Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра обчислювальної техніки

ПРОГРАМУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	***Перший (бакалаврський)***
Галузь знань	*12 Інформаційні технології*
Спеціальність	*121 Інженерія програмного забезпечення* *123 Комп'ютерна інженерія* *126 Інформаційні системи і технології*
Освітня програма	*Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем* *Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем* *Комп'ютерні системи та мережі* *Інтегровані інформаційні системи* *Інформаційні управляючі системи та технології* *Інформаційне забезпечення робототехнічних систем*
Статус дисципліни	*Вибіркова*
Форма навчання	*Очна (денна)*
Рік підготовки, семестр	*4 курс, весняний семестр*
Обсяг дисципліни	*4 кредити ЄКТС, 120 годин: з них лекційних 36 годин, лабораторні роботи 18 годин, самостійна робота 66 годин*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Залік, модульна контрольна робота*
Розклад занять	*Розклад за адресою https://schedule.kpi.ua/*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	*Лекції: доцент кафедри ОТ, кандидат техн. наук,* *Порєв Віктор Миколайович* *v_porev@ukr.net* *Лабораторні заняття: доцент кафедри ОТ, кандидат техн. наук,* *Порєв Віктор Миколайович* *v_porev@ukr.net*
Розміщення курсу	На платформі дистанційного навчання «Сікорський»: https://classroom.google.com/c/NzgwNzIzMzE5NjUx?cjc=jlro764w

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Предметом навчальної дисципліни «Програмування компютерної графіки» є основи, математичні методи і алгоритми, засоби програмування сучасної комп’ютерної графіки.

Основні завдання курсу:

- ознайомитися з методами побудови реалістичних зображень тривимірних сцен, моделюванням матеріальних властивостей об’єктів, урахуванням законів оптики;
- ознайомитися з основними положеннями та навчитися програмувати засоби геометричного моделювання об’єктів тривимірних сцен а також для моделювання кінематики складних рухомих об’єктів.

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів здатностей:

- розуміти фізичні, математичні та алгоритмічні основи побудови програмно-апаратних засобів комп'ютерної графіки;
- опанувати програмні інтерфейси засобів комп'ютерної графіки для створення та розвитку програмних систем;
- розробляти програмне забезпечення за допомогою сучасних інструментальних засобів створення програмного забезпечення

Успішне виконання завдань курсу «Програмування комп'ютерної графіки» має забезпечити

знання:

- основ, математичних методів і алгоритмів сучасної комп’ютерної графіки;
- фізичних та математичних основ моделювання об'єктів тривимірного простору;
- інтерфейсів програмування засобів комп'ютерної графіки

вміння:

- розробляти та налагоджувати програмне забезпечення;
- використовувати відомості про властивості матеріалів та просторових середовищ для створення реалістичних зображень об'єктів та сцен;
- проєктувати структури даних;
- виконувати геометричне моделювання

набуття практичного досвіду:

- роботи з інструментальними засобами та інтегрованими середовищами для створення програмного забезпечення;
- створення для мобільних та вбудованих систем застосунків з активним використанням комп'ютерної графіки;
- роботи з інформаційними комп’ютерними технологіями

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного оволодіння дисципліною "Програмування комп'ютерної графіки" необхідно попередньо оволодіти базовими знаннями алгоритмів та структур даних, лінійної алгебри та аналітичної геометрії, дискретної математики та об'єктно-орієнтованого програмування.

Компетентності, знання та вміння, отримані в рамках вивчення дисципліни "Програмування комп'ютерної графіки", можуть бути застосовані для виконання завдань курсових робіт та курсових проєктів, а також виконання завдань освітнього компонента "Дипломне проєктування".

