

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут кібернетики, інформаційних
технологій та інженерії
Кафедра обчислювальної техніки

04-04-271М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«Інженерна та комп'ютерна графіка» (частина 1)
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»
денної та заочної форми навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННКІТІ
Протокол № 4 від 24.02.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» (частина 1) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерна інженерія» спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» денної та заочної форми навчання. [Електронне видання] / Бойчура М. В., Шатна А. В. – Рівне : НУВГП, 2025. – 36 с.

Укладачі: Бойчура М. В., к.т.н., доцент кафедри обчислювальної техніки;
Шатна А. В., старший викладач кафедри обчислювальної техніки.

Відповідальний за випуск: Сидор А. І., к.т.н., в.о. завідувача кафедри обчислювальної техніки.

Керівник групи забезпечення спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» Сидор А. І.

© М. В. Бойчура,
А. В. Шатна, 2025
© НУВГП, 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
Лабораторна робота №1. Знайомство з середовищем Blender. Моделювання простого об'єкта. Анімація	6
Лабораторна робота №2-3. Моделювання персонажа. Анімація	13
Лабораторна робота №4. Стилзація персонажа. Анімація	23
Лабораторна робота №5-6. Практичне застосування персонажа	29
Рекомендована література.....	35

Вступ

Фахівець в галузі комп'ютерної інженерії, серед іншого, повинен бути компетентним як у питаннях розробки ігор та мультфільмів, так і в побудові складних інженерних креслень. В обох випадках ефективним є використання сучасного програмного забезпечення для двота тривимірного моделювання. У межах модуля «Комп'ютерна графіка» студенти вивчатимуть середовище Blender, де будуватимуть 3D-моделі персонажів. У результаті їх потрібно буде інтегрувати у мультфільм чи гру (на вибір). Дані методичні вказівки побудовані таким чином, щоб максимально забезпечити можливість вільного вибору завдань для вирішення. При бажанні студенти можуть виконувати й інші завдання або пройти якийсь курс (із подальшим перезарахуванням балів) за умови попереднього узгодження нюансів з викладачем.

Оскільки на дану освітню компоненту передбачено лише 4 кредити, то у модулі «Комп'ютерна графіка» ставиться пріоритет лише на оглядовому оволодінні максимальною кількістю інструментів. Таким чином невеликі дефекти у розроблених моделях – допускаються. Після набуття базового досвіду тривимірного моделювання у модулі «Інженерна графіка» будуть передбачені значно вищі вимоги до якості.

Дисципліна «Інженерна та комп'ютерна графіка» є обов'язковою компонентою освітньої програми 123 «Комп'ютерна інженерія» бакалаврського рівня здобуття освіти. Вивчається у 2-му семестрі.

Метою модуля «Комп'ютерна графіка» є оволодіння студентами тих основ 3D-моделювання, які важливі при розробці ігор та мультфільмів.

В результаті виконання усіх лабораторних робіт модуля «Комп'ютерна графіка» студенти повинні:

- знати:
 - способи моделювання гуманоїдів;
 - особливості анімації рухів гуманоїдів;
 - основи розробки ігор;
 - основи побудови мультфільмів;
- вміти:
 - будувати тривимірні фігури на основі референсів;
 - виконувати анімацію складних об'єктів;
 - стилізувати тривимірні об'єкти;
 - розробляти найпростіші ігри;
 - робити найпростіші мультфільми.

Лабораторна робота №1
Знайомство з середовищем Blender. Моделювання
простого об'єкта. Анімація
(максимум 6 балів)

Мета

1. Навчитись будувати найпростіші тривимірні фігури.
2. Навчитись найпростішій анімації.

Завдання

1. (4 балів) Обрати об'єкт серед запропонованих у табл. 1 варіантів. Створити для нього 3D модель. У якості альтернативи можна узгодити із викладачем інший об'єкт для моделювання.

2. (2 балів) Зробити просту анімацію, в якій задіяти хоча би 5 ключових кадрів.

Варіанти до виконання поставлених завдань

Таблиця 1

Варіанти виконання завдань лабораторної роботи №1

Варіант	Об'єкт
1.	Винний (коньячний) бокал
2.	Пляшка
3.	Ручка
4.	Молоток
5.	Ліхтарик
6.	Викрутка
7.	Качалка
8.	Столова ложка
9.	Ніж
10.	Сокира
11.	Болгарський перець

продовження табл. 1

12.	Вуличний ліхтар
13.	Маяк
14.	Риба
15.	Циркуль
16.	Барабан джембе
17.	Сопілка
18.	Поплавок
19.	Ваза
20.	Лом
21.	Кегля
22.	Шабля
23.	Бумеранг
24.	Тарілка
25.	Господарська коса
26.	Посох
27.	Свердло
28.	Гвинт
29.	Лопата
30.	Кунай

Вимоги та рекомендації до програмної реалізації

Середовище *Blender* можна завантажити безкоштовно з офіційного сайту *Blender Foundation*: <https://www.blender.org/download/>. Остання доступна на момент написання даних методичних матеріалів версія – 4.3.2. Вона є сумісною з останніми версіями операційних систем *Windows*, *Linux*, *macOS*. Також є можливість працювати через *Steam*.

