

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Комп'ютерна графіка
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра інформаційних технологій
Розробник(и)	Баранова Ірина Володимирівна
Рівень вищої освіти	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 7-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких 1 кред. ЄКТС, 30 год. становить курсова робота. Для денної форми навчання 80 год. становить контактна робота з викладачем (32 год. лекцій, 48 год. лабораторних занять), 70 год. становить самостійна робота.
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Інформаційні технології проектування"
Передумови для вивчення дисципліни	Програмування, Основи об'єктно-орієнтованого програмування
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

отримання комплексу системних знань та практичне засвоєння сучасних засобів комп'ютерної графіки і методів побудови графічних додатків, які базуються на принципах реалістичної візуалізації, методах обчислювальної геометрії та геометричного моделювання

4. Зміст навчальної дисципліни

<p>Тема 1 Основні поняття комп'ютерної графіки.</p> <p>Базові уявлення про комп'ютерну графіку. Предмет та задачі дисципліни «Комп'ютерна графіка». Історія розвитку комп'ютерної графіки. Застосування та основні напрями комп'ютерної графіки. Розвиток технічних засобів комп'ютерної графіки. Пристрої виводу графічної інформації. Фізичні та логічні входні пристрої. Ієрархія графічного програмного забезпечення. Сучасні графічні системи.</p>
<p>Тема 2 Види комп'ютерної графіки. Робота з кольором</p> <p>Растрова графіка. Векторна графіка. Фрактальна графіка. Графічні файлові формати. Роздільна здатність зображення. Природа кольору. Моделі кольорів. Адитивна модель кольору RGB. Субтрактивна модель кольорів CMY/CMYK. Суб'єктивна модель кольорів HSB (HSV). Баланс кольорів. Кодування кольору. Палітра кольорів. Оптимальне поєднання кольорів при побудові зображень.</p>
<p>Тема 3 Поняття графічного конвеєру. Геометричні перетворення в комп'ютерній графіці.</p> <p>Подання геометричної інформації. Стадія геометричних перетворень. Стадія візуалізації (рендерингу). Математичні й алгоритмічні основи двовимірної графіки. Зображення та перетворення точок. Зображення та перетворення ліній. Однорідні координати та матричне подання двовимірних перетворень. Математичні й алгоритмічні основи тривимірної графіки. Просторові перетворення. Показ тривимірних зображень на двовимірній площині. Перетворення, пов'язані із системою координат. Системи координат. Класифікація проєкцій. Методи створення перспективних видів. Системи координат. Видове перетворення. Перспективне проєктування. Побудова інтерполяційних та згладжуючих кривих. Математичні моделі поверхонь. Поліноміальна інтерполяція. Сплайнові криві. Криві Безьє. Сплайнові поверхні. Поверхні Безьє. В-сплайнові поверхні.</p>
<p>Тема 4 Алгоритми комп'ютерної графіки</p> <p>Растрові алгоритми генерування кривих ліній. Алгоритми Брезенхема для відрізка і кола. Тести орієнтації. Тест опуклості полігона. Тести перетину на площині. Тест перетину прямої з полігоном. Тест перетину відрізків. Алгоритми відсікання. Перетин та об'єднання опуклих полігонів. Відсікання полігонів. Тріангуляція опуклих та неопуклих полігонів. Растрові алгоритми зафарбовування і заповнення областей. Текстури. Алгоритми видалення невидимих ребер і граней. Моделі відбиття світла. Дзеркальне відбиття світла. Дифузне відбиття. Обчислення нормалей до поверхні відбиття світла. Зафарбовування поверхонь. Зафарбовування з постійною інтенсивністю. Метод Гуро. Метод Фонга. Методи трасування променів.</p>
<p>Тема 5 Програмування графіки на OpenGL</p> <p>Основні поняття та можливості OpenGL. Геометричні і растрові примітиви. Використання В-сплайнів. Перетворення координат і проєкцій. Видові і модельні перетворення. Робота з кольором. Видалення невидимих ліній і поверхонь. Z-буферизація. Подвійна буферизація. Накладання текстури. Згладжування. Освітлення. Атмосферні ефекти. Прозорість об'єктів. Використання списків зображень.</p>

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Знати базові принципи, методи та алгоритми комп'ютерної графіки, основи сприйняття зорових образів та формування кольору
-----	--

