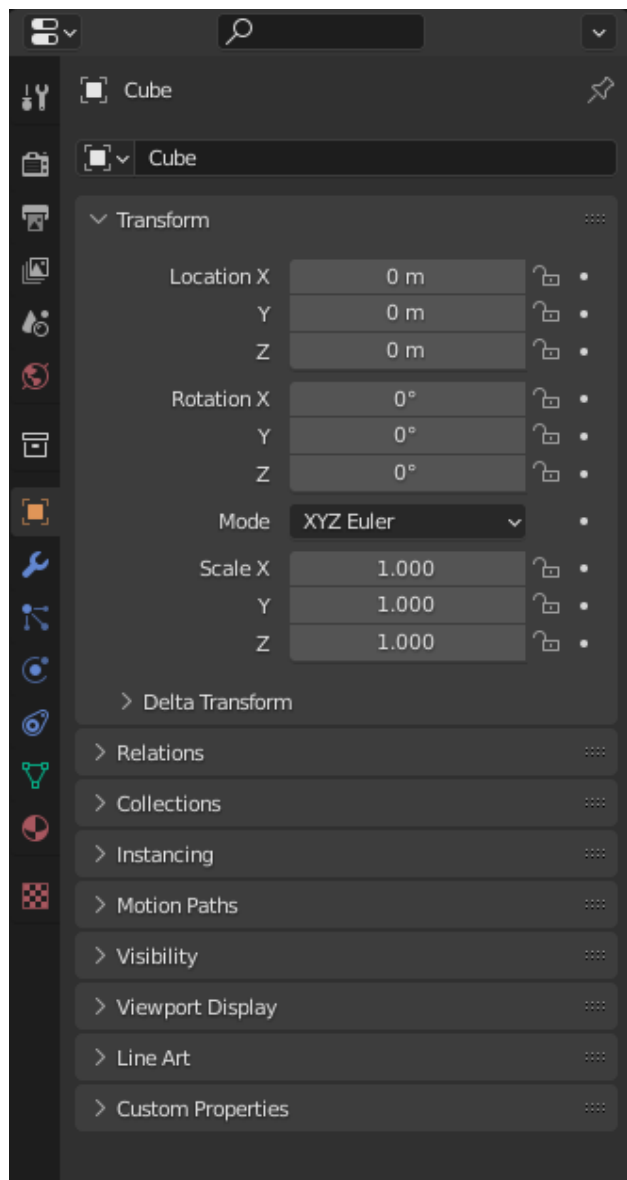


Рис. 2.9. Properties.

У контексті моделювання його майже не використовують і, зазвичай, для збільшення робочого простору приєднують цю область до 3D Viewport.

Звичайно це не повний опис всіх редакторів, представлених у програмі, але вони є основними і з ними найчастіше починає роботу початківець у сфері 3D графіки.

Далі йде група закладок, пов'язаних із модифікацією 3D об'єктів: Object, Modifiers, Object Visual Effects, Practicles, Physics, Objects Constraints.

Загалом редактор Properties може видозмінюватися у залежності від вибраного об'єкту. Зокрема основна вкладка має одне і те саме ім'я, але описує дані для Mesh, Curves, Surface, Text, Metaball, Grease Pencil тощо.

Timeline

Timeline – це ще один редактор (рис. 2.10), який входить у базові налаштування пресета Layout. Завдяки йому можна бачити розміщення ключових кадрів анімації та запускати її перегляд, але для побудови складної анімації його вже не достатньо і необхідно використовувати й інші, призначені для повноцінної побудови анімації редактори та пресети Blender.

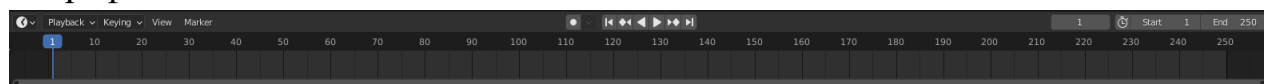


Рис. 2.10. Timeline.

Навігація у віртуальному 3D просторі

Тепер же перейдемо до ключового питання, а саме: «Як почати створювати 3D об'єкти?». Першим кроком на етапі знайомства із тривимірною графікою є освоєння навігації у тривимірному віртуальному просторі через редактор 3D Viewport. Для цього використовують як миш із трьома кнопками (звичайна миша із «скролом») так і клавіатуру, а також елементи інтерфейсу (зокрема Gizmo). Проте варто зауважити, що програма Blender побудована таким чином, що найоптимальнішою версією організації роботи із нею є використання комбінацій ключових клавіш для швидкого доступу до найбільш важливих команд та функцій. Саме тому зосередимо увагу на засвоєнні саме базових комбінацій клавіш, а не на використанні графічного інтерфейсу.

Отже розглянемо ключові функції, а саме обертання, переміщення та масштабування тривимірної сцени.

Обертання 3D сцени виконується за допомогою затискання скрола на миші з її одночасним переміщенням.

При одночасному натисканні клавіш Shift + Скрол відбувається переміщення сцени у межах 3D Viewport.

Якщо ж одночасно натиснути Ctrl + Скрол, то є можливість виконати точне масштабування сцени до вибраного об'єкта.

Проте інколи використання скрола є не досить зручним або взагалі не можливим, зокрема у окремих видах ноутбуків, що не мають спеціальної цифрової клавіатури. Тому в налаштуваннях (Edit – Preferences) є можливість встановити імітацію роботи миші із трьома кнопками та цифрової клавіатури. У такому випадку звичні операції можна виконати, натиснувши наступні комбінації клавіш та кнопок миші: Alt + Ліва кнопка миші (далі ЛКМ) – обертання сцени; Shift + Alt + ЛКМ – переміщення; Ctrl + Alt + ЛКМ – точне масштабування, а прокрутка колеса миші запускає дискретне моделювання.

Наступною важливою частиною навігації у 3D Viewport є використання цифрової клавіатури, функції якої, у випадку її відсутності можна переназначити верхньому ряду цифрових клавіш.

Розкриємо основні призначення цифрової клавіатури. Отже «1» дозволяє відобразити сцену на виді спереду, «7» – вид зверху, «3» – показує 3D об'єкт на виді справа. Якщо користувач натискає комбінацію клавіш Ctrl + «1», Ctrl + «7», Ctrl + «3», то йому демонструється вид ззаду, знизу та зліва відповідно. Кнопка із цифрою «5» – надає змоги замінити перспективне представлення сцени на ортографічну проекцію; клавіші «4» та «6» – обертають сцену відносно вертикальної осі, а «2» та «8» задають поворот сцени відносно горизонтальної осі екрана; «0» – вмикає вигляд із віртуальної камери, за умови її наявності на

сцені; «крапка» – наближає 3D Viewport до виділеного об'єкта, а «+» і «-» – реалізують дискретне наближення або ж віддалення від сцени.

Режими роботи із об'єктами у 3D Viewport

Для повноцінного розуміння процесу моделювання важливим є призначення режимів роботи із об'єктами у 3D Viewport (рис. 2.11). Це пов'язано із тим, що у залежності від вибраного режиму над виділеним об'єктом дозволяється виконувати чітко визначений набір операцій.

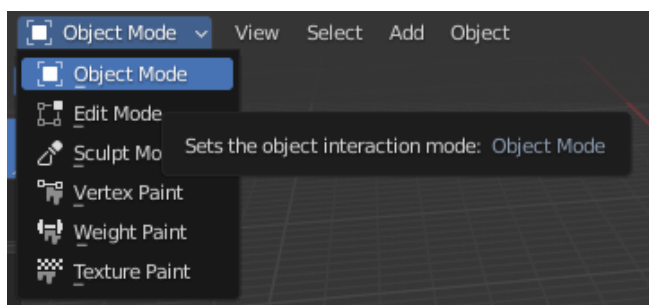


Рис. 2.11. Режими роботи із об'єктами у 3D Viewport.