Варто зважати на те, що велика кількість функціоналу середовища *Blender* виконується за допомогою мови *Python*. Тому варто прослідкувати, щоб версії *Windows*, *Python* та *Blender* були сумісними.

Blender підтримує десятки людських мов, проте лише 6 з них мають коректний переклад (серед них – англійська). Україномовний інтерфейс, на жаль, містить велику кількість неточностей перекладу.

При першому запуску *Blender* можна обрати низку налаштувань, зокрема мову інтерфейсу (яку згодом можна змінити). При всіх запусках рекомендується у першому ж вікні обирати вид файлу *General*. Після цього сцена ініціалізується трьома об'єктами: камерою, освітленням і стандартною канонічною фігурою – кубом (рис. 1).

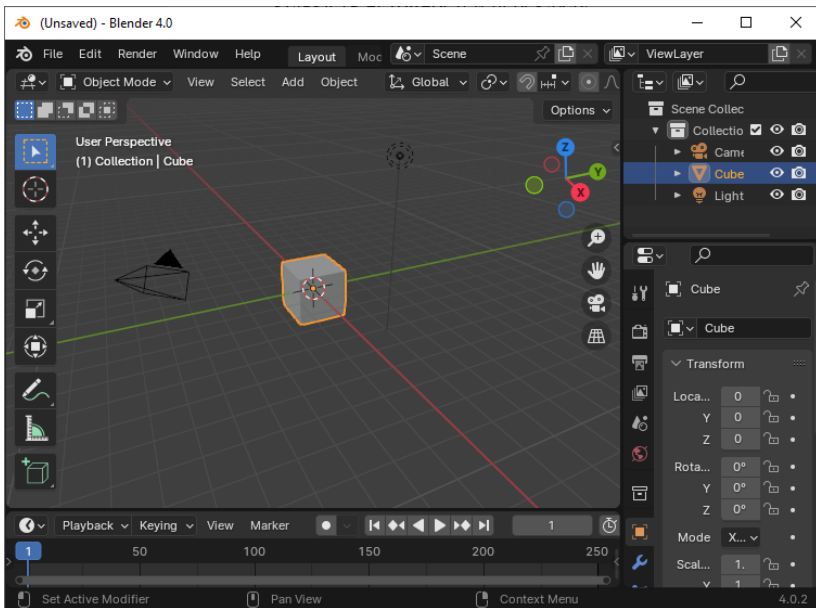


Рис. 1. Вікно *Blender* при виборі файлу виду *General*

На рис. 1 видно меню, шаблони робочих вікон, вікна *Data Outliner*, *Data Properties*, *Animation Timeline*, панель інструментів, *General 3D Viewport*, інструменти навігації тощо. Більшість наведеного на рис. 1 розглядатиметься

згодом, у процесі вивчення тієї чи іншої теми. Варто лише пам'ятати, що використання майже всього того, що наведено на рис. 1, бажано виконувати за допомогою певних комбінацій клавіш, а не кліканням на кнопки мишки. Це суттєво пришвидшує увесь процес моделювання.

Найбільш часто використовуваним пунктом навігаційного меню є *File*. Найважливішими елементами тут є створення, відкриття та збереження проєкту, а також експорт та імпорт у низку форматів. Корисним у випадку некоректного завершення роботи *Blender* є пункт *Recover => Auto Save...*

Для зручності подальшої роботи варто при першому ж запуску налаштувати низку параметрів середовища *Blender*. Для цього переходимо до пункту меню *Edit => Preferences...*, де бажано (хоч і не обов'язково) встановити наступні параметри:

- 1) *Interface => Language => English*.
- 2) *Get Extensions => Extra Mesh Objects*;
- 3) *Get Extensions => 3D Print Toolbox*;
- 4) *Add-ons => Rigify*;
- 5) *System => Cycles Render Devices => CUDA*;
- 6) *System => Memory & Limits => CUDA => Undo Steps => 256*.

Для побудови моделі згідно варіанту достатньо у правильних послідовностях використовувати клавіши, наведені на рис. 1. Варто не забувати, що в об'єктному режимі наявний доступ до цілого об'єкта, тоді як у режимі редагування – до його складових (вершин сітки).

Запис анімації здійснюється за допомогою вікна *Animation Timeline* (за замовчуванням воно розміщене знизу). Тут варто активувати *Auto Keying*, після чого по чергово переміщувати відмітку поточного кадру у певну позицію та змінювати позиціонування змодельованого

об'єкта. В результаті у вікні *Animation Timeline* будуть міститись позначки встановлених ключових кадрів.

Для отримання максимальної оцінки потрібно коректно застосувати усі дії, які наведені у табл. 2. Дрібні артефакти (дефекти), при цьому, допускаються. Оцінку «добре» можна отримати, застосувавши 80% комбінацій та при наявності очевидних дефектів. При застосуванні 60% комбінацій та наявності суттєвих дефектів максимально можлива оцінка – «задовільно».

Текстури та потовщення застосовувати не обов'язково.