3. Зміст навчальної дисципліни

В навчальній дисципліні «Програмування комп'ютерної графіки» (ПКГ) заплановано вивчення наступних тем

Розділ 1. Вступ до курсу
Тема 1.1. Огляд основних понять комп’ютерної графіки

Розділ 2. Огляд інтерфейсів програмування комп'ютерної графіки
Тема 2.1. Інтерфейс GDI Windows
Тема 2.2. Інтерфейс Canvas Android
Тема 2.3. Інтерфейси OpenGL та OpenGL ES

Розділ 3. Математичні та фізичні основи комп'ютерної графіки
Тема 3.1. Моделі опису поверхонь
Тема 3.2. Координатний метод
Тема 3.3. Проєкції
Тема 3.4. Моделювання освітлення
Тема 3.5. Моделювання типових об’ємних форм

Розділ 4. Текстури
Тема 4.1. Створення, зберігання, завантаження та прив’язування текстур
Тема 4.2. Підтримка множин текстур
Тема 4.3. Текстурування типових об’ємних форм

Розділ 5. Полігональні сітки
Тема 5.1. Поняття полігональної сітки
Тема 5.2. Моделювання освітлення полігональних сіток
Тема 5.3. Текстурування полігональних сіток

Розділ 6. Основи геометричного моделювання рухомих об'єктів
Тема 6.1. Основи кінематики рухомих об'єктів
Тема 6.2. Скелетна анімація

Розділ 7. Метод трасування променів
Тема 7.1. Фізичні та алгоритмічні основи метода трасування променів
Тема 7.2. Реалізація метода трасування променів у комп’ютерних засобах

Розділ 8. Сучасний стан та перспективи розвитку комп'ютерної графіки
Тема 8.1. Огляд сучасних апаратних засобів і програмних інтерфейсів комп’ютерної графіки та перспективи їхнього розвитку

Методичні рекомендації

Для успішного вивчення даного курсу необхідні вміння та навички роботи створення проектів на основі мов програмування у сучасних середовищах розробки програмного забезпечення з використанням інтерфейсів програмування комп'ютерної графіки.

У якості базового обрано інтерфейс OpenGL для програмування комп'ютерної графіки. Він підтримує набір елементів для реалізації програмних застосунків широкого спектру цільового призначення. Разом з цим, у курсі даної дисципліни розглядаються та порівнюються можливості інших програмних інтерфейсів, зокрема GDI API Windows, Canvas Android, DirectX Windows.

Для виконання завдань лабораторних робіт рекомендується використання сучасних версій середовищ розробки, зокрема, Android Studio та Microsoft Visual Studio.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Матеріали дистанційного курсу «Програмування комп'ютерної графіки» В. Порєва за посиланням: https://classroom.google.com/c/NzgwNzIzMzE5NjUx?cjc=jlro764w
2. Блінова Т.О., Порєв В.М. Комп'ютерна графіка : навч. посіб. – К.: "Юніор", 2004. – 456 с. – ISBN 966-7323-38-2:
3. М.Ф. Пічугін, І.О. Канкін, В.В. Воротніков. Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник. Центр учбової літератури - 2020. – 346с. - ISBN 978-617-673-181-8

Додаткова:

4. Joey de Vries. Learn OpenGL – Graphics programming. – Kendall & Welling, 2020. – 523 p. – ISBN: 978-90-90-33256-7
   URL: *https://learnopengl.com/book/book_pdf.pdf*
   on site https://learnopengl.com/
5. Matt Pharr, Wenzel Jakob, and Greg Humphreys. Physically Based Rendering: From Theory To Implementation 4-th edition, 2023. URL: https://www.pbr-book.org/4ed/contents
6. Windows App Development. Windows GDI
   URL: https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/gdi/windows-gdi
7. Android Developers > Develop > API refernce > android.graphics
   URL: https://developer.android.com/reference/android/graphics/package-summary
8. OpenGL ES Version 3.0.6. November 1, 2019.
   URL: https://registry.khronos.org/OpenGL/specs/es/3.0/es_spec_3.0.pdf
9. The OpenGL ES® Shading Language.
   URL: https://registry.khronos.org/OpenGL/specs/es/3.2/GLSL_ES_Specification_3.20.pdf
10. Android Developers > OpenGL ES
    URL: https://developer.android.com/develop/ui/views/graphics/opengl/about-opengl
11. OpenGl ES for Android in Java.
    URL: https://www.youtube.com/playlist?list=PL809p4D7egYeNzDkWr80MZYrZiz3yF8H
12. NVIDIA.DEVELOPER. URL: https://developer.nvidia.com/
13. Microsoft. DirectX Developer Blog. URL: https://devblogs.microsoft.com/directx/

