

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка

Навчально-науковий інститут професійної освіти та технологій

Кафедра педагогіки, психології і
методики технологічної освіти

Джевага Г.В.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
З КУРСУ «ТРИВИМІРНА ГРАФІКА»**

для студентів спеціальностей:
А4.10 Середня освіта (Технології. Інформатика)
А5.39 Професійна освіта (Цифрові технології)



Чернігів – 2025 р.

УДК 378.147.091.33–027.22 : 004.92](072)

Д 40

Рецензенти:

Євтушенко Н.М. доктор педагогічних наук, доцент кафедри природничо-математичних дисциплін та ІКТ в освіті Чернігівського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти імені К.Д. Ушинського

Горчинський С.В. кандидат педагогічних наук, доцент кафедри технологічної освіти та інформатики Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка

Джевага Г.В.

Д 40

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт курсу «Тривимірна графіка». Чернігів: Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка, 2025. 45 с.

УДК 378.147.091.33–027.22 : 004.92](072)

Посібник містить рекомендації щодо організації виконання і оформлення практичних робіт з курсу «Тривимірна графіка». Практичні роботи виконуються за допомогою редактора тривимірної графіки Blender, який доступний для використання з відкритою ліцензією. Зміст практичних робіт охоплює вивчення основних інструментів для створення і редагування мешів, застосування модифікаторів, застосування текстур, ригінг персонажу, налаштування руху, виставлення світла і камери, рендерінг зображення та запис анімації. Для реалізації творчого проєкту важливо спрямувати здобувачів освіти здійснювати пошук принципи дизайну, ознак дизайнерського стилю і вимог поліграфії для втілення авторського графічного продукту.

Методичні рекомендації орієнтовані для використання здобувачів вищої освіти, що навчаються за спеціальностями А4.10 Середня освіта (Технології) та А5.39 Професійна освіта (Цифрові технології) другого освітнього рівня «магістр» або для забезпечення вибіркової дисципліни поглибленого вивчення комп'ютерної графіки.

*Рекомендовано вченою радою
навчально-наукового інституту професійної освіти та технологій
Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка
(протокол № 7 від 17 лютого 2025 р.)*

© Г.В. Джевага, 2025

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ПЕРЕДМОВА	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА №1: «Налаштування інтерфейсу програми Blender. Просте моделювання з мешів»	7
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2: «Редагування топології мешу і створення NURBS-фігур»	12
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3: «Створення складних High Poly моделей»	18
ПРАКТИЧНА РОБОТА №4: «Ригінг персонажу. Підготовка моделі, встановлення арматур, налаштування кістяка і руху персонажу»	22
ПРАКТИЧНА РОБОТА №5: «Накладання текстур і карт матеріалів на просторові форми»	28
ПРАКТИЧНА РОБОТА №6: «Освітлення сцени, виставлення і налаштування камер для рендерінгу і запис анімації»	34
ТЕМИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТВОРЧИХ ПРОЄКТІВ	40
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНИХ РОБІТ	41
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	44

ПЕРЕДМОВА

Даний навчально-методичний посібник призначений для організації практичних робіт зі студентами, які вивчають курс «Тривимірна графіка», що входить до переліку вибіркових освітніх компонентів поглибленого вивчення комп'ютерної графіки переважно для освітньо-професійних програм «Середня освіта (Технології. Інформатика)» та «Професійна освіта (Цифрові технології)» другого освітнього рівня «магістр». Курс логічно пов'язаний зі змістом практичних робіт дисциплін «Інженерна та комп'ютерна графіка» та «Основи комп'ютерної графіки», які вивчалась на бакалавраті та є основною графічною підготовкою, також «Растрова графіка» та «Розробка комп'ютерних ігор», що забезпечували редагування безшовних текстур та підготовкою персонажей і об'єктів сцени для перенесення у середовище проєктування ігрового простору і накладання механіки руху.

Посібник містить систематизовані інструктивно-методичні матеріали до практичних робіт, головною метою яких є підготовка майбутніх вчителів інформатики, технологій та педагогів професійно-технічних закладів освіти до організації освітнього процесу дисциплін «Комп'ютерної графіки», «Тривимірної графіки» та «Системи автоматизованого проєктування».

Існує досить велике різноманіття редакторів тривимірної графіки такі як: Autodesk Maya, 3DS Max, Mudbox, Fusion 360, Maxon Cinema 4D, ZBrush, SolidWorks, AutoCAD, FreeCAD, SketchUp, ArchiCAD, Lumion, Twinmotion (Epic Games), PrusaSlicer, Cura. Проте кожен з них орієнтований на виконання певних специфічних задач та у більшості випадків є поширюється за комерційною ліцензією, що не завжди доступне для закладів освіти. Їхнє призначення варіюється залежно від спеціалізації програми, але загалом вони дозволяють перетворювати ідеї з двовимірного простору в об'ємні моделі, які можна використовувати в найрізноманітніших сферах: універсальні 3D-пакети, програми для скульптингу, САД-системи (Computer-Aided Design) програми для інженерного проєктування та промислового дизайну, програми для архітектурної візуалізації (Architectural Visualization), рендер-двигуни (Render Engines), програми для 3D-друку.

Зокрема, графічний редактор Blender є безкоштовним програмним забезпеченням, з відкритим вихідним кодом. Це універсальний інструмент для 3D-моделювання, скульптування, текстурування, рендерингу, анімації, симуляції рідин/тканин, відеомонтажу та композитингу. Дуже популярний серед незалежних розробників, малих студій та фрілансерів. Активно використовується для створення ігор, короткометражних фільмів, архітектурної візуалізації, рекламних роликів. З огляду на ці характеристики він буде використовуватись, як основне програмне забезпечення для виконання практичних робіт.

Графічний редактор Fusion 360, від компанії Autodesk, є комерційним продуктом та має безкоштовну версію для хобі. Може використовуватись студентами у якості продовження вивчення твердотілого моделювання після курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка». Це хмарна платформа для проєктування 3D моделей, інженерного аналізу, САМ (Computer-Aided Manufacturing) та забезпечення 3D-друкарень. Використовується у поєднанні з редактором Cura, який призначений для підготовки моделей для 3D-друку, перевірки їх на помилки, розрізанні на шари (слайсінг), перетворення 3D-моделі на G-код, який використовує 3D-принтер для керування кроковими двигунами.

Кожна практична робота містить: питання для самостійного опрацювання, стислий теоретичний блок за темою роботи, завдання і докладні методичні вказівки щодо послідовності виконання практичного блоку у форматі відео інструкцій, а також рекомендацій щодо оформлення графічної роботи та список рекомендованих джерел інформації. Зміст курсу спрямований на формування у студентів цілий комплекс знань і вмінь, які є фундаментальними для роботи в різних сферах сучасної індустрії, наприклад, розробки ігор, кіно, архітектура, дизайн, візуалізація, анімація, віртуальна/доповнена реальність.

Використання тривимірної графіки охоплює діяльність таких професій:

–художник який визначає загальний стиль мультфільму, малює плани, образи персонажів і т. д.;

–модельєр, який моделює 3D-моделі персонажів і оточення;

–художник із текстур, який малює текстури;

–сетапер, який створює для CG-персонажів скелет і вчить їх рухатися;

–аніматор, який анімує рухи героїв мультфільму і предметів оточення;

–освітлювач, який виставляє світло;

–оператор, який виставляє камеру;

–VFX-художник, який створює різні спецефекти (вибухи, симуляції води, одягу, волосся і т. д.);

–візуалізатор, який налаштовує рендер (програму для візуалізації картинки, приміром, V-Ray) і з усіх цих 3D-даних створить реалістичну картинку;

–композер, який додає останні штрихи до анімації.

Метою вивчення курсу «Тривимірна графіка»: надання здобувачам вищої освіти цифрової графічної компетентності щодо понять, методів і технологій візуалізації і моделювання тривимірних об'єктів для ефективного використання у педагогічній і професійній діяльності.

Завданням курсу «Тривимірна графіка» є отримання системного уявлення про застосування редакторів тривимірної графіки, отримання компетентностей здійснювати створення і редагування тривимірних цифрових об'єктів для прикладних задач інженерії, візуалізації та створення віртуальних просторів.

Предметом курсу «Тривимірна графіка» є засоби, методи цифрового синтезу і обробки візуального контенту та практичне застосування технологій тривимірної графіки у цифрових комерційних та освітніх продуктах.

Виконання здобувачами практичних робіт з курсу «Тривимірна графіка» спрямована на формування у них таких програмних результатів навчання:

Знання і розуміння:

- ознайомлення з сучасними системи автоматизованого проектування, основні принципи побудови тривимірних моделей та сфери їх застосування;

- розуміння принципів відображення на моніторі тривимірного простору, координатні системи проектування (декартова, сферична);

- формування знань основних понять «вершина», «ребро», «грань», «полігон», поверхневе і твердотільне (CAD) моделювання, та види 3D-моделей: полігональна, NURBS, скульптура;

- орієнтуватися у інтерфейсі та робочому середовищі тривимірного графічного редактора Blender, навігація у робочому середовищі, робота з вікнами, організація сцени використання гарячих клавіш для ефективної роботи;

- знання основних режимів роботи та інструментів створення і редагування об'єктів тривимірним графічним редактором Blender/;

- знання основних принципів, методів та засобів побудови тривимірних об'єктів (полігональне моделювання, модифікатори, скульптурний режим), основи топології (оптимальне розташування полігонів для деформації та анімації) та імпорт/експорт 3D-моделей у різні формати.

- розуміння основних технологій візуалізації та створення фотореалістичних моделей та 3D-друку для педагогічної і професійної діяльності.

Уміння:

- уміння обирати доцільний програми, режими та інструменти тривимірної графіки, ергономічно налаштувати середовище тривимірного графічного редактора для ефективної роботи;

- уміння здійснювати проектування та редагування 3D-моделі за референсом, створювати складні об'єкти з примітивів, використовуючи інструменти екструдкування,

вирізання, з'єднання, фаски (bevel), підрозділу поверхні (subdivision surface), використовувати модифікатори (Mirror, Subdivision Surface, Boolean, Solidify, Array тощо) для розв'язання прикладних задач;

- уміння налаштовувати інтерфейс, UV-розгортки, матеріали, освітлення, оточення, риги персонажу, ключові точки таймлайну, камери для отримання якісного рендерингу та запису анімації;

- уміння застосовувати тривимірні об'єкти в освітній та професійній діяльності.

При оформленні практичних робіт і звіту до них необхідно дотримуватись таких рекомендацій:

1. Записати номер і тему роботи.
2. Записати й усвідомити мету роботи.
3. Прочитати теоретичний блок.
4. Дати письмові відповіді на питання для самостійного опрацювання, використовуючи рекомендовані джерела інформації.
5. Виконати пункти практичного блоку, за допомогою відеоінструкцій.
6. Зробити висновки щодо ефективності застосування методів візуалізації та моделювання, у яких зазначити свій власний досвід створення тривимірного об'єкту.

Для зберігання виконаних практичних робіт, завантаження на платформу дистанційного навчання Moodle і зручності їх подальшої перевірки, створіть, будь ласка, на Google Диску або іншому хмарному сервісі зберігання даних теку «Тривимірна графіка_ВашеПрізвище_РікВиконання». Надайте доступ до неї для перегляду за покликанням, а в середині неї створіть окремі теки «Лабораторна робота №__» до кожної окремої практичної роботи. Потім окремо на кожен теку лабораторної роботи доступ буде надано автоматично з батьківської теки. У середині кожної теки практичної роботи має бути файл проєкту виконання завдань, референс, допоміжні файли та скріншот завершеної роботи.

Під час завантаження роботи на платформу Moodle, лінк на доступ до загальної теки з практичними роботами, надсилаєте у документі формату .pdf. або у текстовому полі. У архітектурі файлу проєкту враховуйте зміст об'єктів і можливість об'єднати шари у групи, маркуючи їх окремим кольором.

Враховуйте, що виконуючи завдання за зразком ви отримаєте оцінку «задовільно», а створення і редагування власних цифрових зображень за вашим задумом – «відмінно». По завершенню курсу обов'язково виконати індивідуальний творчий проєкт, як підсумок усіх практичних робіт і завершені формування програмних результатів навчання. Це потрібно для створення вашого авторського портфоліо, що позитивно вплине на ваше подальше працевлаштування.

Налаштування інтерфейсу програми Blender. Просте моделювання з мешів

Мета роботи:

- ознайомитися з інтерфейсом та режимами роботи програми Blender;
- розглянути структуру та топологію меша;
- сформулювати вміння налаштовувати інтерфейс для ергономічної роботи;
- набути умінь додавати меші різної топології і здійснювати загальне редагування мешів: масштаб, переміщення і обертання;

Обладнання та матеріали: референс, графічна станція, Blender 2.8.

Питання для самостійного опрацювання:

1. Поясніть, що таке меш у 3D-графіці. Які його основні складові елементи і як вони взаємодіють (вершини, ребра, грані)?
2. Чому полігональні меші є найпоширенішим типом у більшості 3D-редакторів? Які їхні переваги та недоліки порівняно з іншими типами (наприклад, NURBS або вокселями)?
3. Що таке топологія меша? Чому вона настільки важлива для анімації, деформації та UV-розгортки? Поясніть концепцію «хорошої» топології (quad-based topology).
4. Опишіть основні інструменти полігонального моделювання (наприклад, Extrude, Inset, Bevel, Loop Cut, Knife, Merge, Dissolve) та поясніть, для чого використовується кожен з них. Наведіть приклади їх застосування.
5. Що таке нормалі у 3D-графіці? Як вони впливають на відображення меша та рендеринг? Які проблеми можуть виникнути, якщо нормалі некоректні, і як їх виправити?
6. Поясніть поняття оптимізації меша. Для чого вона потрібна? Які методи оптимізації ви знаєте (наприклад, Decimate, Retopology) і коли їх варто застосовувати?
7. Що таке Retopology і чому це важливий етап у робочому процесі, особливо після скульптингу? Які інструменти або підходи використовуються для ретопології?
8. Які проблеми можуть виникнути з мешами під час підготовки до 3D-друку або імпорту в ігрові рушії? (Наприклад, незімкнуті краї, некоректні нормалі, перевернуті полігони, надмірна кількість полігонів). Як їх виявити та виправити?
9. Що таке булеві операції (Boolean operations) і коли вони застосовуються? Які переваги та недоліки їх використання?

Теоретичні відомості

Ергономічне налаштування інтерфейсу програми Blender впливає на підвищення продуктивності та комфорту під час роботи. Blender дуже гнучка програма, яка дозволяє налаштувати практично кожен аспект інтерфейсу під свої потреби та робочий процес.

З основних позицій, які можна налаштувати для ергономічної роботи у Blender виділяються такі:

1. Використання та створення власних робочих просторів (Workspaces)

Blender поставляється з кількома передвстановленими робочими середовищами (Layout, Modeling, Sculpting, UV Editing, Shading, Animation, Geometry Nodes, Compositing тощо), розташованими у вкладках зверху. Кожен з них оптимізований під конкретне завдання, відображаючи необхідні редактори та панелі.

Для ергономічного налаштування необхідно:

- Перемикайтеся між Workspaces. Активно використовуйте ці вкладки, щоб швидко переходити між різними етапами роботи. Наприклад, від моделювання до UV-розгортки.
- Створюйте власні Workspaces. Це найпотужніший інструмент для ергономіки.

- Ви можете дублювати існуючий Workspace (натиснувши + поруч з вкладками Workspaces і обравши «Duplicate Current»).
- Потім налаштуйте розташування вікон (Editor Areas).
- Розділяйте вікна. Наведіть курсор на кут будь-якого вікна, поки він не перетвориться на хрестик, потім перетягніть, щоб розділити вікно на два.
- Об'єднуйте вікна. Зробіть те ж саме, але перетягніть курсор з одного вікна в інше, щоб об'єднати їх.
- Змініть тип редактора. Кожне вікно має маленький значок у верхньому лівому куті (часто у вигляді кубика або іконки редактора), який дозволяє змінити його тип (наприклад, з 3D Viewport на Shader Editor).
- Перетягуйте панелі. Ви можете перетягувати панелі Outliner, Properties, Toolbar, N-Panel (Sidebar) між вікнами.
- Після налаштування збережіть свій Workspace як частину стартового файлу Blender: File → Defaults → Save Startup File. Це дозволить вам мати власні налаштування щоразу, коли ви відкриваєте Blender.