Режими (у англійській термінології програми їх означають як Modes) відрізняються набором засобів та залежать від типу вибраної моделі. Загалом програма Blender має такі режими роботи: Object Mode (базовий режим роботи, який застосовується до всіх типів об'єктів); Edit Mode (режим

доступний до всіх об'єктів, які можуть бути візуалізованими); Sculpt Mode (застосовується тільки для мешів та дозволяє формувати 3D моделі аналогічно до роботи скульптора із глиною); Vertex Paint Mode (застосовується тільки для мешів та дозволяє задати кожній вершині визначений колір – по суті розфарбувати модель); Weight Paint Mode (знову ж застосовується тільки для мешів і надає змоги виконати динамічне текстурування моделі); Pracricle Edit Mode (призначений для модифікації системи частинок, особливо для створення природного вигляду волосся із частинок, шерстяного покриву органічних 3D моделей); Pose Mode (застосовується тільки при налаштуваннях скелетної анімації); Draw Mode (дозволяє працювати у режимі двовимірного скетчінгу).

Кожен із цих режимів потребує докладного опису його роботи і сфери застосування, але більш докладно буде розкрити тільки перших два, оскільки вони найчастіше застосовуються при класичному полігональному моделюванні.

Object Mode

Як уже зазначалося об'єктний режим роботи із моделями у 3D Viewport доступний у всіх типів об'єктів. У об'єктному режимі для операцій над тривимірними моделями доступні такі інструменти (рис. 2.12) : виділення об'єктів (ключова клавіша W), виділення прямокутною областю (ключова клавіша B), спеціальне коло виділення (ключова клавіша C), інструмент виділення «Лассо» (ключова клавіша L).

Ще одним важливим елементом редактора 3D Viewport є 3D курсор. Він використовується у багатьох ситуаціях при моделюванні. Найчастіше його використовують для позначення місця, де буде розміщено новий 3D об'єкт, або ж для позиціонування центра моделі тощо.

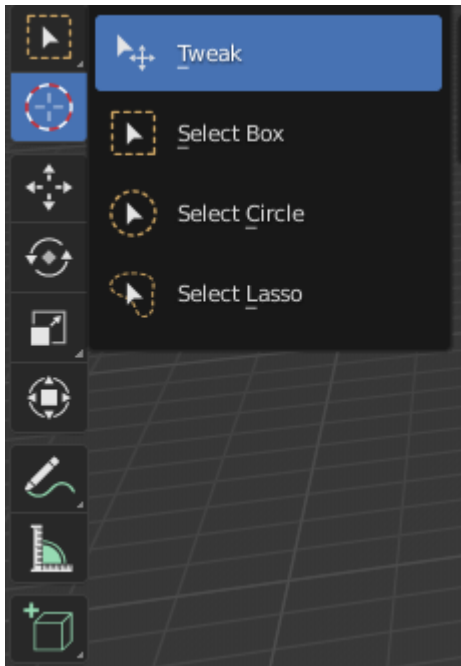


Рис. 2.12. Вигляд панелі інструментів у режимі Object Mode.

Наступна група на панелі інструментів задає: переміщення об'єктів у віртуальному тривимірному просторі (ключова клавіша G), обертання (ключова клавіша R), масштабування (ключова клавіша S) та задання всіх видів трансформації одночасно (ключова клавіша T).

У цьому ж контексті варто описати модифікацію об'єктів при трансформації за допомогою ключових клавіш. Blender 3D надає змогу вводити серію команд за допомогою клавіатури для точного позиціонування об'єктів. Так, щоб перемістити модель вздовж осі Z на задане значення (наприклад 1,5) достатньо натиснути таку комбінацію послідовно: G (виклик команди переміщення), Z (фіксація напрямку переміщення – буде виділено синьою лінією), на цифровій клавіатурі задати значення переміщення (1,5) і на кінець натиснути Enter, як підтвердження дії. Аналогічним чином можна задати серію для обертання та масштабування моделі.

При перетвореннях також варто враховувати, що трансформації необхідно застосовувати до об'єктів, оскільки некоректне масштабування або ж обертання може призвести, наприклад, до створення некоректної розгортки. Щоб викликати необхідне меню потрібно натиснути комбінацію клавіш Ctrl+A та вибрати необхідну трансформацію.




Решта команд панелі інструментів стосується додавання заміток (ключова клавіша D), вимірювання (послідовність натискань клавіш Space, а потім M) та додавання об'єктів – куб, циліндр, конус, UV-сфера або ж Ісо-сфера. Також додати базові меші або ж інші об'єктів для 3D моделювання, налаштування віртуального освітлення та точок спостереження (віртуальні камери) можна виконати за допомогою комбінації клавіш Shift+A.



Ще однією із важливих комбінацій клавіш є Shift+S, що дозволяє швидко позиціонування 3D курсор у необхідному місці.





Останні описані комбінації клавіш є чи не найбільш універсальними та застосовуються майже у всіх режимах роботи із об'єктом.




Edit Mode

Це чи не основний режим для створення форми тривимірної моделі і він передбачає редагування елементів мешу, а саме вершин, ребер та полігонів. Вибрати з яким елементами сітки користувач буде працювати можливо за допомогою ключових клавіш («1» – вершини, «2» – ребра, «3» – полігони), які розмішені над основною клавіатурою.

Щойно описані у попередньому параграфі інструменти панелі інструментів доповнюються командами, які дозволяють виконувати процес екстрадування  (ключова клавіша E), вставкою у полігон додаткового багатокутника із такою ж кількістю вершин  (клавіша I), та розміщення фаски на визначеному ребрі  (комбінація клавіш Ctrl+B).

Далі представленні інструменти створення розрізів: циклічний розріз  (комбінація клавіш Ctrl+R) та довільний розріз полігона командою «Ніж»  (клавіша K).

Об'єднати виділені вершини у полігон можна за допомогою клавіши F, а а створити багатокутник на основі вже існуючого – інструмент Poly Build ; циклічне екстрадування  (центральна вісь обертання проходить через 3D курсор та перпендикулярна до площини екрану) викликається послідовністю натискань клавіш Space потім Shift+O; згладити форму об'єкта – команда Smooth  або Space і потім Ctrl + «2»; перемістити ребро вздовж двох інших як направляючих  Space і потім Ctrl + «4».

Також у режимі редагування присутні інструменти, які дозволяють потоншити / потовщити меш об'єкта  (Space і потім Alt + S); виконати зсув  (Space і потім Ctrl + Alt + S); відділити точку  (Space і потім V).

Відділити полігон або групу багатокутників можна здійснити через меню, яке викликається клавішою P.

Перехід між режимами Object Mode та Edit Mode виконується да допомогою ключової клавіши Tab. Саме завдяки постійному переходу між і відбувається формування тривимірної моделі.

Модифікатори Blender

Важливою частиною створення сучасних тривимірних моделей є використання завчасно запропонованих програмних рішень, які дозволяють

виконувати автоматизацію побудови 3D об'єктів або їх елементів. У програмі Blender під модифікаторами (Modifiers) розуміють автоматизовані операції, які впливають на геометрію об'єкта і при цьому не руйнують полігональну сітку. До кожного об'єкта можна застосовувати декілька різних модифікаторів.

