

Робоча програма дисципліни «Комп'ютерна графіка»

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 123 · КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

БАКАЛАВР

120

Годин

Загальний обсяг дисципліни

4

Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

4

Модулі

Змістовних блоки курсу



Загальна інформація про дисципліну

Ідентифікація

Назва: Комп'ютерна графіка

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Ступінь: Бакалавр

Обсяг: 120 годин / 4 кредити ЄКТС

Модулів: 4 змістовних блоки

Лекції: 15 год. | **Лабораторні:** 45 год. | **СРС:** 60 год.

Призначення дисципліни

Дисципліна «Комп'ютерна графіка» формує у студентів теоретичні знання та практичні навички у галузі створення, обробки та відображення графічних зображень засобами сучасного програмного забезпечення. Курс охоплює растрову та векторну графіку, 2D/3D-моделювання, методи візуалізації та алгоритми обробки зображень.

Дисципліна є обов'язковою для підготовки бакалаврів зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» та забезпечує формування фахових компетентностей, передбачених освітньо-професійною програмою.

Загальні компетентності

Аналітичне мислення

Здатність до аналізу, синтезу та критичного оцінювання графічної інформації: виявлення закономірностей побудови зображень, порівняння різних алгоритмів та методів обробки, формування обґрунтованих технічних рішень.

Комунікація

Здатність до усної та письмової комунікації: чітко описувати алгоритми обробки графічних даних, аргументовано презентувати результати лабораторних робіт та технічних рішень.

Самоорганізація

Уміння самостійно навчатися, планувати роботу та організовувати виконання завдань у визначені строки, зокрема під час виконання лабораторних та індивідуальних завдань з комп'ютерної графіки.

Командна робота

Відповідальність, ініціативність та готовність працювати в команді під час виконання групових проєктів з розробки графічних застосунків та спільного вирішення задач візуалізації.

Студент повинен вміти: аналізувати навчальну та технічну інформацію; виділяти головне та узагальнювати результати; планувати власну діяльність і дотримуватися дедлайнів; коректно спілкуватися з викладачами та одногрупниками; брати участь у командній роботі та розподіляти обов'язки.

Фахові компетентності

Основи комп'ютерної графіки

Розуміння базових понять і закономірностей комп'ютерної графіки: растрова та векторна графіка, колірні моделі, системи координат, графічні примітиви. Знання апаратного та програмного забезпечення для роботи з графікою.

Алгоритми обробки зображень

Здатність застосовувати алгоритми растеризації, відсікання, трансформацій та обробки зображень: виявляти оптимальні методи вирішення задач, порівнювати ефективність різних підходів, оцінювати якість результату.

3D-моделювання та візуалізація

Знання методів тривимірного моделювання, проектування, побудови сцен та методів освітлення і текстурування. Розуміння конвеєра рендерингу та принципів роботи графічних API (OpenGL, WebGL).

Застосування програмних засобів

Орієнтування у сучасному програмному забезпеченні для комп'ютерної графіки; використання графічних бібліотек, редакторів та систем для розробки візуальних застосунків.

Результати навчання

01

Пояснення базових понять

Пояснювати сутність ключових понять і явищ: растр, піксель, вектор, колірна модель, графічний примітив, трансформація, проекція, текстура, рендеринг, шейдер.

03

Розробка графічних застосунків

Розробляти програмний код для побудови 2D/3D-графіки із застосуванням графічних бібліотек; виконувати налагодження та тестування графічних програм.

02

Характеристика методів та алгоритмів

Характеризувати основні алгоритми комп'ютерної графіки, застосовувати методи порівняльного аналізу ефективності, визначати тенденції розвитку галузі та робити обґрунтовані висновки.

04

Робота з програмним забезпеченням

Орієнтуватися в сучасних інструментах та бібліотеках комп'ютерної графіки; використовувати технічну документацію для розробки власних графічних рішень.

Основи комп'ютерної графіки та колірні моделі

1

Тема 1.1

Вступ до комп'ютерної графіки. Класифікація, апаратне та програмне забезпечення

2

Тема 1.2

Колірні моделі: RGB, CMYK, HSV, HSL. Растрова та векторна графіка

3

Тема 1.3

Графічні примітиви. Алгоритми растеризації ліній та кіл (Брезенхем, ЦДА)

4

Тема 1.4

Алгоритми відсікання. Заповнення областей. Стиснення графічних даних

Вступ до комп'ютерної графіки

Лекційний матеріал (2 год.)

Лекція 1: Поняття комп'ютерної графіки. Галузі застосування: наукова візуалізація, ігрова індустрія, CAD/CAM, медицина, кіно та анімація. Класифікація: растрова, векторна, фрактальна, тривимірна графіка. Основні поняття: піксель, роздільна здатність, глибина кольору.

