

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
«Інтегровані комп'ютерні системи»
для студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
за освітньою програмою «Спеціалізовані комп'ютерні системи»
усіх форм навчання.
Частина III

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Інтегровані комп'ютерні системи» для студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія за освітньою програмою «Спеціалізовані комп'ютерні системи» усіх форм навчання. Частина III / Укл.: М.Ю. Тягунова, С.С. Грушко, К.М. Касьян, М.М. Касьян – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 60 с.

Укладачі: М.Ю. Тягунова, доцент, к.т.н.
С.С. Грушко, доцент, к.т.н.
К.М. Касьян, доцент, к.т.н.
М.М. Касьян, доцент, к.т.н.

Рецензент: С.Ю. Скрупський, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск: К.М. Касьян, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри КСМ
Протокол № 10
від "21" травня 2024 р.

Рекомендовано до видання
на засіданні НМК факультету КНТ
Протокол № 13
від "13" червня 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 Лабораторна робота №6.....	5
Інтерфейс, налаштування та керування сценою.....	5
в 3D-редакторі Blender.....	5
1.1 Інтерфейс Blender.....	5
1.2 Налаштування Blender.....	11
1.3 Управління сценою в Blender.....	16
1.4 Практичне завдання.....	24
1.5 Зміст звіту.....	26
2 Лабораторна робота №7.....	27
Базові трансформації та основи редагування Mesh-об'єктів.....	27
2.1 Базові трансформації.....	27
2.2 Об'єктний режим та режим редагування.....	30
2.3 Mesh-об'єкти.....	34
2.4 Практичне завдання.....	41
2.5 Зміст звіту.....	45
3 Лабораторна робота №8.....	46
Створення та редагування Mesh-об'єктів за допомогою інструментів Extrude та Subdivide.....	46
3.1 Extrude – екструдкування.....	46
3.2 Subdivide – підрозділ.....	52
3.3 Практичне завдання.....	57
3.4 Зміст звіту.....	59
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	60

ВСТУП

Моделювання – це багатогранна наука, оскільки моделювання буває різним.

Узагальнено кажучи, в процесі моделювання створюються об'єкти–моделі, мета яких замінити об'єкт–оригінал при вивченні. При цьому модель повинна мати значущі для цього дослідження властивості оригіналу, а незначні для даного досвіду можна опустити.

Нині широко застосовується комп'ютерне моделювання, коли опис об'єкта чи явища зберігається у пам'яті комп'ютера, при цьому використовуються спеціальні програми. У свою чергу комп'ютерне моделювання також буває різним. Наприклад, математичним, коли якийсь явище або процес описується за допомогою математичних формул, обчислення за якими виконує комп'ютер.

При графічному моделюванні вирішується завдання візуалізації явища чи процесу. Це буває необхідно, коли є потреба у наочному поданні явища через його складність. Важливу роль відіграє 3D–моделювання, тобто розробка моделі об'єкта в тривимірному просторі.

Окремо слід виділити моделювання в реальному часі, при якому створювана система реагує на вплив ззовні, тобто – взаємодіє з об'єктами реального світу. Прикладом системи реального часу може бути гра. Однак сфера застосування моделювання в реальному часі набагато ширша і має важливе практичне та наукове значення.

Ми звикли до уявлення простору як трьох взаємно перпендикулярних осей вимірів: X , Y та Z . Це відповідає сприйняттю людиною довжини, ширини та висоти об'єктів. Крім цього, об'єкти можуть змінювати свої властивості, у тому числі положення в тривимірному просторі. Зміна властивостей відбувається вздовж четвертого виміру – часу. Таким чином, ми отримуємо чотиривимірний простір.

Щоб відтворити чотиривимірний простір, до 3D–моделювання треба додати анімацію.

Blender – це середовище розробки тривимірної графіки та анімації, що вільно розповсюджується та має відкритий програмний код. Blender має тривалу історію розвитку, професійну команду розробників та велику популярність.

Офіційний сайт проєкту Blender – <https://www.blender.org/>

1 Лабораторна робота №6

Інтерфейс, налаштування та керування сценою в 3D-редакторі Blender

Метою роботи є вивчити інтерфейс **Blender** – ознайомитись з областями, редакторами, регіонами, вкладками та панелями. Навчитися налаштовувати інтерфейс під свої задачі, керувати сценою та зберігати проєкт.

1.1 Інтерфейс Blender

3D-моделювання – складний, багатовступінчастий, багатогранний процес із своїми особливостями. Як результат, середовища для створення тривимірної графіки та анімації мають складний інтерфейс. Blender не є винятком, крім того, вікно програми налаштовується залежно від виконуваних завдань та уподобань користувача.

У Blender поряд із звичайними клавішами активно використовується Numrad – цифровий блок праворуч на клавіатурі. Якщо його немає, можна змінити налаштування або скористатися кнопками в інтерфейсі. Однак зручніше мати цифровий блок.

На рисунку 1.1 показано, як переключити функції нумпада на звичайні цифрові клавіші, якщо в цьому є потреба. Це вікно відкривається через меню Edit → Preferences.

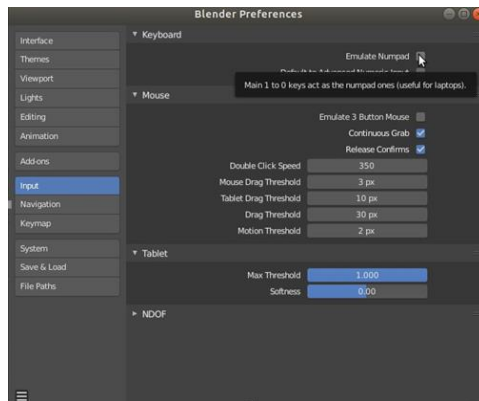


Рисунок 1.1 – Перемикач функцій нумпада на звичайні цифрові клавіші

Після запуску Blender ми бачимо приблизно таку картину (рис.1.2).

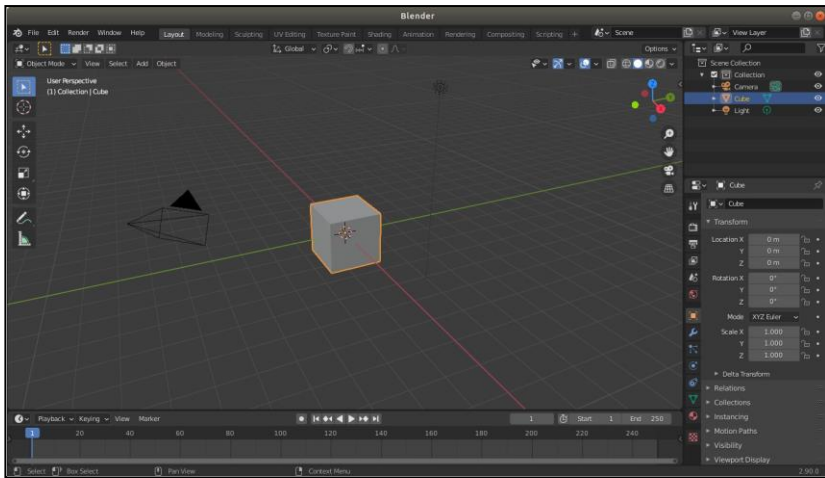


Рисунок 1.2 – Інтерфейс 3D редактора Blender за замовчуванням

Вгорі знаходиться верхня панель, на якій розміщені іконка, меню програми (починається з File), вкладки для перемикавання на різну розмітку робочих областей (починається з Layout), меню для вибору сцен і шарів (Scene, View Layer).

У самому низу вікна знаходиться рядок стану, він призначений для інформування про поточні стани та налаштування.

Решта місця вікна програми розділено на 4 області – areas (рис.1.3). Їх кількість та розмір можна змінювати.

Кожна область включає один редактор (editor). Редактори в області можна міняти.

У заголовку кожного редактора з лівого боку є кнопка, при натисканні на яку з'являється один і той же список, що випадає з наявними в Blender редакторами (рис.1.4).

Якщо ми подивимося на вихідну розмітку областей (рис.1.3) та список редакторів (рис.1.5), то зрозуміємо, що найбільшу область 1 займає редактор 3D Viewport, в області 2 знаходиться Outliner, 3 – Properties, 4 – Timeline.

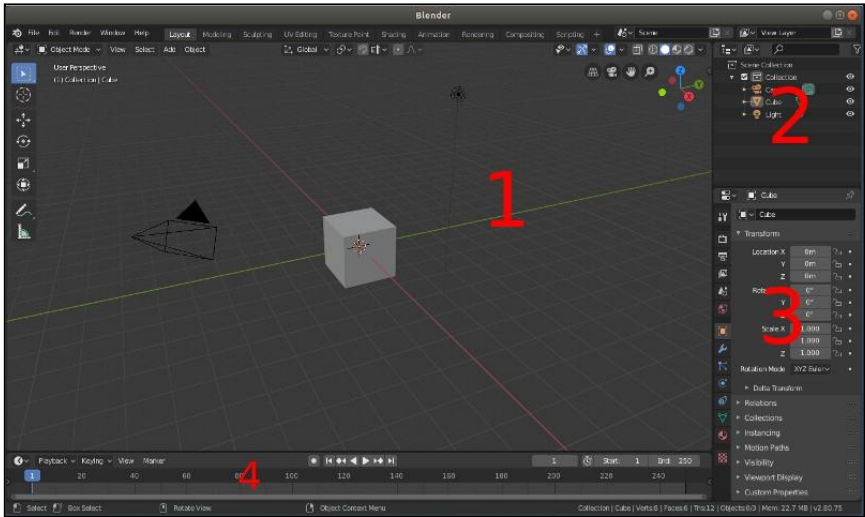


Рисунок 1.3 – Основні 4 області інтерфейсу

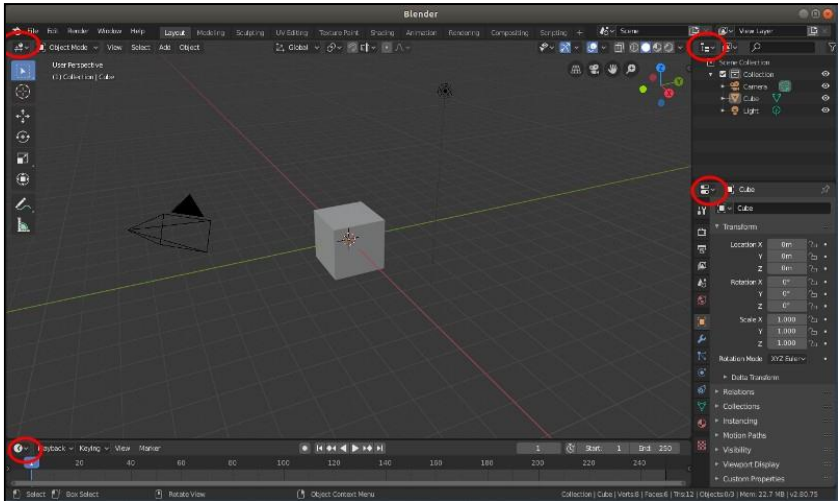


Рисунок 1.4 – Перемикачі типу редактора в кожній з областей інтерфейсу

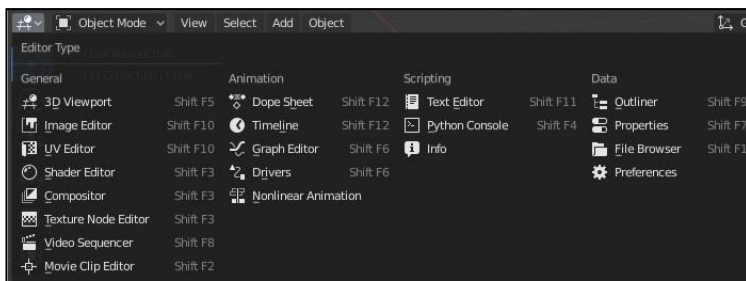


Рисунок 1.5 – Список редакторів для відкриття в кожній з областей інтерфейсу

Зрозуміло, що кожен редактор призначений для виконання свого кола завдань. Так у 3D Viewport виконуються базові трансформації об'єктів, їхнє додавання. Це вид нашої сцени. Outliner служить менеджером об'єктів, Properties відповідає за налаштування об'єктів, сцен та ін. За допомогою Timeline можна створити нескладну анімацію.

Згадаймо, що на верхній панелі поруч із меню знаходиться близько десяти вкладок. Зараз ми на вкладці Layout (макет). Якщо перейти на будь-яку іншу (рис.1.6), то розмітка областей зміниться. Розклад редакторів буде таким, яким його вважають зручним розробники Blender для виконання будь-якого завдання.

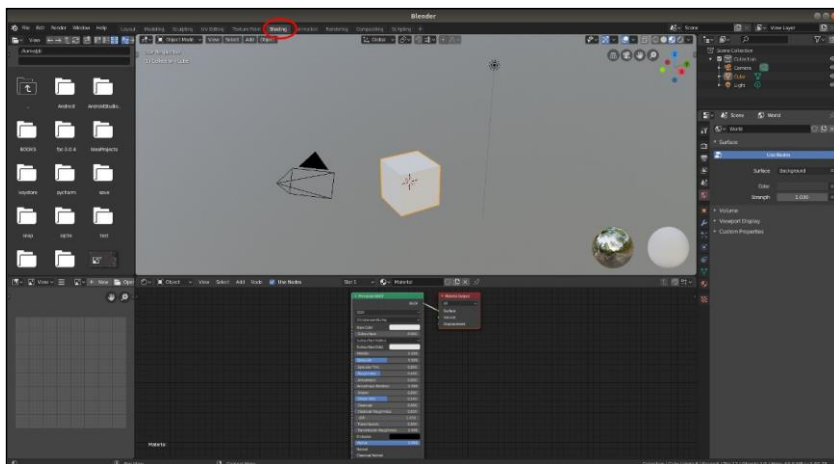


Рисунок 1.6 – Розмітка областей під шейдинг

Ми можемо створювати свої вкладки, перейменовувати їх, як і існуючі, налаштовувати області на власний розсуд.