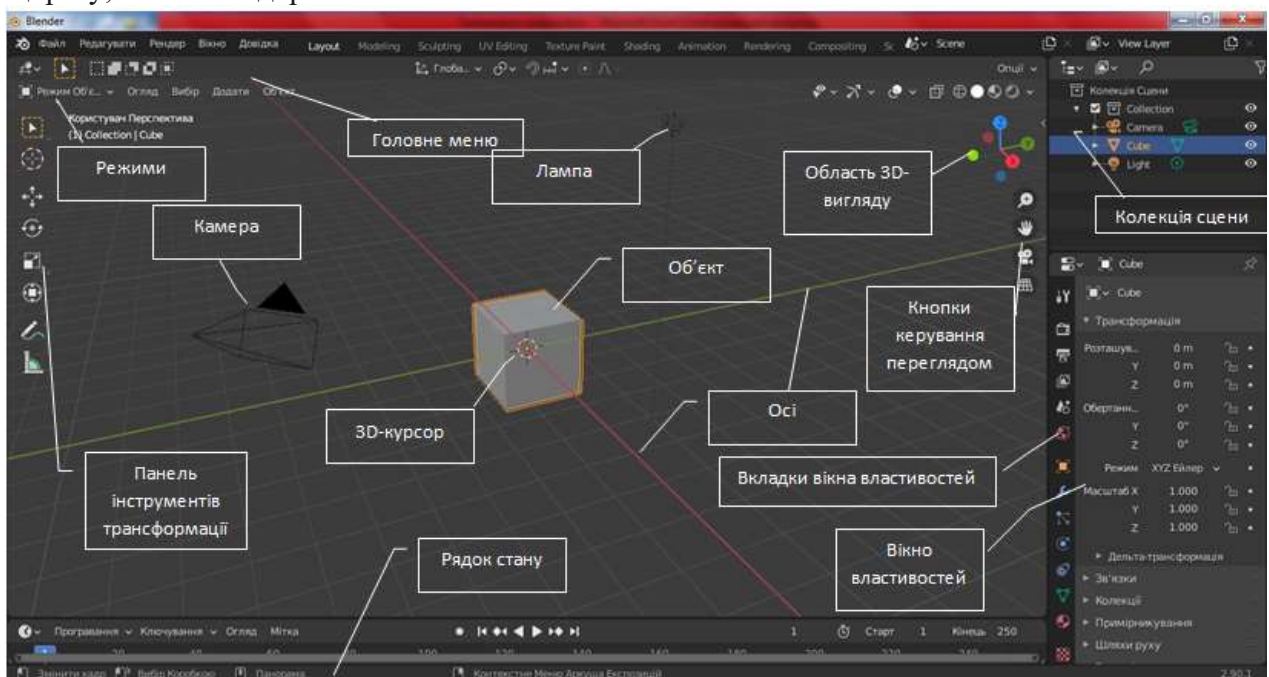


Рис. 1. Інтерфейс програми

2. Налаштування панелей та їх вмісту (Panels Customization)

Blender має кілька основних панелей, які можна приховувати, розгортати та налаштовувати.

- Toolbar (T-panel, зліва): Містить основні інструменти для поточного режиму роботи (Object Mode, Edit Mode, Sculpt Mode тощо). Натисніть T, щоб приховати/показати її. Ви можете змінити її ширину, перетягуючи її край.
- Sidebar (N-panel, справа): Містить трансформації, розміри, елементи відображення (View), а також налаштування аддонів. Натисніть N, щоб приховати/показати її.
- Properties Editor (права частина за замовчуванням): Це ключова панель для налаштування об'єктів, модифікаторів, матеріалів, рендерингу, сцен, світу тощо. Вона розділена на вкладки, які можна згорнути та розгорнути.
- Outliner (верхня права частина за замовчуванням): Відображає ієрархію об'єктів у сцені, дозволяє легко вибирати, приховувати, блокувати об'єкти.
- Ергономічне налаштування:
- Приховуйте непотрібні панелі: Якщо ви не використовуєте Toolbar або Sidebar у певному Workspace, просто приховайте їх, щоб звільнити місце.

– Згортайте секції: У панелі Properties або Sidebar згортайте розділи, які ви не використовуєте, щоб зменшити прокрутку.

– Створюйте власні вкладки/панелі (за допомогою Python): Для просунутих користувачів Blender дозволяє створювати власні панелі та кнопки за допомогою скриптів на Python, щоб згрупувати часто використовувані функції.

3. Гарячі клавіші та кругові меню (Hotkeys & Pie Menus)

Blender відомий своїми численними гарячими клавішами, які значно прискорюють роботу.

Налаштування гарячих клавіш:

– Вивчайте стандартні гарячі клавіші: Основні гарячі клавіші (G – Grab/Move, R – Rotate, S – Scale, Tab – Edit Mode, A – Select All, X – Delete) є універсальними та значно прискорюють робочий процес.

– Для налаштування гарячих клавіш перейдіть до Edit → Preferences → Keymap. Тут ви можете змінити будь-яку існуючу гарячу клавішу або призначити нову.

– «Industry Compatible» Keymap: Blender пропонує альтернативну розкладку клавіш «Industry Compatible», яка ближча до стандартів інших 3D-редакторів, наприклад, Maya, 3ds Max. Якщо ви переходите з іншого 3D-редактора, це може бути гарним стартом.

– Призначайте гарячі клавіші до будь-якої дії: Клацніть правою кнопкою миші на будь-якій кнопці, повзунку або пункті меню в Blender, і ви побачите опцію «Assign Shortcut» (Призначити гарячу клавішу).

– Використовуйте кругові меню (Pie Menus): Blender має вбудовані кругові меню, які активуються певними гарячими клавішами (наприклад, Q за замовчуванням для швидкого доступу до режимів вибору, Z для режимів відображення). Це дуже ергономічно, оскільки дозволяє швидко обирати потрібну опцію рухом миші. Багато аддонів також додають власні кругові меню.

4. Налаштування вікна 3D-вигляду (3D Viewport Customization). Це основне робоче поле, і його налаштування важливе для комфорту очей та ефективності. Для ергономічного налаштування:

– Схеми кольорів (Themes): У Edit → Preferences → Themes ви можете змінити кольорову схему інтерфейсу. Є багато готових тем, або ви можете створити власну. Це може зменшити напругу на очі та зробити інтерфейс приємнішим.

– Налаштування відображення:

– Viewport Shading: Швидко перемикайтеся між Wireframe, Solid, Material Preview, Rendered режимами (гаряча клавіша Z для Pie Menu).

– Overlay: Налаштовуйте відображення сіток, вершин, орієнтирів, анотацій тощо у Viewport Overlays (іконка двох кіл у верхній правій частині 3D Viewport).

– Відображення статистики: У Viewport Overlays → Statistics можна увімкнути відображення кількості вершин/граней, що важливо для контролю оптимізації моделі.

5. Аддони (Add-ons). Blender має величезну спільноту розробників аддонів (доповнень), які розширюють його функціонал та можуть значно покращити ергономіку. Приклади ергономічних аддонів:

– Pie Menus: Багато аддонів додають власні кругові меню для швидкого доступу до інструментів.

– HardOps/BoxCutter: Для прискорення моделювання твердотілих об'єктів.

– Machin3tools: Набір корисних інструментів для різних етапів робочого процесу.

– Asset Browser: (Вбудований) Ефективно організовуйте та перетягуйте матеріали, моделі, пози анімації у свою сцену.

– Встановлення аддонів: Edit → Preferences → Add-ons.

6. Після того, як ви налаштували інтерфейс так, як вам зручно, обов'язково збережіть стартовий файл та налаштування користувача:

- File → Defaults → Save Startup File: Зберігає поточний робочий простір, об'єкти в сцені, налаштування рендерингу як стандартні для кожного нового файлу Blender.

- Edit → Preferences → Save Preferences: Зберігає всі ваші зміни в налаштуваннях (теми, гарячі клавіші, аддони).

Ергономічне налаштування інтерфейсу це постійний процес. З часом, коли ви краще зрозумієте свій робочий процес, ви зможете ще точніше налаштувати його для максимальної ефективності та комфорту виконання завдань.

Завдання практичної роботи:

1. Завантажити [Blender 2.8x32](#) або [Blender 2.8x64 \(Windows\)](#) або [Blender 2.8x64.msi](#).
2. Ергономічно налаштувати робочий простір редактору Blender.
3. Створити модель ящика за референсом, використовуючи основні маніпуляції з мешом та інструменти редагування.



Рис. 1. Референс до практичної роботи

Порядок виконання роботи:

1. Додавання базового примітива (Add a Primitive):
 - Відкрийте Blender. Зазвичай, при новому запуску вже є куб у центрі сцени. Якщо ні, то:
 - У 3D Viewport натисніть Shift + A (це гаряча клавіша для меню «Add» - Додати).
 - Виберіть Mesh → Cube (Сітка → Куб).
 - На цьому етапі ви вже маєте прямокутний ящик (куб), який є початковою точкою для подальших модифікацій.

2. Налаштування розмірів та позиції (Adjust Dimensions and Position). Після додавання куба ви можете змінити його розміри та положення, щоб він став прямокутним ящиком бажаних параметрів:

- Через панель «Add Cube» (Додати Куб): Одразу після додавання куба, у нижньому лівому куті 3D Viewport з'явиться маленька панель «Add Cube». Вона дозволяє налаштувати розмір («Size») та положення («Location») куба до того, як ви виконаєте будь-які інші дії. Це найзручніший спосіб задати початкові параметри. Через панель «Properties» (Властивості) - N-Panel. Переконайтеся, що об'єкт вибраний (виділений помаранчевим контуром). Натисніть N, щоб відкрити панель «Sidebar» (Бічна панель) справа. Перейдіть на вкладку «Item» (Елемент). Тут ви можете точно ввести значення для:

- Location (Розташування): X, Y, Z координати центру об'єкта.
- Rotation (Обертання): Обертання об'єкта навколо осей.
- Scale (Масштаб): Масштаб за осями X, Y, Z. Для створення прямокутного ящика з куба, змінійте значення Scale (наприклад, Scale X = 2, Scale Y = 1, Scale Z = 0.5).
- Використання інструментів трансформації:
- Grab/Move (Переміщення): Натисніть G, потім X, Y, або Z, щоб перемістити об'єкт по конкретній осі.

– Scale (Масштабування): Натисніть S, потім X, Y, або Z, щоб масштабувати об'єкт по конкретній осі.

– Rotate (Обертання): Натисніть R, потім X, Y, або Z, щоб обернути об'єкт по конкретній осі.

3. Застосування масштабу (Apply Scale). Якщо ви змінювали розмір ящика за допомогою інструмента масштабування (S + вісь) або в N-панелі (Item → Scale), дуже важливо «застосувати» (apply) цей масштаб. Це скине значення масштабу об'єкта до 1.0, але збереже його поточний візуальний розмір. Це необхідно для коректної роботи модифікаторів, фізики, UV-розгортки та інших операцій у майбутньому.

– Переконайтеся, що об'єкт вибраний. Натисніть Ctrl + A (меню «Apply» - Застосувати). Виберіть «Scale» (Масштаб). Редагування меша (Edit Mode)/ Для більш складних маніпуляцій з формою ящика (наприклад, додавання вирізів, отворів, або зміна окремих граней), вам потрібно перейти в режим редагування (Edit Mode). Виберіть об'єкт. Натисніть Tab, щоб переключитися з «Object Mode» (Режим об'єкта) в «Edit Mode».

– У «Edit Mode» ви можете обирати окремі вершини (Vertices), ребра (Edges) або грані (Faces), використовуючи відповідні кнопки виділення у верхній частині 3D Viewport (або гарячі клавіші 1, 2, 3).

Основні операції в Edit Mode:

– Extrude (Витягування): Натисніть E, щоб витягнути вибрану грань (або ребро/вершину) з меша.

– Inset Faces (Вставка граней): Натисніть I, щоб створити внутрішній контур на вибраній грані.

– Bevel (Фаска/Згладжування кутів): Натисніть Ctrl + B, щоб створити фаску на вибраних ребрах або вершинах.

– Loop Cut (Розрізання петлею): Натисніть Ctrl + R, щоб додати нові ребра перпендикулярно до існуючої топології. Це дозволяє додати додаткові деталі.

– Knife (Ніж): Натисніть K, щоб малювати власні лінії розрізу на меші.

– Boolean (Булеві операції): Хоча це модифікатор, він дозволяє об'єднувати, віднімати або перетинати меші за допомогою інших об'єктів. Це корисно для створення отворів або складних вирізів.

5. Додавання модифікаторів (Adding Modifiers)

Модифікатори дозволяють змінювати меш неруйнівним способом, тобто ви завжди можете повернутися до попереднього стану або змінити параметри модифікатора. Виберіть об'єкт. Перейдіть до вкладки «Modifier Properties» (Властивості модифікаторів) у панелі Properties (зазвичай, іконка гайкового ключа). Натисніть «Add Modifier» (Додати модифікатор) і виберіть потрібний модифікатор:

– Subdivision Surface – для згладжування поверхні та додавання деталей без збільшення кількості полігонів у базовій сітці.

– Solidify - для додавання товщини плоским об'єктам.

– Boolean – для вирізання або об'єднання форм.

Дотримуючись цього порядку, ви можете ефективно створювати та модифікувати прямокутні ящики (і будь-які інші меші) у Blender. Почніть з базового примітива, налаштуйте його розмір, застосуйте масштаб, а потім переходьте до детального редагування у «Edit Mode» та застосування модифікаторів.

Для якісного розуміння послідовності дій можна переглянути відео інструкцію <https://youtu.be/V9VXyvbijB0> до практичної роботи №1 або за QR-кодом.



Редагування топології мешу і створення NURBS фігур

Мета роботи:

- ознайомитися з режимами роботи редагування меша, редагування топології тривимірного об'єкту та створення NURBS фігур на основі обертання кривих;
- розглянути інструменти редагування: екструзія, масштабування, обертання, і переміщення;
- сформуванати вміння редагувати вертекси, ребра і площини (полігони);
- набути умінь здійснювати;

Обладнання та матеріали: референс, графічна станція, Blender 2.8..

Питання для самостійного опрацювання:

1. Назвіть та опишіть призначення щонайменше трьох основних інструментів полігонального моделювання в Blender (окрім трансформацій G, R, S) для зміни форми меша.
2. Дайте визначення термінів «N-gon» та «non-manifold geometry». Чому їх слід уникати у більшості випадків і як їх виявити у Blender?
3. Для чого використовується «Loop Cut» (Ctrl+R) та «Knife Tool» (K) у режимі редагування меша? Яка їхня принципова відмінність?
4. Як впливає функція «Merge by Distance» на топологію меша? В яких випадках її доцільно використовувати?
5. Що означає абревіатура «NURBS» і яка основна відмінність NURBS-поверхонь від полігональних мешів?
6. Назвіть переваги використання NURBS для певних типів моделювання (наприклад, для автомобільних кузовів або промислового дизайну).
7. Опишіть, як створюються та редагуються NURBS-криві та поверхні у Blender. Який елемент є ключовим для їх контролю?
8. Назвіть дві основні операції, за допомогою яких можна створити об'ємні NURBS-фігури з NURBS-кривих у Blender.
9. Коли виникає необхідність конвертувати NURBS-об'єкт у полігональний меш? Які параметри слід враховувати при такій конвертації?
10. Чи є Blender повноцінною CAD-системою для роботи з NURBS на промисловому рівні? Аргументуйте свою відповідь.
11. Який основний недолік використання NURBS у Blender порівняно з його можливостями полігонального моделювання?
12. Наведіть приклад об'єкта, який було б доцільніше моделювати за допомогою полігонального підходу, та приклад об'єкта, для якого NURBS могли б бути ефективнішими. Поясніть свій вибір.

Методичні рекомендації

У Blender, як редакторі тривимірної графіки для редагування меша використовується широкий перелік інструментів. Вони дозволяють маніпулювати вершинами, ребрами та гранями меша, змінюючи його форму, додаючи деталі, оптимізуючи топологію та створюючи складні об'єкти.

Перш ніж почати редагування, необхідно увійти в Режим редагування (Edit Mode). Виберіть об'єкт у Режимі об'єкта (Object Mode) і натисніть клавішу Tab. У Edit Mode ви також можете перемикатися між режимами виділення: вершини (Vertex Select): ребра (Edge Select): Грані (Face Select).