Таблиця 2

Перелік часто виконуваних дій в Blender

Комбінація	Значення	Походження
Tab	Режим редагування / об'єктний режим	
Ctrl+B	Фаска	Bevel – фаска, схил
Shift+A	Додати (створити) об'єкт	Add – додати
Ctrl+Z	Відміна	
Ctrl+Shift+Z	Повернути відмінене	
E (+X+Y+Z)	Видавлювання	Extrude – видавлювати
S (+X+Y+Z)	Масштабування	Scale – масштаб
R (+X+Y+Z)	Поворот	Rotate – поворот
G (+X+Y+Z)	Зсув	Grab – схопити
F	Заливка грані / з'єднання точок	Fill – заливка
Shift+ЛКМ	Виділення точок/об'єктів	
Shift+Scroller	Зсув камери	

продовження табл. 2

Scroller (затиснутий)	Поворот камери	
Scroller (прокручування)	Зближення/віддалення	
Delete (або X)	Видалити	Delete – видалення

Контрольні запитання

1. Що таке кадри?
2. Що є більш ефективним при моделюванні: мінімізація використання мишки чи клавіатури?
3. Із якими операційними системами офіційно сумісний *Blender*?
4. Чи можна працювати з середовищем *Blender* через *Steam*?
5. Чому більш доцільно використовувати англomовний інтерфейс, ніж україномовний?
6. Якими об'єктами ініціалізується сцена *General* при стандартних налаштуваннях?
7. Які бажано зробити початкові налаштування середовища *Blender*?
8. Що таке артефакт?
9. Які проблеми можуть виникати при використанні інструмента *Extrude*?
10. У якому режимі застосовується Фаска?
11. Як доналаштувати параметри Фаски?
12. Яка двовимірна канонічна фігура лежить в основі бокалу?
13. Як повернути об'єкт лише навколо певної координатної осі?
14. Які 2 клавіші використовуються для видалення об'єкта?

15. Як збільшити розмір об'єкта лише в напрямку координатної осі X ?

16. Як зменшити розмір об'єкта лише в напрямку координатної осі Y ?

17. Яка клавіша використовується для заповнення простору між обраними точками?

18. Якими двома способами можна перейти з режиму редагування в об'єктний режим?

19. Яким чином можна швидко виділити всі точки об'єкта у режимі редагування?

20. Що відбудеться, якщо в об'єктному режимі обрати об'єкт на натиснути E ?

Лабораторна робота №2-3
Моделювання персонажа. Анімація
(максимум 12 балів)

Мета

1. Навчитись використовувати референси.
2. Навчитись моделювати із врахуванням анатомії гуманоїдів.
3. Навчитись моделювати ключові деталі голови персонажа.
4. Навчитись здійснювати комплексну анімацію персонажа.

Завдання

1. Знайти в інтернеті референси довільного персонажа, обрати серед запропонованих у табл. 3 варіантів або намалювати власні. Повинні бути хоча би 2 проєкції: спереду та збоку.

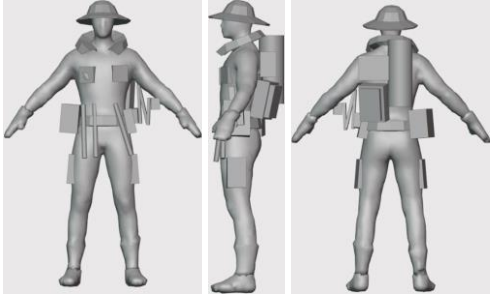
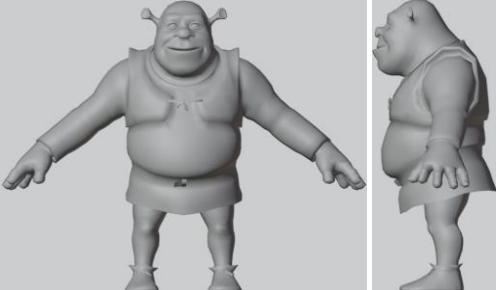

2. *(10 балів)* Змоделювати тіло та голову персонажа. Очікуваний результат: наявні візуально впізнавані торс (3 бали), руки (пальці моделювати не обов'язково; 2 бали), ноги (2 бали), голова (очі, ніс, рот, вуха; 3 бали).

3. *(2 бали)* Зробити нескладну анімацію всього тіла персонажа. Використати хоча б 15 пов'язаних між собою кісток.

Варіанти до виконання поставленого завдання



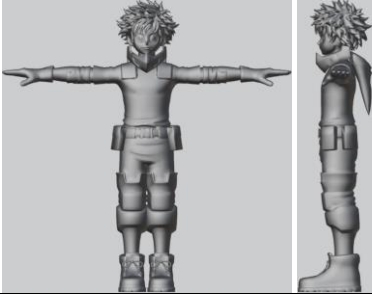
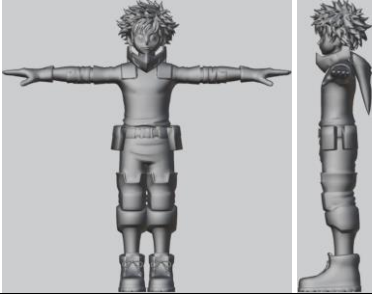