Хоча кожен редактор має свої особливості, між ними є спільне у складових частинах, принципах управління та роботи.

Можна розкривати редактор так, щоб він займав усю центральну частину вікна. Якщо помістити курсор миші всередині будь-якої області та натиснути Ctrl+Пробіл, то інші області сховаються. Повторне натискання цього ж сполучення клавіш поверне вікно до попередньої розмітки.

Розглянемо будову редактора 3D Viewport, оскільки в ньому доведеться працювати найбільше. У 3D Viewport є п'ять регіонів (рис.1.7). При цьому частина з них може бути прихована.

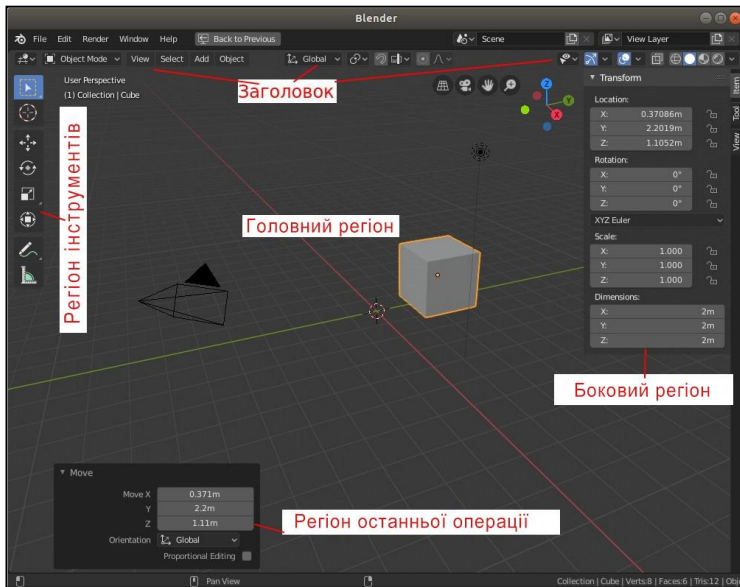


Рисунок 1.7 – Регіони редактора 3D Viewport

Головний регіон завжди видно, він є робочою областю редактора.

У заголовку розміщується меню редактора (не плутайте з меню всієї програми) та різні кнопки управління.

У регіоні інструментів відповідно знаходяться інструменти. Перемикаючись між ними, можна виконувати різні дії у головному

регіоні редактора. Регіон інструментів ховається та відображається клавішею T клавіатури.

Бічний регіон (клавіша N) містить деякі налаштування самого об'єкта та редактора.

При натисканні гарячих клавіш необхідно, щоб курсор миші знаходився в межах відповідного редактора. Інакше команди відноситимуться до іншого редактора.

Вміст регіону останньої операції залежить від того, що ви робите зараз. Наприклад, якщо об'єкт переміщається, розгорнувши цю панель, можна вказати точні значення переміщення. Якщо об'єкт створюється, можна задати ступінь його деталізації, тобто кількість складових частин.

У свою чергу, регіони можуть включати вкладки (tabs) (рис.1.8). Одночасно відображається вміст лише однієї вкладки регіону.

На вкладках регіону знаходяться панелі (panels). Їх можна згорнути, розгорнути, міняти місцями.

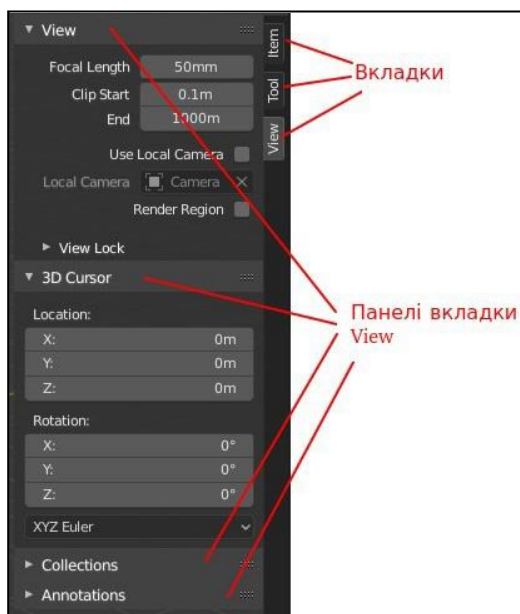


Рисунок 1.8 – Вкладки та панелі бокового регіону редактора 3D Viewport

1.2 Налаштування Blender

Blender відрізняється гнучкістю в налаштуванні інтерфейсу. Розглянемо ключові моменти.

1.2.1 Налаштування зовнішнього вигляду та стартового файлу

При першому запуску Blender, якщо вам не сподобались його колірна схема або розмір шрифту, їх можна змінити через редактор Preferences (Налаштування) (рис.1.9).

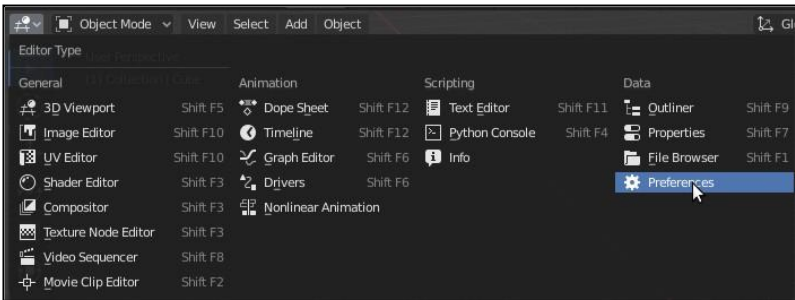


Рисунок 1.9 – Редактор Preferences в списку редакторів

Якщо вибрати редактор, він займе поточну область. Однак його можна відкрити в окремому вікні через меню Edit → Preferences (рис.1.10).

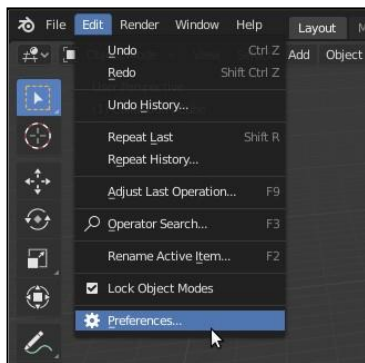


Рисунок 1.10 – Відкриття редактору Preferences в окремому вікні через меню

Насправді, будь-який редактор можна відкрити в окремому вікні. Для цього треба навести вказівник на кут між областями. Показчик миші при цьому набуде вигляду хрестика (рис.1.11).

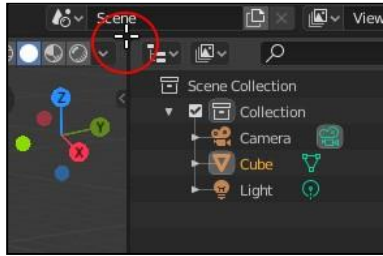


Рисунок 1.11 – Відкриття редактору в окремому вікні за допомогою миші

Після цього треба затиснути Shift і, натиснувши ліву кнопку миші, перемістити курсор усередину редактора, який ви хочете відкрити в окремому вікні. Редактор продублюється в окреме вікно. Подібне має сенс при роботі на двох і більше моніторах.

Перша вкладка редактора Preferences – це Interface. Тут можна змінити масштаб інтерфейсу (рис.1.12).

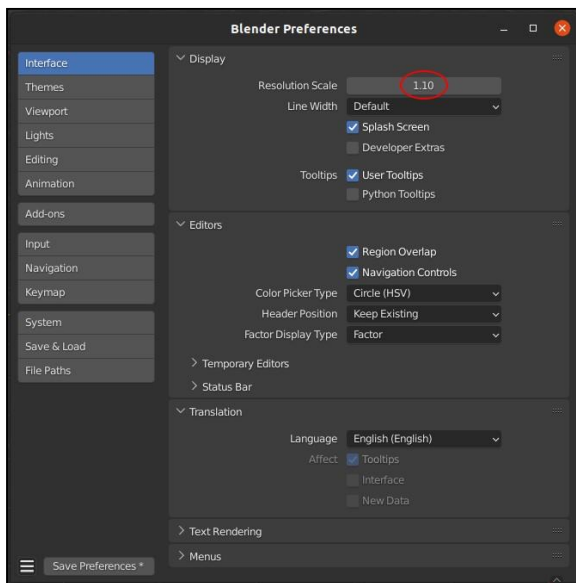


Рисунок 1.12 – Зміна масштабу на вкладці Interface редактору Preferences

На вкладці Themes можна змінити тему оформлення, а також окремі елементи теми. За замовченням активною є тема Blender Dark. Надалі в даному курсі ми будемо використовувати оформлення Blender Light (рис.1.13).

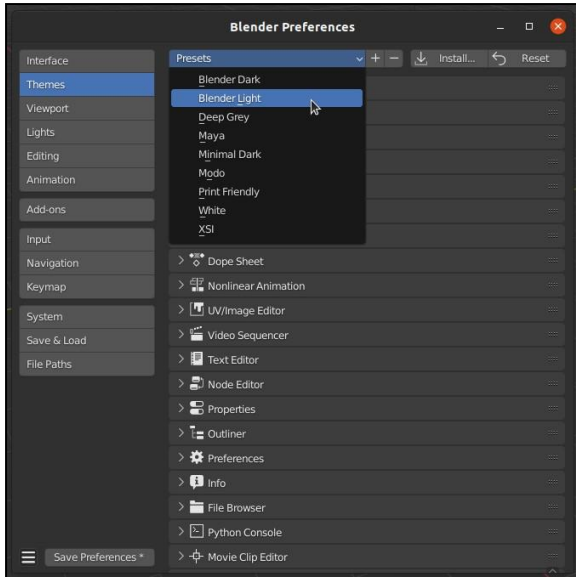


Рисунок 1.13 – Зміна теми оформлення на вкладці Themes редактору Preferences

Коли ви змінюєте налаштування Blender, вони одразу застосовуються. Після перезапуску програми вони залишаються такими, якими ви їх встановили. Якщо потім ви захочете повернутися до заводських налаштувань інтерфейсу програми, то в заголовку редактора Preferences, який тут знаходиться внизу (рис.1.14), натисніть кнопку зліва і у списку спочатку виберіть Load Factory Preferences, підтвердіть ваш вибір, потім Save Preferences.

Не слід плутати настройки Preferences, які стосуються програми Blender, з налаштуваннями стартового файлу. Цей файл завантажується, коли ви створюєте новий проект, і його можна також змінити.

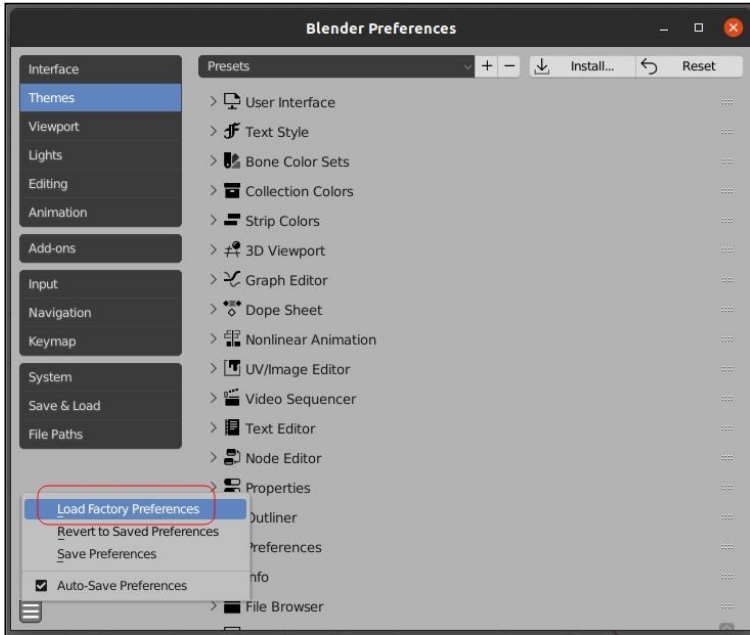


Рисунок 1.14 – Повернення до заводських налаштувань інтерфейсу Blender

Наприклад, ви бажаєте, щоб у стартовому файлі не було куба або була додаткова вкладка розкладки областей. Після того, як внесете зміни, виберіть меню File → Defaults → Save Startup File (рис.1.15). Далі з'явиться невелике вікно, у якому треба підтвердити зміни.

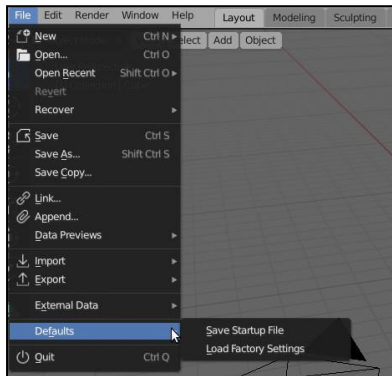


Рисунок 1.15 – Завдання стартового файлу при завантаженні Blender

Завантаження заводських налаштувань (Default → Load Factory Settings) повертає вихідний стартовий файл. Після цього треба також виконати збереження. Крім того, є невелика особливість, а радше недоопрацювання. Повернуться заводські налаштування та інтерфейс Blender.

Однак після перезавантаження програми вони знову стануть такими, якими їх зробили ви. "Заводським" залишиться лише файл.

1.2.2 Налаштування областей

Розмір областей, де розташовані редактори, змінюється перетягуванням меж.

За замовчуванням вікно Blender'a містить 4 області. Однак їх кількість може бути змінена шляхом поділу вихідної області на частини або об'єднання двох областей в одну.

Один із способів – клацнути правою кнопкою миші по межі між областями. Відобразиться контекстне меню Area Options (рис.1.16).