Апаратне та програмне забезпечення: відеокарти, монітори, сканери, принтери, графічні планшети. Огляд програмного забезпечення: Adobe Photoshop, Illustrator, Blender, GIMP. Стандарти та бібліотеки: OpenGL, Direct3D, WebGL, Vulkan.

Ключові питання лекції

- Класифікація комп'ютерної графіки та галузі застосування
- Апаратне забезпечення для роботи з графікою
- Основні графічні API та бібліотеки
- Порівняння растрової та векторної графіки
- Перспективи розвитку комп'ютерної графіки

Лабораторне заняття (3 год.)

Завдання 1. Ознайомлення з середовищем розробки. Налаштування бібліотеки OpenGL/GLUT. Побудова першого графічного вікна та виведення базових примітивів.

Завдання 2. Порівняльний аналіз растрових і векторних форматів зображень (BMP, PNG, JPEG, SVG): розмір файлу, якість, масштабованість.

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

Самостійна робота (7 год.)

- Опрацювання посібника: Романюк О.Н., Романюк О.В., Чехмиструк Р.Ю. «Комп'ютерна графіка» — розділ «Вступ»
- Підготовка реферату: «Сучасні галузі застосування комп'ютерної графіки»
- Складання порівняльної таблиці графічних форматів та їх характеристик



Очікуваний результат: студент вміє класифікувати види комп'ютерної графіки, описувати апаратне та програмне забезпечення та характеризувати основні графічні API.

Колірні моделі та типи графіки

1

RGB

Адитивна модель. Червоний, зелений, синій.
Застосування: монітори, веб.

2

CMYK

Субтрактивна модель. Блакитний, пурпуровий, жовтий, чорний. Поліграфія.

3

HSV/HSL

Тон, насиченість, яскравість/світлість. Зручні для редагування кольору.

4

Lab / XYZ

Апаратно-незалежні моделі. Використання в кольоровій корекції та науковій графіці.

Лекційний матеріал (2 год.)

Природа кольору та його сприйняття. Колірні моделі RGB, CMYK, HSV, HSL, Lab, XYZ: принципи побудови, перетворення між моделями. Растрова графіка: піксель, роздільна здатність, глибина кольору, формати файлів. Векторна графіка: математичний опис об'єктів, криві Безьє, переваги та обмеження. Стиснення зображень: без втрат (PNG, BMP) та з втратами (JPEG, WebP).

Лабораторне заняття (3 год.) та СРС (8 год.)

Лабораторна: Реалізація алгоритмів перетворення між кольірними моделями (RGB ↔ HSV, RGB ↔ CMYK). Програмування градієнтних заливок. Аналіз впливу глибини кольору на якість зображення.

СРС: Опрацювання: Пічугін М.Ф., Канкін І.О., Воротніков В.В. «Комп'ютерна графіка: навч. посіб.» (2023) — розділ «Колірні моделі»; підготовка аналітичної записки про застосування кольірних моделей у поліграфії та веб-дизайні.

Графічні примітиви, растеризація та відсікання

Тема 1.3 — Алгоритми растеризації (Лекція 3, 2 год.)

Графічні примітиви: точка, лінія, коло, еліпс, полігон. Алгоритм цифрового диференціального аналізатора (ЦДА). Алгоритм Брезенхема для ліній та кіл. Растеризація полігонів: алгоритм рядкового сканування. Антиаліасинг: методи згладжування країв.

Лабораторна (3 год.): Реалізація алгоритму Брезенхема для побудови відрізків та кіл. Порівняння ЦДА та алгоритму Брезенхема за швидкістю. Реалізація растеризації трикутника.

СРС (8 год.): Опрацювання: Романюк О.Н. та ін. «Комп'ютерна графіка» (ВНТУ, 2022) — розділи «Алгоритми растеризації»; підготовка реферату «Методи антиаліасингу в сучасних графічних системах».

Тема 1.4 — Відсікання та заповнення (Лекція 4, 2 год.)

Алгоритми відсікання: Коена–Сазерленда, Сазерленда–Годсмана для полігонів. Тест приналежності точки полігону. Алгоритми заповнення областей: метод сканувальної лінії, рекурсивне заповнення (flood fill). Формати стиснення: RLE, Хаффмана, LZW. Формати графічних файлів: BMP, PNG, GIF, JPEG, TIFF.

Лабораторна (3 год.): Реалізація алгоритму відсікання Коена–Сазерленда. Програмування заповнення полігону методом сканувальної лінії. Аналіз коефіцієнтів стиснення різних алгоритмів.

СРС (8 год.): Підготовка порівняльної таблиці «Алгоритми відсікання: переваги та недоліки»; опрацювання: Яремчук Ю.Є., Войтко В.В. «Алгоритми обробки графічних даних» (2022).

Двовимірні геометричні перетворення та крива Безьє

Тема 2.1

Геометричні перетворення у 2D: перенесення, масштабування, обертання, відображення. Матричне представлення.

Тема 2.2

Однорідні координати. Композиція перетворень. Проективні перетворення у 2D.