У Blender усі модифікатори об'єднані у чотири групи (рис. 2.13): modify (інструменти, які впливають не на загальну геометрію меша, а на визначені завчасно групи вершин), generate (це група інструментів конструктивної або ж деструктивної дії, що застосовується до всієї полігональної сітки), deform (дозволяє змінити форму об'єкта, але не міняє полігональну сітку меша), simulate (засоби, що дозволяють виконувати різні симуляції взаємодії 3D об'єктів). Модифікатори із останньої групи додаються автоматично, коли користувач умикає розрахунок симуляції поведінки системи частинок або ж фізичної взаємодії.

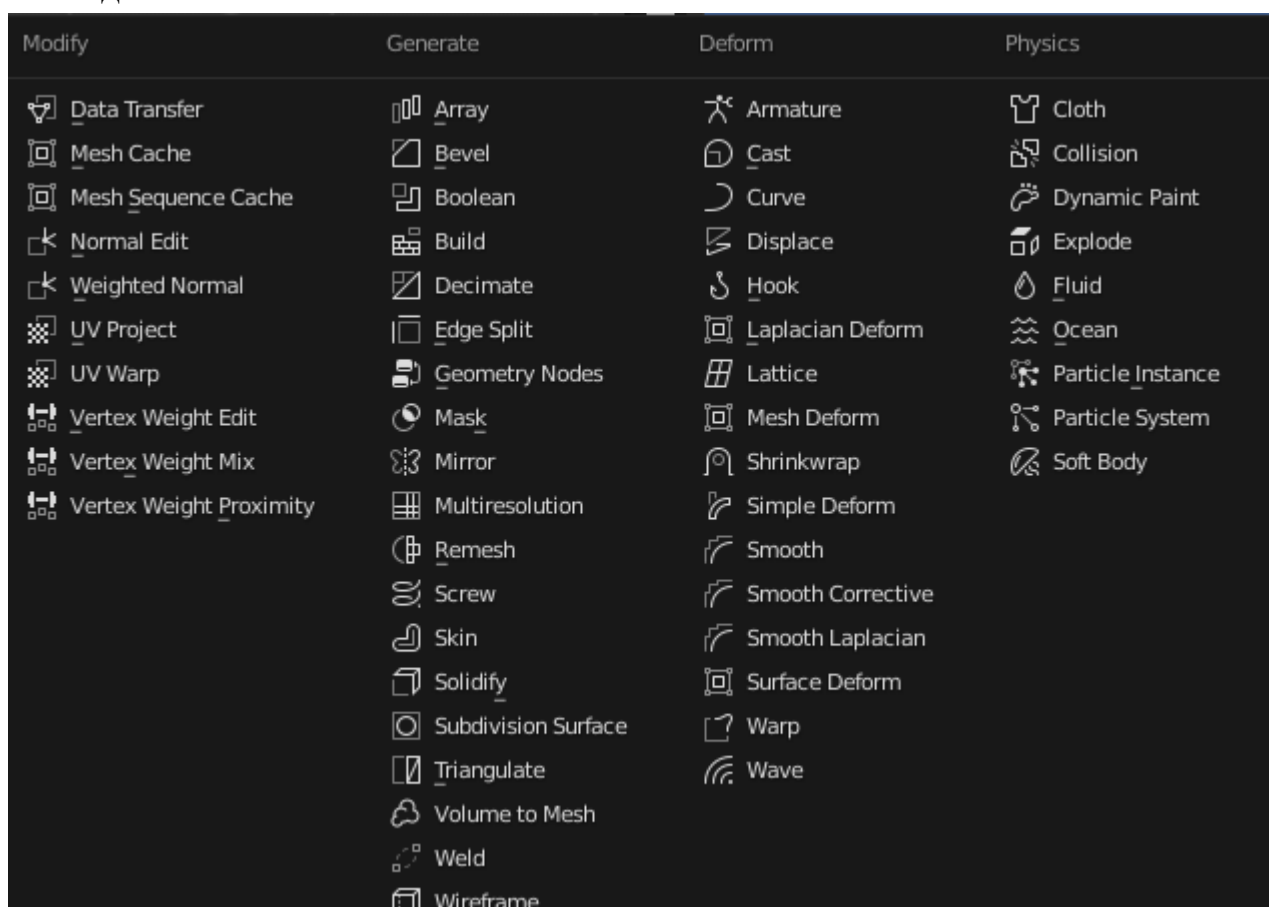


Рис. 2.13. Групи модифікаторів Blender.

При додаванні нового модифікатора у стек (рис. 2.14) одразу ж розкривається спеціальне меню, елементи керування яким подібне для всіх модифікаторів. Зверху, на панелі розміщується заголовок, у якому містяться зліва направо такі елементи інтерфейсу: стрілка (згортає / розгортає налаштування модифікатора), назва модифікатора, далі відображаються перемикачі, які: демонструють/ приховують дію модифікатора у об'єктному режимі, у режимі редагування, у самому 3D Viewport та під час візуалізації.

Потім під стрілкою, яка орієнтована до низу, розміщується випадаюче меню із командами: Apply (застосовувати модифікацію), Duplicate (скопіювати налаштування модифікатора і зробити на основі їх новий); Copy to Selected (копіює модифікатор та застосовує його до визначеного об'єкта); Move to First / Last – переміщує модифікатор по черзі у стеку.

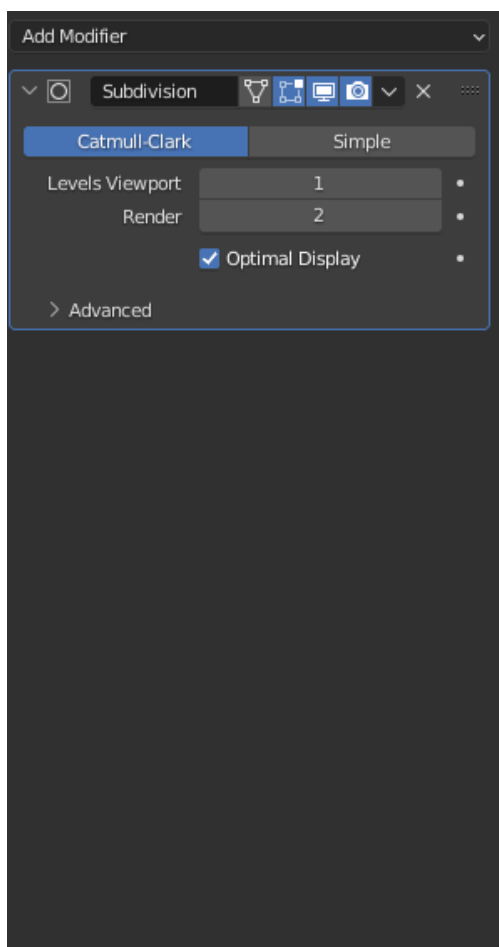


Рис. 2.14. Стек та меню роботи із модифікатором.

Стек є також важливою частиною практики застосування модифікаторів, а їх порядок впливає на кінцевий результат. Найвище розташовуються ті, які будуть застосовуватимуться першими, а найнижчі – останніми.

Група модифікаторів Genarate

Серед усіх видів модифікаторів найчастіше застосовують ті, які утворюють групу Genarate (рис. 2.15). Саме вона є найчисленнішою і тому докладно опишемо модифікатори із цієї групи. Першим модифікатором цієї групи є Array, який дозволяє створювати масив копій за вказаним патерном або правилом.