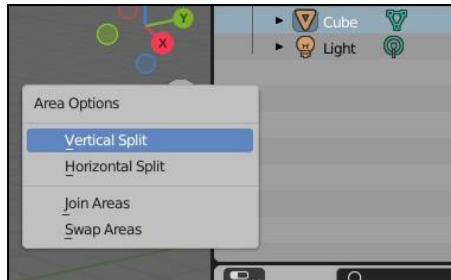


Рисунок 1.16 – Контекстне меню Area Options для поділу областей інтерфейсу

При виборі Vertical Split або Horizontal Split у редакторі, в який ви направите мишу, з'явиться смужка. Вона буде вертикальною чи горизонтальною. Орієнтація перемикається клавішею Tab клавіатури. Клік лівою кнопкою миші призведе до поділу області по цій лінії. Якщо ви передумали, натисніть кнопку Escape. У разі поділу області будуть містити однакові редактори, один з яких можна змінити.

Залежно від напрямку об'єднання (пункт Join Areas) в областях має бути однакова або висота, або ширина. Якщо це не так, то область, що "поглинається" може не зникнути, а "поділитися" своєю частиною з "поглиначем". В інших випадках може змінитися розмір області, яка

не бере участі в об'єднанні. У області, що поглинається, тобто тієї, в якій знаходиться курсор миші, з'являється затемнення зі стрілкою.

1.3 Управління сценою в Blender

Головний регіон редактора 3D Viewport для стислості називатимемо просто сценою або 3D. Це емуляція тривимірного світу, у якому розміщуються і здебільшого редагуються різні об'єкти.

У стартовому файлі на сцені знаходяться три об'єкти – куб, камера та лампа (рис.1.17).

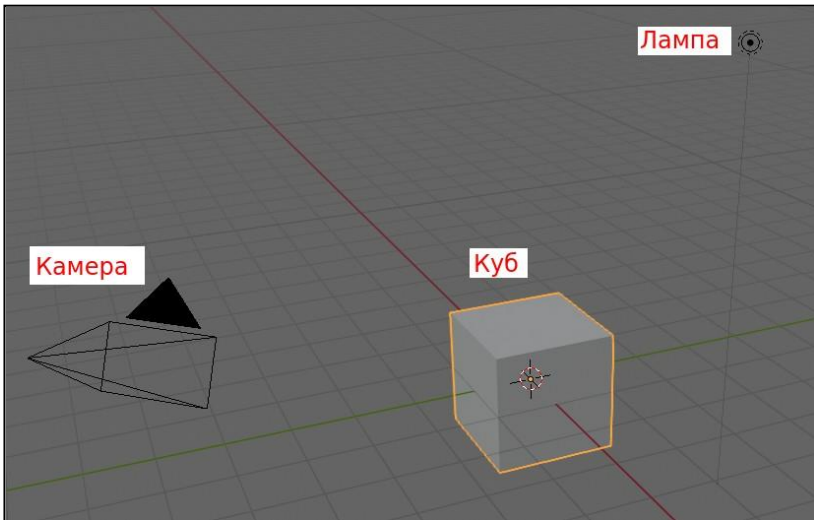


Рисунок 1.17 – Стартова сцена в Blender

Лампа є джерелом світла. Без нього кінцеве зображення було б чорним. За допомогою камери налаштовується те, що видно на фінальному зображенні, під яким кутом і з якої відстані. У разі анімації можуть переміщатися як об'єкти, так й камера.

За замовчуванням виділено куб. Це видно з яскравого контуру. Для виділення об'єктів у Blender за замовчуванням використовується ліва кнопка миші.

Назва виділеного об'єкта відображається у верхньому лівому куті головного регіону (рис.1.18).



Рисунок 1.18 – Відображення назви виділеного об'єкта

Об'єкти можна виділяти і в редакторі Outliner (рис.1.19). Тут їх можна перейменовувати, приховувати видимість, сортувати за колекціями та інше.



Рисунок 1.19 – Відображення назв об'єктів в редакторі Outliner

Щоб побачити, як виглядає готове зображення, потрібно натиснути F12. Відбудеться рендеринг (відрисовка, візуалізація) частини сцени, видимої з камери. При цьому відкриється окреме вікно з редактором Image Editor (рис.1.20). Щоб повернутися знову до 3D Viewport, потрібно натиснути Esc.

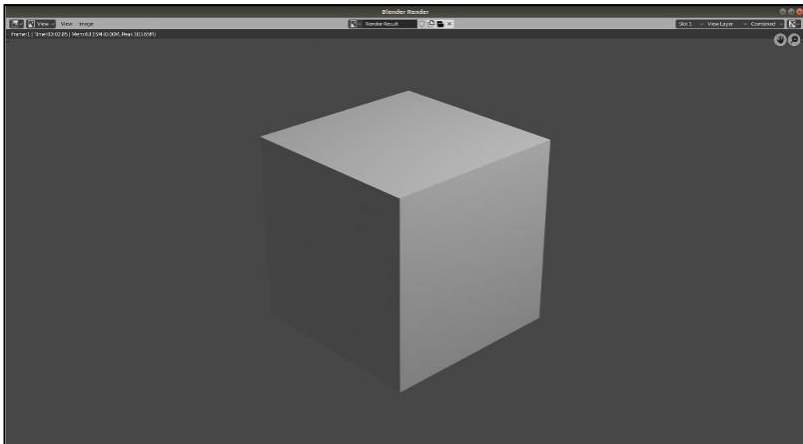


Рисунок 1.20 – Редактор Image Editor із готовим зображенням

Вид з камери можна також отримати, натиснувши 0 на нумпаді (рис.1.21). Курсор повинен знаходитись у межах редактора. Повторне натискання 0 поверне попередній вигляд. Жодної відрисовки при цьому не відбувається, лише змінюється кут огляду сцени.

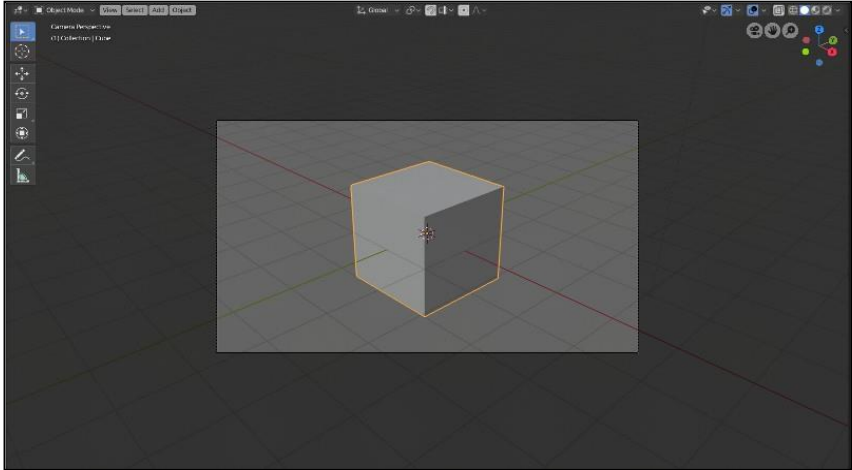


Рисунок 1.21 – Вид сцени з камери

1.3.1 Курсор та виділення

Крім перерахованих "матеріальних" об'єктів, на сцені є 3D–курсор у вигляді прицілу та сітка з червоною X та зеленою Y осями. Вони не є об'єктами. Сітка служить орієнтиром і своєрідною лінійкою. Вона не дозволяє загубитися у просторі та дає приблизно оцінити розмір об'єктів.

Курсор здебільшого використовують як покажчик місця, куди треба розмістити новий об'єкт, перемістити центральну точку об'єкта. За замовченням він знаходиться в центрі сцени, на місці перетину осей X і Y. Щоб перемістити його в інше місце, треба в регіоні інструментів (він же панель інструментів) вибрати інструмент Cursor (рис.1.22). Після цього кліки лівою клавішею миші переміщатимуть 3D–курсор, а не виділятимуть об'єкти.

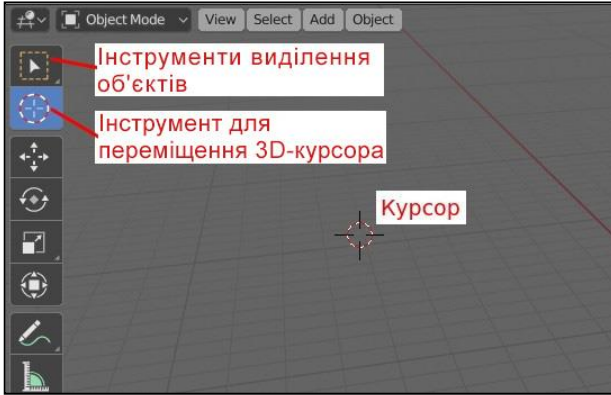


Рисунок 1.22 – Інструменти для виділення об'єктів та переміщення курсору на панелі інструментів

Для швидкого перемикання між інструментами використовуються гарячі клавіші:

- shift + Пробіл, потім B, щоб увімкнути виділення,
- shift + Пробіл, потім Пробіл, щоб увімкнути переміщення курсору. Взагалі, комбінація клавіш Shift + Пробіл відкриває меню, де перераховані всі інструменти панелі інструментів (рис.1.23).

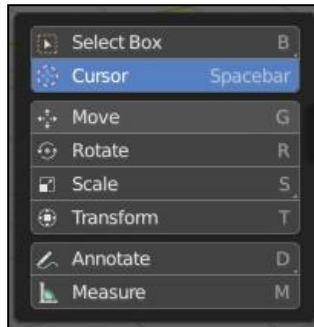


Рисунок 1.23 – Меню з усіма інструментами панелі інструментів

За допомогою кнопки A клавіатури виділяються всі об'єкти сцени. Для скидання виділення використовується Alt+A.

Для виділення кількох об'єктів затискається клавіша Shift, після чого виконується клік по другому та наступним об'єктам. Зрозуміло,

що при цьому має бути включений один із інструментів Select, а не Cursor.

Групове виділення може бути виконане шляхом розтягування рамки, коли затискається ліва кнопка миші і переміщається покажчик (рис.1.24). Усі об'єкти, що потрапили в область рамки, буде виділено.

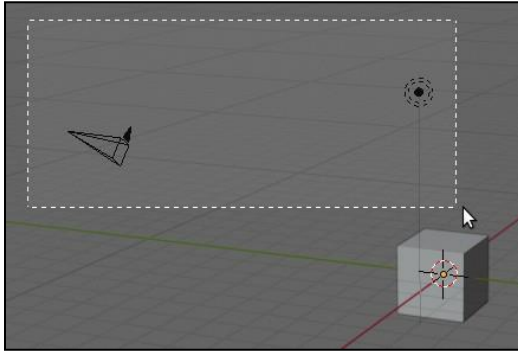


Рисунок 1.24 – Групове виділення шляхом розтягування рамки

За замовчанням рамка має прямокутну форму. Однак є інші варіанти виділення, доступ до яких відкривається, якщо натиснути кнопку на панелі інструментів (рис.1.25). Також можна перемикатися за допомогою гарячих клавіш.

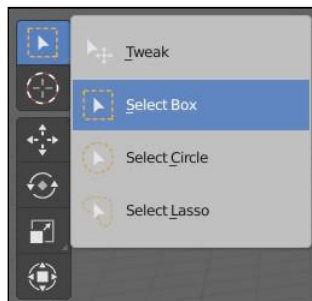


Рисунок 1.25 – Різні варіанти виділення на панелі інструментів

У разі вибору першого варіанта (Tweak), можливість групового виділення за допомогою розтягування рамки вимикається.

1.3.2 Управління 3D–видом

У Blender керування 3D–простором, навігація в ньому, виконується за допомогою миші, цифрового блоку клавіатури – нумпада, спеціальних кнопок інтерфейсу. Якщо клавіатура не має нумпада, то зазвичай вона підтримує перемикання в цей режим. Інший варіант – у Preferences на вкладці Input встановити прапорець Emulate Numpad. У цьому випадку буде задіяно цифрові клавіші основної частини клавіатури.

Керування 3D–видом за допомогою цифрового блоку клавіатури.

При керуванні 3D–видом за допомогою цифрового блоку клавіатури використовуються наступні клавіші:

- 0 – вид з камери або вихід з камери;
- 1, 3, 7 – види спереду, праворуч, зверху; при затиснутому Ctrl будуть види відповідно ззаду, зліва та знизу;
- 9 – обернений вид: якщо був зверху, то буде знизу, якщо був праворуч, то буде ліворуч;
- 2, 4, 6, 8 – повороти вниз, ліворуч, праворуч, вгору;
- 5 – перемикання між режимами Orthographic (ортогональний) та Perspective (перспектива);
- мінус і плюс – зменшення масштабу (віддалення предметів) та збільшення (наближення);
- точка – центрування сцени на виділеному об'єкті;
- знак поділу – центрування на виділеному об'єкті, при цьому інші не відображаються, повторне натискання повертає сцену до попереднього стану.

Вид сцени, в якому вона знаходиться зараз, вказується у верхньому лівому куті головного регіону 3D Viewport (рис.1.26).

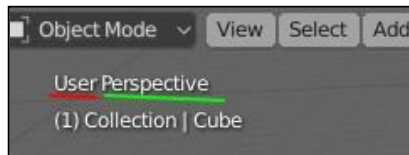


Рисунок 1.26 – Позначення виду поточної сцени

Слово User (користувацький) означає, що вигляд точно не відповідає жодному з вищеперелічених. Наприклад, ви встановили вигляд зверху, а потім трохи повернули сцену ліворуч.

У режимі Perspective сцена виглядає тривимірною так, як нам здавалося б у реальності. При цьому справжні розміри та співвідношення спотворюються. Якщо перемикатися по чергово в режими Ortho і Persp, то видно, що в Persp "ближні" до нас квадрати сітки більші, ніж дальні (рис.1.27). В Ortho простір проєцюється на площину шляхом проведення перпендикулярів з його точок на відповідну проєкцію (верх, право та ін.). Розміри при цьому не спотворюються.