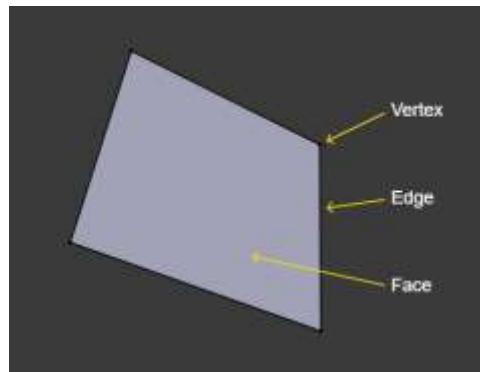


Рис. 3. Структура меша

Основні інструменти трансформації (Transform Tools). Ці інструменти дозволяють переміщувати, обертати та масштабувати вибрані елементи меша (вершини, ребра, грані).

- Move / Grab (Переміщення). Виберіть елементи (вершини, ребра або грані), натисніть G. Потім переміщуйте мишу. Можна обмежити переміщення по осі, натиснувши X, Y або Z після G. Призначений інструмент для зміни форми об'єкту, позиціонування елементів.

- Rotate (Обертання). Виберіть елементи, натисніть R. Потім обертайте мишу. Можна обмежити обертання по осі (X, Y, Z). Призначений інструмент для зміни орієнтації частин меша.

- Scale (Масштабування). Виберіть елементи, натисніть S. Потім переміщуйте мишу. Можна обмежити масштабування по осі (X, Y, Z). Призначений інструмент для зміни розміру частин меша.

Інструменти для створення та зміни геометрії (Geometry Manipulation Tools). Ці інструменти безпосередньо впливають на структуру меша, додаючи нові елементи або змінюючи існуючі.

- Extrude (Витягування). Виберіть грані (або ребра/вершини), натисніть E. Переміщуйте мишу для витягування. Призначений інструмент для створення об'ємних деталей з плоских граней, додавання «глибини» або «виступів». Extrude along Normals (витягування вздовж нормалей), Extrude Manifold (витягування з дотриманням топології).

- Inset Faces (Вставка граней). Виберіть грані, натисніть I. Переміщуйте мишу для створення внутрішнього контуру. Призначений інструмент для створення відступу на грані, що дозволяє потім її витягнути або втиснути для створення рамки, вікна тощо. Дуже корисний для створення рівномірних відступів.

- Bevel (Фаска / Згладжування кутів). Виберіть ребра або вершини, натисніть Ctrl + B. Переміщуйте мишу, прокручуйте колесо для зміни кількості сегментів. Призначений інструмент для згладжування гострих кутів, створення фасок, що додає реалістичності та покращує відображення світла. Bevel Vertices (фаска вершин), Bevel Edges (фаска ребер).

- Loop Cut (Розрізання петлею). Натисніть Ctrl + R. Наведіть курсор на ребро, щоб побачити лінію розрізу, клацніть лівою кнопкою, щоб підтвердити, переміщуйте мишу для позиціонування, потім клацніть ще раз. Прокручуйте колесо для зміни кількості розрізів. Призначений інструмент для додавання нових реберних петель перпендикулярно до існуючої топології. Це критично важливо для додавання деталізації, покращення топології та підготовки моделі до деформації (наприклад, для Subdivision Surface).

- Knife Tool (Ніж). Натисніть K. Клацайте на меші, щоб малювати власні лінії розрізу. Натисніть Enter для підтвердження. Призначений інструмент для створення довільних розрізів на меші, що дозволяє ділити грані, створювати нові полігони у довільній формі.

- Merge (З'єднання/Об'єднання). Виберіть вершини (або ребра/грані), натисніть M. Виберіть опцію (At Center, At First, At Last, Collapse, By Distance). Призначений інструмент для об'єднання вибраних елементів в одну точку (вершину), що корисно для закриття

отворів або спрощення топології. «By Distance» (Merge by Distance) використовується для видалення дублюючих вершин.

- Dissolve (Розчинити). Виберіть вершини, ребра або грані, натисніть X, потім виберіть «Dissolve Vertices/Edges/Faces». Призначений інструмент для видалення вибраних елементів, але при цьому спроба зберегти існуючу топологію. Корисно для зменшення кількості полігонів без значної зміни форми.

- Bridge Edge Loops (З'єднати реберні петлі). Виберіть дві відкриті реберні петлі, натисніть Ctrl + E, виберіть «Bridge Edge Loops». Призначений інструмент для заповнення проміжків між двома петлями, що дозволяє створювати мости між різними частинами меша.

- Fill (Заповнення). Виберіть декілька вершин/ребер, що утворюють замкнений контур, натисніть F. Призначений інструмент для створення нової грані (або кількох трикутних граней) для заповнення отвору.

- Grid Fill: Якщо вибрано замкнену реберну петлю з чотирикутників, можна використати Face > Grid Fill для акуратного заповнення великих отворів квадами.

Інструменти для скульптингу (Sculpting Tools). Для більш органічного та детального моделювання використовується спеціальний режим Sculpt Mode. Для використання виберіть об'єкт, перейдіть до «Sculpt Mode» у верхньому лівому куті інтерфейсу. Призначений інструмент для «Ліплення» форми меша, як віртуальної глини, за допомогою пензлів. Основні пензлі: Draw, Clay, Smooth, Grab, Inflate, Crease тощо. Кожен пензель має свої налаштування (розмір, сила, симетрія).

Модифікатори (Modifiers). Модифікатори дозволяють виконувати складні операції з мешами неруйнівним способом, тобто оригінальна геометрія залишається незмінною, а модифікації застосовуються поверх неї. Їх можна включати/виключати, змінювати порядок та параметри. Для використання виберіть об'єкт у Object Mode, перейдіть до вкладки «Modifier Properties» (іконка гайкового ключа). Натисніть «Add Modifier», наприклад:

- Subdivision Surface – згладжує меш, додаючи йому більше деталей і створюючи органічні форми з низькополігональної основи.

- Mirror – автоматично дублює частину меша дзеркально, що економить час при моделюванні симетричних об'єктів.

- Boolean – виконує логічні операції над мешами (об'єднання, віднімання, перетин).

- Solidify – додає товщину плоским мешам.

- Array – створює масив копій об'єкта за заданими параметрами.

- Shrinkwrap – «натягує» один меш на поверхню іншого, що корисно для ретопології.

У Blender робота з NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) відрізняється від твердотілого моделювання. Хоча Blender не є повноцінною CAD-системою для NURBS, він дозволяє створювати та маніпулювати цими об'єктами, а потім конвертувати їх у меші для подальшого полігонального редагування, скульптингу або експорту в інші програми/ігрові рушії.

NURBS-об'єкти в Blender – це математично визначені криві або поверхні. Вони створюються за допомогою контрольних точок (Control Points). Змінюючи положення цих точок, ви деформуєте криву або поверхню.

Процес створення NURBS фігур у Blender починається з додавання базових NURBS-примітивів:

1. Відкрийте Blender.

2. У 3D Viewport натисніть Shift + A (меню «Add» - Додати).

3. Виберіть:

- Curve > NURBS Curve: Створить 2D NURBS-криву.

- Curve > NURBS Circle: Створить замкнену 2D NURBS-криву (коло).

- Surface > NURBS Surface: Створить 3D NURBS-поверхню (площину).

- Surface > NURBS Circle: Створить 3D NURBS-поверхню у формі кільця.

- Surface > NURBS Cylinder / Sphere / Torus: Створять базові 3D-NURBS об'єкти.

Редагування NURBS об'єктів (Edit Mode):

1. Виберіть доданий NURBS-об'єкт.
2. Натисніть Tab, щоб перейти в Edit Mode (Режим редагування).
3. Ви побачите контрольні точки (зазвичай вони виглядають як маленькі квадратики), які визначають форму кривої або поверхні.
4. Виберіть одну або кілька контрольних точок.
5. Використовуйте стандартні інструменти трансформації:
 - G (Grab/Move): Переміщення контрольних точок.
 - R (Rotate): Обертання контрольних точок (менш поширено для NURBS, але можливо).
 - S (Scale): Масштабування контрольних точок.
6. Додавання нових контрольних точок: Виберіть дві сусідні контрольні точки і натисніть W (спеціальне меню) або RMB (права кнопка миші) > Subdivide (Підрозділити).
7. Видалення контрольних точок: Виберіть точки та натисніть X > Vertices (Вершини).

Створення об'ємних NURBS-фігур з кривих:

1. NURBS-криві часто використовуються як «профілі» для створення 3D-поверхонь.
2. Extrude (Витягування):
3. Створіть NURBS Curve (наприклад, лінію або довільну криву).
4. У Edit Mode виділіть всі контрольні точки (A).
5. На панелі Properties (N-Panel), в розділі Curve (іконка кривої), знайдіть вкладку «Geometry».
6. Збільшуйте значення «Extrude», щоб надати кривій об'єм.
7. Можна також регулювати «Bevel Depth» для округлення країв.
8. Revolve (Обертання):
9. Створіть NURBS Curve (наприклад, півколо або профіль вази).
10. У Object Mode (натисніть Tab для виходу), виберіть NURBS-криву.
11. Перейдіть на вкладку Modifier Properties (іконка гайкового ключа).
12. Додайте модифікатор «Screw».
13. Налаштуйте параметри модифікатора «Screw» (осі обертання, кут, кількість кроків) для створення об'єкта обертання.

Перетворення NURBS об'єктів на меш. Після того, як ви створили форму за допомогою NURBS, вам, швидше за все, потрібно буде конвертувати її в полігональний меш, оскільки більшість інструментів моделювання (скульптинг, ретопологія, UV-розгортка, ігрові рушії) працюють саме з мешами.

1. Підготовка NURBS об'єкта, переконайтеся, що ви вийшли з Edit Mode і перебуваєте в Object Mode (Tab). Виберіть ваш NURBS-об'єкт. Налаштування роздільної здатності (Resolution). Це дуже важливий крок, оскільки він визначає щільність полігонів майбутнього меша.

2. Перейдіть до вкладки Object Data Properties (іконка кривої). У розділі «Active Spline» або «Surface» (залежно від типу NURBS) знайдіть параметри «Resolution U» та «Resolution V» (для поверхонь) або «Resolution Preview U» (для кривих). Збільшуйте ці значення, щоб отримати більш згладжений та деталізований меш після конвертації. Чим вище значення, тим більше полігонів буде у кінцевому меші. Знайдіть баланс між деталізацією та кількістю полігонів.

3. Конвертація в меш. Переконайтеся, що NURBS-об'єкт вибраний. Натисніть Alt + C (або у меню Object > Convert > Mesh). Виберіть «Mesh».

4. Після конвертації ваш NURBS-об'єкт стане звичайним полігональним мешем. Це означає, що ви можете перейти в Edit Mode (Tab) і використовувати всі інструменти полігонального моделювання (Extrude, Bevel, Loop Cut тощо). Також, застосовувати модифікатори для подальшої оптимізації або деформації.

Далі можна виконувати UV-розгортку для текстурування, використовувати його для скульптингу чи експортувати модель у формати, сумісні з ігровими рушіями або іншими 3D-програмами. Після конвертації ви втрачаєте математичну точність NURBS. Повернення до NURBS з меша є дуже складним і зазвичай неможливим без спеціального програмного забезпечення та ретопології. Тому завжди зберігайте оригінальний NURBS-об'єкт, якщо вам може знадобитися його подальша зміна у NURBS-форматі.

Перелік гарячих клавіш:

- G – переміщення.
- R – обертання.
- TAB – режим редагування.
- E – витягування/заглиблення (в режимі TAB).
- I – додавання нової площини всередині (в режимі TAB).
- CTRL + B – зкруглення граней (в режимі TAB).
- CTRL + Z – відміна попередньої дії.
- CTRL + S – збереження проекту.
- CTRL + R – додати нові грані на об'єкті (в режимі TAB).
- SHIFT – обрати декілька фейсів, або точок (затиснувши в режимі TAB).
- CTRL – обрати декілька фейсів, або точок по колу (затиснувши в режимі TAB).
- G - переміщення (+X/Y/Z для переміщення рівно по осі).
- SHIFT + D – дублювання об'єкту (+X/Y/Z для переміщення рівно по осі).
- R – обертання (+ X/Y/Z для обертання по осі).
- I – витягування нової площини (в режимі TAB).

Завдання практичної роботи:

1. Створити перетворення мешу, для отримання моделі ролу суші.
2. Виконати накладання кольору на окремі складові ролу.
3. Виконати дублювання ролу суші та розташуйте за референсом.
4. За бажанням можна створити композицію сету суші на дошці з паличками.
5. Палички можна зробити фігурними за допомогою NURBS-об'єкту.

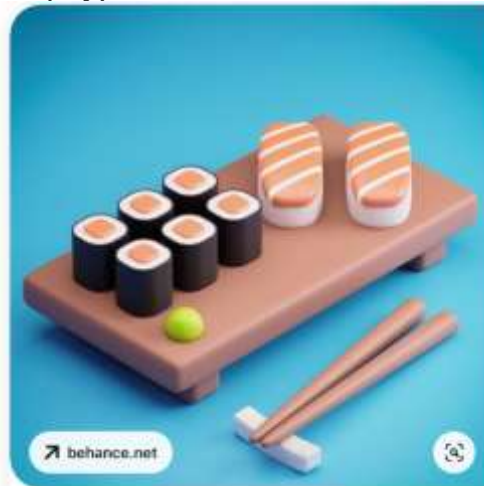


Рис. 2. Референс до практичної роботи

Порядок виконання роботи:

Підготовка сцени та базові форми

1. Видаліть стандартний куб. Зазвичай, при відкритті нового файлу Blender ви бачите куб. Натисніть X і виберіть «Delete», щоб видалити його.
2. Створіть рис (циліндр). Натисніть Shift + A (Add - Додати) > Mesh > Cylinder (Сітка > Циліндр). У панелі «Add Cylinder» (внизу ліворуч) зменште кількість вершин (Vertices)

до 16-24 для більш легкої моделі, якщо не плануєте супергладкості. Збільште Radius (Радіус) та Depth (Глибина) до бажаних пропорцій ролу. Це буде основа з рису.

3. Створіть норі (ще один циліндр/площина). Натисніть Shift + A > Mesh > Cylinder. У панелі «Add Cylinder» задайте ті ж Radius та Depth, що й для рису, але зробіть Vertices 8-12. Потім зробіть його трохи тоншим і трохи більшим у радіусі, ніж рис. Перемістіть його (G + Z) трохи вище від рису.

Моделювання форми ролу

1. Надайте норі форму обгортки. Виділіть циліндр норі. Перейдіть в Edit Mode (Tab). Виберіть режим виділення граней (3). Виберіть верхню та нижню грані циліндра. Натисніть X і виберіть «Faces», щоб видалити їх, залишивши лише бічну поверхню. Вийдіть в Object Mode (Tab).

2. Застосуйте модифікатор Solidify (Властивості модифікаторів - іконка гайкового ключа > Add Modifier > Solidify), щоб надати норі товщини. Регулюйте параметр Thickness (Товщина). Застосуйте модифікатор Subdivision Surface (Add Modifier > Subdivision Surface) для обох об'єктів (рису та норі), щоб згладити їх. Рівень subdivisions (View, Render) встановіть на 1-2.

3. Розташуйте норі навколо рису. В Object Mode, виділіть об'єкт норі. Збільште його розмір (S), щоб він обгорнув рис. Можливо, доведеться масштабувати (S + Shift + Z) по осях X та Y, щоб він був трохи більшим за рис, і помістити його (G + Z) навколо рису.

4. Створіть начинку (наприклад, огірок/авокадо/риба). Натисніть Shift + A > Mesh > Cylinder / Cube / UV Sphere (залежно від форми інгредієнта). Перемістіть (G), масштабуйте (S) та оберніть (R) об'єкт, щоб він виглядав як шматочок начинки всередині ролу.

5. Дублюйте (Shift + D) та розташовуйте кілька таких шматочків всередині ролу, імітуючи начинку. Для огірка, наприклад, можна взяти циліндр, зменшити його, а потім в Edit Mode за допомогою Loop Cut (Ctrl + R) та Scale (S) зробити його нерівномірним, імітуючи серцевину.