Модифікатор Bevel містить інструменти для створення фасок на вказаних об'єктах.

Булеві операції (об'єднання, перетин та різниця) із тривимірними моделями дозволяє виконувати Boolean.

Модифікатор Build дозволяє відображати / ховати полігони меша один за одним із плином часу. Часто використовують для створення ефекту руйнування.

Decimate дозволяє зменшити кількість вершин, ребер, полігонів при мінімальних змінах форми.

Модифікатор Edge Split дозволяє розбити, продублювати ребра усереднені сітки полігонів, руйнуючи «зв'язки» навколо межових ребер.

Важливо зазначити, що у останніх версіях Blender користувачам надали змогу самостійно визначати функціонал модифікаторів за допомогою візуального програмування за допомогою Geometry Nodes.

Mask Modifier дозволяє динамічно приховувати вершини, за допомогою завчасно визначених груп вершин.

Модифікатор Mesh to Volume Modifier застосовується для того, щоб вказати, які об'єми (частина простору, яка обмежується полігонвльною сіткою) можуть заповнюватися газоподібною структурою.

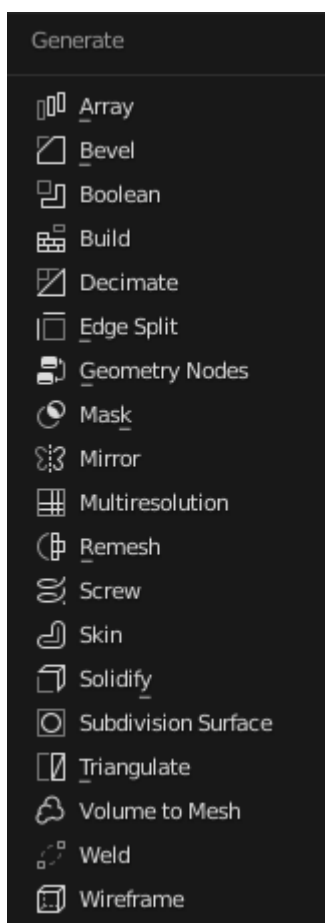


Рис. 2.15.
Модифікатори
групи Genarate.

меша на трикутники.

Volume to Mesh зворотна дія до модифікатора Mesh to Volume.

Модифікатор Weld дозволяє вилучити дублюючі вершини, як попадають у певний визначений окіл і таким чином спростити сітку об'єкту.

Ну і останній модифікатор із групи Genarate – це Wireframe Modifier, який дозволяє перетворити сітку у певний каркасний об'єкт, прибравши заповнення полігонів.

Модифікатор Mirror є одним із тих, які найчастіше використовуються при моделюванні, зокрема при створенні симетричних об'єктів.

Multiresolution дає можливість виконати поділ сітки подібно до модифікатора Subdivision Surface, але на відміну від останнього дозволяє редагувати рівні поділу у режимі цифрової скульптури (Sculpt Mode).

Модифікатор Remesh дозволяє створити нову сітку для об'єкту, що моделюється. Особливістю його роботи є те, що нова сітка містить менше чотирикутників для опису форми моделі.

Screw Modifier є найпростішим інструментом для створення поверхонь обертання або ж гвинтоподібних поверхонь.

Модифікатор Skin дозволяє виконати накладання поверхні на основу із ребер та вершин, використовуючи їх як каркас.

Solidify додає потовщення визначеної поверхні.

Subdivision Surface застосовується для підвищення деталізації сітки об'єкту шляхом поділу полігонів та згладження поверхні.

Triangulate modifier виконує розбиття полігонів

Питання для самоперевірки

1. Назвіть основні етапи розвитку програмного комплексу тривимірної графіки Blender 3D.
2. Опишіть основні компоненти інтерфейсу Blender 3D.
3. Із чого складається система вікон програми?
4. Які елементи входять панелі меню? Опишіть їх.

5. Що являє собою робочий простір Blender?
6. Які групи редакторів присутні у програмі тривимірної графіки Blender? Дайте їм характеристику.
7. Що являє собою 3D Viewport?
8. Охарактеризуйте редактори Outliner, Properties, Timeline та їх призначення.
9. Як виконується навігація у тривимірному просторі?
10. Назвіть основні режими роботи із об'єктами у 3D Viewport.
11. Які відмінності між режимами Object Mode та Edit Mode.
12. Що являють собою модифікатори Blender? Які їх основні групи?
13. Охарактеризуйте групу модифікаторів Generate.

Замість післямови

Підсумовуючи зауважимо, що це не повний опис інструментарію програми Blender, який доступний користувачу при роботі з програмою. Існує велика кількість тем, без яких розуміння процесу тривимірного моделювання є неповним. До таких варто віднести питання, пов'язані із створенням коректної сітки просторових багатокутників при класичному полігональному моделюванні; моделювання об'єктів у режимі скульптури; створення реалістичних матеріалів для моделей; використання розготовок та текстурування; налаштування взаємодії об'єктів між собою та частинками; моделювання природних об'єктів та погодних явищ; створення органічних форм; ригінг та скелетна анімація; інструментарій корекції результату візуалізації; засоби вбудованого відеоредактора тощо.

Тут же було зосереджено увагу на ознайомленні студентів із самим процесом моделювання 3D об'єктів та ключовими інструментами моделювання у програмному комплексі Blender. Саме тому робота одним із наступних навчально-методичних посібників буде присвячено одній із ще не описаних, але вже згаданих важливих тем тривимірної графіки та анімації.

Лабораторна робота № 1

Тема. Тривимірна графіка. Редактор тривимірної графіки. Blender.

Мета: навчитися створювати найпростіші тривимірні віртуальні сцени та виконувати їх візуалізацію.

Хід виконання

1. Встановіть тривимірний редактор Blender 3D та виконайте його початкове налаштування.
2. Проаналізуйте представлене у Вашому варіанті завдання, визначіть основні етапи створення моделі.
3. Застосовуючи інструменти тривимірного редактору Blender, повторити представлену у Вашому варіанті модель (додаток). Стилiстика має максимально бути наближена до оригіналу.
4. Виконайте початкові налаштування матеріалів для об'єктів. Кольорова гама моделі має відповідати прикладу відповідного варіанту.
5. Здійсніть налаштування віртуального простору та встановіть налаштування віртуальної камери і освітлення так, щоб після рендеру зображення максимально відповідало референсу.
6. Виконана робота має бути збережена у форматі, характерному використовуваному редактору (blend), всі додаткові матеріали збережені у одному файлі і мати назву Прізвище_CG_V_NN.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні формати файлів для програм тривимірної графіки
2. Які існують основні підходи до створення сучасних тривимірних моделей?
3. Опишіть складові інтерфейсу Blender.
4. У чому полягає сутність полігональне моделювання у Blender?

Лабораторна робота № 2

Тема. Моделювання відкритого простору у програмі Blender.

Мета: навчитися створювати композицій тривимірних моделей при проектуванні віртуального відкритого простору.

Хід виконання

1. Проаналізуйте представлене у Вашому варіанті завдання, визначіть основні етапи створення моделі.
2. Застосовуючи інструменти тривимірного редактору Blender, повторити представлену у Вашому варіанті модель відкритого простору (додаток). Стилiстика має максимально бути наближена до оригіналу.
3. Виконайте початкові налаштування матеріалів для об'єктів у пресеті Shading. Кольорова гама моделі має відповідати прикладу відповідного варіанту.
4. Здійсніть налаштування віртуального простору та встановіть налаштування віртуальної камери і освітлення так, щоб після рендеру зображення максимально відповідало референсу.
5. Виконана робота має бути збережена у форматі, характерному використовуваному редактору (blend), всі додаткові матеріали збережені у одному файлі і мати назву 'Прізвище_CG_V_NN'.