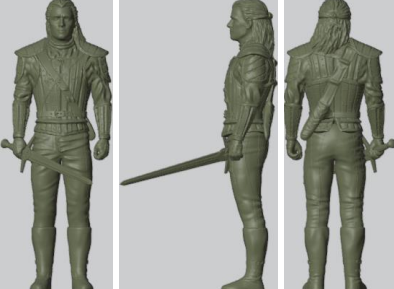
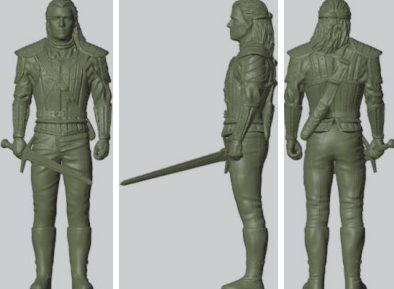
Таблиця 3



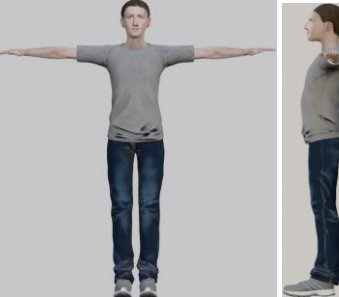





Варіанти виконання завдань лабораторної роботи №2

Варіант	Референс
1. Моделювання сітковими методами	
2. Моделювання ліпленням	
3. Моделювання сітковими методами	
4. Моделювання ліпленням	
5. Моделювання сітковими методами	
6. Моделювання ліпленням	

продовження табл. 3

7. Моделювання сітковими методами	
8. Моделювання ліпленням	
9. Моделювання сітковими методами	
10. Моделювання ліпленням	
11. Моделювання сітковими методами	
12. Моделювання ліпленням	

<p>13. Моделювання сітковими методами</p>	
<p>14. Моделювання ліпленням</p>	
<p>15. Моделювання сітковими методами</p>	
<p>16. Моделювання ліпленням</p>	
<p>17. Моделювання сітковими методами</p>	
<p>18. Моделювання ліпленням</p>	
<p>19. Моделювання сітковими методами</p>	
<p>20. Моделювання ліпленням</p>	

<p>21. Моделювання сітковими методами</p>	
<p>22. Моделювання ліпленням</p>	
<p>23. Моделювання сітковими методами</p>	
<p>24. Моделювання ліпленням</p>	
<p>25. Моделювання сітковими методами</p>	
<p>26. Моделювання ліпленням</p>	
<p>27. Моделювання сітковими методами</p>	
<p>28. Моделювання ліпленням</p>	

29. Моделювання сітковими методами	
30. Моделювання ліпленням	

Вимоги та рекомендації до програмної реалізації

Референс – це проєкція тривимірного об’єкта зазвичай на одну із осей. Референс можна намалювати або завантажити з Інтернету одним, наприклад, одним з наступних варіантів: скористатись <https://sketchfab.com/>, <https://designer.microsoft.com/image-creator>, <https://foocus.one/>, <https://www.pinterest.com/>.

Для уникнення ефекту «відірваної голови» при анімації бажано усі частини тіла гуманоїда моделювати суцільно. У випадку сіткових методів рекомендується починати побудову з торса (тобто з центральної частини). Варто слідкувати за тим, щоб густина сітки була максимально малою (*low poly*), але достатньою для отримання очікуваної якості моделі. Такий підхід часто використовується при побудові ігрового персонажа. У випадку ж створення мультфільмів якість зображення має суттєву вагу. Тому можна дозволити собі робити сітку більш густою. У такому випадку стає зручно використовувати скульптинг.

При формуванні тривимірних зображень потрібно наперед планувати свої кроки. Наприклад, при моделюванні торсу сітковими методами потрібно наперед передбачити

розміщення вершин сітки так, щоб було підготовлено грані, звідки «витискувати» руки, ноги та голову.

Важливо також, що в межах даної лабораторної роботи вимагається саме анатомічна побудова тіла. Тому потрібно абстрагуватись наче референс не має одягу.

Рігінг варто здійснювати у режимі редагування, до існуючих кісток переважно застосовуючи *Extrude*. Потрібно слідкувати за тим, щоб ділянки з'єднання кісток не виходили за межі тіла – для мінімізації кількості дефектів при подальшому автоматичному розподілі ваг. Саму анімацію потрібно здійснювати у режимі позиціонування із застосуванням переважно клавіши *R*.

Для отримання максимальної оцінки потрібно коректно застосувати усі нові дії, які наведені у табл. 4 (у випадку сіткового моделювання) або хоча б 20 інструментів скульптингу, а також, щоб у повній мірі були виконані поставлені завдання. Дрібні артефакти (дефекти) при використанні сіткових методів – допускаються. Оцінку «добре» можна отримати, застосувавши 80% комбінацій (або 16 інструментів скульптингу); допускається наявність очевидних дефектів і неточностей, а також неповне виконання поставлених завдань. При застосуванні всього 60% комбінацій клавіш (або 12 інструментів скульптингу), наявності значних дефектів і неточностей, а також при суттєвому недовиконанні поставлених завдань, максимально можлива оцінка – «задовільно».

В межах даної лабораторної роботи текстури та потовщення застосовувати не обов'язково.