PH2	Проектувати структуру графічних застосунків з урахуванням відповідних технологій та алгоритмів комп'ютерної графіки
PH3	Вміти виконувати складні завдання зі створення інтерактивних графічних застосунків з використанням сучасних технологій комп'ютерної графіки та дизайну

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 122 Комп'ютерні науки:

PP19	Розуміти основні поняття та методи, що використовуються в комп'ютерній графіці, такі як алгоритми растрової і векторної графіки, математичні основи комп'ютерної геометрії, колірні моделі та алгоритми візуалізації тощо.
PP20	Використовувати інструментальні засоби об'єктно-орієнтованого програмування й графічних бібліотек для створення реалістичного зображення тривимірних моделей та реалізації складних графічних ефектів при візуалізації об'єктів.
PP21	Застосовувати математичні й фізичні концепції комп'ютерної графіки при реалізації інтерактивних програм створення статичних і динамічних просторових зображень за допомогою команд бібліотеки OpenGL для вирішення креативних задач у професійній діяльності.

7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Загальні компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

CH2	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
CH8	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
CH11	Здатність приймати обґрунтовані рішення.

8. Види навчальних занять

Тема 1. Основні поняття комп'ютерної графіки.	
Лк1 "Вступ до комп'ютерної графіки" (денна)	Базові уявлення про комп'ютерну графіку. Основні поняття комп'ютерної графіки. Предмет та задачі дисципліни «Комп'ютерна графіка». Історія розвитку комп'ютерної графіки. Застосування та основні напрями комп'ютерної графіки.
Лк2 "Технічні засоби КГ" (денна)	Розвиток засобів комп'ютерної графіки. Пристрої введення та виведення графічної інформації. Характеристика пристроїв. Ієрархія графічного програмного забезпечення. Сучасні графічні системи.

<p>Лб1 "Налаштування програмного середовища для роботи з OpenGL" (денна)</p> <p>Налаштування операційної системи Windows для роботи з OpenGL. Налаштування компілятора (проекту) у Visual Studio. Створення вікна для малювання. Область перегляду і вивід найпростішого зображення.</p>
<p>Лб2 "Графічні примітиви" (денна)</p> <p>Функції OpenGL для відтворення тривимірних графічних примітивів. Параметри функцій. Керування виводом графічних примітивів. Тоновані та каркасні примітиви.</p>
<p>Тема 2. Види комп'ютерної графіки. Робота з кольором</p>
<p>Лк3 "Види комп'ютерної графіки" (денна)</p> <p>Класифікація видів графіки. Растрова графіка. Векторна графіка. Фрактальна графіка. Порівняння видів комп'ютерної графіки, їх переваги та недоліки. Програми для роботи з видами графіки. Файлові формати растрової та векторної графіки. Роздільна здатність зображення.</p>
<p>Лк4 "Колір. Моделі кольору." (денна)</p> <p>Природа та моделі кольору. Адитивна модель кольору RGB. Субтрактивна модель кольору CMY/CMYK. Суб'єктивна модель кольору HSB (HSV). Баланс кольорів. Кодування кольору. Палітра кольорів. Оптимальне поєднання кольорів при побудові зображень.</p>
<p>Лб3 "Побудова графічних об'єктів" (денна)</p> <p>Побудова довільних об'єктів за допомогою набору векторних геометричних примітивів (точок, ліній, полігонів). Функції OpenGL для побудови примітивів. Параметри функцій. Керування виводом графічних примітивів.</p>
<p>Лб4 "Колір. Інтерполяція кольорів." (денна)</p> <p>Режими відображення. Налаштування кольору та інтерполяція кольорів. Реалізація ефекту прозорості об'єктів.</p>
<p>Лб5 "Захист звітів за лабораторні роботи" (денна)</p> <p>Публічне представлення звітів, відповіді на питання викладача по звітам, відповіді на питання та коментарі інших студентів</p>
<p>Тема 3. Поняття графічного конвеєру. Геометричні перетворення в комп'ютерній графіці.</p>
<p>Лк5 "Поняття про графічний конвеєр в обробці зображень" (денна)</p> <p>Етапи графічного конвеєра. Подання геометричної інформації. Стадія геометричних перетворень. Стадія візуалізації (рендерингу). Методи поліпшення растрових зображень. Ефективність обчислень.</p>