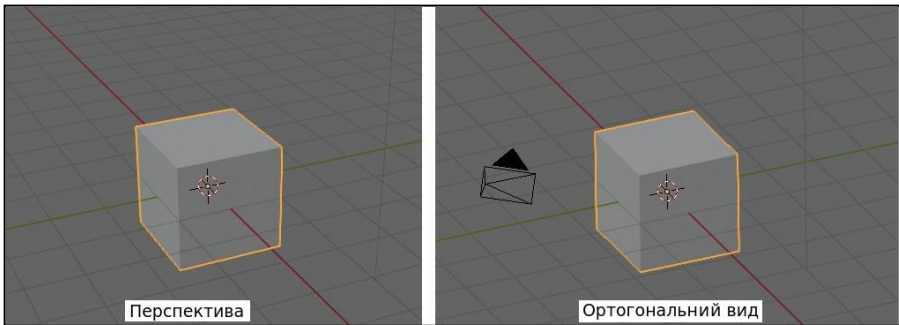


Рисунок 1.27 – Порівняння відображення в режимах Persp і Ortho

Керування 3D-видом за допомогою миші:

- прокручування колеса миші робить те ж саме, що знаки плюс і мінус – відбувається зміна масштабу сцени;
- рух миші під час натискання колеса повертає сцену. Куди і як сильно, залежить від напрямку та амплітуди руху миші;
- рух миші при натиснутому колесі та Shift пересуває сцену. При цьому спершу треба затиснути Shift.

1.3.3 Керування 3D-видом за допомогою кнопок редактора 3D Viewport

Починаючи з Blender 2.80, з'явилася можливість керувати сценою за допомогою кнопок інтерфейсу.

Клікабельними є не тільки чотири сірі кнопки (рис.1.28), а також кольорові осі та їх позначення. Якщо затиснути мишу в межах кольорових осей, можна крутити простір як трекбол.



Рисунок 1.28 – Кнопки інтерфейсу для керування 3D–видом

Збереження зображення.

Збереження та створення нових проєктів в Blender виконується через меню File. Також використовуються гарячі клавіші: Ctrl+N для створення нового файлу та Ctrl+S для збереження поточного.

Під час створення нового проєкту пропонується вибір із кількох стартових файлів, адаптованих під різні завдання. Ми будемо використовувати лише перший – General, тобто Загальний (рис.1.29).

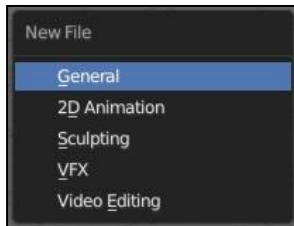


Рисунок 1.29 – Варіанти стартового файлу при створенні нового проєкту в Blender

Файл–проєкт в Blender має розширення .blend. Якщо ми хочемо зберегти готове зображення, тобто результат отрисовки, для цього потрібно спочатку виконати рендеринг (F12). В редакторі Image Editor, що відкрився, треба натиснути Alt + S. Після цього

відкривається редактор File Browser, налаштований на збереження зображення.

За замовчуванням встановлено формат .png. Однак його можна змінити.

1.4 Практичне завдання

1.4.1 Налаштування інтерфейсу

Поміняйте почергово редактори в областях, щоб легко розпізнавати межі кожного і розуміти, до якого з них відносяться різні частини інтерфейсу Blender. Якщо заплутаєтеся, натисніть Ctrl + N. Потім відразу Enter або клацніть по кнопці, яка з'явиться під курсором. При цьому завантажиться стартовий файл.

У Blender існують різні способи розгортання редактора на все або майже все вікно. Один із таких варіантів – натискання Ctrl+стрілка вгору. При цьому курсор миші повинен знаходитись у межах редактора, який ви плануєте розгорнути. Ця комбінація розгорне його не на весь екран. Просто сховаються решта редакторів, крім нього та Info. Повернення до початкового стану – Ctrl+стрілка вниз. Спробуйте у такий спосіб розширювати різні редактори.

У 3D View знайдіть усі регіони, спробуйте їх приховувати та відкривати.

Як і в багатьох інших програмах, у Blender кожна команда може виконуватися кількома способами. Наприклад, додати об'єкт у 3D–редакторі можна за допомогою спливаючого меню, полиці інструментів або через меню заголовка.

1.4.2 Інтерфейс Blender

Змінюючи значення полів груп Location, Rotation і Scale вкладки Item бокового регіону, надайте кубу форму та положення, подібні до тих, що показані на рисунку 1.30.

Location – розташування, Rotation – поворот, Scale – масштабування. Найзручніше змінювати значення в полях, натискаючи на них і вписуючи значення (рис.1.31).

Поля групи Dimensions (розміри) пов'язані з аналогічними Scale. Однак, якщо в Scale вказані розміри щодо вихідного, то Dimensions – в абсолютних одиницях вимірювання.

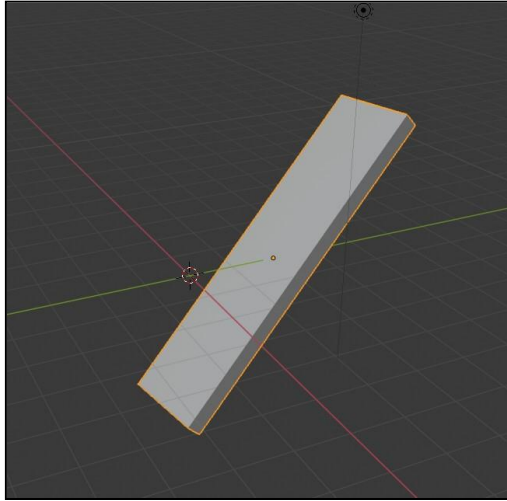


Рисунок 1.30 – Результат виконаного завдання

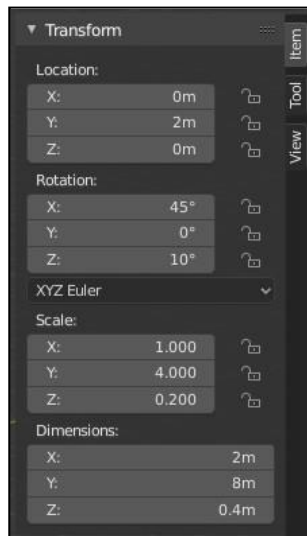


Рисунок 1.31 – Вирішення завдання

1.5 Зміст звіту

Звіт повинен містити:

- титульний лист;
- мета роботи;
- короткі теоретичні відомості, необхідні для виконання лабораторної роботи;
- результати виконання роботи;
- висновок.

2 Лабораторна робота №7

Базові трансформації та основи редагування Mesh-об'єктів

Мета роботи – навчитися застосовувати базові трансформації до об'єктів у редакторі Blender, а також опанувати основи створення та редагування Mesh-об'єктів.

2.1 Базові трансформації

У Blender до базових трансформацій, або перетворень, відносять переміщення, обертання та масштабування об'єкта. Ці операції можна виконувати кількома способами. Так у попередній лабораторній роботі ми вже змінювали форму та положення куба за допомогою полів вкладки Item бічного регіону (N).

Те саме можна робити безпосередньо в головному регіоні, вибравши відповідний інструмент (рис.2.1).

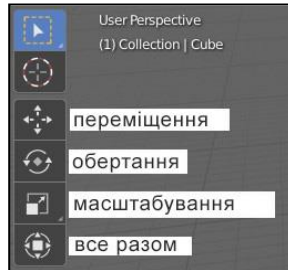


Рисунок 2.1 – Інструменти базової трансформації

При цьому на виділеному об'єкті з'являться маркери (рис.2.2).

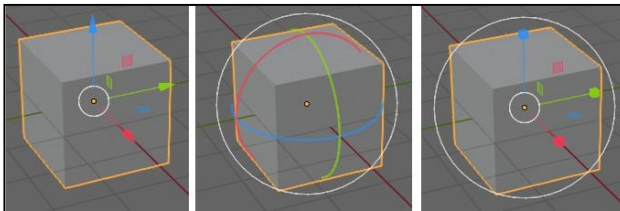


Рисунок 2.2 – Базові трансформації кубу

У разі переміщення, потягнувши мишею одну зі стрілок, ми перемістимо об'єкт уздовж однієї осі. Якщо затиснути ліву кнопку миші, коли вказівник знаходиться над невеликим кольоровим квадратиком, об'єкт буде переміщатися вздовж двох осей. Якщо вказівник знаходиться всередині білого кола, то затиснувши кнопку миші, ви переміщатимете об'єкт довільно.

Якщо в процесі трансформації ви передумали виконувати дію, треба клацнути правою кнопкою миші при затиснутій лівій. Об'єкт повернеться на місце. Скасування вже виконаних дій – Ctrl+Z.

У процесі трансформації заголовок 3D View приховується, натомість з'являється інформація про те, що відбувається, і на яку величину змінюється значення (рис.2.3).

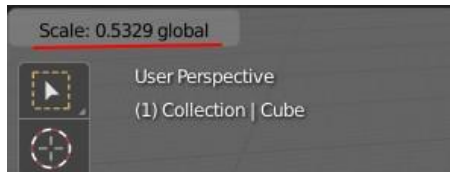


Рисунок 2.3 – Відображення процесу трансформації в заголовку 3D View

Якщо при виконанні операції затиснути Ctrl, то зміна відбуватиметься із відносно великим кроком. Наприклад, на одну блендер–одиночку при переміщенні або 5 градусів при повороті. Блендер–одиночка дорівнює ширині однієї комірки сітки. Якщо затиснути і Ctrl і Shift, то в більшості випадків зміни також дискретні, але на менше значення.

У певних випадках, коли вам треба повернути, пересунути, поміняти розмір на певне значення, буває зручніше змінювати об'єкти за допомогою бічного регіону (N) редактора 3D Viewport. Більшість тих самих налаштувань дублюється на вкладці Object редактора Properties (рис.2.4).

Однак у Blender при виконанні базових трансформацій частіше користуються гарячими клавішами.

Натискання (не затискання, а просто натиснути та відпустити) клавіш G, R, S виконують операції:

- G – grab/move – переміщення;
- R – rotate – обертання;
- S – scale – зміна розміру.

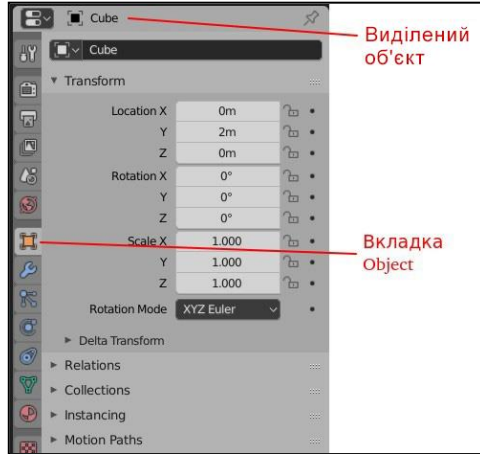


Рисунок 2.4 – Відображення параметрів трансформації на вкладці Object редактора Properties

Після виклику операції, трансформація відбувається під час руху миші. Щоб підтвердити зміну, треба клацнути лівою кнопкою миші, для скасування – правою. У цьому випадку, також як із візуальними маніпуляторами, можна затискати Ctrl та Ctrl+Shift.

Якщо потрібна трансформація тільки по одній осі, то відразу після натискання літери G, R або S, треба натиснути X, Y або Z, які обмежать зміни лише межами однієї осі. На сцені з'явиться кольорова лінія–вісь, що проходить через центр об'єкта (рис.2.5).

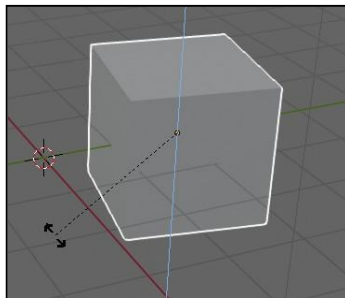


Рисунок 2.5 – Обертання (R) куба по осі Z

При масштабуванні слід враховувати, чим ближче був курсор миші до центру об'єкта перед натисканням S, тим сильніше об'єкт змінюватиметься під час руху миші. Інша особливість – переведення курсору у протилежний бік перевертає об'єкт.

Якщо двічі поспіль натиснути клавішу R, об'єкт можна буде обертати як трекбол.

2.2 Об'єктний режим та режим редагування

В Blender можна змінювати об'єкти в різних режимах (object interaction modes). Кожен режим вносить зміни на свій лад. Набір режимів впливу на об'єкт залежить від його типу. Так у камери та лампи всього один режим – об'єктний. Куб можна правити у шести різних режимах.

Куб належить до типу так званих mesh-об'єктів, які складаються з окремих груп елементів (рис.2.6): вершин (vertex), ребер (edge) і граней (face).

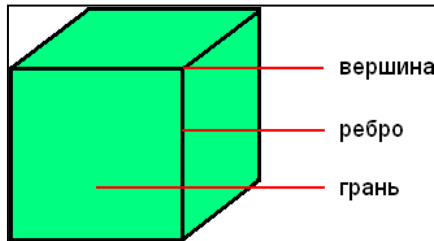


Рисунок 2.6 – Складові елементи mesh-об'єктів на прикладі кубу

Ми не можемо їх виділити і працюємо з кубом як єдиним цілим доти, доки перебуваємо в об'єктному режимі – Object Mode. Саме він включений в Blender за замовчуванням і є основним.

Трансформації в об'єктному режимі стосуються всього об'єкта. Наприклад, операція переміщення перемістить його цілком у нове місце.

В режимі редагування – Edit Mode зміни стосуються окремих елементів. Наприклад, можна перемістити одну вершину або змінити розмір кількох граней, в результаті форма об'єкта зміниться. Елементи можна також видаляти.