Таблиця 4

Перелік часто виконуваних дій в Blender

Дія	Значення	Походження
Варто повторити		
Tab	Режим редагування / об'єктний режим	
Ctrl+B	Фаска	Bevel – фаска, схил
Shift+A	Додати (створити) об'єкт	Add – додати
Ctrl+Z	Відміна	
Ctrl+Shift+Z	Повернути відмінене	
E (+X+Y+Z)	Видавлювання	Extrude – видавлювати
S (+X+Y+Z)	Масштабування	Scale – масштаб
R (+X+Y+Z)	Поворот	Rotate – поворот
G (+X+Y+Z)	Зсув	Grab – схопити
F	Заливка грані / з'єднання точок	Fill – заливка
Shift+ЛКМ	Виділення точок/об'єктів	
Shift+Scroller	Зсув камери	
Scroller (затиснутий)	Поворот камери	
Scroller (прокручування)	Зближення/віддалення	
Delete (або X)	Видалити	Delete – видалення
Нові дії		
Num+1	Вигляд спереду	
Num+3	Вигляд збоку	
Ctrl+Num+3	Вигляд з протилежного боку	
A	Виділити все	All – все

продовження табл. 4

Ctrl+P (+With Automatic Weights)	Групування об'єктів	Parent батько	–
Shift+Z	Режими прозорості / суцільного об'єкта		
ПКМ+Shade Smooth	Згладити об'єкт		
Ctrl+Tab	Режим позиціонування		
g+g	Ковзання вздовж поверхні об'єкта		
1, 2, 3	Режими виділення вузлів/ребер/граней		
Num+7	Вигляд зверху		
Modifier Properties => Subdivision Surface	Властивість, за допомогою якої можна збільшити розбиття сітки		
Modifier Properties => Mirror	Властивість, за допомогою якої можна віддзеркалити об'єкт		
I	Вкласти грань в середину іншої грані	Inset вкладати	–
Alt+ЛКМ	Виділити усю ламану лінію		
Ctrl+рамка+ ЛКМ	Зняти виділення об'єкта/вершини		
r+x+90 (r+y+90; r+z+90)	Поворот на 90 градусів		

Контрольні запитання

1. Що таке референс?
2. Як забезпечити відсутність ефекту «відірваної голови» при анімації?

3. Яка різниця між сітковими методами та скульптингом?
4. У якому режимі виконується створення об'єкта?
5. Який режим передбачений для зміни положення вершин об'єкта?
6. У якому режимі здійснюється riging?
7. У якому режимі здійснюється анімація?
8. Яка різниця між *Subdivision Surface* та *Subdivide*?
9. Як повернути тіло на 81 градус?
10. Яка різниця між *Inset* та *Extrude*?
11. Для чого призначений модифікатор *Mirror*?
12. У чому відмінність у роботі в режимі виділення вершин та режимі виділення граней?
13. Що відбудуватиметься, якщо виділити вершину, тричі натиснути клавішу *g* та здійснювати рухи мишкою?
14. Яким чином можна повернути камеру на вигляд знизу?
15. Яким чином можна повернути камеру на вигляд зверху?
16. Чи важливою є послідовність розміщення модифікаторів у *Modifier Properties*?
17. Якими двома способами можна перейти в режим прозорості?
18. Яким чином можна згладити об'єкт, не використовуючи модифікатор *Subdivision Surface*?
19. У якому режимі доцільно робити анімацію кісток персонажа?
20. Яким чином можна автоматично надати величину впливу кісток на ті чи інші частини змодельованого об'єкта?

Лабораторна робота №4 **Стилізація персонажа. Анімація** **(максимум 6 балів)**

Мета

1. Удосконалити навички роботи з референсами.
2. Навчитись моделювати одяг або волосся.
3. Удосконалити навички роботи з анімацією.
4. Набути базові навички роботи з матеріалами.

Завдання

1. (6 балів) Сформувати елемент стилю для персонажа, розробленого на попередніх лабораторних роботах, згідно будь-якого з варіантів, що наводяться нижче.

Варіанти до виконання поставленого завдання

Варіант 1. Змоделювати одяг. Очікуваний результат: наявність «зшитого» одягу (3 бали) із певним розподілом кольорів (2 бали) та демонстрацією анімації одягненого персонажа (1 бал).

Варіант 2. Змоделювати волосся. Очікуваний результат: наявність волосся (4 бали) певного кольору (1 бал) та з демонстрацією анімації (1 бал).

Вимоги та рекомендації до програмної реалізації

Моделювання одягу можна, наприклад, здійснювати наведеним далі способом. Сформувати передню та задню площини одягу, «натягнути нитки» (ребра) між площинами та задати фізичні властивості (*Physics Properties*) для одягу (*Cloth*) і тіла (*Collision*). Важливо зробити активним підпункт *Shape => Sewing* для *Cloth*. При такій побудові одяг буде динамічним (на нього діятимуть фізичні закони під час анімації). Якщо ж потрібно зробити його статичним,

то можна перейти до *Modifiers* та застосувати модифікатор *Cloth*.