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте основні підходи до створення складних матеріалів та текстур у програмі Blender
2. Опишіть процес побудови розгортки об'єкта та його текстурування.
3. У чому полягає сутність налаштування віртуального освітлення для відкритих 3D сцен?
4. Що таке HDRI карти?

Лабораторна робота № 3

Тема. Моделювання для ізометричної візуалізації інтер'єру.

Мета: навчитися створювати композицій тривимірних моделей при проектуванні інтер'єру.

Хід виконання

1. Проаналізуйте представлене у Вашому варіанті завдання, визначіть основні етапи створення моделі.

2. Застосовуючи інструменти тривимірного редактору Blender, повторити представлену у Вашому варіанті модель для ізометричної візуалізації інтер'єру (додаток). Стилістика має максимально бути наближена до оригіналу.

3. Виконайте початкові налаштування матеріалів для об'єктів у пресеті Shading. Кольорова гама моделі має відповідати прикладу відповідного варіанту.

4. Здійсніть налаштування віртуального простору та встановіть налаштування віртуальної камери і освітлення так, щоб після рендеру зображення максимально відповідало референсу.

5. Виконана робота має бути збережена у форматі, характерному використовуваному редактору (blend), всі додаткові матеріали збережені у одному файлі і мати назву 'Прізвище_CG_V_NN'.

Контрольні запитання

1. У чому полягає процес візуалізації тривимірної сцени?
2. Які рушії рендеру присутні у програмному комплексі тривимірної графіки Blender 3D?
3. Як виконати налаштування віртуальної камери?
4. Як виконати рендер ізометричної проекції?

Лабораторна робота № 4

Тема. Моделювання об'єкта за референсами..

Мета: навчитися виконувати моделювання тривимірного об'єкту за двовимірними зображеннями – референсами.

Хід виконання

1. Проаналізуйте представлене у Вашому варіанті завдання, визначіть основні етапи створення моделі.

2. Застосовуючи інструменти тривимірного редактору Blender, створити модель за завчасно підготовленими у Вашому варіанті референсами. (додаток). Стилістика має максимально бути наближена до оригіналу.

3. Виконайте початкові налаштування матеріалів для об'єктів у пресеті Shading. Кольорова гама моделі має бути максимально реалістичною.

4. Здійсніть налаштування віртуального простору та встановіть налаштування віртуальної камери і освітлення так, щоб після рендеру зображення максимально реалістичним.

5. Виконана робота має бути збережена у форматі, характерному використовуваному редактору (blend), всі додаткові матеріали збережені у одному файлі і мати назву 'Прізвище_CG_V_NN'.

Контрольні запитання

1. Що являє собою поняття «референс»? Назвіть його приклади.
2. Завдяки яким інструментам відбувається налаштування сцени при моделюванні за референсами?
3. Що означає створити hard surface модель?

Додаток А

Список рекомендованих джерел та літератури

Основна

1. Власій О. О. Комп'ютерна графіка. Обробка растрових зображень: навчально-методичний посібник. Івано-Франківськ: ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2015. 72 с. URL: http://personal.pu.if.ua/depart/olesia.vlasii/resource/file/Vlasii_Dudka_Graph.pdf.
2. Кащеев Л. Б. Информатика. Основи комп'ютерної графіки: навчальний посібник. Х.: Видавництво «Ранок», 2011. 160 с. URL: <https://bookland.com/download/r/rk/rk-ingr4643/sample.pdf>.
3. Пічугін М. Ф. Комп'ютерна графіка: навч. посібник. Київ: Центр учбової літ., 2013. 346 с.
4. Beacher O. Blender 3D By Example: a project-based guide to learning the latest Blender 3D, EEVEE rendering engine and Grease Pencil. Packt Publishing, 2020. 658 p.
5. Blain J. M. The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modeling & Animation. A K Peters/CRC Press, 2019. 560 p.

Додаткова

1. Власій О. О. Комп'ютерна графіка. Обробка растрових зображень: навчально-методичний посібник. Івано-Франківськ: ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2015. – 72 с. URL: http://personal.pu.if.ua/depart/olesia.vlasii/resource/file/Vlasii_Dudka_Graph.pdf.
2. Горелик О. Самоучитель 3ds Max 2020. БХВ, 2021. 544 с.
3. Емброуз Г., Оно-Білсон Н. Основи. Графічний дизайн 01. Підхід і мова. К :ArtHuss, 2019. 192 с.
4. Blain J. M. An Introduction to Blender 3D: A book for beginners. URL: <https://download.blender.org/documentation/pdf/John%20M%20Blain%20-%20An%20Introduction%20To%20Blender%203D%20-%20A%20Book%20For%20Beginners%20%282011%29.pdf>
5. Chronister J. Blender basics. URL: <https://www.evl.uic.edu/spiff/class/cs426/BlenderBasics2ndEdition.pdf>

Інтернет ресурси

1. Офіційна сторінка Blender URL: <https://www.blender.org/>.
2. Blender Guru. URL: <https://www.blenderguru.com/>
3. SheepIt. URL: <https://www.sheepit-renderfarm.com/>
4. Textures. URL: <https://www.textures.com/>

Додаток Б

Завдання до лабораторної роботи № 1

Варіант 1¹



Варіант 2



¹ Всі зображення для варіантів взяті із сайту <https://dribbble.com/>.

Варіант 3



Варіант 4





Додаток В

Завдання до лабораторної роботи № 2

Варіант 1²



Варіант 2



² Всі зображення для варіантів взяті із сайту <https://polycount.com/discussion/187752/unity-lowpoly-environments>