В Blender у 3D Viewport перемикання в режим редагування виконується клавішею Tab клавіатури. Повторне натискання Tab поверне вас до попереднього режиму. Зазвичай ним є Object Mode. Таким чином, натискаючи Tab, ви по чергово перемикаєтеся між двома режимами. Також переходить в інший режим зміни об'єкта можна за допомогою списку в заголовку редактора (рис.2.7).

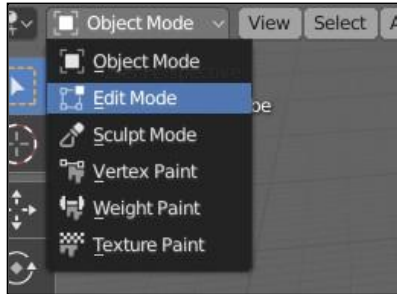


Рисунок 2.7 – Список доступних режимів роботи з об'єктом у 3D Viewport

Базові трансформації (переміщення, обертання, масштабування) у режимі редагування працюють аналогічно об'єктному. Однак тут операції застосовуються по відношенню до вершин, ребер та граней.

При переході в режим редагування всі елементи об'єкта виділені. Щоб скинути виділення, треба натиснути Alt+A. Знову виділити все – просто A.

Зрозуміло, що від цього режиму ми очікуємо редагування окремих елементів. А для цього їх треба виділяти окремо чи групами. Що конкретно виділятиметься – ребра, грані чи вершини, визначається включенням–вимкненням спеціальних кнопок у заголовку 3D View (рис.2.8).



Рисунок 2.8 – Кнопки виділення ребер, граней або вершини для редагування

Затиснувши Shift, можна увімкнути всі три кнопки, тоді можна буде виділяти будь-який елемент об'єкта.

Виділення елементів виконується так саме як об'єктів – клацанням лівою кнопкою миші. Якщо потрібно виділити кілька, затискають Shift. На рисунку 2.9 виділено дві грані – передня та бічна.

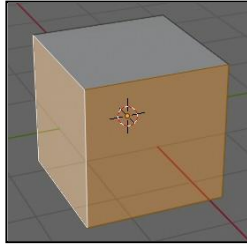


Рисунок 2.9 – Виділені грані куба

Кожен об'єкт має центральну точку, яка грає роль центру мас. Вона помітна як в об'єктному режимі, так і в режимі редагування (рис.2.10). Щоб краще її побачити, приберіть 3D-курсор із центру куба або змістіть сам куб.

В об'єктному режимі саме з центральної точки виходять маніпулятори трансформації, якщо вони увімкнені.

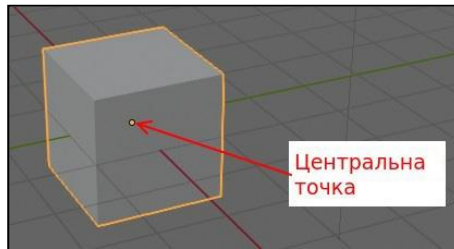


Рисунок 2.10 – Центральна точка куба

Центральна точка (origin) відіграє важливу роль. Координати об'єкта визначаються саме за її місцезнаходженням. Усі маніпуляції в об'єктному режимі відбуваються відносно неї. Наприклад, при натисканні R, якщо центр мас знаходиться в центрі куба, куб буде обертатися на місці. Якщо ж центр знаходиться на одній з його вершин, то обертатиметься навколо неї.

Коли ви керуєте об'єктом в Edit Mode, слід звертати увагу на те, де залишається ця центральна точка. Якщо потрібно змістити її в інше місце, можна виділити всі елементи (A) і перемістити їх на точку так, як потрібно.

Інший спосіб змінити положення центру мас (рис.2.11) – в об'єктному режимі в контекстному меню (викликається кліком правою кнопкою миші) вибрати Set Origin → Origin to 3D Cursor (вихідну точку до 3D-курсора).

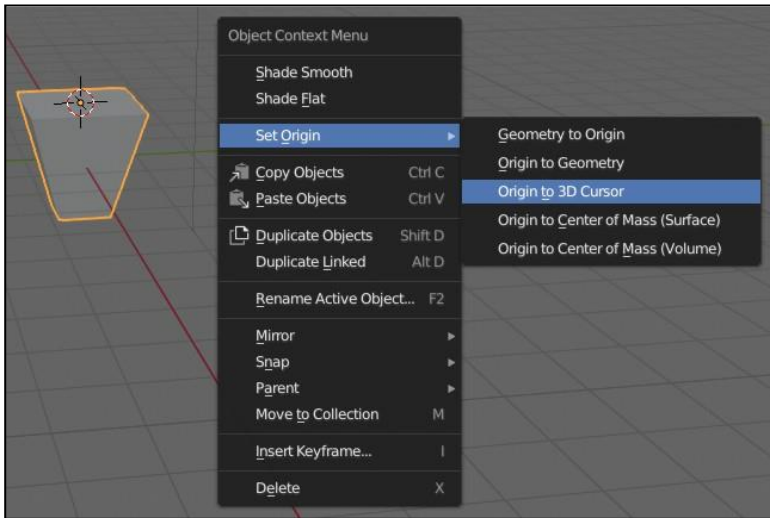


Рисунок 2.11 – Зміна положення центру мас через контекстне меню

Перед цим потрібно встановити 3D курсор у те місце, де ви хочете, щоб була точка. Більш точно позиціонувати 3D курсор можна за допомогою іншого пункту контекстного меню (рис.2.12) – Snap → Cursor to Grid (курсор до сітки).

За допомогою пунктів меню Snap вихідні точки об'єктів не змінюються. Тут переміщується або сам об'єкт (до курсору, до сітки), або курсор (до центру світу, до центральної точки виділеного об'єкта та ін.). Меню Snap також викликається натисканням Shift+S (рис.2.13).

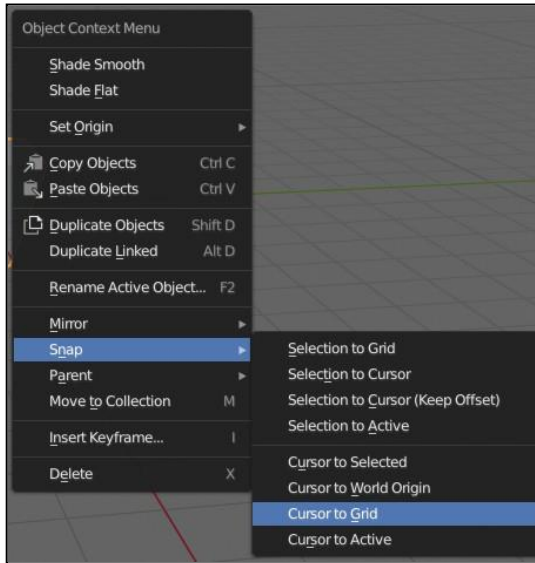


Рисунок 2.12 – Позиціонування 3D курсору через контекстне меню

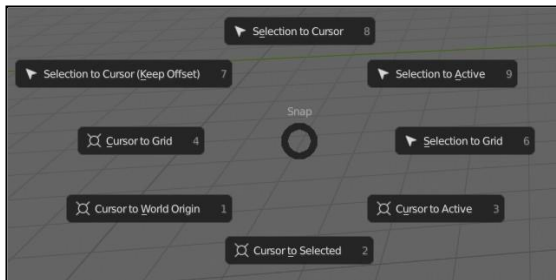


Рисунок 2.13 – Меню Snap, викликане натисканням Shift+S

2.3 Mesh-об'єкти

Меші є одним із типів об'єктів Blender. Їх також називають сітками, полісітками. Це тривимірні геометричні примітиви, змінюючи які за допомогою базових трансформацій та інших модифікаторів, створюють інші, зазвичай складніші, фігури.

За замовчуванням Blender містить десять mesh-об'єктів, які можна додати через меню заголовка редактора 3D Viewport (рис.2.14). Це меню викликається комбінацією клавіш Shift + A.

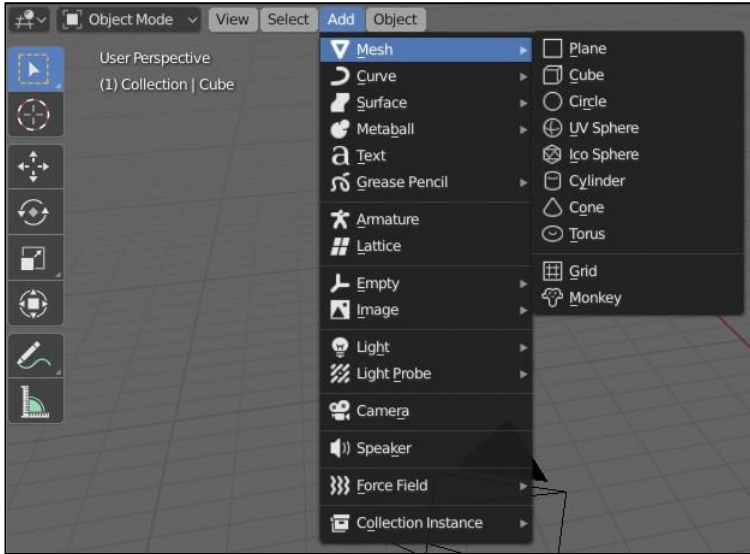


Рисунок 2.14 – Меню створення mesh-об'єктів

Хоча площина (Plane), коло (Circle) та сітка (Grid) двовимірні, в режимі редагування їх можна зробити тривимірними. Площина відрізняється від сітки тим, що перша складається з однієї грані, а друга – з множини (рис.2.15).

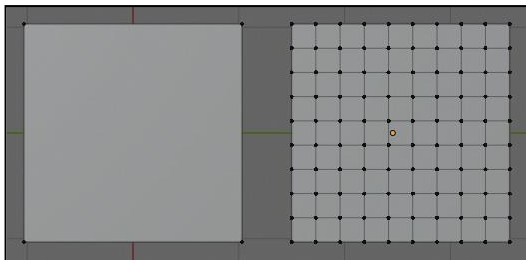


Рисунок 2.15 – Площина та сітка в режимі редагування

Відмінність між UV-сферою та Ісо-сферою полягає у формі граней, що їх складають (рис.2.16). У першому випадку це чотирикутники, що зменшуються від екватора до полюсів, у другому – однакові трикутники.

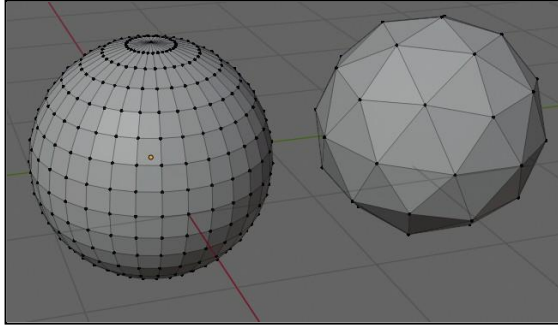


Рисунок 2.16 – UV Sphere та Ico Sphere в режимі редагування

Голову мавпи важко назвати геометричним примітивом (рис.2.17). Нерідко її використовують для перевірки матеріалів, текстур та іншого, коли ваші власні об'єкти ще не готові або їх не хочеться псувати.



Рисунок 2.17 – Mesh-об'єкт Monkey

Об'єкти додаються до позиції 3D-курсора. Буває зручно, щоб меш з'являвся в центрі сцени. Для точного позиціонування курсору, слід натиснути Shift+S і в меню прив'язки (snap) вибрати Cursor to World Origin.

Коли ви тільки додали об'єкт, у регіоні останньої операції з'являються його налаштування, які можна змінити. Панель цього регіону може бути згорнута, знаходиться внизу ліворуч. Налаштування, що містяться в ній, залежать від використовуваної до цієї дії, в цьому випадку від меша, що додається (рис.2.18).

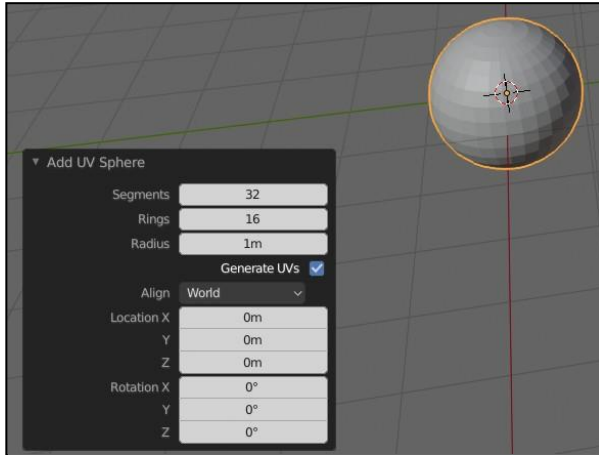


Рисунок 2.18 – Регіон останньої операції та його налаштування

У деяких мешів налаштування можна зробити такими, що вихідна форма об'єкта буде змінена так, що їх стає важко впізнати. На рисунку 2.19 показано два тори. В одного з них значно зменшено кількість сегментів.

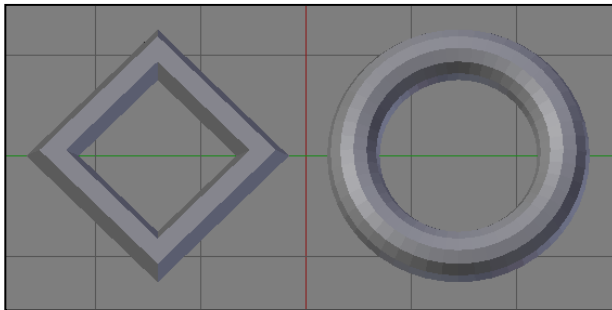


Рисунок 2.19 – Два тори з різною кількістю сегментів

Чим більше об'єкт сегментів, тим згладженішим він виглядає. Найбільше наочно це видно на сферах (рис.2.20).