<p>Лк6 "Геометричні перетворення" (денна)</p> <p>Математичні й алгоритмічні основи двовимірної графіки. Однорідні координати та матричне подання двовимірних перетворень. Ефективність обчислень. Математичні й алгоритмічні основи тривимірної графіки. Просторові перетворення. Показ тривимірних зображень на двовимірній площині. Перетворення, пов'язані із системою координат.</p>
<p>Лк7 "Моделювання проєкцій. Системи координат" (денна)</p> <p>Класифікація проєкцій. Ортографічна проєкція. Аксонометрична проєкція. Косокутна проєкція. Одноточкова (однофокусна) перспективна проєкція. Двоточкове та триточкове перспективні перетворення. Методи створення перспективних видів. Системи координат. Видове перетворення. Перспективне проектування. Відображення у вікно виведення.</p>
<p>Лб6 "Проеціювання" (денна)</p> <p>Поняття про проєціювання. Види проєціювання в OpenGL - ортогональне та перспективне. Матриці проєціювання, їх застосування та налаштування.</p>
<p>Лб7 "Структуризація коду. Ч.1" (денна)</p> <p>Структуризація коду графічного додатка. Створення та налаштування відповідних класів для шейдерів, вершинних та фрагментних буферів.</p>
<p>Лб8 "Структуризація коду. Ч.2" (денна)</p> <p>Подальша структуризація коду графічного додатка. Створення та налаштування відповідних класів для сітки моделі, вікна виводу.</p>
<p>Лб9 "Захист звітів за лабораторні роботи" (денна)</p> <p>Публічне представлення звітів, відповіді на питання викладача по звітам, відповіді на питання та коментарі інших студентів</p>
<p>Тема 4. Алгоритми комп'ютерної графіки</p>
<p>Лк8 "Алгоритми растеризації в КГ" (денна)</p> <p>Растрові алгоритми генерування прямих та кривих ліній. Числові методи. Інкрементні алгоритми. Алгоритм Брезенхема для відрізка. Алгоритм Брезенхема для кола. Інкрементний алгоритм виведення еліпса. Інкрементний метод Жордана.</p>
<p>Лк9 "Алгоритми відсікання та видалення об'єктів." (денна)</p> <p>Алгоритми відсікання відрізків. Відсікання відрізка опуклим полігоном. Перетин та об'єднання опуклих полігонів. Алгоритми видалення невидимих ребер і граней. Метод відсікання нелицьових граней. Метод сортування за глибиною.</p>
<p>Лк10 "Алгоритми зафарбовування" (денна)</p> <p>Растрові алгоритми зафарбовування і заповнення областей. Основні поняття. Рекурсивні алгоритми зафарбовування областей. Пострічковий алгоритм зафарбовування із затравкою. Алгоритм зафарбовування області за критерієм парності. Зафарбовування полігонів.</p>

<p>Лк11 "Основи освітлення" (денна)</p> <p>Моделі відбиття світла. Обчислення нормалей до поверхні відбиття світла. Зафарбовування поверхонь. Зафарбовування з постійною інтенсивністю. Метод Гуро. Метод Фонга.</p>
<p>Лб10 "Реалізація взаємодії з клавіатурою та мишею" (денна)</p> <p>Обробка та налаштування використання клавіатури в сцені OpenGL. Функції обробки натискання спеціальних клавіш. Функції обробки натискання інших клавіш клавіатури. Управління камерою за допомогою мишки та клавіатури. Реєстрація функції обробки натискання клавіш переміщення.</p>
<p>Лб11 "Управління камерою" (денна)</p> <p>Створення та налаштування параметрів камер. Глобальні змінні для зберігання параметрів камери. Функція визначення положення й орієнтації камери. Зміна вектора орієнтації камери. Функції переміщення камери через обробку натискання клавіш стрілок. Реалізація функцій обробки дій з мишею для управління камерою.</p>
<p>Тема 5. Програмування графіки на OpenGL</p>
<p>Лк12 "Основи програмування графіки на OpenGL" (денна)</p> <p>Основні поняття. Детальний огляд OpenGL (склад, засоби розробки). Команди OpenGL. Структура команд OpenGL. Типи даних в OpenGL. Відтворення кольорів в OpenGL. Графічні примітиви. Керування виводом графічних примітивів. Перетворення координат і проєкцій. Функції виведення тривимірних об'єктів.</p>
<p>Лк13 "Моделювання освітлення та текстури в OpenGL" (денна)</p> <p>Двовимірні текстури. Текстурні координати. Текстурна матриця. Область виведення. Проектування в тривимірному просторі. Створення тривимірних фігур. Анімація. Налаштування та використання джерел світла в OpenGL. Функції реалізації джерел світла, параметри функцій.</p>
<p>Лк14 "Керування об'єктами в OpenGL" (денна)</p> <p>Реалізація взаємодії з клавіатурою. Функції обробки спеціальних функціональних клавіш та стандартних клавіш в бібліотеці GLUT. Функції обробки натискання клавіш в бібліотеці Glaux. Взаємодія з мишею. Реалізація функцій обробки дій з мишею (натискання кнопок, переміщення) в бібліотеці Glaux. Реалізація функцій обробки дій з мишею в бібліотеці Glut.</p>
<p>Лк15 "Оптимізація роботи графічних додатків." (денна)</p> <p>Використання вершинних масивів VBO та VAO для ефективності передачі даних. Функції для роботи з VBO та VAO. Поняття про шейдери Shaders. Вершинні та фрагментні шейдери. GLSL.</p>
<p>Лк16 "Перспективи розвитку комп'ютерної графіки" (денна)</p> <p>Напрямки розвитку КГ. Тенденції у наукових дослідженнях, технічних та програмних розробках. Віртуальна та доповнена реальність. Поняття та визначення VR/AR. Технічні пристрої, що використовуються у VR/AR. Mixed Reality (MR). Vulkan API.</p>