Варіант 3



Варіант 4



Варіант 5



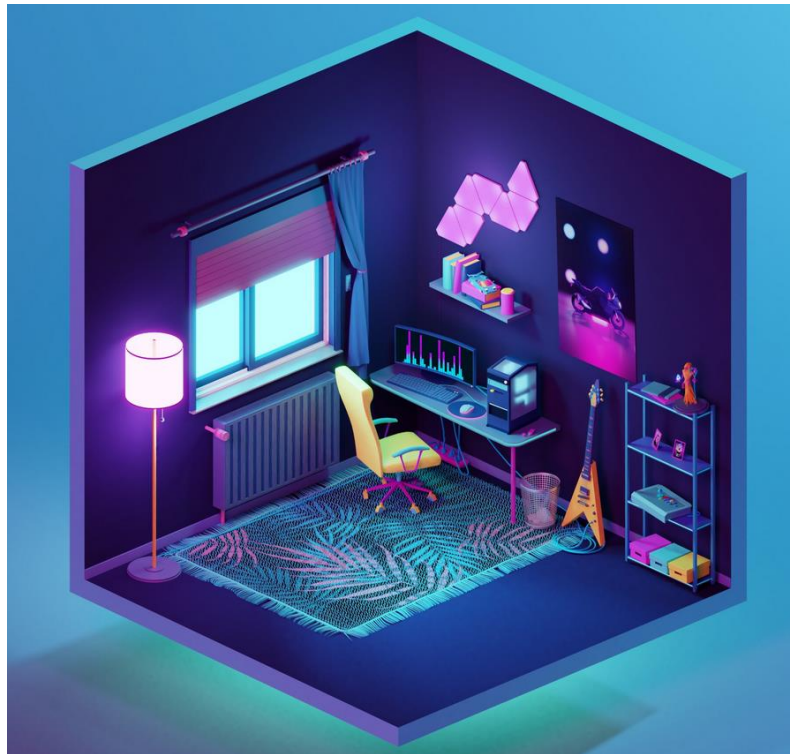
Додаток Г

Завдання до лабораторної роботи № 3

Варіант 1³

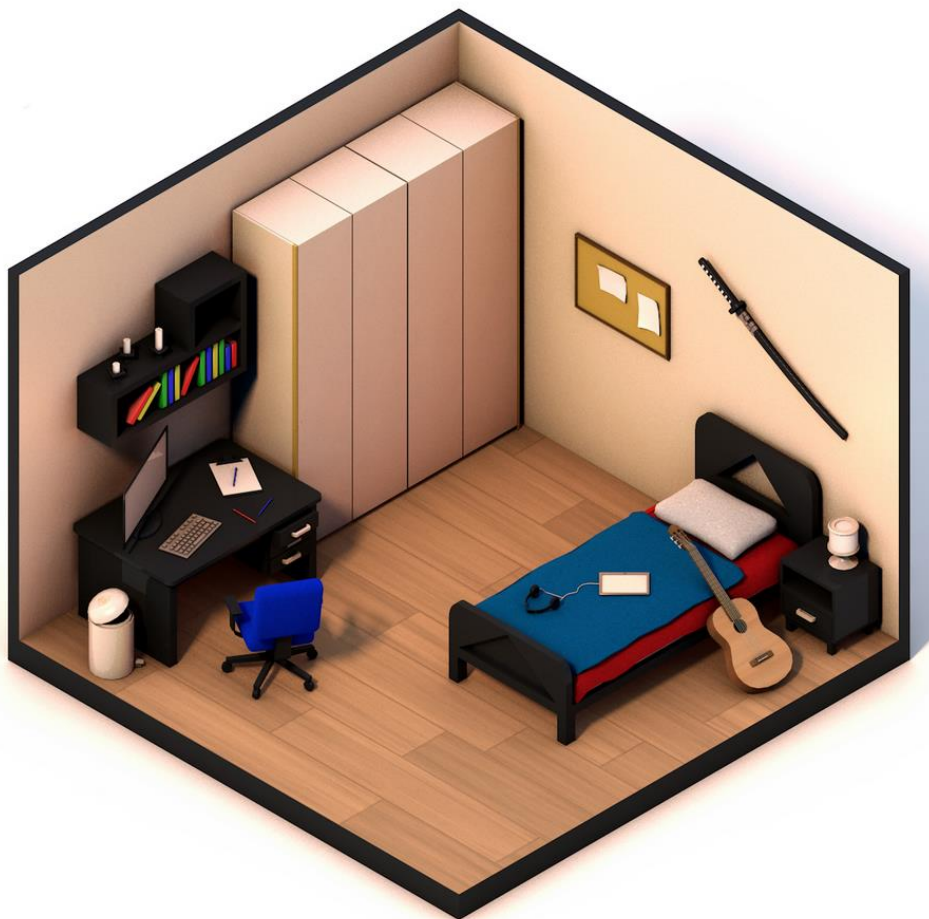


Варіант 2



³ Всі зображення для варіантів взяті із сайту <https://dribbble.com/>.