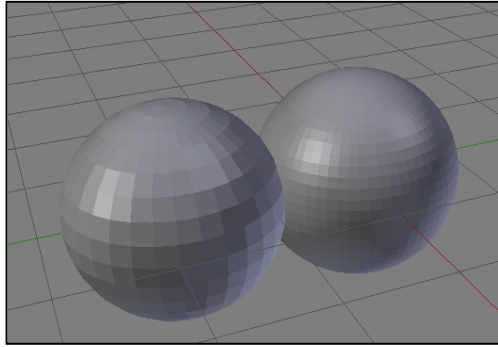


Рисунок 2.20 – Збільшення кількості сегментів значно згладжує об'єкт візуально

Однак збільшення кількості сегментів має один великий мінус. Їхня прорисовка призводить до збільшення витрат ресурсів. Як наслідок, робота комп'ютера сповільнюється.

Тому у Blender існують інші способи згладжування мешів. Наприклад, у контекстному меню, яке з'являється при натисканні правою кнопкою миші, можна вибрати *Shade Smooth*.

Також можна додавати новий mesh, перебуваючи в режимі редагування іншого. Тоді при перемиканні на об'єктний режим обидва меші утворюють один більш складний. Варто звертати увагу, де знаходиться центр об'єкта.

Інший спосіб об'єднання мешів – це виділити їх разом у об'єктному режимі та натиснути *Ctrl+J*. Таким чином, комбінуючи та трансформуючи різні полісітки, можна отримати досить складні фігури.

Крім того, можна увімкнути додаткові mesh-об'єкти (рис.2.21) через редактор *Preferences* (налаштування), вкладка *Add-ons* (доповнення), панелі *Add Mesh* (додавання полісіток). Включені меші з'являться в меню *Add*, там де і всі інші.

В розділі 1, розглядаючи базові трансформації, ми опустили так зване пропорційне редагування, оскільки стосовно куба у ньому немає великого сенсу. Однак у разі мешів з великою кількістю вершин та граней пропорційне редагування може відігравати ключову роль.

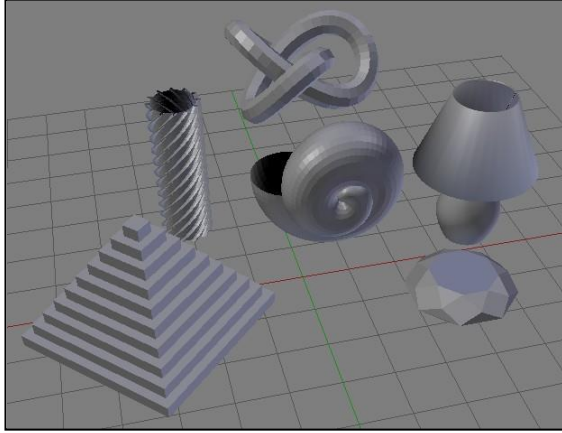


Рисунок 2.21 – Приклади додаткових mesh-об'єктів

Суть його в тому, що коли ви змінюєте один елемент, слідом за ним змінюються ті, що стоять поруч. Як змінюються, залежить від налаштувань. На рисунку 2.22 вершина лівої кулі піднята вгору при вимкненому режимі пропорційного редагування, а праворуч – з увімкненим.

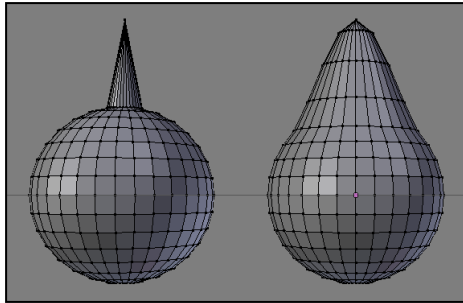


Рисунок 2.22 – Приклад пропорційного редагування вершини сфери

Увімкнення виконується спеціальною кнопкою в заголовку 3D Viewport (рис. 2.23) або натисканням літери O.

Хоча пропорційне редагування доступне також в об'єктному режимі, частіше його використовують у режимі редагування.

Якщо пропорційне редагування включено, то при трансформації елемента буде видно коло. Його розмір змінюється за допомогою

колеса миші. Всі елементи меша, які потрапляють у межі цього кола, будуть пропорційно змінюватися слідом за виділеним елементом.

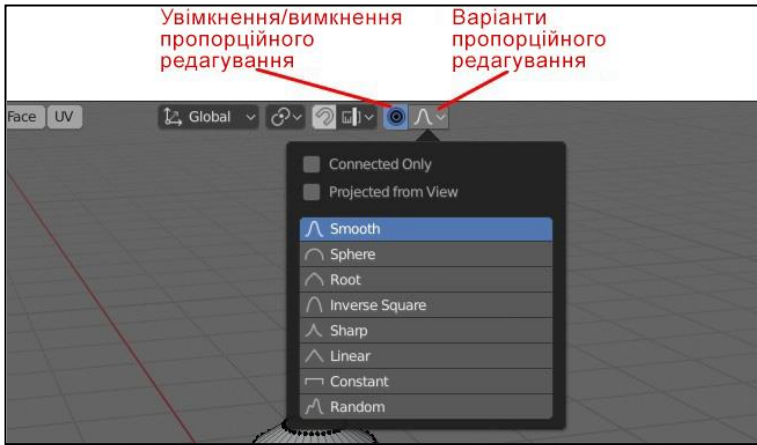


Рисунок 2.23 – Кнопка увімкнення та варіанти пропорційного редагування

На рисунку 2.24 показано результат пропорційного редагування при застосуванні варіанта Random.

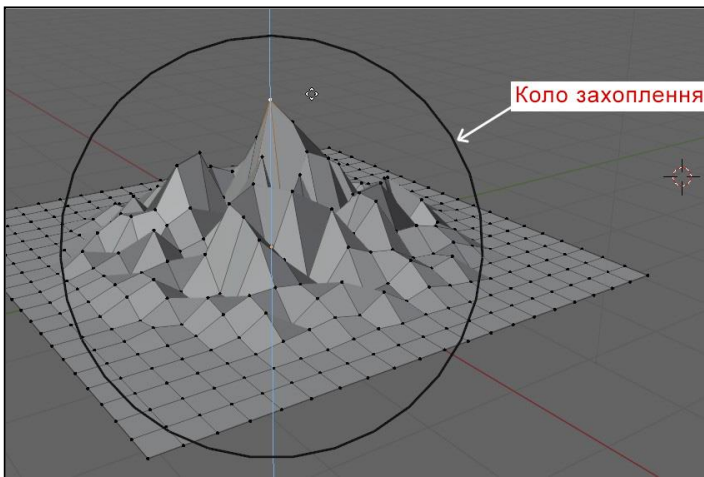


Рисунок 2.24 – Коло захоплення при пропорційному редагуванні вершин

2.4 Практичне завдання

2.4.1 Використання базових трансформацій

Завдання.

На сцені є куб, камера та лампа. Трансформуйте куб і перемістіть лампу так, щоб вийшла приблизно така картина при виді з камери (рис.2.25).

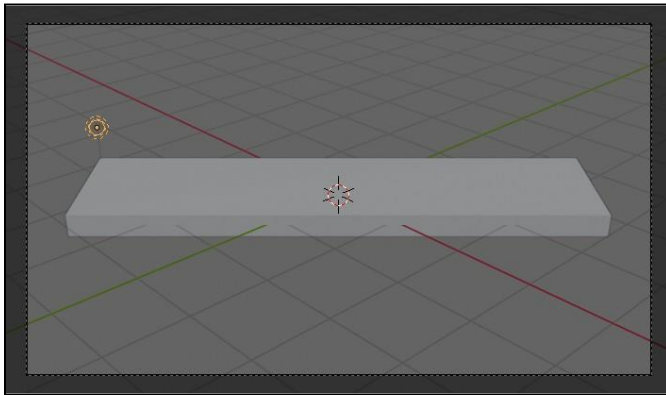


Рисунок 2.25 – Результат виконаного завдання

Підказка.

1. Найкраще розпочати трансформацію куба з надання йому форми бруска. Для цього збільшить (S) по осі X і зменшить (S) по осі Z.

2. Переключитись на вид з камери (0). Бачимо, що треба повернути (R) куб по осі Z. Для більш точного позиціонування простіше подивитися кут повороту камери осі Z і вписати таке ж значення у відповідне поле куба.

3. Виділіть камеру, клацнувши по її рамці. На панелі Object редактора Properties подивіться значення Rotation Z. Воно складе 46.7 градусів. Виділіть куб і змініть значення поля Rotation Z з нуля на 46.7.

4. Зміну положення лампи почніть з її позиціонування над одним із кутів куба. Для цього переключитись на вид зверху (7), виділіть лампу, натисніть G і помістіть її над заданим кутом куба.

Для точного позиціонування можна збільшити масштаб сцени, покрутивши колесо миші.

5. Переключитесь на вид спереду (1). Опустіть (G) лампу по осі Z.

6. Перемкніться на вид з камери (0). Щоб подивитися, як виглядає кінцеве зображення, натисніть F12.

2.4.2 Робота в об'єктному режимі та режимі редагування

Завдання.

На сцені Зробіть із куба фігуру подібну до представленої на рисунку 2.26. Перемістіть центр ваги на меншу грань. В об'єктному режимі поверніть об'єкт як трекбол (подвійне натискання R).

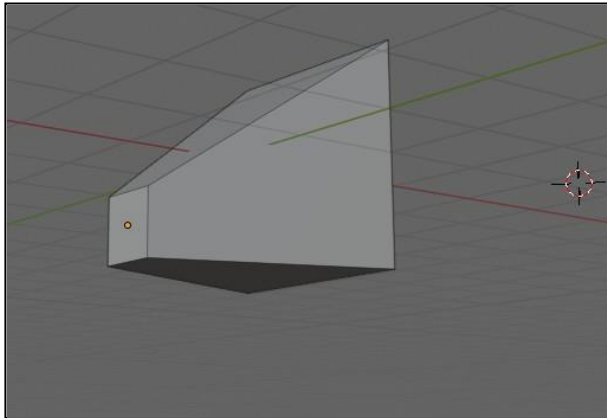


Рисунок 2.26 – Результат виконаного завдання

Підказка.

1. Переключіться в режим редагування – Tab.
2. Скиньте виділення – Alt+A.
3. У заголовку редактора виберіть режим виділення ребер (edge select).
4. Виділіть одне з верхніх ребер, клацнувши по ньому лівою кнопкою миші.
5. Перемістіть (G) її вниз по осі Z.
6. Виберіть режим виділення граней.

7. Виділіть грань, суміжну з раніше опущеним ребром. Ця грань вже буде меншою за інші.

8. Зменшить (S) грань з боків. Залежно від того, з якого боку грань, зменшувати треба або по осі X, або по Y.

9. Перейдіть в об'єктний режим.

10. За допомогою нумпада встановіть вид так, щоб на нас дивилася менша грань. Скоріше за все, це буде вигляд або спереду (1), або праворуч (3).

11. Виберіть інструмент Cursor (Shift+Пробіл, потім Пробіл).

12. Встановіть курсор у центр меншої грані.

13. Для точного позиціонування прив'яжіть його до сітки (Shift+S → Cursor to Grid). Бажано при цьому збільшити масштаб, наприклад, покрутивши колесо миші.

14. Клікніть правою кнопкою миші та оберіть Set Origin → Origin to 3D Cursor. Об'єкт при цьому повинен бути виділений.

15. Переключіться на вид з камери, натисніть 2 рази R і відзначте, що об'єкт обертається навколо меншої грані.

2.4.3 Створення та редагування Mesh-об'єктів

Завдання.

Створіть модель молекули води (рис.2.27).

Кут між зв'язками дорівнює 104.5 градуси. Комбінація клавіш Shift+D виконує дублювання об'єктів.

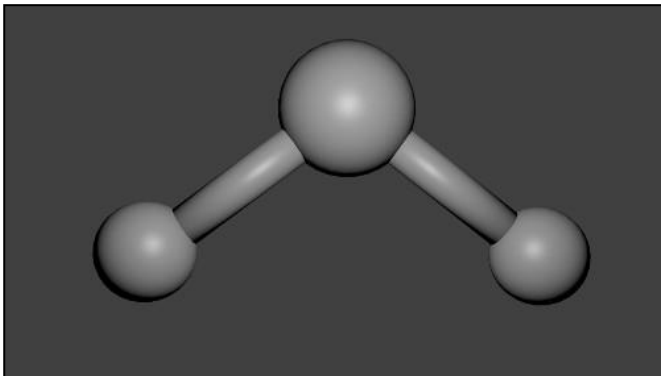


Рисунок 2.27 – Результат виконаного завдання

Підказка.

1. Видаліть зі сцени куб (X або Delete).
2. Натисніть Shift+A і додайте меш Cylinder.
3. Відразу в регіоні останньої операції встановіть Radius 0.3, а Depth – 3.
4. Перейдіть на ортогональний вид праворуч (3).
5. Натисніть Shift+D та Enter. Буде створено копію циліндра. Вона знаходиться в тому самому місці, що вихідний.
6. Відкрийте панель властивостей (N). Змініть значення повороту (rotation) по осі X на 104.5.
7. Натисніть G і посуňte вгору виділений циліндр так, щоб його лівий кінець злегка торкався верхнього кінця першого циліндра. Повинна вийти подібність до літери Г.
8. Перейдіть на інструмент Cursor (Shift + Пробіл, потім Пробіл).
9. Встановіть 3D–курсор у місці дотику циліндрів. Для точного позиціонування, можливо, доведеться перемикатися між видами. Поверніться знову на вид праворуч (3).
10. Натисніть Shift+A та додайте UV Sphera.
11. Продублюйте її (Shift+D, потім Enter або клік лівою кнопкою миші).
12. Натисніть G і перемістіть її на інший кінець одного з циліндрів.
13. Трохи зменшіть другу сферу (S).
14. Продублюйте цю сферу, копію перемістіть на кінець іншого циліндра.
15. Виділіть усі елементи моделі так, щоб більша центральна сфера була виділена останньою. Виділення виконується при затиснутому Shift.
16. Натисніть Ctrl+J. Відбудеться об'єднання об'єктів у єдиний міш. Його точка центру мас перебуватиме у тому об'єкті, який було виділено останнім.
17. Перейдіть на вид з камери. Довільно зменшіть молекулу і поверніть її приблизно на –52 градуси по осі X та –45 градусів по осі Z.