6. Застосуйте Subdivision Surface до інгредієнтів для згладжування.

Призначення кольору для окремих компонентів ролу

1. Матеріал для рису

Виділіть об'єкт рису. Перейдіть до вкладки Material Properties (Властивості матеріалів - іконка червоного кола). Натисніть «New». Змініть Base Color (Базовий колір) на білий або світло-кремовий. Збільште Roughness (Шорсткість) до 0.8-0.9, щоб рис не був глянцевим. Додатково: У вкладці Shading (зкладка зверху) можна додати трохи Noise Texture (Шумна текстура) через Bump Node (Вузол Випуклості) для імітації дрібної текстури рису.

Матеріал для норі. Виділіть об'єкт норі. Перейдіть до Material Properties. Натисніть «New». Змініть Base Color на темно-зелений або чорний. Зменшіть Roughness до 0.3-0.5, щоб імітувати легкий блиск норі. Зменшіть Specular (Дзеркальність) до 0.2-0.3.



Матеріали для начинки. Для кожного інгредієнта створіть новий матеріал. Огірок: Світло-зелений колір, можливо, з легкою текстурою шуму для шкірки. Авокадо: Світло-зелений (м'якоть) та темно-коричневий (кісточка). Риба: Помаранчевий або рожевий, злегка прозорий (Transmission ~0.1-0.2) і з низькою Roughness для імітації жирності.

Для якісного розуміння послідовності дій можна переглянути відео інструкцію <https://youtu.be/ygxW0t8zxzI> до практичної роботи №2 або за QR-кодом.

Створення складних High Poly моделей

Мета роботи:

- ознайомитися з топологією High Poly об'єктів;
- розглянути структуру і призначення High Poly об'єктів;
- набути умінь створювати High Poly модель;

Обладнання та матеріали: референс, графічна станція, Blender 2.8.

Питання для самостійного опрацювання:

1. Дайте визначення терміну «High Poly модель» у 3D-графіці. Чим вона принципово відрізняється від «Low Poly моделі» за кількістю полігонів та рівнем деталізації?
2. Назвіть щонайменше три основні призначення (сфери використання) High Poly моделей (наприклад, кіно, візуалізація). Поясніть, чому саме для цих цілей потрібна висока деталізація.
3. Опишіть основні методи (підходи) створення High Poly моделей у Blender. Вкажіть, для яких типів об'єктів (органічні/хард-серфейс) краще підходить кожен метод.
4. Поясніть роль модифікатора Subdivision Surface у створенні High Poly моделей. Як він впливає на топологію та візуальне сприйняття об'єкта? Які параметри цього модифікатора є ключовими для контролю деталізації?
5. Що таке Digital Sculpting (Цифровий Скульптинг) у Blender? Назвіть щонайменше три основні пензлі (Brushes) для скульптингу та їхнє призначення. Який тип об'єктів найчастіше створюють за допомогою скульптингу?
6. Опишіть важливість Dyntopo (Dynamic Topology) та Remesh у режимі скульптингу. Як ці функції допомагають під час деталізації моделі?
7. Які проблеми можуть виникнути з топологією High Poly моделі, створеної скульптингом? Чому ці проблеми є критичними для подальших етапів робочого процесу (наприклад, для ретопології)?
8. Що таке Retopology (Ретопологія) і чому вона є майже обов'язковим етапом після створення високодеталізованих High Poly моделей (особливо після скульптингу)?
9. Як використання High Poly моделей впливає на продуктивність сцени у Blender (швидкість рендерингу, розмір файлу, споживання пам'яті)? Які існують підходи для управління цими проблемами?

Методичні рекомендації

При створенні High Poly (високополігональних) моделей у Blender використовується широкий спектр інструментів, які дозволяють додавати велику кількість деталей та досягати високої візуальної якості. Основні підходи включають полігональне моделювання з використанням модифікаторів підрозділу поверхні, цифровий скульптинг та булеві операції.

Ось ключові інструменти та техніки, що застосовуються для створення High Poly моделей у Blender. Полігональне моделювання з модифікатором Subdivision Surface (SubD Modeling). – це один з найпоширеніших методів створення гладких, високодеталізованих моделей з низькополігональної основи.

Модифікатор Subdivision Surface (Subsurf), якій призначений як основний інструмент для згладжування меша. Він математично підрозділяє кожен грань на кілька менших, створюючи ілюзію гладкої поверхні з меншої кількості полігонів у базовій сітці. Застосовується в Object Mode через вкладку «Modifier Properties» (іконка гайкового ключа). Параметри «Levels Viewport» (для відображення у вікні) та «Levels Render» (для фінального рендерингу) дозволяють контролювати рівень згладжування.

Інструменти Edit Mode для контролю Subsurf. Ці інструменти використовуються для додавання «опорних» ребер (support loops) або зміни форми низькополігональної сітки, щоб контролювати, як модифікатор Subsurf згладжує модель.

Loop Cut (Ctrl+R) – додає нові реберні петлі, які «затягують» згладжену поверхню, роблячи її гострішою. Чим ближче опорні петлі до краю, тим гострішим буде цей край.

Bevel (Ctrl+B) – створює фаски на ребрах або вершинах. При використанні з Subsurf, Bevel допомагає створити більш контрольовані та чисті гострі краї, ніж просто Loop Cut.

Crease (Shift+E) – дозволяє «загострити» ребра, які інакше були б згладжені модифікатором Subsurf, без додавання додаткової геометрії.

Extrude (E), Inset (I), Knife (K) – використовуються для додавання базових форм та деталей до низькополігональної сітки, які потім будуть згладжені Subsurf.

Цифровий Скульптинг (Digital Sculpting) дозволяє створювати органічні та високодеталізовані моделі, працюючи з мешем як з віртуальною глиною.

Sculpt Mode призначений як спеціальний режим у Blender, оптимізований для роботи з великою кількістю полігонів. Використовується Sculpt Mode здійснюється з випадаючого меню у верхній лівій частині вікна Blender.

Пензлі (Brushes):

- Draw/Clay/Clay Strips – для додавання та видалення об'єму, створення базових форм.
- Smooth – для згладжування поверхні.
- Grab – для переміщення великих ділянок меша, зміни загальної форми.
- Crease – для створення гострих ліній та складок.
- Inflate/Deflate – для збільшення/зменшення об'єму.
- Scrape/Fill – для вирівнювання поверхні або заповнення впадин.
- Masking – дозволяє «замаскувати» частини моделі, щоб пензлі не впливали на них.
- Symmetry – дозволяє скульптувати симетрично по одній або кількох осях (X, Y, Z).
- Управління топологією в Sculpt Mode.

Dyntopo (Dynamic Topology) призначений для динамічного додавання або видалення геометрії (полігони) під пензлем під час скульптингу. Це дозволяє зосереджуватися на деталях, не турбуючись про початкову топологію. Активується у верхній панелі Sculpt Mode. Має різні режими (Constant Detail, Relative Detail).

Remesh (Voxel Remesh) призначений для перетворення меш на нову сітку з рівномірною топологією на основі вокселів. Це корисно для об'єднання кількох скульптів або для отримання чистої сітки перед подальшою деталізацією. Знаходиться у вкладці «Object Data Properties» (іконка трикутника) в розділі «Remesh».

Булеві операції (Boolean Operations) використовуються для об'єднання, віднімання або перетину мешів, що дозволяє створювати складні форми, особливо для хард-серфейс моделей.

Модифікатор Boolean виконує логічні операції між двома об'єктами. Застосовується в Object Mode як модифікатор. Часто вимагає подальшої ручної очистки топології, оскільки може створювати N-gons та трикутники.

Операції:

- Difference (Різниця): Віднімає один об'єкт від іншого (створює отвори, вирізи).
- Union (Об'єднання): Об'єднує два об'єкти в один.
- Intersect (Перетин): Залишає лише спільну частину двох об'єктів.

До додаткових інструментів відносяться Multi-resolution Modifier

Multi-resolution Modifier призначений для зберігання кількох рівнів деталізації моделі (як правило, після скульптингу). Це дає змогу працювати на низьких рівнях для загальної форми та на високих для дрібних деталей. Додається як модифікатор Shrinkwrap Modifier, який «натягує» один меш на поверхню іншого. Дуже корисний для ретопології, коли ви створюєте нову, чисту низькополігональну сітку поверх високополігонального скульпта.

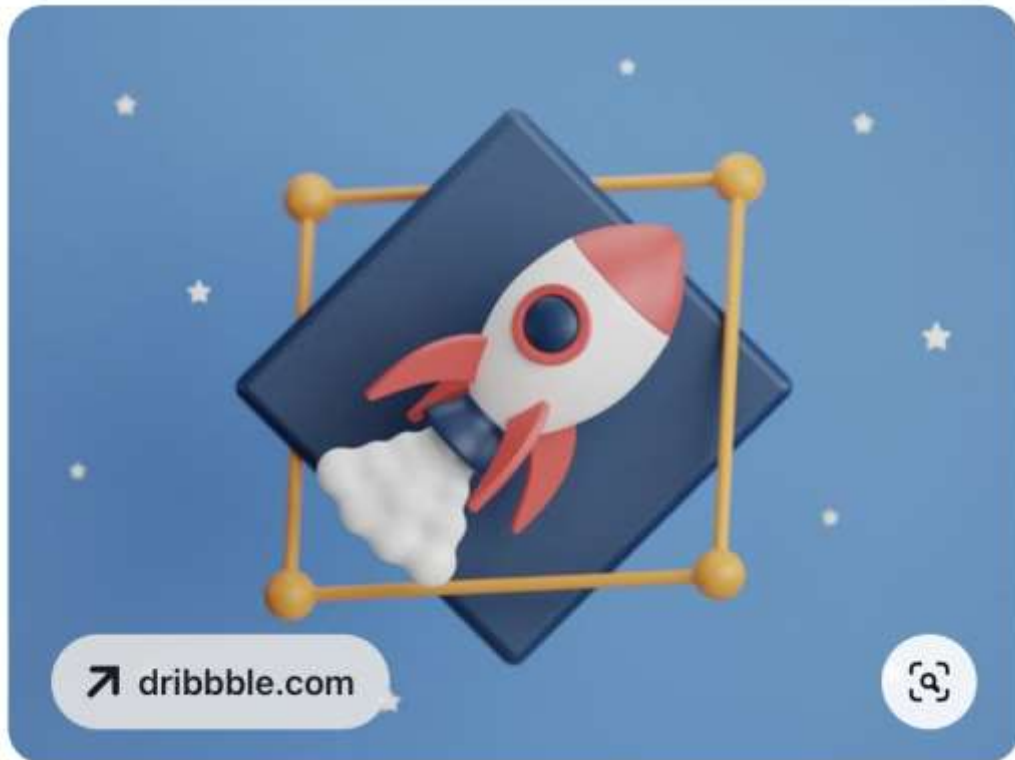
Vertex Groups (Групи Вершин) дозволяє виділяти та групувати вершини для застосування модифікаторів, матеріалів або для контролю деформацій.

Edge Crease (Збільшення гостроти ребер) контролює, як модифікатор Subdivision Surface згладжує краї, роблячи їх гострішими.

Використання цих інструментів у комбінації дозволяє створювати надзвичайно деталізовані та складні 3D-моделі у Blender.

Завдання практичної роботи:

1. Створити High Poly модель ракети за референсом.
2. Виконати призначення кольору до окремих її елементів.
3. Застосувати модифікатор для згладжування поверхні об'єкту



Порядок виконання роботи:

1. Проаналізуйте референс. Розділіть ракету на основні логічні секції:
 - носовий обтічник (конус)
 - основний корпус (циліндр)
 - крила/стабілізатори
 - двигуни та сопла
 - деталі обшивки, люки, кабелі, заклепки (для High Poly)
2. Перенесіть референс у Blender, щоб легше було моделювати і дотримуватися пропорцій. У 3D Viewport натисніть Shift + A > Image > Reference (Зображення > Референс). Завантажте зображення та розмістіть їх так, щоб вони відповідали осям (наприклад, вид спереду на осі Y, вид збоку на осі X). Зменшіть їхню прозорість у налаштуваннях об'єкта (Object Properties > Transparency), щоб було зручніше моделювати.
3. Базове полігональне моделювання (Blockout). На цьому етапі створюється загальна форма ракети з мінімальною кількістю полігонів.

Основний корпус. Додайте Shift + A > Mesh > Cylinder (Сітка > Циліндр).

У панелі «Add Cylinder» (ліворуч внизу) встановіть кількість вершин (Vertices) на 16-32 (достатньо для початкової форми). Масштабуйте (S) та витягуйте (E в Edit Mode)

сегменти циліндра, щоб отримати основну форму корпусу ракети відповідно до референсів. Для секцій, що змінюють діаметр, використовуйте масштабування вершин/ребер (S).

Носовий обтічник. Можна почати з UV Sphere (Shift + A > Mesh > UV Sphere) або Cone (Shift + A > Mesh > Cone). В Edit Mode (Tab) маніпулюйте вершинами, щоб надати йому аеродинамічної форми носа ракети. Зменшіть кількість вершин, щоб потім згладити модифікатором. Об'єднайте з корпусом (виділіть обидва об'єкти, Ctrl + J), якщо це один суцільний меш, або тримайте їх окремо для гнучкості.

Стабілізатори/Крила. Додайте Shift + A > Mesh > Plane (Сітка > Площина) або Cube (Куб). В Edit Mode маніпулюйте вершинами та гранями, щоб створити форму крила. Використовуйте Extrude (E), Loop Cut (Ctrl + R) для формування геометрії. Застосуйте Mirror Modifier (Модифікатор Дзеркала) до одного крила, щоб автоматично створити симетричні копії. Переконайтеся, що об'єкт Mirror Modifier стоїть по центру ракети.

Двигуни та сопла. Почніть з Cylinder або Cone. Сформуєте базові обриси двигунів та їхніх сопел.

4. Створення High Poly деталізації (Add High Poly Detail). На цьому етапі додається реальна деталізація за допомогою модифікаторів, скульптингу та булевих операцій.

4.1. Застосування Subdivision Surface (Subsurf). Для всіх основних частин ракети (корпус, ніс, крила, двигуни), які мають бути гладкими та округлими, додайте Modifier > Generate > Subdivision Surface. Встановіть Levels Viewport на 1-2 для роботи, а Levels Render на 2-3 або вище для фінального рендерингу. Використовуйте Loop Cuts (Ctrl + R) та Bevel (Ctrl + B) на низькополігональній моделі (до застосування Subsurf), щоб контролювати жорсткість країв. Чим ближче опорні ребра до краю, тим гострішим буде вигляд цього краю після Subsurf.

4.2. Деталізація за допомогою Булевих операцій (Boolean). Для створення отворів (наприклад, вікна, люки, вирізи) або складних з'єднань, використовуйте модифікатор Boolean. Створіть окремий об'єкт (наприклад, циліндр або куб), який буде «вирізати» або «об'єднуватися» з основною ракетою. Виділіть ракету, додайте Modifier > Generate > Boolean. Виберіть інший об'єкт як «Object» та тип операції (Difference - Різниця, Union - Об'єднання). Булеві операції можуть створювати неідеальну топологію (ngons, трикутники). Іноді потрібна ручна доробка в Edit Mode для очищення топології.

4.3. Скульптинг для органічних або дрібних деталей (Sculpting). Для створення нерівностей поверхні, зварних швів, вм'ятин, подряпин або більш складних органічних форм (якщо ракета має такі елементи), використовуйте Sculpt Mode. Перейдіть до Sculpt Mode (Tab або верхнє меню). Використовуйте такі пензлі, як Draw, Clay Strips, Crease, Inflate, Scrape, Smooth. Активуйте DynTooro для динамічного додавання полігонів під час скульптингу, або використовуйте Multi-resolution Modifier для скульптингу на різних рівнях деталізації.

4.4. Додаткові дрібні деталі (Hard Surface Detailing). Різні панелі, люки: Використовуйте Inset (I) на гранях, потім Extrude (E) для створення виступів або впадин. Заклепки/болти: Моделюйте одну заклепку (наприклад, з UV Sphere, зменшеної та сплюснутої), потім використовуйте Array Modifier або просто дублюйте (Shift + D) та розміщуйте їх вручну. Кабелі/шланги: Створюйте їх за допомогою Curve objects (Криві) та застосовуйте Bevel у властивостях кривої для товщини, або перетворюйте криву в меш (Alt + C > Mesh).