<p>Лб12 "Робота з текстурами. Ч.1" (денна)</p> <p>Використання та налаштування параметрів растрових зображень при текстуванні об'єктів сцен. Завантаження текстур за допомогою бібліотек. Масштабування та трансформації текстурних зображень.</p>
<p>Лб13 "Робота з текстурами. Ч.2" (денна)</p> <p>Завантаження текстур із файлів. Поняття про текстурні координати. Двовимірні текстури. Текстурна матриця. Область виведення. Прив'язка текстури до об'єкта.</p>
<p>Лб14 "Захист звітів за лабораторні роботи" (денна)</p> <p>Публічне представлення звітів, відповіді на питання викладача по звітам, відповіді на питання та коментарі інших студентів</p>
<p>Лб15 "Моделі освітлення. Ч.1" (денна)</p> <p>Основи освітлення. Моделі освітлення, які використовуються в OpenGL.Phong Lighting and Directional Lights. Дифузійне освітлення Diffuse Lighting. Ambient Lighting та Specular Lighting</p>
<p>Лб16 "Моделі освітлення. Ч.2" (денна)</p> <p>Відображення матеріалів при різних моделях освітлення. Зафарбовування поверхонь. Зафарбовування з постійною інтенсивністю. Зафарбовування за методами Гуро та Фонга.</p>
<p>Лб17 "Джерела світла. Ч.1" (денна)</p> <p>Джерела світла, їх види і параметри. Зміна зображення залежно від моделі освітлення. Зміна положення джерела світла. Реалізація одного джерела. Згасання джерел світла. Точкове джерело Point Lights</p>
<p>Лб18 "Джерела світла. Ч.2" (денна)</p> <p>Реалізація декількох джерел. Джерело типу Spot Lights. Налаштування параметрів джерел - розміщення, направлення, конус світимості.</p>
<p>Лб19 "Імпортування готових моделей в графічний додаток" (денна)</p> <p>Використання функцій додаткової бібліотеки для завантаження готових моделей. Ресурси для завантаження безкоштовних моделей. Створення класу для зчитування даних моделі. Імпорт текстур в моделі.</p>
<p>Лб20 "Захист звітів за лабораторні роботи" (денна)</p> <p>Публічне представлення звітів, відповіді на питання викладача по звітам, відповіді на питання та коментарі інших студентів</p>
<p>Лб21 "Карти тіней. Ч.1" (денна)</p> <p>Карти тіней Shadow Mapping. Спрямовані карти тіней Directional Shadow Maps. Їх параметри та налаштування.</p>

Лб22 "Карти тіней. Ч.2" (денна) Всеспрямовані тіні Omnidirectional Shadows, кубічні карти Cube Maps і геометричний шейдер.
Лб23 "Карти тіней. Ч.3" (денна) Всеспрямовані карти тіней Omnidirectional Shadow Maps. Створення кубічної карти Cubemap. Застосування карти тіней. Skybox
Лб24 "Захист звітів за лабораторні роботи" (денна) Публічне представлення звітів, відповіді на питання викладача по звітам, відповіді на питання та коментарі інших студентів