Для надання кольорів окремим деталям одягу спочатку варто у *Material Properties* створити матеріал, якому призначити *Base Color* або *Color* у відповідних пунктах *Surface* або *Viewport Display*. Далі, в режимі редагування, виділити окремі вершини на одязі та натиснути на кнопку *Assign*.

Волосся можна формувати, наприклад, наведеним нижче чином.

1. Обрати *Object Data Properties => Vertex Groups => Add Vertex Group*. Перейти в режим редагування. Обрати певні грані. Натиснути *Assign*.

2. Перейти в об'єктний режим, обрати *Particle Properties => Add Particle System Slot*. Обрати *Hair => Vertex Groups => Density => Group*.

3. Експериментально підібрати підходящі параметри у *Particle Properties*.

Найбільш зручно працювати з волоссям у режимі *Particle Edit*. Не зважаючи на це, варто звернути увагу на наступні властивості у пункті *Particle Properties: Emission, Hair Dynamics, Physics, Render, Viewport Display, Children, Hair Shape* та *Vertex Groups*. Проте частина із функціоналу не працюватиме без заміни параметра *Strand* на *Strip* у підпункті *Curves* пункту *Render Properties*.

Колір волосся можна задати у пункті *Particle Properties => Render => Material*. Зрозуміло, що відповідний матеріал має бути створений та налаштований у *Material Properties*.

Для отримання оцінки «відмінно» потрібно у повній мірі виконати завдання будь-якого із наведених вище варіантів і продемонструвати вільне володіння відповідними інструментами моделювання та анімації. У

випадку одягу найбільшу увагу варто приділити шву та виконати нові дії, наведені у табл. 5. Тоді як щодо волосся потрібно використати понад 20 параметрів налаштувань у *Particle Properties*. Незначні артефакти (дефекти) допускаються. Отримати оцінку «добре» можна частково виконавши поставлені завдання, при наявності невеликих дефектів на шві одягу чи використанні понад 10 параметрів налаштувань у *Particle Properties*, але за умови вільного володіння інструментами моделювання та анімації. Допускаються помітні дефекти. Для отримання оцінки «задовільно» потрібно виконати лише частину завдань та в більшості вміти пояснити пророблену роботу. Суттєві дефекти допускаються.

Таблиця 5

Перелік часто виконуваних дій в Blender

Комбінація	Значення	Походження
Варто повторити		
Tab	Режим редагування / об'єктний режим	
Ctrl+B	Фаска	Bevel – фаска, сшил
Shift+A	Додати (створити) об'єкт	Add – додати
Ctrl+Z	Відміна	
Ctrl+Shift+Z	Повернути відмінене	
E (+X+Y+Z)	Видавлювання	Extrude – видавлювати
S (+X+Y+Z)	Масштабування	Scale – масштаб
R (+X+Y+Z)	Поворот	Rotate – поворот
G (+X+Y+Z)	Зсув	Grab – схопити

продовження табл. 5

F	Заливка грані / з'єднання точок	Fill – заливка
Shift+ЛКМ	Виділення точок/об'єктів	
Shift+Scroller	Зсув камери	
Scroller (затиснутий)	Поворот камери	
Scroller (прокручування)	Зближення/віддалення	
Delete (або X)	Видалити	Delete – видалення
Num+1	Вигляд спереду	
Num+3	Вигляд збоку	
Ctrl+Num+3	Вигляд з протилежного боку	
A	Виділити все	All – все
Ctrl+P (+With Automatic Weights)	Групування об'єктів	Parent – батько
Shift+Z	Режими прозорості / суцільного об'єкта	
ПКМ+Shade Smooth	Згладити об'єкт	
Ctrl+Tab	Режим позиціонування	
g+g	Ковзання вздовж поверхні об'єкта	
1, 2, 3	Режими виділення вузлів/ребер/граней	
Num+7	Вигляд зверху	
Modifier Properties => Subdivision Surface	Властивість, за допомогою якої можна збільшити розбиття сітки	

продовження табл. 5

Modifier Properties => Mirror	Властивість, за допомогою якої можна віддзеркалити об'єкт	
I	Вкласти грань в середину іншої грані	Inset – вкладати
Alt+ЛКМ	Виділити усю ламану лінію	
Ctrl+рамка+ЛКМ	Зняти виділення об'єкта/вершини	
r+x+90 (r+y+90; r+z+90)	Поворот на 90 градусів	
Нові дії		
Alt+R	Повернути кістку в початкове положення	
Proportional Editing	Режим переміщення точок із згладжуванням	

Контрольні запитання

1. Як додати волосся на поверхню моделі?
2. Для чого призначений режим *Material Properties*?
3. Як підключити анімацію волосся?
4. По якій причині одяг при анімації може ігнорувати наявність тіла (проходити крізь нього)?
5. По якій причині одяг може не зшиватись, а лише падати вниз?
6. Яка різниця між фізичними властивостями *Cloth* та *Collision*?
7. Яким інструментом можна розчесати волосся персонажа?
8. Якими двома способами можна додати волосся лише на окрему ділянку тіла?
9. По яких причинах ділянка зшиву одягу може стати надто неакуратною?