Пам'ятайте, що створення High Poly моделі - це ітераційний процес. Часто доводиться повертатися до попередніх етапів, щоб внести корективи або додати нові деталі. Працюйте пошарово, починаючи з великих форм і поступово додаючи дрібніші деталі.

Для якісного розуміння послідовності дій можна переглянути відеоінструкцію https://youtu.be/T3txK5F_hiI до практичної роботи №3 або за QR-кодом.



Ригінг персонажу. Підготовка моделі, встановлення арматури, налаштування кістяка і руху персонажу

Мета роботи:

- розглянути призначення арматури та накладання обмежень руху;
- сформулювати вміння створювати ригінг персонажу для керування рухами і змінами топології персонажу у залежності від положення кістяка;
- набуті умінь готувати персонаж для знімання анімації;

Обладнання та матеріали: референс, графічна станція, Blender.

Питання для самостійного опрацювання:

1. Що таке «ригінг» (Rigging) персонажу для анімації 3D-анімації та забезпечення механіки ігрового рушія? Поясніть його основне призначення та чому він є необхідним етапом перед анімацією та завантаженням.
2. Що таке «арматура» (Armature) у Blender? Які її основні компоненти (кістки, суглоби) і як вони ієрархічно пов'язані?
3. Опишіть послідовність додавання та початкового налаштування арматури для гуманоїдного персонажу. Які дії необхідно виконати в Edit Mode арматури?
4. Що таке «ваги вершин» (Weight Painting) і чому вони є критично важливими для коректної деформації меша під час анімації? Поясніть, як працює інструмент Weight Paint.
5. Які проблеми можуть виникнути, якщо ваги вершин розподілені некоректно? Наведіть приклади типових артефактів (наприклад, «цукерковий обгортка» або «желейні» суглоби).
6. Що таке «Parenting» (Прив'язка) меша до арматури? Опишіть різні типи прив'язки (наприклад, Automatic Weights, Empty Groups, With Empty Groups) та поясніть, коли який тип доцільно використовувати.
7. Що таке «Inverse Kinematics» (IK) та «Forward Kinematics» (FK)? Поясніть принципову різницю між ними та коли кожен метод анімації є кращим.
8. Як створити ІК-ланцюг у Blender? Опишіть необхідні кроки для налаштування ІК-контролера для кінцівки (наприклад, ноги або руки).
9. Що таке «Constraint» (Обмеження) у ригінгу? Назвіть щонайменше два типи обмежень, які часто використовуються для ригінгу персонажу (наприклад, Copy Rotation, Limit Rotation, Child Of) та поясніть їхнє призначення.
10. Для чого використовуються «Custom Bone Shapes» (Власні форми кісток) та «Bone Layers» (Шари кісток) у ригінгу? Як вони покращують робочий процес аніматора?
11. Що таке «Shape Keys» (Ключі форм) і як вони інтегруються з ригінгом для анімації обличчя або м'яких деформацій?
12. Які кроки необхідно виконати, щоб «заморозити» (Apply) всі трансформації об'єкта перед ригінгом? Чому це важливо?
13. Опишіть загальний робочий процес ригінгу, починаючи від готової моделі до підготовленого для анімації персонажу.

Методичні рекомендації

Ригінг персонажу в Blender – це процес створення «кістяка» – системи «кісток» (арматури) та контролерів, які дозволяють аніматору легко деформувати та позувати 3D-модель або використовувати для реалізації ігрової механіки у середовищі рушія. Для природнього і гармонійного деформування моделі використовується комбінація вбудованих інструментів, модифікаторів та обмежень.

Основні інструменти для створення та редагування арматури.

Add Armature (Додати Арматуру). Призначений для створення базового об'єкта арматури у сцені. Зазвичай починають з «Single Bone» (одна кістка) або «Human (Meta-Rig)» (для гуманоїдних персонажів). Активізується при натисканні Shift + A (Add - Додати) > Armature.

Edit Mode (Режим Редагування Арматури) призначений для редагування структури арматури: додавання, видалення, переміщення, обертання та масштабування окремих кісток. Виберіть об'єкт арматури в Object Mode, потім натисніть Tab або виберіть «Edit Mode» у випадаючому меню.

Ключові дії в Edit Mode:

- Extrude (E) – витягування нових кісток з кінця вибраної кістки.
- Subdivide (W > Subdivide) – розділення кістки на кілька менших.
- Separate (P > Separate Bones) – відокремлення вибраних кісток від існуючої арматури.
- Parenting (Ctrl+P) – встановлення батьківських зв'язків між кістками (Keep Offset або Connected).

Pose Mode (Режим Позування) призначений для визначення режиму позування та анімації персонажу. У цьому режимі кістки можна обертати та переміщувати, і вони деформуватимуть прив'язаний меш. Для використання виберіть об'єкт арматури в Object Mode, потім натисніть Ctrl + Tab або виберіть «Pose Mode» у випадаючому меню.

Інструменти для прив'язки меша до арматури (Skinning)

Parenting (Прив'язка) призначений для встановлення зв'язку між 3D-моделлю (мешем) та арматурою, щоб при русі кісток деформувався меш. Для цього виділіть меш, потім (утримуючи Shift) виділіть арматуру. Натисніть Ctrl + P.

Основні опції:

–With Automatic Weights (З автоматичними вагами) – Blender автоматично намагається розподілити ваги вершин на основі близькості до кісток. Це найпоширеніший і найшвидший спосіб для початкового скіннінгу.

–With Empty Groups (З порожніми групами) – створює групи вершин для кожної кістки, але не призначає ваги. Ваги потрібно буде малювати вручну.

–Armature Deform (Деформація арматурою) – просто прив'язує меш до арматури без створення груп вершин.

Weight Painting (Малювання Ваг) призначений для точного налаштування того, наскільки сильно кожна кістка впливає на деформацію окремих вершин меша. Це дозволяє уникнути небажаних деформацій. Для цього виділіть меш, потім (утримуючи Shift) виділіть арматуру. Перейдіть до «Weight Paint» у випадаючому меню.

Інструменти в Weight Paint Mode:

–Draw Brush – основний пензель для додавання/віднімання ваги (кольори від синього (0) до червоного (1)).

–Blur Brush – згладжує переходи ваги.

–Smear Brush – «розмиває» вагу по поверхні.

–Clean Brush – видаляє дуже низькі значення ваги.

–Normalize All – нормалізує ваги, щоб сума ваг для кожної вершини дорівнювала 1.0.

Обмеження (Constraints) для керування рухом дозволяють створювати складніші системи керування ригом, роблячи анімацію простішою та ефективнішою. Вони застосовуються до кісток у Pose Mode.

Inverse Kinematics (ИК) дозволяє керувати цілим ланцюгом кісток (наприклад, ногою або рукою) за допомогою однієї контрольної кістки (ИК-контролера). Замість обертання кожної кістки окремо, ви просто переміщуєте кінцеву точку, а Blender розраховує обертання всіх кісток у ланцюзі. У Pose Mode, виділіть останню кістку в ланцюзі, додайте Bone Constraint > Inverse Kinematics. Вкажіть «Target» (цільовий об'єкт/кістку) та «Pole Target» (для контролю ліктя/коліна).

Copy Rotation (Копіювати Обертання) робить так, щоб одна кістка копіювала обертання іншої кістки. Корисно для керування симетричними частинами або для створення «майстер-контролерів».

Limit Rotation/Location/Scale (Обмежити Обертання/Розташування/Масштаб) обмежує рух кістки в певних діапазонах, запобігаючи небажаним або нереалістичним деформаціям.

Child Of (Дитина) дозволяє кістці «прив'язуватися» до іншої кістки або об'єкта, а потім «відв'язуватися» від нього за допомогою анімації. Корисно для взаємодії персонажа з об'єктами (наприклад, персонаж бере предмет).

Damped Track / Track To (Відстежувати) робить так, щоб одна кістка завжди «дивилася» на іншу кістку або об'єкт. Корисно для очей, голови, або автоматичного наведення зброї у ігровому процесі.

Додаткові інструменти та функції ригінгу.

Custom Bone Shapes (Власні Форми Кісток) замінює стандартне відображення кісток на більш інтуїтивні 3D-об'єкти (наприклад, кола, квадрати, стрілки), які слугують контролерами для аніматора. Це робить риг чистішим та легшим для використання. Для цього створіть простий меш-об'єкт (наприклад, коло). У Pose Mode, виділіть кістку, перейдіть до вкладки «Bone Properties» (іконка кістки) > «Viewport Display» > «Custom Shape», і виберіть ваш меш-об'єкт.

Bone Layers (Шари Кісток) призначений для організації кісток у різні шари для зручності. Наприклад, один шар для ІК-контролерів, інший для FK-кісток, третій для кісток обличчя. Дозволяє приховувати/показувати певні частини ригу. У Edit Mode або Pose Mode, на вкладці «Armature Properties» (іконка чоловічка) є розділ «Layers».

Shape Keys (Ключі Форм) хоча це не суто ригінг, проте, Shape Keys використовуються для створення деформацій меша, які не залежать від кісток. Найчастіше застосовуються для анімації обличчя (міміки) або м'яких деформацій одягу. Для цього виділіть меш, перейдіть до вкладки «Object Data Properties» (іконка зеленого трикутника) > «Shape Keys». Створіть «Basis» (базову форму) та нові ключі форм, потім редагуйте меш в Edit Mode.

Vertex Groups (Групи Вершин) групи вершин створюються автоматично при прив'язці з «Automatic Weights», але їх також можна створювати та редагувати вручну. Вони визначають, які вершини належать до якої кістки. Для цього у Edit Mode, виділіть вершини, перейдіть до «Object Data Properties» > «Vertex Groups», створіть нову групу, призначте їй вагу.

Armature Modifier (Модифікатор Арматури) застосовується до меша і вказує Blender, що цей меш має деформуватися за допомогою певної арматури. Зазвичай додається автоматично при прив'язці меша до арматури.

Опанування цих інструментів дозволить вам створювати функціональні та ефективні риги для будь-яких персонажів анімації чи ігрового процесу у Blender та подальшого використання таймлайні чи Unity.



Рис. 4. Референс маніпулятора

Завдання практичної роботи:

1. Створити модель маніпулятора за референсом.
2. Прив'язати арматуру до складових частин з відповідною ієрархією.
3. Налаштування обмежень руху арматури і системи керування персонажем.

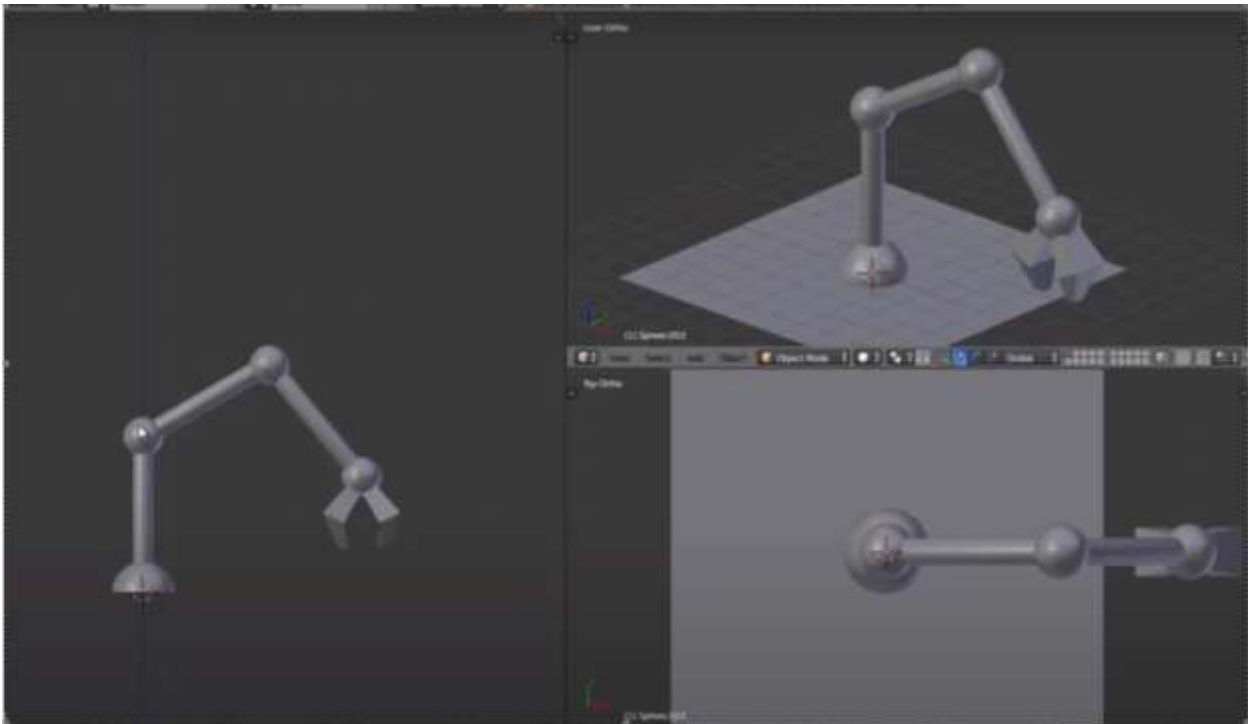


Рис. 5. Вигляд маніпулятора

Порядок виконання роботи:

1. Підготовка моделі (Model Preparation). Перевірка топології моделі. Переконайтеся, що 3D-модель «Маніпулятора» має чисту квад-базовану топологію (тобто складається переважно з чотирикутних полігонів). Це критично важливо для плавних деформацій. Виправте будь-які N-gons (грані з більш ніж 4 вершинами) або некоректні трикутники, а також «non-manifold» геометрію.

2. Застосування трансформацій. В Object Mode застосуйте всі трансформації (розташування, обертання, масштаб) моделі. Виділіть модель, натисніть Ctrl + A і виберіть «All Transforms». Це забезпечить, що модель має чистий масштаб (1,1,1) і обертання (0,0,0), що запобігає проблемам при ригінгу.

3. Розташуйте Pivot Point у «корені» персонажу і відсутні дублювання. Переконайтеся, що точка походження (Origin Point) моделі знаходиться в її центрі або в точці, яка буде «коренем» вашої арматури (наприклад, основа тулуба). Object > Set Origin > Origin to Geometry (або Origin to 3D Cursor). Переконайтеся, що немає подвійних вершин або інших артефактів (Edit Mode > M > Merge by Distance).

2. Створення Арматури (Armature Creation) – це етап побудови скелета персонажа.

2.1. Додавання кореневої кістки. У Object Mode, натисніть Shift + A > Armature > Single Bone. Це буде основна (коренева) кістка для всього ригу. Розмістіть її в центральній частині «Маніпулятора» (наприклад, в основі тіла).

2.2. Побудова основної ієрархії. Перейдіть в Edit Mode (Tab) для арматури. Екструдуйте (E) нові кістки від існуючих, формуючи скелет, що відповідає анатомії «Маніпулятора». Подумайте про основні суглоби: основа тіла, сегменти кінцівок/щупалець, «пальці» або кінцеві маніпулятори. Використовуйте симетрію (X-Axis Mirror) у Tool settings (верхній правий кут 3D Viewport) для симетричних частин персонажа.

2.3. Деталізація кінцівок/щупалець. Для кожного сегмента маніпулятора, який має гнутися, додайте достатню кількість кісток. Для плавних вигинів потрібно 3-5 кісток на сегмент.

2.4. Налаштування незв'язаних арматур (Disconnected Bones). Для контролерів, які не є частиною фізичного скелета, але керують рухами (наприклад, основний контролер руху персонажа, ІК-контролери), створюйте їх окремо і потім встановлюйте Parent (батьківський зв'язок) з «Keep Offset» (Ctrl + P > Keep Offset).

3. Прив'язка моделі персонажу до арматури (Skinning / Weight Painting). Цей етап визначає, як меш буде деформуватися за кістками.

3.1. Автоматична прив'язка: У Object Mode, виділіть модель «Маніпулятора», потім (утримуючи Shift) виділіть арматуру. Натисніть Ctrl + P і виберіть «With Automatic Weights». Blender спробує автоматично розподілити ваги вершин.