9. Стратегія викладання та навчання

9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Лекційне навчання
МН2	Практико-орієнтоване навчання
МН3	Навчання на основі досліджень (RBL)
МН4	Самостійне навчання

Лекції надають студентам теоретичні матеріали щодо принципів, алгоритмів та технологій представлення комп'ютерної графіки залежно від поставленої задачі (РН1-РН3). Практико-орієнтоване навчання полягає у виконанні лабораторних робіт (РН2, РН3), які надають студентам можливість закріпити теоретичні знання та набути навичок розробки графічних застосунків. Навчання на основі досліджень передбачає виконання курсової роботи - розроблення інтерактивного графічного застосунку з відображення тривимірної сцени (РН2, РН3). Самостійна робота студентів полягає в опрацюванні літературних джерел, матеріалів відкритих онлайн-курсів та курсу, розміщеного на платформі МІХ.СумДУ для підготовки до лекційних занять (РН1), проблемних питань, поставлених викладачем на лекції, підготовки до лабораторних занять та при виконанні індивідуального проєкту (РН2, РН3).

Опанування дисципліни сприяє розвитку у студентів аналітичного, логічного, та креативного мислення, здатності навчатися та оволодівати сучасними знаннями, приймати обґрунтовані рішення під час виконання практичних задач.

9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Проблемні записи/Питання/відповіді з лекції
НД2	Звіт за результатами виконання лабораторних робіт
НД3	Підготовка курсової роботи
НД4	Тести (автоматизовані тести) для контролю навчальних досягнень здобувачів
НД5	Підготовка до підсумкового контролю

10. Методи та критерії оцінювання

10.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальним критеріям	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МФО1 Настанови викладача в процесі виконання лабораторних робіт	Коментарі до виконання лабораторних робіт студентами, вказівки на типові помилки, надання рекомендацій щодо правильного виконання завдань на занятті	1 тиждень	Коментарі від викладача під час заняття
МФО2 Опитування та усні коментарі викладача за його результатами	Опитування за матеріалами самостійної роботи з джерелами	8 тиждень	Коментарі від викладача під час заняття
МФО3 Проміжне оцінювання виконання індивідуального пошуково-дослідницького завдання (підготовка, презентація, захист)	Призначене для оцінювання викладачем проміжних результатів виконання курсової роботи.	1 тиждень 2 модуля	Коментарі від викладача під час заняття

10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МСО1 Проблемні записи/Питання/Відповіді з лекції	Оцінювання активності на заняттях та самостійної роботи	16 тиждень	Коментарі під час заняття від викладача

МСО2 Звіт за результатами виконання лабораторних робіт	Виконання завдань лабораторної роботи та оформлення звіту. Для зарахування лабораторної роботи необхідно виконати мінімальний обсяг завдання відповідно методичним вказівкам та оформити звіт за наведеними у методичних вказівках вимогами.	1 тиждень	Платформа електронного навчання
МСО3 Проміжний модульний контроль у формі тестування	Тестування на платформі електронного навчання за теоретичним та практичним матеріалом, який вивчався протягом модуля.	Атестаційний тиждень 1, 2 модуля згідно графіка навчального процесу	Платформа електронного навчання
МСО4 Виконання інтерактивного практичного завдання	Виконання завдання інтерактивного тренажера	Атестаційний тиждень 2 модуля згідно графіка навчального процесу	Платформа електронного навчання
МСО5 Підсумковий контроль: диф.залік	Диф.залік проводиться у формі тестування за матеріалом курсу. Тестові питання направлені на перевірку отриманих знань протягом вивчення курсу дисципліни.	Атестаційний тиждень 2 модуля згідно графіку навчального процесу	Google Meet, платформа електронного навчання
МСО6 Написання та захист курсової роботи	Призначене для оцінювання виконання та захисту курсової роботи.	15 тиждень	Платформа електронного навчання, коментарі викладача під час захисту курсової роботи

Контрольні заходи:

	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
5 семестр	100 балів		
МСО1. Проблемні записи/Питання/Відповіді з лекції	3		

	Оцінювання проведеної самостійної роботи та активності на заняттях	3	Не передбачено	Ні
МСО2. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт		52		
	Захист виконаних лабораторних завдань (13x4)	52	Не передбачено	Ні
МСО3. Проміжний модульний контроль у формі тестування		20		
	Складання тестів з пройденого матеріалу	20	Не передбачено	Ні
МСО4. Виконання інтерактивного практичного завдання		3		
		3	Не передбачено	Ні
МСО5. Підсумковий контроль: диф.залік		22		
		22	Не передбачено	Ні