Тема 2.3

Параметричні криві: криві та поверхні Безьє. Сплайни Б-сплайн, NURBS. Практичне застосування.

Тема 2.4

Фракталами та процедурна графіка. Системи Ліндемаєра (L-системи). Генерація ландшафтів.

Геометричні перетворення у 2D

Лекційний матеріал (2 год.)

Афінні перетворення: перенесення (translation), масштабування (scaling), обертання (rotation), відображення (reflection), зсув (shear). Матричне представлення перетворень. Однорідні координати та їх застосування. Композиція (суперпозиція) перетворень: послідовне застосування матриць. Обертання навколо довільної точки.

Ключові питання

- Матричне представлення афінних перетворень
- Переваги однорідних координат
- Порядок множення матриць при композиції
- Обертання навколо довільної точки
- Застосування перетворень у 2D-анімації

Лабораторне заняття (3 год.)

Завдання 1. Реалізація базових геометричних перетворень (перенесення, масштабування, обертання) для заданих фігур з використанням матричного апарату.

Завдання 2. Композиція перетворень: обертання фігури навколо довільної точки. Перевірка комутативності різних перетворень.

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

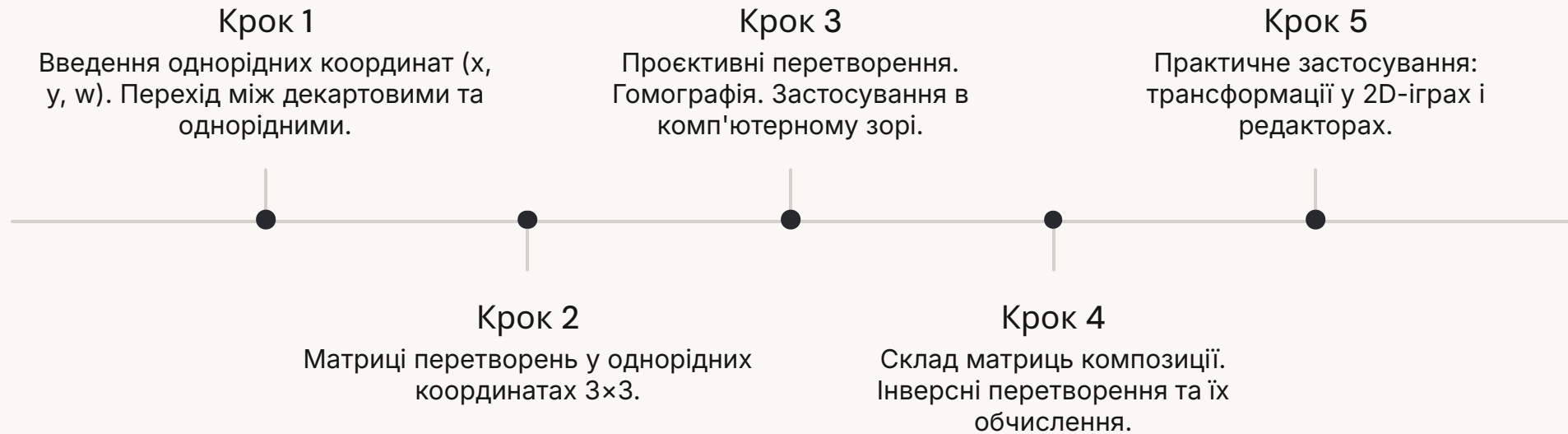
Самостійна робота (8 год.)

- Опрацювання: Пічугін М.Ф., Канкін І.О., Воротніков В.В. «Комп'ютерна графіка» (2023) — розділ «Геометричні перетворення»
- Підготовка реферату: «Застосування геометричних перетворень у комп'ютерній анімації»
- Складання конспекту «Проективні перетворення та їх властивості»



Очікуваний результат: студент вміє будувати матриці геометричних перетворень, застосовувати однорідні координати та виконувати композицію перетворень.

Однорідні координати та проєктивні перетворення



Лекційний матеріал (1 год.)

Однорідні координати та їх роль у зведенні всіх афінних перетворень до матричного множення. Проєктивні перетворення у 2D. Гомографія та її застосування в дескрипторах ознак зображень. Інверсні перетворення, умови існування оберненої матриці.

Лабораторна (3 год.) та СРС (7 год.)

Лабораторна: Реалізація проєктивного перетворення чотирикутника за чотирма точками відповідності. Застосування гомографії для коригування перспективи зображення.

СРС: Опрацювання: Романюк О.Н. та ін. «Комп'ютерна графіка» (ВНТУ, 2022) — розділ «Перетворення координат»; підготовка аналітичної записки «Застосування гомографії у комп'ютерному зорі».

Параметричні криві та процедурна графіка

Тема 2.3 — Криві та поверхні Безьє (Лекція 7, 1 год.)