Варіант 3



Варіант 4

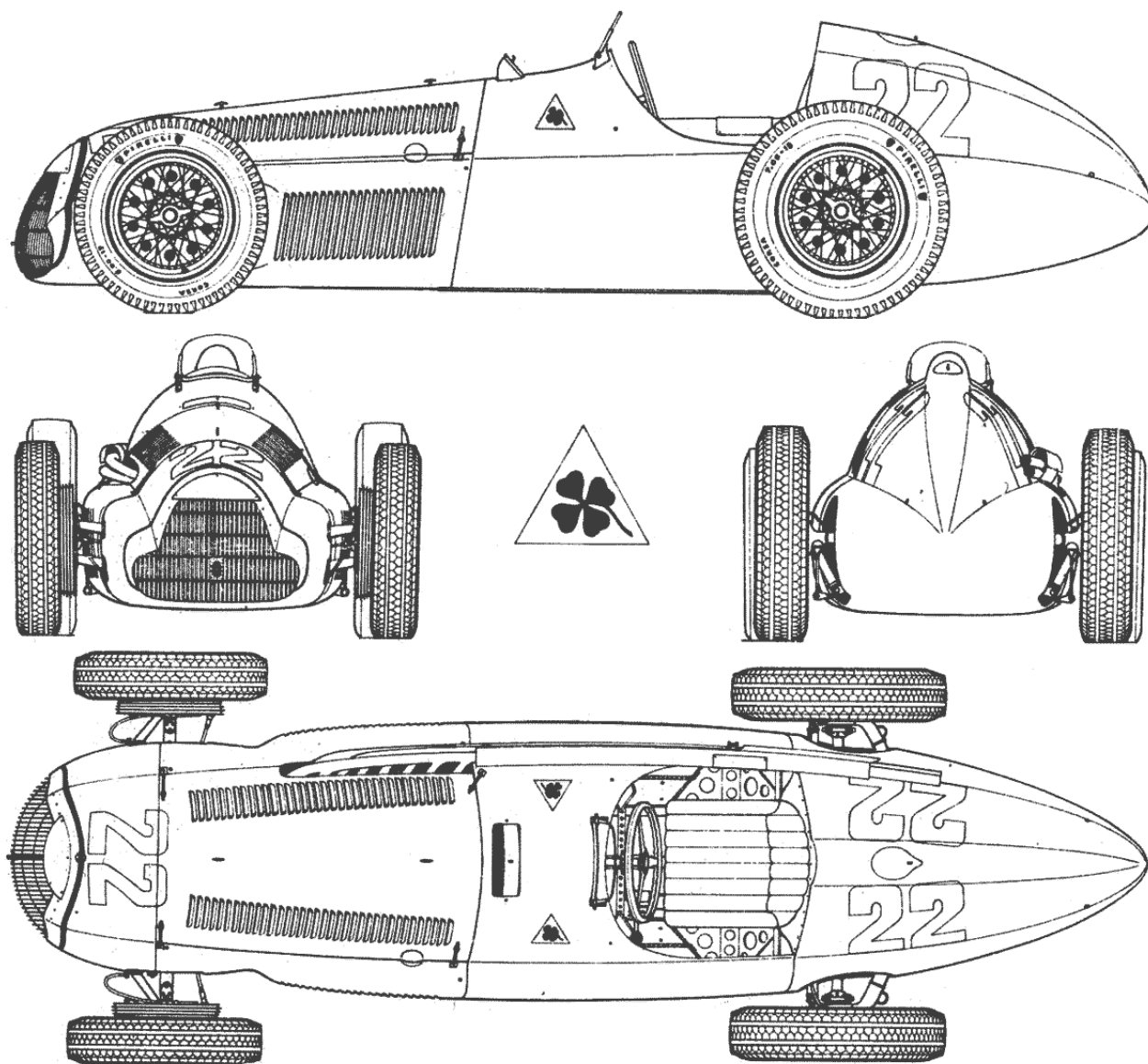


Варіант 5



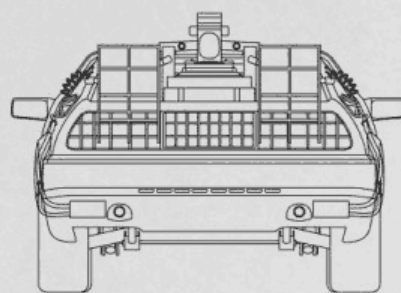
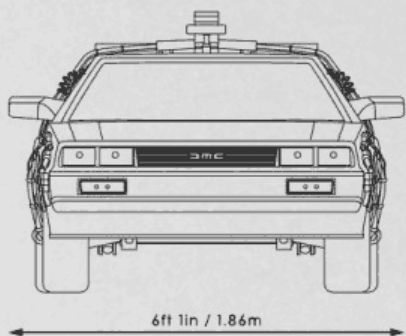
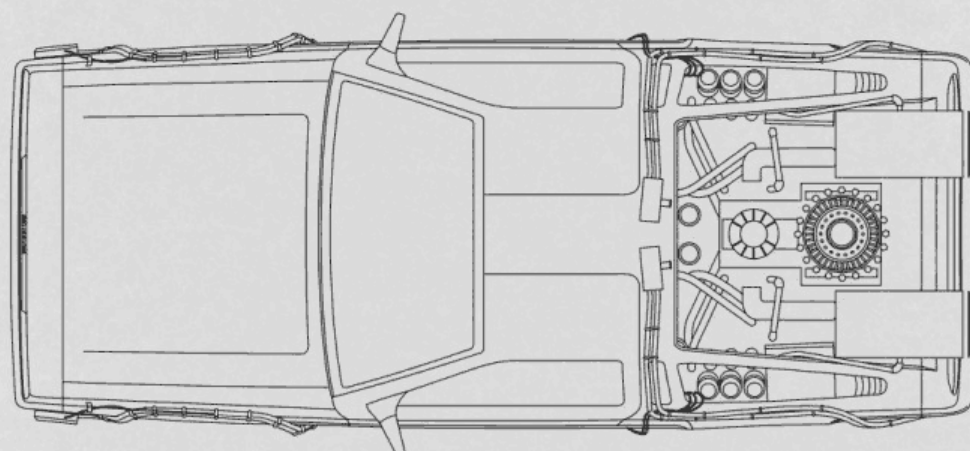
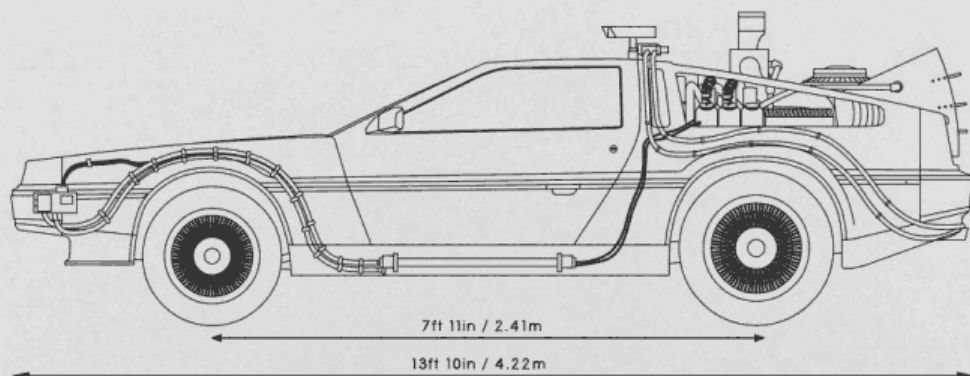
Додаток Д
Завдання до лабораторної роботи № 4

Варіант 1⁴



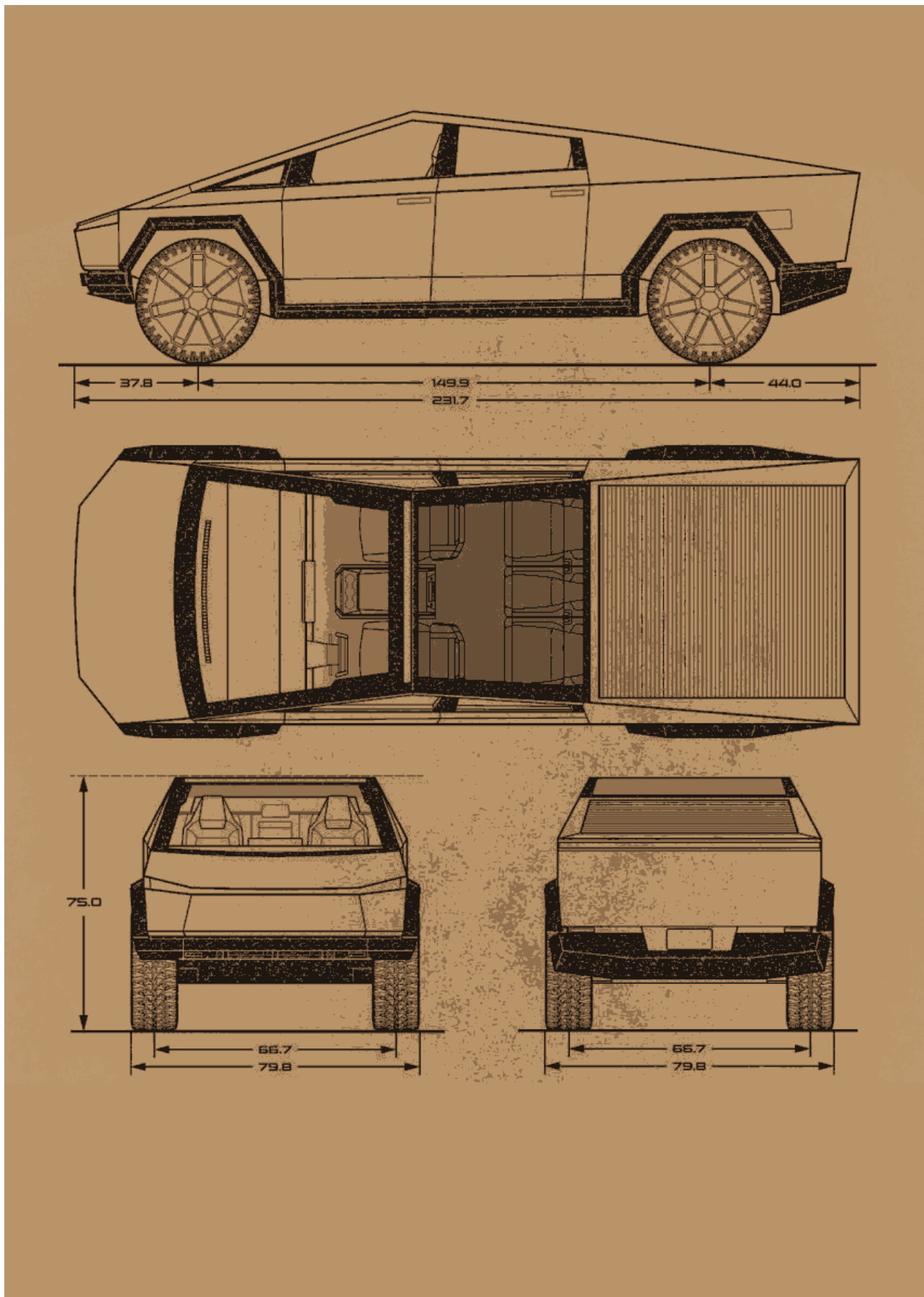
⁴ Всі зображення для варіантів взяті із сайту <https://drawingdatabase.com/>