Курсова робота:

	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки	
5 семестр	100 балів			
МСО6. Написання та захист курсової роботи	100			
	Оцінювання якості курсової роботи, в тому числі відповідність завданню, обсяг та адекватність першоджерел, відповідність оформлення пояснювальної записки встановленим вимогам; правильність представлення результатів	75	60	Ні
	Захист курсової роботи з презентацією	25	Не передбачено	Ні

Оцінювання протягом семестру проводиться у формі виконання та захисту лабораторних робіт, участі в обговореннях питань на лекціях, проміжних модульних контролів. Умовою позитивного оцінювання з дисципліни є отримання протягом семестру не менше ніж 60% балів за виконання завдань. Всі роботи повинні бути виконані самостійно та вчасно. Лабораторні завдання та курсова робота, в яких виявлені ознаки академічного плагіату, будуть відхилені з можливістю повторного подання роботи на перевірку. При повторному оцінюванні такої роботи кількість балів за завдання знижується на 30%. Робота, яка повторно надіслана з ознаками плагіату, відхиляється без можливості наступного подання роботи на перевірку. При невчасному наданні звіту оцінка за лабораторну роботу знижується на 10% за кожний прострочений тиждень. Останній строк надання звітів з лабораторних робіт за 1-й модуль - до кінця 9-го тижня семестру, звітів за 2-й модуль - до кінця 16-го тижня семестру

Для отримання загальної позитивної оцінки за курсову роботу щонайменше 60 балів студент повинен здати у встановлений викладачем термін пояснювальну записку про виконання

курсової роботи, продемонструвати працездатність графічного додатку. При невчасному наданні записки оцінка за курсову роботу знижується на 10% за кожний прострочений тиждень.

11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

11.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН2	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі
ЗН3	Прикладне програмне забезпечення (Microsoft Visual Studio)
ЗН4	Програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання)

11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Vries Joey de. Learn OpenGL - Graphics Programming [Електронний ресурс] / Joey de Vries. — KW, 2020. — 522 p. ISBN 978-90-90-33256-7
2	Булгакова, О. С. Комп'ютерна графіка (2D/3D): теорія [Електронний ресурс] : навч. посіб. / О. С. Булгакова, В. В. Зосімов, Г. В. Ходякова. — Миколаїв : Румянцева, 2021. — 150 с.
3	Introduction to Computer Graphics : Version 1.4 [Електронний ресурс] / D. J. Eck. — 2023.
4	4547 Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт у 1-му модулі з дисципліни "Комп'ютерна графіка" [Текст] : для студ. спец. 122 "Комп'ютерні науки" всіх форм навчання / І. В. Баранова. — Суми : СумДУ, 2019. — 76 с.
5	4884 Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт у 2-му модулі з дисципліни "Комп'ютерна графіка" [Текст] : для студ. спец. 122 "Комп'ютерні науки" всіх форм навчання / І. В. Баранова. — Суми : СумДУ, 2020. — 54 с.
Допоміжна література	
6	Свірневський М.С., Ковальчук С.С. Основи розробки графічних додатків: Навчальний посібник – Хмельницький: ХНУ, 2015. – 260 с.
Інформаційні ресурси в Інтернеті	
7	Юрій Писанка. Програмування 3D, OpenGL, C++. https://www.youtube.com/playlist?list=PLlaa7-TIzBOiZf7JtFw8iuehpCP1nPRo7
8	Засоби графічного програмування. http://programming.in.ua/component/search/?searchword=opengl&ordering=&searchphrase=all
9	Brian Will. OpenGL. https://www.youtube.com/playlist?list=PLIbUZ3URbL0ESKHrvzXuHjrcLi7gxhBby

10	SH Academy. Computer Graphics. https://www.youtube.com/playlist?list=PLN4IrAvtsvLsSALBEDTn9_1T0e6e7rlrJ
11	Begin End. OpenGL. https://www.youtube.com/playlist?list=PLBOPkQsFLCR0XuXoCf6PMhVmD2ukHXIBK
12	Баранова І.В. Онлайн-курс дисципліни "Комп'ютерна графіка" на платформі MIX [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://mix.sumdu.edu.ua/info/nmk/c125e82b-4407-41d5-9f45-c837e1ec8c10