3.2. Ручне налаштування ваг (Weight Painting). Перейдіть у Weight Paint Mode. Blender відобразить ваги кольорами від синього (без впливу) до червоного (повний вплив). Виберіть кістку у вікні «Vertex Groups» (на вкладці «Object Data Properties») або у вікні «Outliner» (перемкнувшись на відображення кісток). Використовуйте пензлі (Draw, Blur, Subtract, Smooth) для точного налаштування розподілу ваг. Зосередьтеся на областях суглобів та місцях, де потрібна плавна деформація. «Normalize All»: У Weight Paint Mode (Toolshelf T або W > Weight Tools) використовуйте «Normalize All» для нормалізації ваг, щоб кожна вершина мала суму ваг рівну 1.

4. Створення контролерів та налаштування інверсної кінематики (IK/FK Controls & Setup). Цей етап робить риг зручним для аніматора та розробника ігор.

4.1. Перейти у Режим ІК (Inverse Kinematics). Для кінцівок/щупалець, які потребують «прямого» управління (ви задаєте кінцеву позицію, а риг розраховує обертання суглобів), налаштуйте ІК-ланцюги.

4.2. У Pose Mode, виділіть останню кістку в ланцюзі кінцівки. Перейдіть до Bone Properties (іконка кістки) > Inverse Kinematics.

4.3. Створіть контролер ІК (це може бути нова, незв'язана кістка або простий меш-об'єкт, якому надана кастомна форма). Встановіть його як «Target» для ІК-обмеження.

4.4. Використовуйте «Pole Target» (зазвичай окрема кістка-контролер) для управління напрямком згину ліктів/колін/сегментів щупалець.

4.5. Перейти у режим FK (Forward Kinematics). Деякі частини можуть керуватися через пряму кінематику (обертання кожної кістки вручну). Це особливо актуально для основних частин тіла або для щупалець, де ІК може бути занадто жорстким. Основний контролер тіла (COG - Center of Gravity): Зазвичай незв'язана кістка, до якої прив'язані всі інші кістки або головні контролери.

4.6. Визначити додаткові контролери, якщо потрібно, голови, очей, щелеп, тощо.

Custom Bone Shapes (Власні форми кісток): Створіть прості меш-об'єкти (кола, квадрати, стрілки) та призначте їх кісткам-контролерам. Це зробить риг візуально чистішим та легшим для навігації.

Bone Layers (Шари кісток): Організуйте кістки та контролери в різні шари (наприклад, ІК-контролери, FK-кістки, кістки деформації, допоміжні кістки). Це дозволяє аніматорам вмикати/вимикати різні групи контролерів.

5. Додаткові обмеження та розширені функції (Constraints & Advanced Features). Для «Маніпулятора» можуть знадобитися складніші налаштування.

–Copy Rotation/Location/Scale – використовуйте ці обмеження для автоматизації рухів (наприклад, щоб один елемент обертався, коли рухається інший).

–Limit Rotation/Location – обмеження діапазону руху кісток, щоб уникнути нереалістичних або небажаних поз.

–Transformation Constraint – для складних залежностей між трансформаціями.

–Drivers (Драйвери): дозволяють керувати властивостями (наприклад, значеннями Shape Keys, властивостями модифікаторів) за допомогою трансформацій інших об'єктів/кісток. Це може бути корисно для автоматизації складних рухів або міміки.

–Shape Keys (Ключі форм) – для анімації обличчя, міміки, або для створення м'яких, некінематичних деформацій тіла. Створюйте ключі форм на моделі, а потім контролюйте їх за допомогою драйверів, прив'язаних до кісток-контролерів.

–Actions (Дії) та NLA Editor (Non-Linear Animation) – для створення та змішування різних анімаційних циклів.

6. Тестування та відлагодження (Testing & Debugging) – це ітеративний процес, який



є життєво важливим. Регулярно позуйте персонажа в різних екстремальних позах, щоб виявити проблеми з деформаціями та вагами вершин. Якщо ви бачите проблеми з деформаціями, поверніться до Weight Paint Mode і відкоригуйте ваги. Якщо контролери незручні, змініть їхні форми, розташування або обмеження.

Для якісного розуміння послідовності дій можна переглянути відео інструкцію до практичної роботи №1 <https://youtu.be/RORlanHqhGs> або за QR-кодом.

Накладання текстур і карт матеріалів на просторові форми

Мета роботи:

- перенести знання про текстури з растрової графіки у середовище тривимірного графічного редактора;
- сформулювати знання використання текстур та карт матеріалів;
- набути умінь здійснювати накладання текстур та налаштування карт матеріалів;

Обладнання та матеріали: референс, графічна станція, Blender 2.8, набір текстур деревини та каменя.

Питання для самостійного опрацювання:

1. Що таке «матеріал» у 3D-графіці? Поясніть його роль та чому він є важливим для візуального сприйняття 3D-моделі.
2. Яке призначення «текстури»? Назвіть щонайменше три основні типи текстур, що використовуються в Blender (наприклад, зображення, процедурні), та поясніть їхню відмінність.
3. Що таке «UV-розгортка» (UV Unwrapping)? Чому вона є критично важливим етапом для коректного накладання текстур на 3D-моделі?
4. Опишіть основні принципи виконання UV-розгортки. Які інструменти в Blender використовуються для створення UV-розгортки (наприклад, Mark Seam, Unwrap)?
5. Що таке «PBR» (Physically Based Rendering) матеріали? Назвіть щонайменше три основні карти, що входять до складу PBR-матеріалу (наприклад, Base Color, Normal, Roughness), та поясніть призначення кожної.
6. Яке призначення «Normal Map» (карти нормалей)? Як вона впливає на візуалізацію поверхні об'єкта, не змінюючи його геометрії?
7. Для чого використовується «Roughness Map» (карта шорсткості) та «Metallic Map» (карта металевості)? Як ці карти впливають на відбиття світла та вигляд матеріалу?
8. Що таке «проекція текстури» (Texture Projection)? Назвіть щонайменше три види проекції, окрім UV-розгортки (наприклад, Box, Sphere, Cylinder, Generated), і поясніть, коли їх доцільно використовувати.
9. Опишіть процес додавання текстури зображення до матеріалу в Blender. Які вузли (Nodes) Shader Editor є основними для цієї операції?
10. Що таке «Shader Editor» (Редактор шейдерів) у Blender? Поясніть його функціональність та роль у створенні складних матеріалів.
11. Для чого використовується «Ambient Occlusion Map» (карта затінення від оточення) та «Displacement Map» (карта зміщення)? Яка принципова різниця між їхнім впливом на модель?
12. Як можна масштабувати та позиціонувати текстуру на моделі після UV-розгортки? Які інструменти в UV Editor використовуються для цього?

Методичні рекомендації

Накладання текстур і карт матеріалів у Blender – це процес, який перетворює просту 3D-модель на візуально насичений об'єкт. Це дозволяє імітувати різні поверхні (дерево, метал, шкіра, камінь) за допомогою кольору, відбиття, шорсткості та інших властивостей. Основним інструментом для цього є Shader Editor (Редактор шейдерів), але для підготовки моделі до текстурування критично важливим є UV Editor та інструменти UV Unwrapping.

Shader Editor (Редактор шейдерів) – це основне робоче середовище для створення матеріалів у Blender. Він дозволяє будувати складні матеріали, з'єднуючи різні вузли (Nodes). Воно призначене для створення та редагування матеріалів (shaders) за допомогою

системи вузлів. Тут ви визначаєте, як світло взаємодіє з поверхнею об'єкта. У верхній частині інтерфейсу Blender виберіть вкладку «Shading» або перетворіть будь-яку область на «Shader Editor».

Ключові вузли (Nodes):

- Principled BSDF: Це універсальний вузол шейдера, який охоплює більшість типів матеріалів (метали, пластик, дерево, скло). Він має безліч входів для підключення різних карт:

- Base Color – основний колір поверхні. Сюди підключається текстура кольору (Albedo).

- Metallic – визначає, наскільки матеріал є металевим (0 - діелектрик, 1 - метал).

- Roughness: Контролює шорсткість поверхні (0 - ідеально гладка/глянцева, 1 - повністю матова).

- Specular: Сила дзеркального відбиття.

- IOR (Index of Refraction): Показник заломлення світла для прозорих або напівпрозорих матеріалів.

- Transmission: Контролює прозорість матеріалу.

- Normal: Вхід для карти нормалей (Normal Map), яка імітує дрібні деталі поверхні.

- Height/Displacement: Вхід для карти висот (Displacement Map), яка фізично зміщує геометрію.

Image Texture призначене для завантаження файлів зображень (JPEG, PNG, EXR тощо) для призначення текстур. Для цього треба Shift + A (Add) > Texture > Image Texture. Потім натисніть «Open» і виберіть файл зображення.

Texture Coordinate надає різні типи координат для розміщення текстур на моделі (UV, Generated, Object, Camera, Window). Для цього натиснути Shift + A > Input > Texture Coordinate.

UV: Найпоширеніший підхід, використовує UV-розгортку моделі. Generated автоматично генерує координати на основі обмежувальної рамки об'єкта.

Mapping дозволяє трансформувати текстурні координати (перемішувати, обертати, масштабувати текстуру). Для цього треба натиснути Shift + A > Vector > Mapping. Підключається між Texture Coordinate та Image Texture.

Normal Map коректно інтерпретує кольорову інформацію Normal Map зображення для використання у вході «Normal» шейдера. Для цього необхідно натиснути Shift + A > Vector > Normal Map. Підключіть Color з Image Texture до Color цього вузла, а Normal цього вузла до Normal Principled BSDF.

Bump використовує чорно-біле зображення (або іншу карту висот) для імітації дрібних нерівностей поверхні, підключається до входу «Normal» шейдера. Для цього необхідно натиснути Shift + A > Vector > Bump. Підключіть Color з Image Texture до Height цього вузла, а Normal цього вузла до Normal Principled BSDF.

Mix RGB / Math / Color Ramp призначений для змішування кольорів, виконання математичних операцій з числовими значеннями текстур, або перетворення діапазону кольорів. Корисно для процедурних текстур або тонкого налаштування карт.

Noise Texture / Musgrave Texture / Voronoi Texture – це процедурні текстури, які генеруються математично і не потребують UV-розгортки. Використовуються для створення різних шуму, нерівностей, візерунків.

UV-розгортка – це процес «розгортання» 3D-моделі у 2D-простір, подібно до того, як розрізають картонну коробку, щоб зробити її плоскою. Це дозволяє накладати 2D-зображення (текстури) на 3D-поверхні. Вона призначена для відображення та редагування UV-координат моделі, які визначають, як текстура буде відображатися на поверхні. Для цього необхідно зайти у «UV Editor».

Ключові інструменти UV Unwrapping (в Edit Mode моделі):

Mark Seam (Позначити шов) виділяє ребра, які будуть «розрізами» під час розгортання, щоб розгорнути меш на окремі «острови» UV. У Edit Mode (Tab), виберіть ребра (2), натисніть Ctrl + E > Mark Seam.

Clear Seam (Очистити шов) видаляє позначені шви Ctrl + E > Clear Seam.

Unwrap (Розгорнути) виконує розгортку виділених граней на основі позначених швів. Для використання необхідно зайти у Edit Mode, виділіть грані (3 або А для всіх), натисніть U > Unwrap.

Smart UV Project (Розумна UV-проекція) автоматично генерує UV-карту, намагаючись мінімізувати розтягнення та перекриття. Часто використовується для початкової розгортки або для об'єктів без чітких швів. Для виконання натиснути U > Smart UV Project.

Cube Projection / Cylinder Projection / Sphere Projection (Проекції Куба/Циліндра/Сфери) проєктують UV-карту, «розгортаючи» модель так, ніби вона проєктується з відповідної форми (куба, циліндра, сфери). Корисно для примітивних форм натиснувши U > відповідна проєкція.

Project from View (Проекція з виду) створює UV-карту, проєктуючи грані на площину відповідно до поточного виду камери. Корисно для плоских об'єктів або частин, які видно лише з одного боку. Для цього натиснути U > Project from View.

Pack Islands (Упакувати острови) оптимізує розташування UV-островів в UV Editor, щоб вони ефективно заповнювали простір UV-карти (0-1 UV-квадрат), мінімізуючи втрати місця. Для цього необхідно йти у UV Editor, UV > Pack Islands.

UV Sync Selection (Синхронізація виділення UV) з'єднує виділення в 3D Viewport з виділенням в UV Editor. Це дозволяє бачити, які вершини/грані в 3D відповідають яким частинам UV-карти.

Режими відображення у 3D Viewport. Viewport Shading (Затінення огляду) дозволяє візуалізувати текстури та матеріали без рендерингу сцени. У правому верхньому куті 3D Viewport виберіть. Material Preview – показує матеріали з базовим освітленням та Rendered – показує повний рендеринг сцени з освітленням, тінями та всіма матеріалами.

До додаткових інструментів та аддонів (Advanced Tools & Add-ons) відносяться Node Wrangler (Вбудований аддон), який значно прискорює робочий процес у Shader Editor. Дозволяє швидко додавати вузли Texture Coordinate та Mapping до Image Texture (Ctrl + T), створювати «принциповані» (Principled) матеріали з текстурних карт (Ctrl + Shift + T), переглядати окремі вузли (Ctrl + Shift + LMB). Рекомендується увімкнути: Edit > Preferences > Add-ons, знайдіть «Node Wrangler» і поставте галочку.

Texture Paint Mode (Режим малювання текстур) дозволяє безпосередньо малювати на 3D-моделі, а Blender автоматично проєктує малюнок на UV-карту та зберігає його як зображення. Корисно для створення унікальних деталей, бруду, пошкоджень.

Baking (Запікання) процес «запікання» інформації (наприклад, освітлення, тіней, Normal Map з High Poly моделі) у текстурні карти. Це дозволяє перенести складні деталі на більш прості моделі або оптимізувати рендеринг. Для цього у вкладці «Render Properties» > «Bake».

Розуміння та вміле використання цих інструментів є основою для створення реалістичних та привабливих 3D-моделей у Blender.

Завдання практичної роботи:

1. На модель ящика з практичної роботи №1 накласти текстуру деревини. Для роботи можете узяти любую безшовну текстуру деревини (можливо з практичної роботи №2 з растрової графіки). Можна скористатися пошуком у мережі інтернет.



Рис. 10. Текстура деревини

2. Створити модель каменя і поверхні для каменної кладки (підлоги). Накласти відповідні текстури.



Рис. 11. Текстура каміння

3. Для накладання рельєфу на кам'яну підлогу можна скористатися ресурсом для створення карт нормалей <https://cpetry.github.io/NormalMap-Online/>

4. Зробити процедурне накладання текстур для каменя, щоб він виглядав як магічний артефакт. Для цього можна додати карту RGB Mix.

Порядок виконання роботи:

1. Створення реалістичного каменя з відповідною текстурою в Blender передбачає кілька етапів: від базового моделювання до детального текстурювання та налаштування матеріалу. Ось послідовність дій для цього:

1.1 Моделювання базової форми каменя (Low Poly Blockout) почніть з простої форми, яка потім буде деталізована. Для додавання базового об'єкту відкрийте Blender, видаліть стандартний куб (якщо він є) за допомогою X > Delete. Натисніть Shift + A > Mesh > UV Sphere (Сітка > UV Сфера) або Cube (Куб). Куб кращий, якщо ви хочете більш «ламаний» камінь, сфера – для округлого.

1.2. Деформація для нерівності виділіть об'єкт. Перейдіть в Edit Mode (Tab). Натисніть A, щоб виділити всі вершини. Увімкніть Proportional Editing (Пропорційне редагування) — іконка кола у верхній частині 3D Viewport, або гаряча клавіша O. Переконайтеся, що вибрано тип Random (Випадковий) або Smooth (Згладжений). Натисніть G (Grab/Переміщення) і переміщуйте мишу. Прокручуйте колесо миші, щоб змінити радіус впливу (коло навколо курсору). Це дозволить вам випадковим чином деформувати форму, створюючи нерівні обриси каменя. Також можете використовувати S (Scale/Масштабування) та R (Rotate/Обертання) з Proportional Editing для більшої варіативності.

1.3. Додавання додаткової геометрії (опціонально), якщо початкової кількості полігонів недостатньо для деформацій, можна додати Subdivision Surface модифікатор на цьому етапі (рівень 1-2), а потім знову перейти в Edit Mode для додаткових деформацій.

2. Створення High Poly деталізації (Sculpting) для досягнення реалістичної форми та дрібних нерівностей каменя ідеально підходить скульптинг.