Параметрична форма кривих. Криві Безьє: лінійна, квадратична, кубічна. Алгоритм де Кастельжо. Властивості кривих Безьє: вхідна до опуклої оболонки, варіаційна мінімальність. Складові криві (Composite Bezier). Кубічні ермітові сплайни. В-сплайни та NURBS: переваги в CAD-системах.

Лабораторна (3 год.): Реалізація побудови кривої Безьє 3-го порядку із інтерактивним переміщенням контрольних точок. Реалізація алгоритму де Кастельжо. Порівняння кривої Безьє та В-сплайну.

СРС (7 год.): Опрацювання: Яремчук Ю.Є., Войтко В.В. «Алгоритми обробки графічних даних» (2022); підготовка реферату «Застосування NURBS у сучасних CAD-системах».

Тема 2.4 — Фрактали та процедурна графіка (Лекція 8, 1 год.)

Поняття фрактальної графіки. Самоподібність та ітераційні функціональні системи (IFS). Множина Мандельброта та множина Жюліа. Фрактальна розмірність. L-системи та їх застосування для моделювання рослин і природних об'єктів. Процедурна генерація текстур. Шум Перліна та симплекс-шум. Генерація ландшафту алгоритмом Diamond-Square.

Лабораторна (3 год.): Побудова множини Мандельброта з можливістю масштабування. Реалізація L-системи для генерації дерева. Генерація процедурної текстури за допомогою шуму Перліна.

СРС (7 год.): Підготовка аналітичної записки «Процедурна графіка в ігровій індустрії: переваги та виклики».

Тривимірна комп'ютерна графіка та методи візуалізації

Тема 3.1

Геометричні перетворення у 3D. Проекції: ортографічна, перспективна, аксонометрична.

Тема 3.2

Представлення 3D-об'єктів: полігональні сітки, CSG, BREP. Видалення прихованих поверхонь.

Тема 3.3

Моделі освітлення: Ламберта, Фонга, Блінна-Фонга. Типи джерел світла. Тіні.

Тема 3.4

Текстурування: UV-розгортка, мап-текстурування, процедурні текстури, bump mapping, normal mapping.

Геометричні перетворення у 3D та проєкції

Лекційний матеріал (1 год.)

Тривимірні афінні перетворення: перенесення, масштабування, обертання навколо осей координат. Матриці 4×4 у однорідних координатах. Кути Ейлера та кватерніони. Проєкції: ортографічна (паралельна), перспективна (конічна). Параметри проєктування: точка зору, центр проєкції, площина картини. Аксонометрія: ізометрія, диметрія, триметрія. Стереографічна проєкція.

Ключові питання

- Матриці 4×4 для 3D-перетворень
- Гімбальне замикання та кватерніони
- Відмінність ортографічної та перспективної проєкцій
- Побудова матриці перспективної проєкції
- Вибір проєкції залежно від задачі

Лабораторне заняття (3 год.)

Завдання 1. Реалізація 3D-перетворень (обертання навколо довільної осі, масштабування та перенесення) для 3D-об'єкта (куба, піраміди) з виведенням через OpenGL.

Завдання 2. Реалізація ортографічної та перспективної проєкцій. Порівняння результатів відображення одного й того самого об'єкта.

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

Самостійна робота (7 год.)

- Опрацювання: Романюк О.Н. та ін. «Комп'ютерна графіка» (ВНТУ, 2022) — розділи «3D-перетворення» та «Проєкції»
- Підготовка реферату: «Кватерніони у тривимірній графіці: переваги перед кутами Ейлера»
- Складання таблиці порівняння типів проєкцій та їх застосування



Очікуваний результат: студент вміє будувати матриці 3D-перетворень, застосовувати різні типи проєкцій та пояснювати їх відмінності.

Представлення 3D-об'єктів та видалення прихованих поверхонь

Лекційний матеріал (1 год.)

Методи представлення 3D-об'єктів: полігональні сітки (mesh), конструктивна блочна геометрія (CSG), граничне представлення (BREP). Структура об'єктного файлу (OBJ, STL). Видалення прихованих поверхонь: алгоритм художника (Painter's algorithm), Z-буфер (z-buffer), BSP-дерева, алгоритм Варнока. Зворотне відсікання (back-face culling).

Лабораторна (3 год.) та СРС (7 год.)

Лабораторна: Завантаження та відображення 3D-моделі у форматі OBJ. Реалізація Z-буфера для видалення прихованих поверхонь. Оцінка продуктивності алгоритму художника та Z-буфера.

СРС: Опрацювання: Пічугін М.Ф., Канкін І.О., Воротніков В.В. «Комп'ютерна графіка» (2023) — розділ «3D-моделювання»; підготовка аналітичної записки «Методи видалення прихованих поверхонь: порівняльний аналіз».

❏ **Очікуваний результат:** студент вміє характеризувати методи представлення 3D-об'єктів та застосовувати алгоритми видалення прихованих поверхонь.