10. Для чого призначений пункт *Children* в *Particle Properties*?
11. Яким чином можна зменшити довжину лише окремих волосин?
12. Із скількох ракурсів варто розчісувати персонажа?
13. Як змінити колір очей персонажа?
14. Як змінити колір волосся?
15. Як змінити позу персонажа з Λ в T для подальшого формування одягу?
16. Як зробити так, щоб форма одягу повторювала форму тіла?
17. Що відбудеться, якщо застосувати модифікатор *Armature*?
18. Що буде, якщо застосувати модифікатор *Cloth*?
19. Як задати назву матеріалу?
20. Як задати назву групи, що відповідає певному типу волосся?

Лабораторна робота №5-6
Практичне застосування персонажа
(максимум 12 балів)

Мета

1. Навчитись розробляти анімації, специфічні для ігрових чи мультиплікаційних персонажів.
2. Навчитись розробляти найпростіші 3D-ігри чи мультфільми.

Завдання

1. (12 балів) Практично інтегрувати персонажа згідно будь-якого наведеного нижче варіанту.

Варіанти до виконання поставленого завдання

Варіант 1. Інтегрувати персонажа в комп'ютерну гру.

1.1. (4 бали) Сформувати будь-які 3 коректні циклічні анімації: стан спокою, ходьби, стрибка, бігу, удару, присідання тощо.

1.2. (4 бали) Перенести 3 циклічні анімації в гру та прив'язати ці анімації до певних клавіш/кнопок.

1.3. (1 бал) Поверхня, по якій рухається персонаж, повинна містити нерівності.

1.4. (1 бал) Камера повинна рухатись за персонажем.

1.5. (2 бали) Реалізувати цікавий сценарій.

Варіант 2. Розробити дуже короткий мультфільм.

2.1. (4 бали) Створити та анімувати 3 різні емоційні стани персонажа, наприклад, радість, гнів та тривогу.

2.2. (4 бали) Реалізувати певний сценарій, згідно з яким усі 3 емоції плавно змінюються.

2.3. (1 бал) Інтегрувати *HDRI* карту.

2.4. (1 бал) Інтегрувати інтро та оутро для мультфільму.

2.5. (2 бали) Коректно інтегрувати декілька різних аудіо-файлів.

Вимоги та рекомендації до програмної реалізації

Одним із найпростіших варіантів для виконання завдання інтеграції персонажа в гру є використання двигуна *Godot* за рахунок невеликих його вимог до апаратного забезпечення. Для цього необхідно перейти на офіційний сайт *Godot* (<https://godotengine.org/>) та завантажити, наприклад, останню версію двигуна. Доступними є 2 варіанти для подальшого використання: *Godot Engine* (на базі мови *GScript*) та *Godot Engine - .NET* (на базі мови *C#*). Якщо апаратне забезпечення не підтримує *Godot*, то можна скористатись онлайн-редактором (<https://editor.godotengine.org/>).

Загалом процес інтеграції персонажа в гру у випадку *Godot* складається із наступних етапів: запис декількох анімацій інструментами *Blender*, експорт у формат *fbx*, створення та налаштування світу в *Godot*, імпорт персонажа, його доналаштування, додавання його на сцену та запуск гри.

Середовище *Blender* є досить універсальним, зокрема дозволяє створювати мультфільми. Для цього зазвичай використовують зручні платні надбудови (*add-ons*). Хоча існують й безкоштовні аналоги. Серед них варто виділити *Rigify*, *Camera Shakify*, *BlenderKit*, *Quick Rigid*, *RigFlex*, *AnimAll* тощо. Стандартні ж підходи, які можна використати при побудові мультфільмів (*Object Data Properties => Shape Keys*, *Dope Sheet Mode*, *Grease Pencil Mode*), також є досить ефективними, проте вимагають витрат більшої кількості

часу, ніж у випадку надбудов. Для інтеграції звукових ефектів доцільно використовувати вікно *Video Sequencer*.

Для отримання оцінки «відмінно» потрібно у повній мірі виконати варіант 1 або варіант 2 і продемонструвати вільне володіння використаними інструментами. Допускаються помітні дефекти. У процесі виконання корисними будуть дії, наведені у табл. 6. Отримати оцінку «добре» можна, частково виконавши поставлені завдання, але за умови вільного володіння використаними інструментами. Суттєві дефекти допускаються. Для отримання оцінки «задовільно» потрібно виконати лише частину завдань та вбільшості вміти пояснити пророблену роботу.

Таблиця 6

Перелік часто виконуваних дій в Blender

Комбінація	Значення	Походження
Варто повторити		
Tab	Режим редагування / об'єктний режим	
Ctrl+B	Фаска	Bevel – фаска, схил
Shift+A	Додати (створити) об'єкт	Add – додати
Ctrl+Z	Відміна	
Ctrl+Shift+Z	Повернути відмінене	
E (+X+Y+Z)	Видавлювання	Extrude – видавлювати
S (+X+Y+Z)	Масштабування	Scale – масштаб
R (+X+Y+Z)	Поворот	Rotate – поворот
G (+X+Y+Z)	Зсув	Grab – схопити