Інформаційні ресурси:

14. Ілюстративні матеріали курсу, презентації лекцій знаходяться за посиланням https://drive.google.com/drive/folders/1tud84afqzSraeNA4tpAfuBRY5ztisAu-?usp=sharing
15. Актуальні завдання до лабораторних робіт знаходяться за посиланням https://drive.google.com/drive/folders/1A5B68wpSpnPOMsTaEfEq8y1gsudHizMD?usp=sharing

Обладнання, що необхідне для проведення занять

Лекційні заняття проводяться в аудиторії, яка обладнана проектором, лабораторні заняття (комп'ютерний практикум) – в комп'ютерному класі. Для дистанційних занять потрібен доступ до інтернет та програмне й апаратне забезпечення для проведення відеоконференцій.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1. Лекційні заняття

Передбачено проведення 18 лекційних занять обсягом 2 аудиторні години кожне.

№ з/п	Назва теми (тем) лекційного заняття та перелік основних питань
1	**Вступ** **Тема 1.1. Огляд основних понять комп'ютерної графіки** Визначення комп'ютерної графіки, її зв'язок зі спорідненими дисциплінами. Колірні моделі. Растрова та векторна графіка. **Завдання на СРС:** Різновиди колірних моделей та форматів опису кольорів. Формати зберігання та відображення зображень
	Тема 2.1. Інтерфейс GDI Windows Поняття контексту графічного пристроя. Огляд графічних примітивів GDI Windows **Тема 2.2. Інтерфейс Canvas Android** Особливості налаштування відображення графіки у вікні застосунку. Огляд графічних примітивів Canvas Android **Завдання на СРС:** Вивчити базові графічні примітиви для відображення типових геометричних форм.
2	**Тема 2.3. Інтерфейси OpenGL та OpenGL ES** Версії OpenGL. Особливості налаштування відображення графіки OpenGL. Огляд графічних примітивів. Поняття масиву вершин. Поняття шейдерів. **Завдання на СРС:** Основні класи графіки OpenGL ES. Вивчити типові зразки та засвоїти основні аспекти програмування шейдерів OpenGL ES.
3	**Тема 3.1. Моделі опису поверхонь** Різновиди моделей опису поверхонь. Розгляд прикладів опису поверхонь простих об'єктів таких як: трикутник, чотирикутник, піраміда, куб. **Завдання на СРС:** Вивчити основні способи вказування кольорів об'єктів у середовищі OpenGL ES
4	**Тема 3.2. Координатний метод** Поняття системи координат. Перетворення систем координат. Лінійні перетворення. Опис перетворень матрицями. Перетворення координат об'єктів. Дуальність перетворень. **Завдання на СРС:** Вивчити різновиди систем координат та їхнього визначення. Особливості систем координат та іхніх перетворень для різних інтерфейсів програмування комп'ютерної графіки.
5	**Тема 3.3. Проекції** Математичні основи проєкцій. Основні типи проєкцій – паралельна та центральна. Світові, видові та віконні координати. Перетворення координат – видове та проєктивне. Матриці перетворень. Об'єм видимості. Кут огляду. Поняття камери при формуванні зображень тривимірних сцен. Анімація. **Завдання на СРС:** Вивчити основні аспекти визначення та зміни розташування камери та ракурсу огляду. Вивчити способи організації анімації засобами OpenGL