Освітлення, затінення та текстурювання

Тема 3.3 — Моделі освітлення (Лекція 11, 1 год.)

Фізичні основи освітлення: пряме та непряме освітлення. Модель Ламберта (дифузне відбиття). Модель Фонга: ambient + diffuse + specular. Модель Блінна-Фонга. Типи джерел світла: точкове, спрямоване, прожекторне, фонове. Атенюація (затухання). Тіні: тіньовий буфер (shadow map), трасування тіней.

Лабораторна (3 год.): Реалізація моделі освітлення Фонга в OpenGL. Налаштування різних типів джерел світла. Порівняння моделі Фонга та Блінна-Фонга.

СРС (7 год.): Опрацювання: Яремчук Ю.Є., Войтко В.В. «Алгоритми обробки графічних даних» (2022); підготовка есе «Фізично коректний рендеринг (PBR) та його відмінність від класичних моделей».

Тема 3.4 — Текстурювання (Лекція 12, 1 год.)

Поняття текстури. UV-розгортка (UV mapping). Методи фільтрації текстур: nearest neighbor, білінійна, трилінійна, MIP-mapping. Процедурні текстури. Bump mapping: зміна нормалей для імітації рельєфу. Normal mapping: текстура нормалей. Displacement mapping. Environment mapping (cube map, spherical). Накладання тіней через тіньову карту.

Лабораторна (3 год.): Накладання текстури на 3D-об'єкт в OpenGL. Реалізація MIP-mapping та порівняння методів фільтрації. Застосування normal map для імітації рельєфу поверхні.

СРС (7 год.): Підготовка аналітичної записки «Сучасні методи текстурювання у реальному часі: від bump map до PBR».

Програмування графіки. Шейдери та сучасні технології

Тема 4.1

Конвеєр рендерингу. OpenGL: архітектура, буфери, конвеєр. Вершинні та фрагментні шейдери GLSL.

Тема 4.2

Трасування променів (Ray Tracing). Глобальне освітлення. Метод Монте-Карло. Radiosity.

Тема 4.3

WebGL та графіка у браузері. Three.js. Графіка для мобільних пристроїв. Введення у Vulkan.

Тема 4.4

Комп'ютерна графіка та штучний інтелект: генеративні моделі (GAN, Diffusion), нейронний рендеринг, NeRF.

Конвеєр рендерингу та шейдерне програмування

Лекційний матеріал (1 год.)

Конвеєр рендерингу OpenGL: вершинна обробка, геометричний шейдер, растеризація, фрагментна обробка. Вершинний буфер (VBO), масив вершин (VAO). Мова GLSL: типи даних, атрибути, uniform-змінні. Вершинний шейдер: трансформації вершин. Фрагментний шейдер: обчислення кольору пікселя. Геометричний шейдер та шейдер тесселяції.

Ключові питання

- Етапи конвеєра рендерингу OpenGL
- Роль VAO та VBO
- Синтаксис та типи даних GLSL
- Зв'язок між вершинним та фрагментним шейдерами
- Передача даних через uniform-змінні

Лабораторне заняття (3 год.)

Завдання 1. Написання власного вершинного та фрагментного шейдерів на GLSL. Реалізація інтерполяції кольору між вершинами трикутника.

Завдання 2. Реалізація освітлення Фонга у шейдері. Передача параметрів джерела світла через uniform-змінні.

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

Самостійна робота (8 год.)

- Опрацювання: Романюк О.Н. та ін. «Комп'ютерна графіка» (ВНТУ, 2022) — розділ «Шейдерне програмування»
- Підготовка реферату: «Еволюція графічних API: від OpenGL 1.0 до Vulkan»
- Вивчення документації GLSL та написання конспекту основних вбудованих функцій



Очікуваний результат: студент вміє описувати конвеєр рендерингу OpenGL, розробляти прості вершинні та фрагментні шейдери на GLSL.

Трасування променів та глобальне освітлення



Генерація променів

Для кожного пікселя генерується промінь із точки спостереження через площину проєкції.



Перетин із геометрією

Обчислення перетину променя з об'єктами сцени (сфера, трикутник, AABB).



Відбиття та заломлення

Рекурсивне трасування відбитих та заломлених променів. Рефракція за законом Снеліуса.

Лекційний матеріал (1 год.)

Принцип зворотного трасування променів (Ray Casting / Ray Tracing). Перетин променя з геометричними примітивами. Відбиття та заломлення. Глобальне освітлення: Path Tracing, метод Монте-Карло. Radiosity: обмін енергією між поверхнями. Сучасні GPU-прискорені технології трасування (RTX, DXR).

Лабораторна (3 год.) та СРС (7 год.)

Лабораторна: Реалізація простого Ray Caster для сцени зі сферами. Обчислення дифузного та дзеркального відбиття. Порівняння якості зображення при різній кількості відбиттів.