продовження табл. 6

F	Заливка грані / з'єднання точок	Fill – заливка
Shift+ЛКМ	Виділення точок/об'єктів	
Shift+Scroller	Зсув камери	
Scroller (затиснутий)	Поворот камери	
Scroller (прокручування)	Зближення/віддалення	
Delete (або X)	Видалити	Delete – видалення
Num+1	Вигляд спереду	
Num+3	Вигляд збоку	
Ctrl+Num+3	Вигляд з протилежного боку	
A	Виділити все	All – все
Ctrl+P (+With Automatic Weights)	Групування об'єктів	Parent – батько
Shift+Z	Режими прозорості / суцільного об'єкта	
ПКМ+Shade Smooth	Згладити об'єкт	
Ctrl+Tab	Режим позиціонування	
g+g	Ковзання вздовж поверхні об'єкта	
1, 2, 3	Режими виділення вузлів/ребер/граней	
Num+7	Вигляд зверху	
Modifier Properties => Subdivision Surface	Властивість, за допомогою якої можна збільшити розбиття сітки	

продовження табл. 6

Modifier Properties => Mirror	Властивість, за допомогою якої можна віддзеркалити об'єкт	
I	Вкласти грань в середину іншої грані	Inset – вкладати
Alt+ЛКМ	Виділити усю ламану лінію	
Ctrl+рамка+ЛКМ	Зняти виділення об'єкта/вершини	
r+x+90 (r+y+90; r+z+90)	Поворот на 90 градусів	
Alt+R	Повернути кістку в початкове положення	
Proportional Editing	Режим переміщення точок із згладжуванням	

Контрольні запитання

1. Який шаблон робочої області (*workspace*) є найбільш зручним для формування анімацій?
2. Для чого призначений *Action Editor*?
3. Скільки анімацій варто створити для інтеграції бігу в гру?
4. Скільки ключових кадрів варто використовувати для формування більш-менш природної анімації ходьби?
5. Які формати файлів найбільш поширені для експорту з *Blender* та подальшого імпорту в ігрові двигуни?
6. У якому режимі варто створювати мультфільми в *Blender*?
7. Які адони є корисними для створення мультфільмів в *Blender*?
8. Які ігрові двигуни Ви знаєте?
9. Яким чином можна записати декілька анімацій для одного і того ж персонажа?

10. Яким чином можна швидко додати реалістичний фон при розробці мультфільму?
11. Який двигун для рендера найбільш оптимально використовувати на порівняно слабких за характеристиками комп'ютерах?
12. Як зробити рендер картини/відео?
13. Чи можливо в *Blender* зробити рендер аудіо?
14. Чи передбачена синхронізація відео та аудіо в *Blender*?
15. Які основні налаштування для рендерингу наявні в *Blender*?
16. У яких випадках більш доцільним є використання режиму *Material Preview*, ніж *Render Preview*?
17. Чи обов'язково володіти потужним комп'ютером для рендерингу довгих мультфільмів?
18. Як налаштувати декілька камер для рендерингу мультфільму?
19. Які види освітлень найкраще підходять для побудови мультфільму?
20. Які налаштування експорту варто визначити для подальшої інтеграції моделі у гру?

Рекомендована література

Основна

1. Мосіюк О. О. Редактори тривимірної графіки : навчально-методичний посібник. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2022. 52 с.
2. Baechler O., Greer X. Blender 3D By Example. 2nd ed. Birmingham : Packt Publishing, 2020. 658 p.
3. Beacher O. Blender 3D By Example: a project-based guide to learning the latest Blender 3D, EEVEE rendering engine, and Grease Pencil. 2nd ed. Birmingham : Packt Publishing, 2020. 658 p.
4. Belec A. Blender 3D Incredible Models: A comprehensive guide to hard-surface modeling, procedural texturing, and rendering. 1st ed. Birmingham : Packt Publishing, 2022. 386 p.
5. Введення в комп'ютерну графіку та дизайн : навч. посіб. / Тотосько О. В., Стухляк П. Д., Микитишин А. Г., Левицький В. В., Золотий Р. З. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2023. 304 с.

Додаткова

6. Лотошинська Н. Д., Ізонін І. В. Технології 3D-моделювання в програмному середовищі 3ds Max з дисципліни «3D-Графіка» : навч. посіб. Львів : Львівська політехніка, 2020. 216 с.
7. Шабала Є. Є. Комп'ютерна графіка та моделювання : конспект лекцій. Київ : КНУБА, 2022. 108 с.
8. Поліщук М. М., Ткач М. М. САД-системи та мультимедія : навч. посіб. Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. 112 с.

Корисні посилання

9. Михайло Володимирович Бойчуря – YouTube. URL: <https://www.youtube.com/@mvboichura> (Last accessed: 04.12.2025).

10. Foksigen – YouTube. URL: <https://www.youtube.com/@foksigen1/playlists> (Last accessed: 04.12.2025).
11. Blender 4.3 Manual. URL: <https://docs.blender.org/manual/uk/latest/> (Last accessed: 04.12.2025).
12. Blender для початківців - YouTube. URL: <https://www.youtube.com/playlist?list=PL8tQNNqrETs1vpb5Bbi8VGI-6SCAqCqUS> (Last accessed: 04.12.2025).
13. CBaileyFilm - YouTube. URL: <https://www.youtube.com/@CBaileyFilm> (Last accessed: 04.12.2025).