6	**Тема 3.4. Моделювання освітлення** Дифузне та дзеркальне відбиття світла. Врахування відстані до джерела світла. Фонове підсвітлення. Модель Фонга відбиття світла. Поняття матеріалу об'єкта. Реалізація моделей відбиття світла програмними засобами. **Завдання на СРС:** Вивчити програмування шейдерів для реалізації типових моделей відбиття світла
7	**Тема 3.5. Моделювання типових об’ємних форм** Математичний опис об’ємних форм, таких як: циліндр, куля, тор. Врахування моделей освітлення. Методи Гуро і Фонга зафарбовування пласких граней. **Завдання на СРС:** Ознайомитися із можливостями рендерингу об’ємних форм засобами OpenGL на прикладі відображення циліндру, кулі та тору.
8	**Тема 4.1. Створення, зберігання, завантаження та прив’язування текстур** Поняття текстури. Підготовка текстур. Завантаження текстур. Текстурні координати. Формати масиву вершин та шейдери для роботи з текстурами. **Завдання на СРС:** Ознайомитися з можливостями створенння текстур, іхнього редагування та запису у файли.
9	**Тема 4.2. Підтримка множин текстур** Завантаження та привязування множин файлів текстур та атласів текстур. Основні проблеми та обмеження щодо обсягу текстур. Мультитекстурування об'єктів тривимірних сцен. Моделювання відбиття світла, прозорості, затінення за допомогою текстур. **Завдання на СРС:** Ознайомитися з картами освітлення та затінення.
10	**Тема 4.3. Текстурування типових об’ємних форм** Текстурування типових об'ємних форм. Накладання текстур на куб, циліндр, сферу, тор. **Завдання на СРС:** Ознайомитися із текстуруванням кубу Skybox
11	**Тема 5.1. Поняття полігональної сітки** Моделі опису сіток. Варіанти зберігання та рендерингу поігональних сіток. **Завдання на СРС:** Ознайомитися з відомими форматами файлів для зберігання полігональних сіток
12	**Тема 5.2. Моделювання освітлення полігональних сіток** Обчислення та зберігання нормалей. Відомі моделі зафарбовування поверхонь відповідно законам відбиття світла. Особливості використання полігональної візуалізації плавних криволінійних поверхонь. **Завдання на СРС:** Вивчити застосування методів Гуро та Фонга для зафарбовування поверхонь та їхню реалізацію сучасними засобами
13	**Тема 5.3. Текстурування полігональних сіток** Текстурування полігональних сіток – регулярних та нерегулярних. Визначення текстурних координат. Моделювання ландшафтів. **Завдання на СРС:** Ознайомитися зі зразками текстурування ланшафтів, водної поверхні, лісів тощо. Текстури на основі звичайних та космічних знімків.
14	**Тема 6.1. Основи кінематики рухомих об’єктів**

	Поняття кінематичної моделі. Приклади кінематичних моделей. Основні підходи моделювання рухів об'єктів. **Тема 6.2. Скелетна анімація** Поняття скелету та його використання для моделювання рухів об'єктів. Особливості програмування скелетної анімації. Приклади скелетних моделей живих істот та підходи до програмування їхніх реалістичних зображень. **Завдання на СРС:** Ознайомитися із сучасними програмними застосунками створення моделей рухомих об'єктів (персонажів). Вивчити програмування шейдерів скелетної анісмації.
15	**Тема 7.1. Фізичні та алгоритмічні основи метода трасування променів** Поняття трасування променів – пряме та зворотне трасування. Фізичні закони для відбиття світла, прозорості, енергії випромінювання. Моделювання оптичних властивостей матеріалів просторових об'єктів. Модель Уіттеда. **Завдання на СРС:** Вивчити структури даних для опису властивостей матеріалів просторових об'єктів
16	**Тема 7.2. Реалізація метода трасування променів** Проблеми швидкодії рендерингу тривимірних сцен. Засоби прискорення процесу трасування променів. **Завдання на СРС:** Ознайомитися із програмними застосунками рендерингу тривимірних сцен на основі метода трасування променів.
17	Лекційне заняття 17. Модульна контрольна робота (МКР) **Завдання на СРС:** Повторення матеріалів тем 1.1 – 7.2
18	**Тема 8.1. Огляд сучасних апаратних засобів і програмних інтерфейсів комп'ютерної графіки та перспективи їхнього розвитку** Архітектури та основні можливості сучасних графічних процесорів. Фіксований та програмований графічний конвейер. Мови шейдерів. Основні напрямки розвитку апаратних та програмних засобів комп'ютерної графіки. **Завдання на СРС:** Вивчити сучасні зразки відеокарт та графічних процесорів. Ознайомитися з можливостями інтерфейсів DirectX та Vulkan.