СРС: Опрацювання: Яремчук Ю.Є., Войтко В.В. «Алгоритми обробки графічних даних» (2022); підготовка аналітичної записки «Апаратне трасування променів у сучасних GPU: огляд технологій RTX».

WebGL, мобільна графіка та ШІ у комп'ютерній графіці

Тема 4.3 — WebGL та сучасні платформи (Лекція 15, 1 год.)

WebGL: архітектура, відмінності від OpenGL, інтеграція з HTML5 Canvas. Бібліотека Three.js: сцена, камера, рендерер, матеріали. OpenGL ES для мобільних пристроїв (Android/iOS). Vulkan: низькорівневий API, переваги над OpenGL. Metal (Apple). Crossplatform-розробка: SDL2, SFML.

Лабораторна (3 год.): Розробка інтерактивної 3D-сцени у браузері з використанням Three.js. Реалізація анімації, взаємодії з користувачем, власного шейдера у WebGL.

СРС (7 год.): Опрацювання: Пічугін М.Ф., Канкін І.О., Воротніков В.В. «Комп'ютерна графіка» (2023) — розділ «Сучасні графічні платформи»; підготовка реферату «Three.js vs Babylon.js: порівняльний аналіз».

Тема 4.4 — ШІ та комп'ютерна графіка (Лекція 16, 1 год.)

Генеративні нейронні мережі (GAN) для синтезу зображень. Diffusion-моделі (Stable Diffusion, DALL-E). Neural Radiance Field (NeRF): синтез нових ракурсів із набору фотографій. Нейронне текстурювання та синтез стилю (Neural Style Transfer). Суперроздільна здатність (super-resolution). Застосування ШІ у 3D-реконструкції та сегментації.

Лабораторна (3 год.): Застосування попередньо навченої моделі для Super-Resolution зображень. Генерація зображень за допомогою відкритих diffusion-моделей. Аналіз якості результатів за метриками PSNR, SSIM.

СРС (7 год.): Підготовка аналітичної записки «NeRF-технологія: принципи роботи та перспективи застосування в комп'ютерній інженерії».

Розподіл навчального часу — 120 годин

Модуль	Тема	Лекції (год.)	Лабораторні (год.)	СРС (год.)
Модуль 1	Тема 1.1 — Вступ до комп'ютерної графіки	2	3	7
	Тема 1.2 — Колірні моделі та типи графіки	2	3	8
	Тема 1.3 — Алгоритми растеризації примітивів	2	3	8
	Тема 1.4 — Відсікання та заповнення областей	2	3	8
Модуль 2	Тема 2.1 — Геометричні перетворення 2D	2	3	8
	Тема 2.2 — Однорідні координати. Проективні перетворення	1	3	7
	Тема 2.3 — Параметричні криві та поверхні	1	3	7
	Тема 2.4 — Фрактали та процедурна графіка	1	3	7
Модуль 3	Тема 3.1 — 3D-перетворення та проєкції	1	3	7
	Тема 3.2 — Представлення 3D-об'єктів	1	3	7
	Тема 3.3 — Моделі освітлення та тіні	1	3	7
	Тема 3.4 — Текстурування	1	3	7
Модуль 4	Тема 4.1 — Конвеєр рендерингу та шейдери GLSL	1	3	8
	Тема 4.2 — Трасування променів, глобальне освітлення	1	3	7
	Тема 4.3 — WebGL та сучасні графічні платформи	1	3	7
	Тема 4.4 — ШІ у комп'ютерній графіці	1	3	7
Разом	16 тем	21	48	122



Загальний обсяг: 120 годин = 4 кредити ЄКТС. Лекції — 15 год., Лабораторні — 45 год., СРС — 60 год. Розподіл є орієнтовним і може коригуватися відповідно до специфіки навчального процесу.

Структура навчального часу



Коментар до розподілу

Загальний обсяг — **120 годин (4 кредити ЄКТС)** — розподілено між трьома формами роботи для забезпечення балансу між теорією та практикою.

Лекції — 15 год. (12,5%)

Системне подання ключового теоретичного матеріалу: алгоритми, математичні основи, принципи роботи графічних систем.

Лабораторні — 45 год. (37,5%)

Практична реалізація графічних алгоритмів, шейдерне програмування, розробка графічних застосунків. Провідна форма навчання.

Самостійна робота — 60 год. (50%)

Поглиблене вивчення, підготовка завдань, робота з технічною документацією та науковою літературою. Самостійна робота становить **50% обсягу дисципліни**.

Самостійна робота студентів — Детальний опис



Опрацювання літератури

Поглиблене вивчення теоретичного матеріалу за навчальними посібниками з комп'ютерної графіки (Романюк, Пічугін, Яремчук та ін.), технічною документацією OpenGL/WebGL, науковими статтями у фахових виданнях. Студент конспектує ключові положення та порівнює підходи різних авторів.