2.1. Підготовка до скульптингу переконайтеся, що ваш базовий об'єкт вибраний. Перейдіть до Sculpt Mode (Режим скульптингу) у верхньому лівому куті інтерфейсу. Увімкніть Dyntopo (Dynamic Topology) у верхній панелі Sculpt Mode. Це дозволить Blender динамічно додавати геометрію під вашим пензлем, забезпечуючи достатню деталізацію там, де це потрібно. Налаштуйте «Detail Size» (Розмір деталі) на відповідне значення. Або, якщо модель вже має багато полігонів або ви хочете контролювати рівень деталізації, можете додати Multi-resolution Modifier замість Dyntopo. Це дозволяє створювати кілька рівнів деталізації.

2.2. Скульптування форми каменя використовуйте основні пензлі для формування:

- Draw / Clay Strips – для додавання та видалення об'єму, створення великих та середніх виступів і западин.

- Scrape / Flatten – для вирівнювання ділянок та створення «ламаних» площин, що характерно для каміння.

- Crease – для створення гострих тріщин та щілин.

- Inflate / Deflate – для додавання або зменшення об'єму в конкретних ділянках.

- Smooth – для згладжування занадто різких переходів (затисніть Shift під час використання будь-якого пензля).

Зосередьтеся на створенні різноманітної поверхні, що імітує природні ерозії, відколи та тріщини.

3. Робота з UV-розгорткою (UV Unwrapping), щоб текстури коректно накладалися на поверхню, необхідно створити UV-карту. Перейдіть до UV Editing Workspace. У верхній частині інтерфейсу Blender виберіть вкладку «UV Editing». Це відкриє 3D Viewport та UV Editor. Позначення швів (Mark Seams):

3.1. Виділіть ваш камінь. Перейдіть в Edit Mode (Tab). Виберіть режим виділення ребер (2). Позначте «шви» (Seams) – це ті ребра, по яких модель буде «розрізана» для розгортання. Для каменя, де немає чітких «швів», можна спробувати U > Smart UV Project (Розумна UV-проекція). Цей метод часто дає хороший результат для об'єктів без чітких швів або вручну позначити кілька ребер, де текстурні шви будуть менш помітними, натиснувши Ctrl + E > Mark Seam.

3.2. Виконання розгортки після позначення швів (або якщо використовуєте Smart UV Project), переконайтеся, що всі грані виділені (A). Натисніть U > Unwrap. Ви побачите розгорнуті UV-острови у вікні UV Editor. Оптимізація UV-островів (Pack Islands). У UV Editor, натисніть UV > Pack Islands (Упакувати острови), щоб оптимізувати розміщення UV-островів у UV-просторі. Це максимізує ефективність використання текстурного простору.

4. Налаштування матеріалу та текстуровання (Shading & Texturing), щоб надати каменю реалістичного вигляду за допомогою PBR (Physically Based Rendering) матеріалів. Перейдіть до Shading Workspace. У верхній частині інтерфейсу Blender виберіть вкладку «Shading». Це відкриє 3D Viewport та Shader Editor.

4.1. Для створення нового матеріалу виділіть камінь. У Shader Editor натисніть «New», щоб створити новий матеріал. За замовчуванням буде додано вузол Principled BSDF.

4.2. Завантажте та підключіть PBR текстури. Знайдіть якісні PBR-текстури каменя (наприклад, на Poly Haven, Quixel Bridge). Вам знадобляться щонайменше: Base Color (Albedo), Normal, Roughness, Displacement (опціонально), Ambient Occlusion (опціонально).

4.3. Увімкніть аддон Node Wrangler: Edit > Preferences > Add-ons, знайдіть «Node Wrangler» і поставте галочку. Це значно спростить процес.

4.4. Для швидкого підключення текстур виділіть вузол Principled BSDF. Натисніть Ctrl + Shift + T. У вікні вибору файлів, виберіть всі ваші PBR-текстури для каменя. Node Wrangler автоматично створить та підключить вузли Image Texture, Mapping, Texture Coordinate та Normal Map (для Normal Map).

4.5. Ручне підключення (якщо без Node Wrangler). Для кожної текстури: Shift + A > Texture > Image Texture. Відкрийте відповідний файл. Base Color: Підключіть Color з Image Texture до Base Color Principled BSDF. Normal Map: Shift + A > Vector > Normal Map. Підключіть Color з Image Texture (Normal) до Color Normal Map вузла. Важливо: Змініть Color Space в Image Texture (Normal) на «Non-Color». Підключіть Normal з Normal Map вузла до Normal Principled BSDF.

4.6. Roughness Map підключіть Color з Image Texture (Roughness) до Roughness Principled BSDF. Важливо: Змініть Color Space в Image Texture (Roughness) на «Non-Color».

4.7. Displacement Map (якщо є): Shift + A > Vector > Displacement. Підключіть Color з Image Texture (Displacement) до Height Displacement вузла. Важливо: Змініть Color Space в Image Texture (Displacement) на «Non-Color». Підключіть Displacement з Displacement вузла до Displacement виходу вузла Material Output. У налаштуваннях матеріалу (Material Properties > Settings > Surface), встановіть «Displacement» на «Displacement Only» або «Bump and Displacement» для фізичного зміщення геометрії (потрібен Cycles та достатня кількість полігонів).

4.8. Для налаштування масштабу текстур використовуйте вузол Mapping (підключений до всіх Image Texture вузлів) для регулювання масштабу текстур на камені. Змінійте значення Scale (X, Y, Z).

5. Освітлення та Рендеринг персонажу і сцени, щоб побачити результат вашої роботи.

5.1. Для налаштування освітлення видаліть стандартну лампу. Додайте HDRI-карту для реалістичного глобального освітлення: Перейдіть до World Properties (Властивості світу - іконка земної кулі) > Color > Environment Texture. Відкрийте HDRI-файл.

5.2. Додайте Area Light (Shift + A > Light > Area) для додаткового підсвічування та створення тіней. Розмістіть її над каменем.

5.3. Для налаштування камери розмістіть камеру (G, R) так, щоб камінь був у кадрі. Натисніть 0 на цифровій клавіатурі для перегляду з камери.



5.4. Вибіріть рендер-двигуна у Render Properties (Властивості рендерингу – іконка фотоапарата). Виберіть Cycles для фотореалістичного рендерингу (особливо якщо використовуєте Displacement). Увімкніть Denoise (Зменшення шуму) у розділі «Render» для чистішого зображення.

5.5. Для рендерингу натисніть F12 (або Render > Render Image) для рендерингу фінального зображення.

Для якісного розуміння послідовності дій можна переглянути відео інструкцію https://youtu.be/No2FKqD08_w до практичної роботи №5 або за QR-кодом.

Освітлення сцени, виставлення і налаштування камер для рендерінгу та запису анімації

Мета роботи:

- розглянути перелік типів освітлення і режимів роботи камери;
- сформулювати вміння налаштовувати дизайн сцени, систему освітлення;
- набути умінь налаштовувати камери та налаштування рендерінгу для отримання якісного цифрового зображення;

Обладнання та матеріали: референс, графічна станція, Blender 2.8.

Питання для самостійного опрацювання:

1. Навіщо освітлення є критично важливим етапом у 3D-візуалізації? Поясніть, як освітлення впливає на сприйняття форми, матеріалів та загальну атмосферу сцени.
2. Назвіть щонайменше три основні типи джерел світла у Blender (наприклад, Point, Sun, Area) та опишіть їхнє призначення і типові сценарії використання.
3. Що таке «глобальне освітлення» (Global Illumination - GI)? Поясніть його принцип роботи та назвіть, який тип джерела світла у Blender найчастіше використовується для імітації природного глобального освітлення.
4. Для чого використовуються «HDRi-карти» (High Dynamic Range Imaging) у Blender? Опишіть послідовність їхнього налаштування для освітлення сцени.
5. Поясніть концепцію «треточкового освітлення» (Three-Point Lighting). Назвіть три ключові джерела світла в цій схемі та їхню функцію.
6. Яке призначення камери у 3D-сцені? Як камера впливає на кінцеве зображення, окрім простого відображення об'єктів?
7. Які параметри камери є основними для налаштування ракурсу та композиції? Поясніть вплив «фокусної відстані» (Focal Length) на перспективу зображення.
8. Що таке «глибина різкості» (Depth of Field - DOF) у Blender? Для чого вона використовується і як її налаштувати за допомогою параметрів камери?
9. Опишіть послідовність дій для налаштування камери для рендерінгу статичного зображення. Як зафіксувати вид камери, щоб випадково не змінити її положення?
10. Як налаштувати камеру для запису анімації (руху камери)? Які інструменти використовуються для створення ключових кадрів (Keyframes) руху камери в Blender?
11. Що таке «рендеринг» (Rendering) і які основні «рендер-двигуни» (Render Engines) доступні в Blender? Поясніть принципову різницю між Cycles та Eevee.
12. Назвіть щонайменше три важливі параметри рендерінгу, які необхідно налаштувати перед фінальним виведенням зображення або відео (наприклад, роздільна здатність, кількість семплів).
13. Для чого використовується «Denoising» (Зменшення шуму) при рендерінгу? Як його увімкнути та налаштувати?
14. Які формати файлів найкраще використовувати для збереження фінального рендерінгу зображення та відео анімації? Назвіть приклади.

Методичні рекомендації

У Blender для налаштування світла, камери та рендерінгу використовується цілий набір інструментів, панелей властивостей та режимів. Розуміння їх взаємодії є ключовим для створення якісних 3D-зображень та анімацій.

Освітлення в Blender визначає, як об'єкти виглядають, як падають тіні та яка загальна атмосфера сцени. Інструменти для налаштування світла Lighting Tools. Вони визначають типи джерел світла (Light Types), які додаються через Shift + A > Light.

Point Light (Точкове світло) випромінює світло у всіх напрямках з однієї точки, як лампочка. Корисно для локального освітлення або імітації світильників.

Sun Light (Сонячне світло) імітує сонце, випромінюючи паралельні промені світла з одного напрямку. Незалежно від його розташування, світло завжди йде з заданого напрямку. Ідеально для сцен на відкритому повітрі.

Spot Light (Прожектор) випромінює світло у конічній формі. Дозволяє створювати сфокусовані світлові плями та промені.

Area Light (Площинне світло) випромінює світло з плоскої поверхні. Чим більша площа, тим м'якші тіні. Чудово підходить для студійного освітлення, вікон, світильників з розсіяним світлом.

Панель «Light Properties» (Властивості світла - іконка лампочки) має такі параметри:

- Power (Потужність) – інтенсивність світла (у Ваттах або люменах, залежно від типу світла та рендер-двигуна).
- Color (Колір) – колір випромінюваного світла.
- Radius / Size (Радіус/Розмір) – для Point/Spot Lights (радіус джерела), для Area Light (розміри площини). Більший розмір = м'якші тіні.
- Shadow (Тінь) – увімкнення/вимкнення відкидання тіней, налаштування тіней (м'якість, роздільна здатність).
- Visibility (Видимість) – контроль видимості джерела світла у рендері.
- Custom Falloff (Власний спад) – налаштування, як інтенсивність світла зменшується з відстанню.
- World Properties (Властивості світу - іконка глобуса).
- Color (Колір) – задає фоновий колір сцени (глобальне освітлення).
- Environment Texture (Текстура оточення): дозволяє завантажувати HDRi-карти для реалістичного глобального освітлення та відображень. Це імітує світло з реального світу.
- Strength (Сила) – інтенсивність HDRi-карти.

Shader Editor (Редактор шейдерів) може використовуватися для більш складного налаштування світла, особливо для Mesh Lights (об'єктів, які випромінюють світло через Emission шейдер на їхньому матеріалі) або для створення процедурних світильників.

Інструменти для налаштування камери (Camera Tools) визначають, що буде видно на фінальному рендері та як об'єкти виглядатимуть у кадрі. Для цього треба Add Camera (Додати Камеру), Shift + A > Camera, Viewport Camera View (Вигляд з камери). Натисніть 0 на цифровій клавіатурі (NumPad 0), щоб переключитися у вигляд з активної камери.

Lock Camera to View (Заблокувати камеру для виду): Увімкніть це в N-Panel (натисніть N) > View > Lock Camera to View. Це дозволить вам переміщувати та обертати камеру, ніби ви переміщуєтеся по сцені.

Панель «Camera Properties» (Властивості камери - іконка фотоапарата). Type (Тип): Зазвичай «Perspective» (Перспектива). «Orthographic» (Ортографічний) для технічних креслень, «Panoramic» для 360-градусних рендерів. Lens (Об'єктив). Focal Length (Фокусна відстань): Контролює «зум» та перспективу (менше мм = ширший кут/більше спотворення; більше мм = вузький кут/більш стиснута перспектива). Shift – зміщення перспективи.

–Depth of Field (Глибина різкості - DOF) імітує ефект фокусу реальної камери, розмиваючи об'єкти, що знаходяться поза зоною фокусу.

- Focus Object / Focus Distance – визначає точку або об'єкт, на якому буде фокус.
- F-Stop / Aperture – контролює силу розмиття (менше f-stop = сильніше розмиття).
- Viewport Display (Відображення у вікні):
- Composition Guides (Композиційні направляючі) – дозволяє відображати направляючі (Rule of Thirds, Golden Ratio тощо) для допомоги в композиції кадру.
- Limits: показує межі рендерингу.
- Object Constraints (Обмеження об'єкта - іконка ланцюжка).
- Track To (Відстежувати) – дозволяє камері завжди дивитися на певний об'єкт (наприклад, персонажа).

– Damped Track (Затухаюче відстежування) – схоже на Track To, але з більш плавним рухом.

Інструменти для рендерингу (Rendering Tools) перетворення 3D-сцени на 2D-зображення або послідовність зображень (анімацію). Render Properties (Властивості рендерингу - іконка відеокамери) – це основна панель для налаштування рендеру. Render Engine (Рендер-двигун):

– Eevee – швидкий рендер-двигун у реальному часі, що базується на растеризації. Добре підходить для попереднього перегляду, анімацій та стилізованих рендерів.

– Cycles – фізично коректний трасувальник променів (path tracer). Забезпечує фотореалістичну якість, але працює повільніше. Ідеально для фінальних високоякісних рендерів.

– Workbench – дуже швидкий, базовий рендер для моделювання та превізу.

Налаштування Sampling (Вибірка - для Cycles)

Render (Кількість семплів) – кількість «променів», які Blender використовує для розрахунку кольору кожного пікселя. Більше семплів = менше шуму, але довший час рендерингу.

Denoising (Зменшення шуму) – алгоритми для автоматичного видалення шуму з рендерингу. Дуже важливо для Cycles, щоб зменшити час рендерингу без втрати якості.

Light Paths (Шляхи світла - для Cycles) – контролює, скільки разів світло може відбиватися від поверхонь (кількість відскоків). Високі значення дають реалістичніші віддзеркалення/прозорість, але збільшують час рендеру.

Характеристика Performance (Продуктивність):

– Tiles – розмір плиток, на які ділиться зображення під час рендерингу. Оптимізація для CPU/GPU.

– Persistent Data – зберігає дані сцени в пам'яті для швидшого рендерингу послідовності кадрів.

– Output Properties (Властивості виведення - іконка принтера).

– Resolution (Роздільна здатність) – ширина та висота фінального зображення (наприклад, 1920x1080).

– Frame Rate (Частота кадрів) – кількість кадрів за секунду (fps) для анімації (24, 30, 60).

– Frame Range (Діапазон кадрів) – початковий та кінцевий кадри для рендерингу анімації.

Налаштування Output (Виведення) здійснюється у таких форматах:

– File Format (Формат файлу) – .png (для зображень), FFmpeg Video (для відеоанімації).

– Color (Колір) – тип кольорового простору (наприклад, RGBA для зображень з прозорістю).

– Output Folder (Папка виведення) – вибір місця збереження рендерів.

– Render Menu (Меню «Рендер»).

– Render Image (Рендерити зображення) – F12. Запускає рендеринг одного кадру.

– Render Animation (Рендерити анімацію) – Ctrl + F12. Запускає рендеринг усіх кадрів анімації.

Compositor (Композитор) призначений для пост-обробки рендерених зображень за допомогою вузлової системи. Дозволяє додавати ефекти, такі як колірна корекція, віньєтування, блур, glare, усунення шуму (Denoising).