Вариант 2

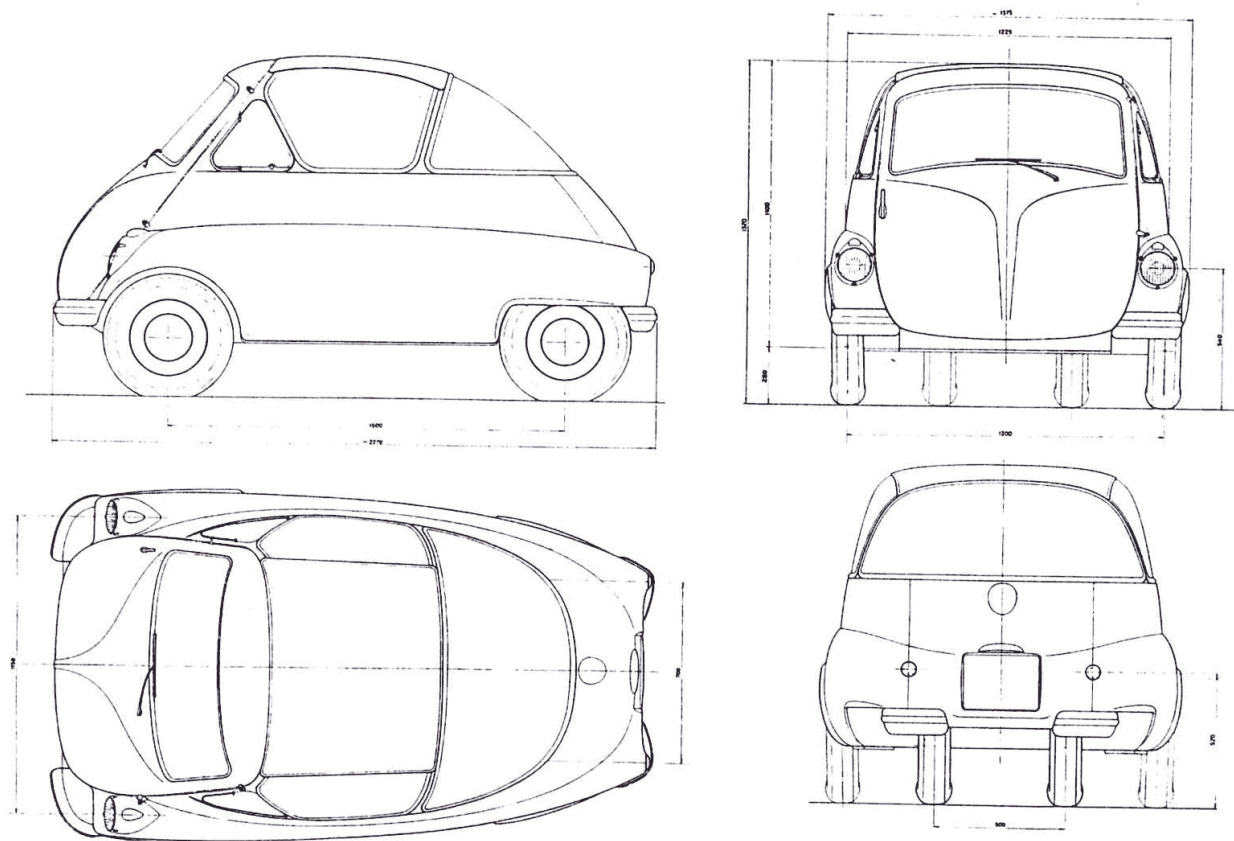


DeLorean DMC-12 Back to the Future	
Production	1985
Engine	Fusion Reactor
Horsepower	a lot
Torque	too much
Max speed	88 mph / 142 km/h

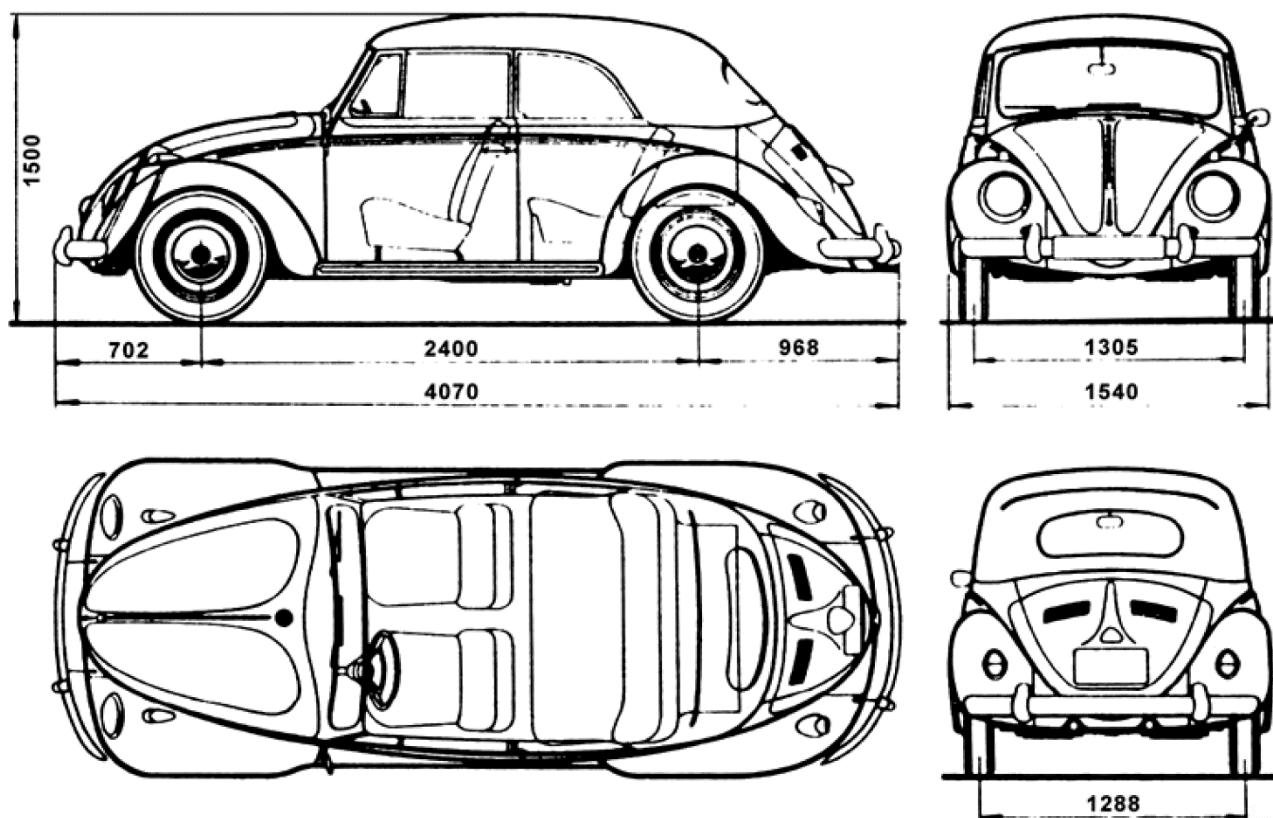
Варіант 3



Варіант 4



Варіант 5



Навчальне видання

Мосіюк Олександр Олександрович

РЕДАКТОРИ ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ

Навчально-методичний посібник

Дизайн обкладинки О. О. Мосіюк
Редактор: О. О. Мосіюк
Комп'ютерне верстання О. О. Мосіюк

Видавництво Житомирського державного університету імені Івана Франка
10008, м. Житомир, вул. Велика Бердичівська, 40
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ЖТ № 10 від 07.12.2004 р.
електронна пошта (E-mail): zu@zu.edu.ua