Робота з інформаційними ресурсами

Опрацювання офіційних ресурсів: документація OpenGL ([opengl.org](https://www.khronos.org/opengl/)), WebGL ([webgl2fundamentals.org](https://www.khronos.org/webgl2fundamentals.org/)), Three.js (threejs.org), репозиторіїв на GitHub. Аналіз наукових статей з графічних алгоритмів.



Індивідуальні завдання

Виконання аналітичних завдань (порівняльний аналіз алгоритмів, характеристика методів); творчих завдань — реферати, аналітичні записки, міні-дослідження з актуальних питань комп'ютерної графіки та ШІ.



Підготовка до занять

Підготовка до лабораторних занять (опрацювання алгоритмів, повторення теорії); підготовка до тестувань (ключові терміни, формули); підготовка до модульних контрольних (систематизація знань).

Форми контролю знань

1

Поточний контроль

Завдання: тестові вправи та захист лабораторних робіт за темами змістовного модуля. Оцінюються правильність реалізації алгоритму, якість коду та рівень засвоєння матеріалу. Поточний контроль формує накопичувальну оцінку протягом семестру. Проводиться після кожної теми у формі тестування (10–15 питань) або захисту лабораторної роботи.

2

Проміжний контроль

Модульна контрольна робота або індивідуальне графічне завдання, що охоплює теми змістовних модулів (теоретичні питання, розробка програмного коду, аналіз алгоритмів). Оцінюються повнота відповіді, правильність реалізації та обґрунтованість висновків. Проводиться після завершення кожного змістовного модуля.

3

Підсумковий контроль

Залік або іспит відповідно до навчального плану. Форма проведення — тестування та письмові/практичні завдання. Підсумкова оцінка враховує результати поточного, проміжного та підсумкового контролю відповідно до встановленої шкали: **100-бальна система** з переведенням у національну шкалу та ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F).

Методи викладання

Викладання дисципліни «Комп'ютерна графіка» поєднує класичні академічні та інтерактивні методи, що забезпечує формування не лише міцної теоретичної бази, а й практичних навичок програмування та візуалізації, необхідних для майбутньої професійної діяльності у сфері комп'ютерної інженерії.



Лекції

Системне подання теоретичного матеріалу з використанням наочних схем, анімацій, прикладів коду та демонстрацій у графічному середовищі; студенти ведуть конспекти.



Лабораторні роботи

Реалізація графічних алгоритмів та шейдерів у середовищі OpenGL/WebGL/Three.js; формування навичок програмування та налагодження графічних застосунків.



Проектна робота

Розробка міні-проєкту (графічний застосунок); студенти виявляють задачу, обирають алгоритм, реалізують та презентують результат.



Дискусії

Обговорення актуальних питань комп'ютерної графіки (вибір алгоритму, порівняння API); розвиток критичного мислення та технічної аргументації.



Самостійне дослідження

Підготовка аналітичних записок і рефератів за обраними темами; розвиток навичок самостійного пошуку та систематизації технічної інформації.



Демонстраційні приклади

Показ та розбір готових графічних програм; аналіз коду, виявлення оптимізацій та обговорення альтернативних підходів до вирішення задач.

Рекомендована література — Підручники та посібники (2022–2024 рр.)

1. Романюк О.Н., Романюк О.В., Чехместрук Р.Ю.

Комп'ютерна графіка : навчальний посібник. — Вінниця : ВНТУ, 2022. — 246 с.

2. Пічугін М.Ф., Канкін І.О., Воротніков В.В.

Комп'ютерна графіка : навчальний посібник. — Київ : Академвидав, 2023. — 380 с.

3. Яремчук Ю.Є., Войтко В.В.

Алгоритми обробки графічних даних : навч. посібник. — Вінниця : ВНТУ, 2022. — 198 с.

4. Тотосько О.В., Микитишин А.Г., Стухляк П.Д.

Комп'ютерна графіка : навч. посібник : у 2-х кн. — 2-ге вид., оновл. — Тернопіль : ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2023. — 304 с.

5. Веселовська Г.В., Ходакова В.Є.

Комп'ютерна графіка : навч. посібник. — 2-ге вид., перероб. — Київ : Кондор, 2022. — 584 с.

6. Василюк А.С., Мельникова Н.І.

Комп'ютерна графіка: програмування графічних застосунків : навч. посібник. — Рівне : НУВГП, 2023. — 210 с.

7. Шевченко В.Л., Башта О.В., Соколик Н.О.

Тривимірне моделювання та візуалізація : навч. посібник для ЗВО. — Київ : Академвидав, 2022. — 320 с.

8. Кравченко В.І., Саблій Л.А., Давидчук В.М.

Інженерна та комп'ютерна графіка : підручник для ЗВО. — 3-тє вид., перероб. — Київ : Техніка, 2024. — 352 с.

Додаткова література та наукові статті

9. Романюк О.Н., Яковенко О.О., Котлик С.В.