5.2. Лабораторні роботи

Основна мета виконання лабораторних робіт – закріплення теоретичних знань та отримання практичних навичок по роботі з інструментальними засобами розробки програм.

Для виконання кожної лабораторної роботи студенту потрібно отримати завдання та ознайомитися з теоретичними відомостями та методичними вказівками. Для успішного вирішення завдань треба виконати самостійну роботу по ознайомленню з теоретичними відомостіми і комп'ютерними засобами створення та налагодження програмного забезпечення. Лабораторні роботи передбачають проведення обчислювальних експериментів, які виконуються на комп'ютері і можуть бути продемонстровані при здаванні роботи.

Загалом 7 лабораторних робіт. Вони здаються-приймаються у визначені терміни. Терміни виконання лабораторних робіт завчасно оголошуються викладачем, який веде лабораторні роботи.

№ з/п	Назва лабораторної роботи та перелік основних питань	Кількість ауд. годин
1	**Лабораторна робота №1. Знайомство з базовими засобами комп'ютерної графіки деяких операційних платформ** Мета: отримати перші навички створення програм то набути знання щодо базових засобів відображення графіки для різних операційних платформ. У цій лабораторній роботі знайомство з такими графічними підсистемами операційних систем: - GDI Windows; - Android Graphics Canvas; - Android OpenGL ES Для виконання лабораторної роботи потрібно вивчити матеріал за темами 2.1, 2.2 та 2.3.	**2**
2	**Лабораторна робота №2. Вказування кольорів об'єктів засобами OpenGL ES та організація інтерфейсу користувача застосунку** Мета: отримати навички програмування кольорів об'єктів для графіки OpenGL ES та меню користувача. У цій лабораторній роботі продовжується знайомство з Android OpenGL ES, зокрема, розглядаються питання визначення кольорів об'єктів. Для виконання лабораторної роботи потрібно вивчити матеріал за темами 2.3 та 3.1.	**2**
3	**Лабораторна робота №3. Перетворення координат та проєкції. Анімація. Керування за допомогою сенсорів вводу** Мета: отримати навички програмування відображення тривимірних об'єктів засобами графіки OpenGL ES. У цій лабораторній роботі розглядаються питання програмування рендерингу тривимірних об'єктів та визначення ракурсу їхнього показу. Для виконання лабораторної роботи потрібно вивчити матеріал за темами 3.2 та 3.3.	**4**
4	**Лабораторна робота №4. Моделювання освітлення** Мета: отримати навички програмування освітлення тривимірних об'єктів засобами графіки OpenGL ES. У цій лабораторній роботі розглядаються питання програмування рендерингу тривимірних об'єктів з урахуванням основних законів та властивостей освітлення. Для виконання лабораторної роботи потрібно вивчити матеріал за темою 3.4.	**4**
5	**Лабораторна робота №5. Використання текстур** Мета: отримати навички програмування текстур тривимірних об'єктів засобами графіки OpenGL ES. У цій лабораторній роботі розглядаються питання програмування рендерингу реалістичних зображень тривимірних об'єктів шляхом накладання текстур. Для виконання лабораторної роботи потрібно вивчити матеріал за темами 4.1, 4.2 та 4.3.	**2**
6	**Лабораторна робота №6. Геометричне моделювання та анімація рухомих**	**2**

	об'єктів Мета: отримати навички програмування відображення рухомих об’єктів тривимірних сцен. У цій лабораторній роботі розглядаються питання створення моделей та програмування рендерингу зображень рухомих об'єктів тривимірних сцен на основі методів кінематики та скелетної анімації. Для виконання лабораторної роботи потрібно вивчити матеріал за темами 5.1, 5.3, 6.1 та 6.2.	
7	**Лабораторна робота №7. Трасування променів** Мета: отримати навички програмування відображення тривимірних сцен методом трасування променів. У цій лабораторній роботі розглядаються питання програмування рендерингу реалістичних зображень тривимірних сцен з урахуванням різноманітних оптичних властивостей матеріалів об'єктів. Для виконання лабораторної роботи потрібно вивчити матеріал за темами 7.1 та 7.2.	**2**

5.4 Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота виконується студентами на передостанній лекції. На МКР виносяться питання з Розділів 1-7. Орієнтовий перелік питань МКР наведено у додатку до силабусу.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) спрямовується на:

- опрацювання матеріалів, викладених під час лекцій та поглиблення знань згідно тематиці завдань на СРС;
- підготовку до виконання лабораторних робіт – інсталяції програмного забезпечення, для створення та налаштування проєктів у середовищі розробки програмного забезпечення та при опрацюванні завдань;
- підготовку до модульної контрольної роботи;
- підготовку до заліку.