18. Виконайте згладжування (клік правою кнопкою миші, вибрати в контекстному меню Shade Smooth).

2.5 Зміст звіту

Звіт повинен містити:

- титульний лист;
- мета роботи;
- короткі теоретичні відомості, необхідні для виконання лабораторної роботи;
- результати виконання роботи;
- висновок.

3 Лабораторна робота №8

Створення та редагування Mesh-об'єктів за допомогою інструментів Extrude та Subdivide

Метою роботи є навчитися створювати і редагувати Mesh-об'єкти шляхом видавлювання (Extrude) та редагувати Mesh-об'єкти шляхом поділу ребер та граней (Subdivide).

3.1 Extrude – екструдкування

В Blender трансформація Extrude дозволяє створювати нові грані, вершини та ребра мешів шляхом свого роду видавлювання, найчастіше граней. Грань, до якої застосовується ця трансформація при цьому не дублюється, а переноситься. Extrude перекладається як "видавлювати".

На рисунку 3.1 ліва фігура була отримана із куба простим переміщенням верхньої грані з подальшим її зменшенням. Для верхньої грані правого кубу було застосовано екструдкування, після чого грань зменшили. Видно, що у другому випадку були створені додаткові вершини, ребра та грані. Сама верхня грань була переміщена, а не дубльована, тобто всередині кубу немає "перегородки".

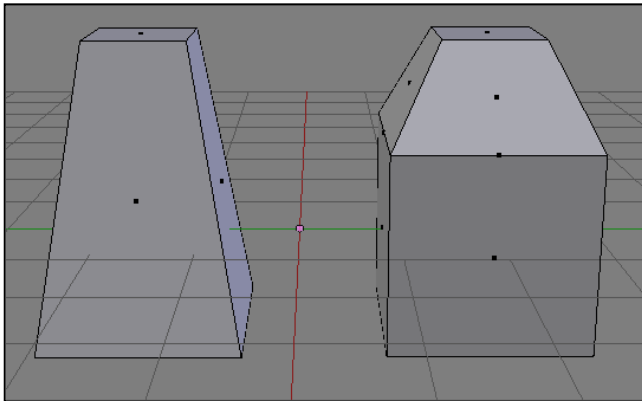


Рисунок 3.1 – Приклад екструдкування верхньої грані кубу

Хоча видавлювалася тільки верхня грань, при цьому були автоматично створені зв'язуючі бічні грані.

Інструменти екструджування стають доступними в Edit Mode, вони знаходяться у регіоні інструментів (рис.3.2).



Рисунок 3.2 – Інструменти екструджування в регіоні інструментів

Однак у випадку регіонального видавлювання зручніше використовувати гарячу клавішу E. Якщо ви користуєтесь не гарячою клавішею, а включає інструмент, з'являється спеціальний маркер, що допомагає виконувати екструджування (рис.3.3).

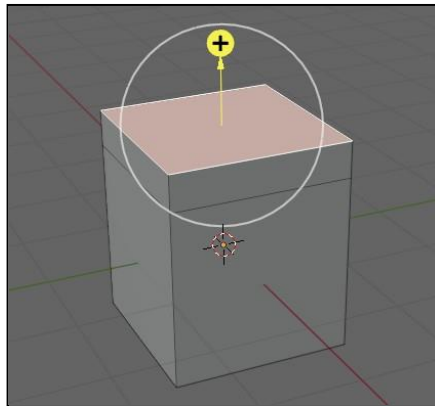


Рисунок 3.3 – Спеціальний маркер при екструджуванні грані за допомогою інструмента

Затискання лівою кнопкою миші жовтого значка з плюсом призводить до видавлювання за нормаллю – віссю, перпендикулярною

в цьому випадку площині. Якщо кнопка миші затискається всередині білого кола, видавлювання буде довільним.

При екструзії треба розуміти, що таке глобальна та локальна система координат, а також нормалі. Це важливо, коли видавлюється кілька елементів. Можна зробити так, що всі видавлюватимуться в один бік або кожний в свою.

Коли куб знаходиться у вихідній позиції, його локальна система координат збігається із глобальною. Однак, якщо ми його повернемо, і перейдемо на локальну систему координат, то побачимо різницю (рис.3.4).

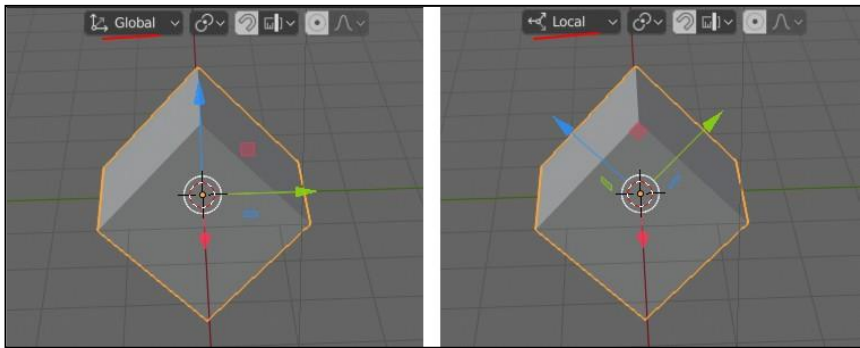


Рисунок 3.4 – Глобальна та локальна системи координат куба

Якщо взяти за початок системи відліку опорну точку куба, то поворот чи переміщення самого куба переверне чи перемістить його систему координат. Куб на рисунку 3.4 було повернуто по осі X на 45 градусів. В результаті його локальна система координат перестала збігатися з глобальною, яка залишається єдиною для всіх об'єктів на сцені. Локальна ж у кожного об'єкта своя.

Оскільки ми видавлюємо окремі елементи об'єкта, то локальна система координат усього об'єкта немає великого значення. Набагато важливіше поняття нормалі. У випадку грані, нормаль – це уявна пряма, перпендикулярна грані.

На рисунку 3.4, якщо ми видавлюватимемо верхню ліву грань уздовж осі Z, у разі вибору глобальної осі грань піде вгору. У разі нормалі грань видавлюватиметься на північний захід (рис.3.5).

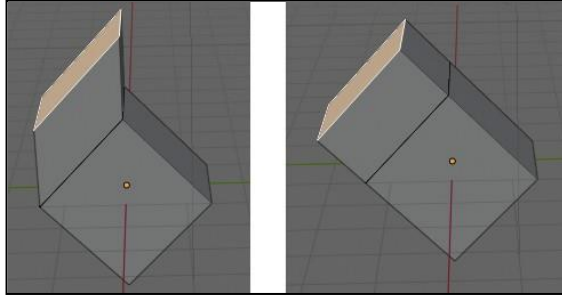


Рисунок 3.5 – Екструдування грані кубу за вісю глобальної системи координат або нормаллю

При натисканні E відразу пропонується видавлювати за нормаллю (з'являється кольорова лінія–підказка, що означає нормаль), тому що так роблять частіше. Однак, натискаючи Z, можна змінити поведінку аж до довільного екструдування. В якому режимі ви перебуваєте, пишеться у верхньому лівому кутку редактора (рис.3.6).



Рисунок 3.6 – Підказка в якому режимі відбувається екструдування

Можна вибрати іншу вісь, натискаючи X або Y. Повторне натискання клавіш також чергуватиме від нормалі до довільного видавлювання.

Зверніть увагу, щоб мати можливість видавлювати уздовж глобальних осей, заздалегідь має бути встановлена глобальна система координат.

3.1.1 Регіональне та індивідуальне видавлювання

Різниця між регіональним (E) та індивідуальним (Alt + E → Extrude Individual Faces) видавлюванням є, коли операція виконується одразу над кількома гранями, розташованими під різними кутами.

Коли видавлюється кілька граней і використовується Extrude Region, обчислюється якась середня нормаль і вздовж неї рухаються нові грані. Якщо ж використовується Extrude Individual, кожна грань видавлюватиметься вздовж своєї особистої нормалі (Z у цьому

випадку не працює). На рисунку 3.7 для верхньої та бічної граней лівої фігури використано Extrude Region (середня нормаль позначена фіолетовою лінією), для правої фігури – Extrude Individual.

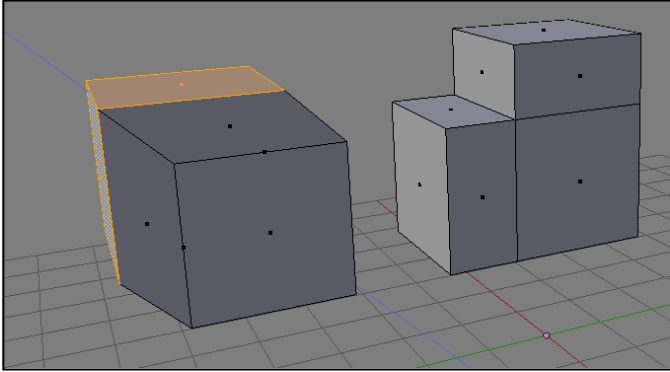


Рисунок 3.7 – Різниця між регіональним та індивідуальним видавлюванням граней

3.1.2 Видавлювання вершин

При видавлюванні вершин існують певні закономірності формування додаткових елементів. Так, якщо видавлювати непов'язані загальним ребром вершини, то будуть створені тільки вершини та ребра. Якщо вершини лежать на одному ребрі, то також з'явиться нова грань (рис. 1.8).

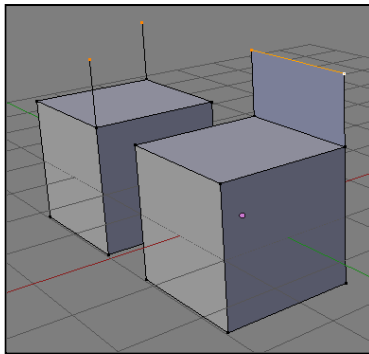


Рисунок 3.8 – Різниця між видавлюванням непов'язаних та пов'язаних ребром вершин

За необхідністю таку поведінку можна змінити.

Якщо натиснути Alt+E замість E під час видавлювання суміжних вершин, на екрані з'явиться контекстне меню Extrude. Вибір Extrude Vertices (рис.3.9) змінює поведінку за замовчуванням, коли видавлювання двох вершин, що лежать на одному ребрі, призводить до появи грані. У випадку Extrude Vertices з'являється лише дві нові вершини та два сполучних ребра. Грані не буде.

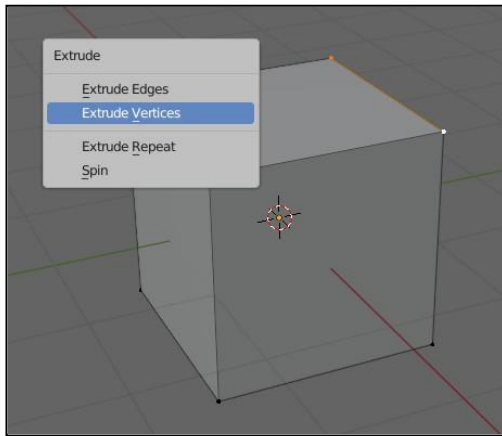


Рисунок 3.9 – Вибір Extrude Vertices в контекстному меню Extrude

3.1.3 Видавлювання всередину (Inset Faces)

Крім оригінального Extrude у Blender є такий трансформатор як Inset (вставка, видавлювання усередину) Faces. У регіоні інструментів він знаходиться під Extrude. Гаряча клавіша I. Його можна описати як щось середнє між екструдкуванням та поділом грані інструментом Subdivide, який ми розглянемо пізніше.

З одного боку, Inset Faces призводить до поділу вихідних граней на дрібніші частини, те ж саме робить Subdivide. Однак те, як відбувається "нарізка", схоже на Extrude. На рисунку 3.10 до трикутної та квадратної площин застосовано видавлювання всередину. У першому випадку утворюється внутрішня трикутна грань, у другому квадратна (рис.3.10). Те саме відбувається при Extrude, за винятком того, що у випадку Extrude грань видавлюється назовні.

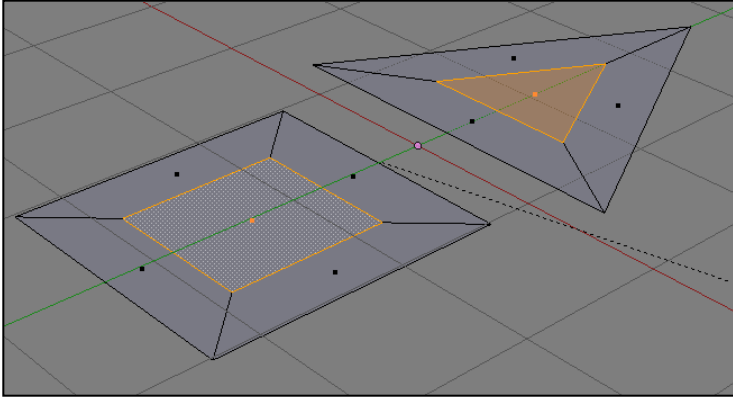


Рисунок 3.10 – Видавлювання всередину трикутної та квадратної площин

3.2 Subdivide – підрозділ

У Blender є безліч інструментів для поділу ребер та граней mesh-об'єктів на частини. Часто використовується звичайний Subdivide, що у найпростіших випадках поділяє прямокутні і трикутні грані на такі ж за формою дрібніші. Іноді у разі складних форм може не спрацювати.

Простий підрозділ стає доступним в режимі редагування при кліку правою кнопкою миші (рис.3.11).