Аналіз крос-платформового програмного інтерфейсу OpenGL і його нововведень. Інформаційні технології і автоматизація : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. — Одеса : ОНАХТ, 2022.
Рекомендується для тем 4.1–4.3 (сучасні графічні API).

10. Гнатюк С.О., Корченко О.Г.

Методи генерації процедурних текстур для задач комп'ютерного моделювання. Вісник Національного технічного університету України «КПІ». Серія: Інформатика, управління та обчислювальна техніка. — 2023. — № 79. — С. 45–53.
Рекомендується для теми 2.4 та 3.4.

11. Лобода О.В., Семеренко А.І.

Застосування нейронних мереж для підвищення роздільної здатності графічних зображень. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. — 2023. — № 52. — С. 89–97. *Рекомендується для теми 4.4.*

12. Павленко О.М., Кулик Т.В.

Шейдерне програмування засобами GLSL у сучасних графічних застосунках. Проблеми інформатизації та управління. — 2022. — Вип. 4(72). — С. 34–41. *Рекомендується для теми 4.1.*

Нормативно-правова база

→ Конституція України

Прийнята 28 червня 1996 р. Основний Закон держави. zakon.rada.gov.ua

→ Закон «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556-VII

Визначає засади підготовки бакалаврів, стандарти освітніх програм, організацію навчального процесу. zakon.rada.gov.ua

→ Стандарт вищої освіти за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» (бакалавр)

Затверджений МОН України. Визначає загальні та фахові компетентності і програмні результати навчання. mon.gov.ua

→ Закон «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII

Визначає засади освітньої діяльності в Україні, академічну свободу та відповідальність учасників освітнього процесу. zakon.rada.gov.ua

→ Постанова КМУ «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» від 23.11.2011 № 1341

Визначає рівні кваліфікацій, у тому числі рівень бакалавра (6-й рівень НРК). zakon.rada.gov.ua

Офіційні ресурси та фахові видання

Документація OpenGL

[opengl.org](https://www.khronos.org/opengl/) — офіційна специфікація, довідник функцій, навчальні матеріали з OpenGL та GLSL.

WebGL2 Fundamentals

webgl2fundamentals.org — покроковий посібник з WebGL 2.0: від основ до шейдерного програмування.

Three.js Documentation

threejs.org — офіційна документація бібліотеки Three.js для 3D-графіки у браузері, приклади та демо.

Vulkan Tutorial

vulkan-tutorial.com — детальний посібник з вивчення сучасного низькорівневого графічного API Vulkan.

Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського

nbuv.gov.ua — електронні ресурси, наукові статті, монографії з комп'ютерних наук та інженерії.

Журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології»

Фахове видання. Публікує статті з комп'ютерної графіки, обробки зображень та суміжних напрямів.

Репозиторій GitHub — графічні бібліотеки

github.com — відкриті реалізації графічних алгоритмів, приклади шейдерів, навчальні проєкти.

Міністерство освіти і науки України

mon.gov.ua — освітні стандарти, навчальні програми, методичні матеріали для ЗВО.

Зв'язок дисципліни зі спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

Чому «Комп'ютерна графіка» для інженерів?

Дисципліна «Комп'ютерна графіка» є невід'ємною складовою підготовки бакалаврів зі спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія». Розуміння графічних алгоритмів, конвеєра рендерингу та принципів шейдерного програмування формує у майбутніх інженерів базу для роботи у сфері розробки ігор, систем візуалізації, UI/UX та комп'ютерного зору.

Сучасний фахівець у сфері ІТ та комп'ютерних технологій працює з графічними системами постійно — від драйверів GPU до хмарних сервісів рендерингу. Знання з КГ є конкурентною перевагою на ринку праці.

Практичне значення для майбутньої кар'єри

- Розробка графічних застосунків, ігор та симуляцій на основі OpenGL/Vulkan/WebGL
- Програмування GPU-прискорених обчислень (CUDA, OpenCL, compute shaders)
- Розробка UI/UX для вбудованих систем та мобільних пристроїв
- Комп'ютерний зір та обробка зображень в системах автоматизації
- Робота з 3D-принтерами, CAD/CAM системами та промисловою візуалізацією
- Навички аналізу та оптимізації графічних алгоритмів за критерієм ефективності

Ключові компетентності курсу — Підсумок



Курс охоплює всі ключові розділи комп'ютерної графіки — від базових алгоритмів растеризації до шейдерного програмування та ШІ-технологій — і формує у студентів цілісне розуміння принципів роботи сучасних графічних систем.

Бажаємо успіхів у вивченні Комп'ютерної графіки!

120

Годин

Загальний обсяг дисципліни

4

Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

16

Тем

У 4 змістовних модулях

8

Джерел

Рекомендованої літератури 2022–2024 рр.

«Комп'ютерна графіка — це мистецтво перетворення математики на красу.» — принцип сучасної інженерії зображень

Спеціальність 123 · Комп'ютерна інженерія · Бакалавр · 4 кредити ЄКТС