Загальний обсяг СРС – 66 годин.

Завдання на самостійну роботу відповідно темам

Теми	Завдання на СРС
Тема 1.1. Огляд основних понять комп’ютерної графіки	Різновиди колірних моделей та форматів опису кольорів. Формати зберігання та відображення зображень
Тема 2.1. Інтерфейс GDI Windows	Вивчити базові графічні примітиви для відображення типових геометричних форм
Тема 2.2. Інтерфейс Canvas Android	Вивчити базові графічні примітиви для відображення типових геометричних форм
Тема 2.3. Інтерфейси OpenGL та OpenGL ES	Основні класи графіки OpenGL ES. Вивчити типові зразки та засвоїти основні аспекти програмування шейдерів OpenGL ES

Тема 3.1. Моделі опису поверхонь	Вивчити основні способи вказування кольорів об'єктів у середовищі OpenGL ES
Тема 3.2. Координатний метод	Вивчити різновиди систем координат та їхнього визначення. Особливості систем координат та іхніх перетворень для різних інтерфейсів програмування комп'ютерної графіки.
Тема 3.3. Проекції	Вивчити основні аспекти визначення та зміни розташування камери та ракурсу огляду. Вивчити способи організації анімації засобами OpenGL
Тема 3.4. Моделювання освітлення	Вивчити програмування шейдерів для реалізації типових моделей відбиття світла
Тема 3.5. Моделювання типових об’ємних форм	Ознайомитися із можливостями рендерингу об’ємних форм засобами OpenGL на прикладі відображення циліндру, кулі та тору.
Тема 4.1. Створення, зберігання, завантаження та прив’язування текстур	Ознайомитися з можливостями створенння текстур, іхнього редагування та запису у файли.
Тема 4.2. Підтримка множин текстур	Ознайомитися з картами освітлення та затінення.
Тема 4.3. Текстурування типових об’ємних форм	Ознайомитися із текстуруванням кубу Skybox
Тема 5.1. Поняття полігональної сітки	Ознайомитися з відомими форматами файлів для зберігання полігональних сіток
Тема 5.2. Моделювання освітлення полігональних сіток	Вивчити застосування методів Гуро та Фонга для зафарбовування поверхонь та їхню реалізацію сучасними засобами
Тема 5.3. Текстурування полігональних сіток	Ознайомитися зі зразками текстурування ланшафтів, водної поверхні лісів тощо. Текстури на основі звичайних та космічних знімків.
Тема 6.1. Основи кінематики рухомих об’єктів	Ознайомитися із сучасними програмними застосунками створення моделей рухомих об'єктів (персонажів).
Тема 6.2. Скелетна анімація	Вивчити програмування шейдерів скелетної анісмації.
Тема 7.1. Фізичні та алгоритмічні основи метода трасування променів	Вивчити структури даних для опису властивостей матеріалів просторових об'єктів
Тема 7.2. Реалізація метода трасування променів	Ознайомитися із програмними застосунками рендерингу тривимірних сцен на основі метода трасування променів.
Тема 8.1. Огляд сучасних апаратних засобів і програмних інтерфейсів комп’ютерної графіки та перспективи їхнього розвитку	Вивчити сучасні зразки відеокарт та графічних процесорів. Ознайомитися з можливостями інтерфейсів DirectX та Vulkan

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Дистанційний режим навчання. У разі запровадження обмежень на відвідування університету, пов'язаних з введенням карантину або режиму воєнного стану в державі, освітній процес здійснюється у дистанційному режимі відповідно до Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (https://osvita.kpi.ua/index.php/node/188), Регламенту організації освітнього процесу в дистанційному режимі (https://profkom.kpi.ua/reglament-organizatsiyi-osvitnogo-protsesu-v-distantsiynomu-rezhimi) та Регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі (https://osvita.kpi.ua/node/148).