Всі ці інструменти взаємодіють між собою, дозволяючи вам повністю контролювати візуальний вигляд вашої 3D-сцени від початку до кінця.

Завдання практичної роботи:

1. Підготувати сцену з маніпулятором для запису анімації.
2. Виставити освітлення і камеру.

3. Провести налаштування режимів запису камери.
4. Виставити опорні точки анімації повороту маніпулятора на таймлайні.
5. Виконати запис анімації.
6. Додатково, за бажанням, зробити showreel ([шоуріл](#), демонстраційний ролик) вашої роботи з тривимірної графіки у відеоредакторі.



Рис. 12. Референс для налаштування сцени

Порядок виконання роботи:

Створення анімації повороту маніпулятора в Blender, включаючи налаштування світла, камери та ключових кадрів на таймлайні, вимагає послідовних кроків. Ось детальний план дій:

1. Підготовка сцени та моделі. Перед початком анімації переконайтеся, що ваша сцена та модель готові.

1.1. Завершіть моделювання та ригінг. Ваша модель маніпулятора має бути повністю змодельована та мати функціональний риг (арматуру), якщо це анімований персонаж. Всі ваги вершин мають бути налаштовані, а контролери ригу — зручними для використання.

1.2. Застосуйте трансформації. Переконайтеся, що всі об'єкти (маніпулятор, світло, камера) мають застосовані трансформації (Ctrl + A > All Transforms). Це запобігає непередбачуваній поведінці під час анімації.

1.3. Встановіть початкове положення. Розмістіть маніпулятор у початковій позиції, з якої почнеться анімація.

2. Налаштування Камери визначає ракурс, з якого буде записана анімація.

2.1. Додайте камеру, якщо у вас немає камери в сцені, додайте її: Shift + A > Camera.

2.2. Розмістіть камеру. Натисніть 0 (NumPad) для перегляду з камери. Переміщуйтеся по 3D Viewport (Shift + F для «льотного» режиму або G для переміщення, R для обертання, S для масштабування, попередньо вибравши камеру), щоб знайти бажаний початковий ракурс для вашої анімації.

2.3. Заблокуйте камеру для виду: Щоб камера не «відлітала» під час роботи, відкрийте бічну панель (N), перейдіть до вкладки «View» і встановіть галочку «Lock Camera to View». Тепер, коли ви переміщуєтеся у 3D Viewport, камера рухатиметься разом з вами.

2.4. Налаштуйте параметри камери. Виділіть камеру, перейдіть до Camera Properties (іконка фотоапарата):

– Focal Length (Фокусна відстань) – відрегулюйте, щоб отримати бажаний вигляд (менші значення - ширший кут/більше спотворення, більші значення - вузький кут/більш плоска перспектива).

– Depth of Field (Глибина різкості) – якщо потрібно, увімкніть DOF, вкажіть Focus Object (наприклад, частину маніпулятора) або Focus Distance, та налаштуйте F-Stop для контролю розмиття.

3. Налаштування освітлення сцени є ключовим для демонстрації форми та матеріалів маніпулятора. Видаліть стандартне освітлення, якщо у вас є стандартне Point Light, ви можете його видалити (X > Delete), щоб почати з чистого аркуша.

3.1. Додайте основні джерела світла:

- Key Light (Ключове світло) – Shift + A > Light > Area. Розмістіть його спереду і трохи збоку від маніпулятора. Це буде найяскравіше джерело. Налаштуйте його Power та Size (більший розмір - м'якші тіні).

- Fill Light (Заповнююче світло) – Shift + A > Light > Area. Розмістіть його з протилежного боку від Key Light, але з меншою потужністю. Його мета – пом'якшити тіні, створені Key Light.

- Rim Light (Контурне світло) – Shift + A > Light > Area або Point. Розмістіть його за маніпулятором, направляючи на його контур. Це допоможе відокремити маніпулятор від фону та додати об'єму.

3.2. Налаштуйте глобальне освітлення (опціонально, але рекомендовано) для цього перейдіть до World Properties (іконка глобуса). Змініть Color на Environment Texture (Текстура оточення). Завантажте HDRi-карту (Open). Це забезпечить реалістичне фонове освітлення та відображення. Налаштуйте Strength (Силу) HDRi.

3.3. Для перевірки освітлення перейдіть у Viewport Shading > Rendered (у верхньому правому куті 3D Viewport) для перегляду освітлення в реальному часі.

4. Налаштування Таймлайну та ключових кадрів для анімації. Для налаштування діапазон анімації у вікні Timeline (Таймлайн, зазвичай внизу інтерфейсу) встановіть Start Frame (Початковий кадр, зазвичай 1) та End Frame (Кінцевий кадр). Для простого повороту можна почати з 50-100 кадрів.

4.1. Для виставлення опорних точок (Ключових Кадрів – Keyframes) перейдіть у Pose Mode (Ctrl + Tab) для ригу маніпулятора. Виділіть головний контролер або кістки, які відповідають за загальний поворот маніпулятора. Якщо риг має центральну кістку або контролер для всього об'єкта, використовуйте його. Помістіть маркер відтворення (зелена вертикальна лінія) на початковий кадр (наприклад, кадр 1) на Таймлайні.

4.2. Для вставлення першого ключового кадру натисніть I (Insert Keyframe - Вставити ключовий кадр) і виберіть «Rotation» (Обертання). Це зафіксує поточне положення/обертання контролера/кістки на цьому кадрі. Перемістіть маркер відтворення на кінцевий кадр (наприклад, кадр 50). Оберніть контролер/кістку, використовуючи R (Rotate), на бажаний кут (наприклад, на 360 градусів навколо осі Z).

4.3. Для вставлення другого ключового кадру знову натисніть I і виберіть «Rotation». Натисніть Spasebar для відтворення анімації та перевірки повороту.

4.4. Налаштування інтерполяції (Graph Editor - опціонально), якщо обертання починається/закінчується занадто різко, або ви хочете більш плавну/динамічну анімацію, можна налаштувати інтерполяцію. Змініть вікно на Graph Editor (Графічний редактор). Виберіть анімаційні криві для обертання. Натисніть V (Set Keyframe Handle Type - Встановити тип ручки ключового кадру) та виберіть «Vector» для лінійної інтерполяції (постійна швидкість) або «Bezier» для плавного прискорення/уповільнення.

5. Налаштуйте параметри рендерингу перед записом анімації для виведення.

5.1. Оберіть Output Properties (Властивості виведення - іконка принтера) та налаштуйте:

- Resolution (Роздільна здатність) – встановіть бажану роздільну здатність для відео (наприклад, 1920x1080).

- Frame Rate (Частота кадрів) – переконайтеся, що вона відповідає вашим вимогам (зазвичай 24 або 30 кадрів/с).

- Frame Range (Діапазон кадрів) – переконайтеся, що Start і End відповідають початковому та кінцевому кадрам вашої анімації.

- Output (Виведення).

- Output Folder (Папка виведення) – вкажіть папку, куди буде збережено відео.

- File Format (Формат файлу) – для анімації виберіть «FFmpeg Video».
- Encoding (Кодування) – розгорніть, встановіть Container (наприклад, MPEG-4), Video Codec (наприклад, H.264), Output Quality (висока якість, наприклад, «High Quality»).
- Render Properties (Властивості рендерингу - іконка відеокамери).
- Render Engine (Рендер-двигун) – виберіть Cycles для фотореалістичного рендерингу або Eevee для швидшого результату.
- Sampling (Вибірка - для Cycles) – налаштуйте Render Samples (наприклад, 128-256) для досягнення бажаної якості та зменшення шуму. Увімкніть Denoise (Зменшення шуму) для чистого результату.



6. Рендеринг Анімації – це останній крок створення відеофайлу. Для запуску рендерингу анімації необхідно:

6.1. У меню Render (Рендер) виберіть «Render Animation» (Рендерити анімацію) або натисніть Ctrl + F12.

6.2. Дочекайтеся завершення рендеру, бо Blender почне опрацьовувати кожен кадр вашої анімації та збереже їх у відеофайл у вказаній теці.

Для якісного розуміння послідовності дій можна переглянути відео інструкцію <https://youtu.be/jQooc18hZy4> до практичної роботи №1 або за QR-кодом.

ТЕМИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТВОРЧИХ ПРОЄКТІВ

1. 3D логотипе для дизайн студії навчально-наукового інституту професійної освіти та технологій.
2. Колесо автомобіля для створення анімації руху на різних типах дорожнього покриття.
3. Столові прибори для візуалізації сервірування святкового столу до певного свята
4. Материнська плата для використання у мультимедійній презентації у якості дидактичного матеріалу.
5. Зубчасте з'єднання для візуалізації передачі обертового руху та поняття «передаточне відношення».
6. Камера для моделювання поворотного механізму камери спостереження для курсу «Основи робототехніки».
7. Кружка, як приклад об'єкту проєктування для уроків технологій.
8. Блюдо для створення меню для середовища віртуальної реальності.
9. Персонаж комп'ютерної гри.
10. Іконки вебінтерфейсу.
11. Інфографіка для мультимедійної презентації
12. Інструмент для ремонту автомобіля.
13. Обладнання швейної галузі.
14. Одяг з елементами оздоблення.
15. Ландшафтний дизайн
16. Оформлення ігрового середовища.
17. Обладнання харчової галузі.

**КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ
ВИКОНАНИХ ГРАФІЧНИХ РОБІТ**
Форми контролю навчальних досягнень

	Поточне оцінювання самостійної роботи					Індивідуальна творча робота	Модульний тестовий контроль	Сума
	Змістовий модуль 1. Тривимірна графіка							
Тема	T1	T2	T3	T4	T5			
Бали	14	14	14	14	14	20	10	100

Критерії оцінювання практичної і самостійної роботи студентів:

Критерії оцінювання	Відсоток вартості критерію від визначеної кількості балів за видом робіт
Повний обсяг виконання завдань практичної роботи	
Написання питання для самостійного опрацювання	5%
Якість застосування інструментів графічного редактора. Рівень складності перетворень зображення	10%
Наявність правильної композиції цифрового зображення	30%
Доступність цифрового зображення для сприймання	20%
Доцільність застосування інструментів для редагування	20%
Естетика подання цифрового зображення (гармонічний підбір кольорів, типографіки)	10%
Доцільне виділення важливої візуальної інформації	5%
Знижуються бали за перевантаження зображення	20%
Знижуються бали за неправильне виконання завдань	

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
83 – 89	B	добре	
75 – 82	C		
68 – 74	D	задовільно	
60 – 67	E		
35 – 59	Fx	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
--------	---	--	---

Критерії оцінювання результатів навчання

Оцінка за національною шкалою	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Навчальні досягнення студента
1	2	3	4
Відмінно	90 – 100	A	<i>Студент:</i> – досконало (у межах навчальної програми) знає і використовує можливості тривимірного графічного редактору; – самостійно виконує навчальні завдання; – під час виконання завдань проявляє творчий підхід; – знаходить і використовує додаткові джерела інформації, щодо обробки зображень; – визначає раціональний формат збереження графічного зображення з числа стандартних; – описує методи створення тривимірних моделей; – пояснює особливості роботи з полігонами і модифікаторами; – експортує і імпортує зображення з середовищ графічних редакторів у файли різних форматів; – до зображень застосовує різноманітні ефекти, усуває дефекти на фотографіях за допомогою спеціальних фільтрів та інструментів.
Добре	82-89	B	<i>Студент:</i> – вільно володіє основними інструментами тривимірного графічного редактору, з використанням навчальної літератури і додаткових джерел інформації; – уміє створювати й обробляти багатошарові зображення, створювати групи та розгрупувати об'єкти, застосовувати до фрагментів зображень різноманітні ефекти; – у середовищі тривимірного графічного редактору створює прості геометричні просторові фігури, редагує полігони, ребра і грані, а також налаштовує відповідно завдання їх параметри; – у середовищі тривимірного графічного редактору створює високополігональну скульптуру. здійснює накладання текстур; – виконує вивід просторового об'єкту для перегляду; – під час роботи із зображеннями використовує лінійки, напрямні лінії, сітку, а також різні режими перегляду об'єкту.
	74-81	C	<i>Студент:</i> – у цілому орієнтується у середовищах тривимірного графічного редактору, знає його основні, можливості, інструменти та методи створення і редагування просторових фігур, полігонів, ребер і граней;

			– уміє переміщувати, копіювати, масштабувати, обертати, текстурувати, налаштовувати освітлення і камери у середовищі тривимірного графічного редактору.
Задовільно	64-73	D	<i>Студент:</i> – володіє основними методами роботи у середовищі тривимірного графічного редактору; – під керівництвом викладача у середовищі тривимірного графічного редактору може створювати об'єкти, що складаються з базових геометричних фігур (примітивів); – уміє виділяти фрагменти об'єктів у середовищі тривимірного графічного редактору та вносити зміни; – описує призначення основних команд меню і кнопок панелей інструментів.
	60-63	E	<i>Студент:</i> – під керівництвом викладача орієнтується в роботі з тривимірним графічним редактором, вміє завантажувати, редагувати та зберігати просторові моделі; – описує поняття тривимірної графіки; – розуміє принципи побудови, зберігання й обробки 3D-зображень.
Незадовільно з можливістю повторного складання	35-59	FX	<i>Студент:</i> – має уявлення про 3D-зображення, що обробляються за допомогою тривимірного графічного редактору; – описує функціональне призначення інструментів і робочого середовища тривимірного графічного редактору.
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	0-34	F	<i>Студент</i> розпізнає задачі, для розв'язання яких можна застосовувати тривимірний графічний редактор, називає принаймні два графічних редактори.

Графік виконання практичних і самостійних робіт

Термін виконання і захисту робіт обмежений графіком проведення заліково-екзаменаційних сесій поточного семестру і дати допуску до заліку або екзамену.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. 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.
2. 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>
3. Blain J. M. The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modeling & Animation. A K Peters/CRC Press, 2019. 560 p.
4. Blender Guru. URL: <https://www.blenderguru.com/>
5. Chronister J. Blender basics. URL: <https://www.evl.uic.edu/spiff/class/cs426/BlenderBasics2ndEdition.pdf>
6. SheepIt. URL: <https://www.sheepit-renderfarm.com/>
7. Textures. URL: <https://www.textures.com/>
8. Гаврилов В. П. 3D-графіка: навчальний посібник. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. 127 с.
9. Дегтярьова Л.М. Технологія 3D моделювання. Завдання та методичні рекомендації для виконання контрольних робіт для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Інформаційні управляючі системи» спеціальності 126 Інформаційні системи та технології. Полтава: ПДАА, 2019. 16 с.
10. Емброуз Г., Оно-Біллсон Н. Основи. Графічний дизайн 01. Підхід і мова. Київ: ArtHuss, 2019. 192 с.
11. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник. Чернівці: Рута, 2009 343 с.
12. Мосіюк О.О. Редактори тривимірної графіки: навчальнометодичний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2022. 52 с.
13. Офіційна сторінка Blender URL: <https://www.blender.org/>.
14. Пальчевський Б.О., Валецький Б.П., Вараніцький Т.Л. Системи 3D моделювання: Навчальний посібник. Луцьк, 2016. 176с.
15. Пустюльга С.І., Самостян В.Р. Комп'ютерна інженерна графіка в SketchUP: Навчальний посібник. Луцьк: Вежа, 2021. 260 с.
16. Романюк О.Н. Комп'ютерна графіка: Навч. посібн. Вінниця: ВДТУ, 2001. 130 с.

Навчально-методичне видання

ДЖЕВАГА Григорій Васильович

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ
ПРАКТИЧНИХ РОБІТ З КУРСУ «ТРИВИМІРНА ГРАФІКА»**

для студентів спеціальності:

А4.10 Середня освіта (Технології. Інформатика)

А5.39 Професійна освіта (Цифрові технології)

Технічний редактор
Комп'ютерна верстка
та макетування

О. Клімова

Г. Джевага

*Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
серія КВ № 23743-13583 ПР від 06.02.2019 р.*

Підписано до друку 18.10.2025 р. Формат 60x84 1/16.
Ум. друк. арк. 2,62. Обл.-вид. арк. 2,83. Зам. № 030.
Редакційно-видавничий відділ НУЧК імені Т. Г. Шевченка,
14013, м. Чернігів, вул. Гетьмана Полуботка, 53,
тел. 941-102
nuchk.tipograf@gmail.com