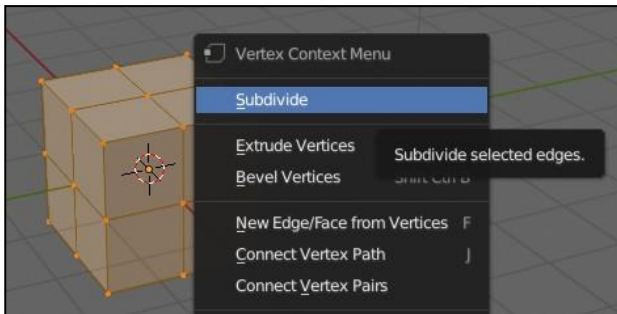


Рисунок 3.11 – Виклик інструменту Subdivide

Якщо було виділено грань, то кожне її ребро буде розділено новою вершиною навпіл. Від цих вершин відходять нові ребра на виділену грань. В результаті вихідна грань буде поділена на дрібніші грані (рис.3.12).

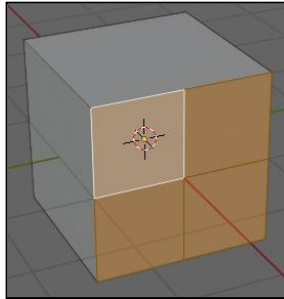


Рисунок 3.12 – Поділ вихідної грані на дрібніші грані

У регіоні останньої операції з'являються налаштування підрозділу. Якщо змінити кількість розрізів з одного на два (рис.3.13), то кожне ребро буде розділено не навпіл, а на три частини, тобто на кожному утворюється дві додаткові вершини, а не одна.

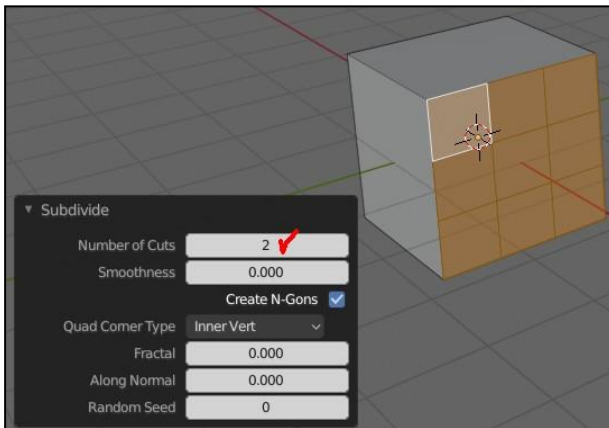


Рисунок 3.13 – Поділ вихідної грані у регіоні останньої операції

Якщо вимкнути прапорець Create N-Gons (рис.3.13), то з нових вершин виходитимуть ребра не лише на виділену грань, а й на

суміжні. А оскільки у цих граней інші ребра не підрозділені, будуть виходити грані трикутної та чотирикутної форми (рис.3.14).

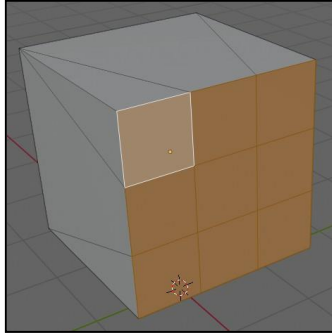


Рисунок 3.14 – Поділ граней при вимкненому прапорці Create N–Gons

Цей прапорець переважно має сенс вимикати при підрозділі не граней, а ребер (рис.3.15).

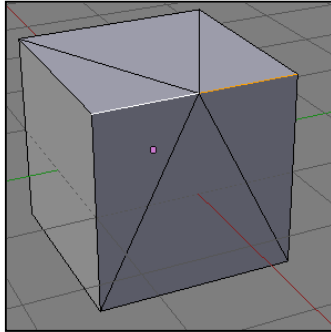


Рисунок 3.15 – Поділ ребер за допомогою інструменту Subdivide

На рисунку 3.15 було виділено одне ребро, до нього було застосовано Subdivide та включено прапорець Create N–Gons. Якби прапорець був вимкнений, то на ребрі просто з'явилася одна вершина.

Крім Subdivide у Blender є низка інших трансформацій, що призводять до створення нових елементів мешів. Вони знаходяться у регіоні інструментів. Розглянуті раніше екструдкування та вдавлювання також можна вважати підрозділом, але підрозділом, що має характерні риси. Зазначимо деякі інші.

Loop Cut and Slide (розрізати петлею зі зсувом) дозволяє як би розсікти об'єкт уявною площиною. В результаті всі його грані, через які пройде ця площина, будуть підрозділені (рис.3.16).

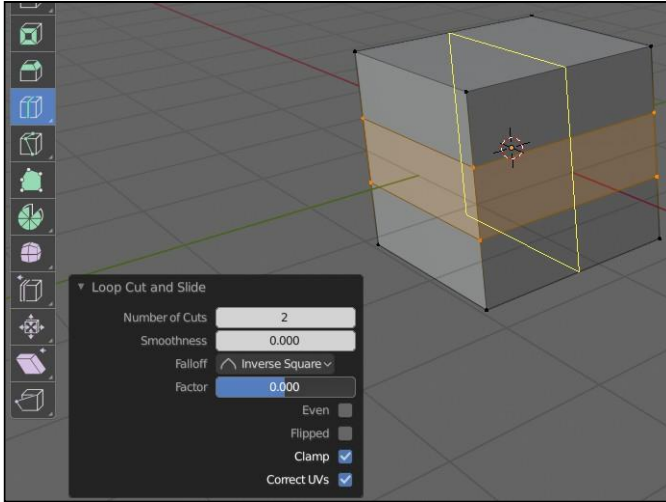


Рисунок 3.16 – Поділ об'єкту за допомогою інструменту Loop Cut and Slide

У разі складних форм площина може бути вигнутою, тобто не бути площиною як такою.

Ножем (knife) можна нарізати довільно грані (рис.3.17). Після закінчення процесу треба натиснути Enter.

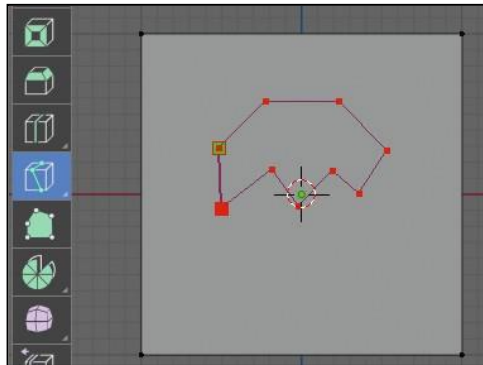


Рисунок 3.17 – Нарізка грані інструментом Ніж (knife)

Корисний інструмент Bevel. Його можна викликати через Ctrl+B. Їм скошують ребра та кути (рис.3.18). Якщо трансформацію треба зробити тільки з кутами, то Ctrl+Shift+B.

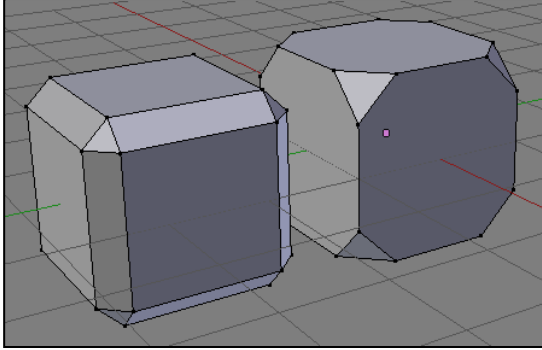


Рисунок 3.18 – Скошування ребер та кутів інструментом Bevel

Також можливий підрозділ за допомогою інструменту Connect Vertex Path. Він з'єднує виділені вершини прямою лінією чи найкоротшим шляхом. При цьому все, через що пройде ця лінія, буде поділено. Щоб використати інструмент, треба виділити вершини та натиснути J. Також інструмент доступний через контекстне меню.

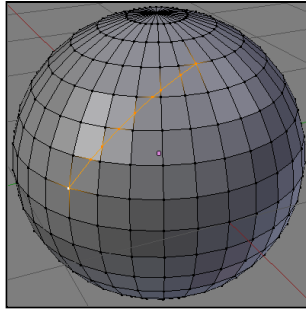


Рисунок 3.19 – Підрозділ об'єкту за допомогою Connect Vertex Path

3.3 Практичне завдання

3.3.1 Використання екструдування (Extrude)

Завдання.

Створіть модель літака (рис.3.20) за допомогою екструдування.

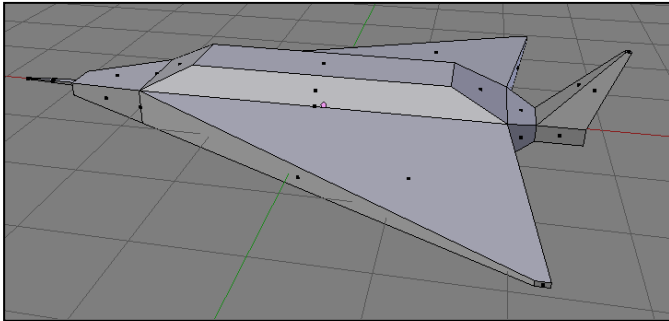


Рисунок 3.20 – Результат виконаного завдання

Підказка.

1. Відкрийте боковий регіон 3D Viewport (N) і встановіть для куба наступні розміри Scale: X = 2, Y = 0.5, Z = 0.2. Повинен вийти тонкий брусок.

2. Перейдіть на вигляд зліва (Ctrl + 3).

3. Перейдіть в режим редагування (Tab), скиньте виділення (Alt + A), увімкніть виділення граней і виділіть грань об'єкта, яка дивиться прямо на вас.

4. Перейдіть на вид спереду (1). Натисніть E, потім 1, Enter. Грань видавиться на одну одиницю.

5. Поверніть 3D-сцену так, щоб виділена грань була помітна. Зменшіть її (S), але не до кінця.

6. Збільште масштаб, поверніть сцену, щоб добре бачити зменшену грань.

7. Виконайте вдавлювання всередину (I). Після цього екструдуйте (E) виділену грань у шпиль літака. Далі її можна також зменшити, щоб зробити шпиль гострим.

8. Виділіть грань з іншого боку бруска, там, де буде хвіст. Видавіть її приблизно на 0.3 одиниці, зменшіть по всіх осях приблизно вдвічі.

9. Видавіть ще раз приблизно на половину одиниці.

10. Виділіть верхню грань хвоста літака, ту, з якої хвіст буде рости вгору.

11. Довільно видавіть її, зменшіть і посуňte назад.

12. Виділіть грані, з яких виходитимуть крила літака. Для цього виділіть одну, поверніть сцену, і при затиснутому Shift виділіть іншу.

13. Натисніть Alt+E та виберіть індивідуальне видавлювання (Individual Faces).

14. Довільно видавіть грані, зменшіть їх по осях X та Z, потім посуňte назад.

15. Видавіть та зменшіть верхню грань бруска, щоб отримати кабіну літака.

3.3.2 Поділ mesh-об'єктів на частини за допомогою **Subdivide** Завдання.

Створіть будиночок (рис.3.21). Для видалення граней використовуйте X, а потім оберіть Faces.



Рисунок 3.21 – Результат виконаного завдання

Підказка.

1. Виділіть куб і перейдіть в режим редагування, збільшіть масштаб.
2. Не знімаючи виділення, натисніть Ctrl+V та зробіть невелику фаску.
3. Перейдіть на виділення граней, виділіть верхню грань і злегка опустіть (G) її по осі Z, щоб як би прибрати фаску, тому що між дахом і стінами вона не потрібна.
4. Злегка збільшіть (S) виділену грань, щоб між краями майбутнього даху та стінами будинку був невеликий відступ.
5. Видавть грань вгору (E) та зменшіть (S) по осі Y майже до кінця.
6. Візьміть інструмент Knife (K) і на одній з великих граней даху виріжте невеликий квадрат, з якого видавлюватиметься труба.
7. Виділіть отриману грань. Видавть (E) вгору (два рази Z) для отримання труби. Після цього видаліть грань (X → Faces).
8. Перейдіть на вигляд праворуч (3). Виділіть стіну будинку, яка дивиться прямо на вас. Натисніть I і отримайте грань для вікна шляхом вдавлювання.
9. X → Faces
10. Вийдіть із режиму редагування. Перейдіть на вид із камери (0).

3.4 Зміст звіту

Звіт повинен містити:

- титульний лист;
- мета роботи;
- короткі теоретичні відомості, необхідні для виконання лабораторної роботи;
- результати виконання роботи;
- висновок.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Ляковська, Соломія. Основи 3D–моделювання: навчальний посібник/ Соломія Ляковська, Євген Мартин. –Львів: Вид–во ЛДУБЖД, 2022. –283с. Бібліогр.: с. 282.
2. Press, Aric Mills. Blender 3D Practical Guide 2025–2026: Modeling, Texturing, and Rendering / Aric Mills Press. – Independently published, 2025. – 307 p.
3. Brito, Allan. Blender 3.2 for architecture: Modeling and rendering with Eevee and Cycles / Allan Brito. – Independently published, 2022. – 267 p.
4. Home of the Blender project [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://www.blender.org/>.
5. Blender 4.4 Довідник [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://docs.blender.org/manual/uk/latest/index.html>.
6. Blender/Стартовий посібник [Електронний ресурс]: – Режим доступу:
https://uk.wikibooks.org/wiki/Blender/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA
7. Найкраще програмне забезпечення для створення моделей для 3D–друку – докладний посібник [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://3d4u.com.ua/uk/blog/post/125–best–software–for–creating–3d–printing–models–comprehensive–guide?srsltid=AfmBOoptFF3W5XLW8372dV1zM6YM3rpl5mS0OQn1SfPKwqt85hQdF2L7>.
8. Filmmaking with Blender: Create Your Own Animated Short Film [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://www.skillshare.com/en/classes/filmmaking–with–blender–create–your–own–animated–short–film/953256124?srsltid=AfmBOoqJdhzM7kFOhDvEXqK44SmzoZvmgVVe0n5gLNHIFQGEMPkDEQtO>