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті. Порядок визнання таких результатів регламентується Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті (https://osvita.kpi.ua/index.php/node/179). Можуть бути зараховані окремі теми дисципліни (відповідні лабораторні роботи). В такому разі здобувач звільняється від виконання відповідних завдань, отримуючи за них максимальний бал відповідно до рейтингової системи оцінювання.

Політика щодо академічної доброчесності. Обов'язковою умовою виконання завдань з освітньої компоненти є дотримання політики та принципів академічної доброчесності (https://kpi.ua/academic-integrity), які, у тому числі, викладено у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (https://kpi.ua/code), Положенні про систему запобігання академічному плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського (https://osvita.kpi.ua/node/47). У разі виявлення дублювання робіт, плагіату роботи здобувачі отримують нульовий рейтинг.

Політика використання штучного інтелекту. Використання штучного інтелекту (далі, ШІ) регламентується «Політикою використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (https://osvita.kpi.ua/node/1225). Усі навчальні завдання з дисципліни мають бути результатом власної оригінальної роботи здобувача.

Оформлення результатів робіт. Результати виконання лабораторних робіт оформлюються у електронному форматі у вигляді файлів звітів, виконуваних файлів та інших файлів. Такі файли повинні містити результати відповідно завданням, вимогам та методичним вказівкам для кожної роботи. Робота програм перевіряється викладачем в ході прийому робіт.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Для дисципліни «Програмування комп'ютерної графіки» передбачаються заходи поточного контролю впродовж семестру щодо наступних видів навчальної роботи:

– виконання та захист 7 лабораторних робіт;

– виконання модульної контрольної роботи (МКР)

Критерії оцінювання лабораторних робіт

Оцінка за кожну лабораторну роботу виставляється в результаті її захисту. На захисті перевіряється відповідність вимогам, коректність рішення, програмний код, стан проєкту у середовищі розробки програмного забезпечення, відсутність помилок роботи програмного застосунку, правильність оформлення звіту, своєчасність надсилання рішення викладачу на перевірку, правильність усних відповідей на контрольні запитання.

За кожну лабораторну роботу максимальна оцінка 13 балів. Вона складається з

- 4 балів за правильні відподі щодо теоретичної складової рішення;
- 5 балів за правильні відподі щодо практичної складової рішення;
- 4 бали за демонстрацію на занятті роботи програми та проєкту у середовищі розробки

Також за лабораторні роботи можуть додаватися **заохочувальні бали** за оригінальність рішення при умові вчасного виконання робіт. Згідно Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, заохочувальні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не може перевищувати 10 балів.

Рішення лабораторних робіт мають перевірятися на плагіат та фальсифікацію. У разі виявлення таких порушень ступінь порушення розглядається індивідуально для кожної лабораторної роботи і, відповідно, можуть зменшуватися оцінки, або взагалі може бути відмова зарахування з позитивною оцінкою такого виконання лабораторної роботи.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи (МКР)

8-9 балів – правильна та повна відповідь – містить не менше 90% потрібної інформації, помилки відсутні;

6-7 балів – відповідь містить від 75% до 90% потрібної інформації;

5-6 балів – відповідь містить від 60% до 75% потрібної інформації;

0 балів – відповідь містить менше 60% потрібної інформації, наявні суттєві помилки.

Семестровий рейтинг студента

Семестровий рейтинг студента є сумою балів, отриманих за лабораторні роботи, модульну контрольну роботу та заохочувальних балів.

Шкала оцінювання (максимально можлива оцінка) видів навчальної роботи

Вид навчальної роботи	Всього за видом роботи (max)
Виконання та захист лабораторної роботи №1	13
Виконання та захист лабораторної роботи №2	13
Виконання та захист лабораторної роботи №3	13
Виконання та захист лабораторної роботи №4	13
Виконання та захист лабораторної роботи №5	13
Виконання та захист лабораторної роботи №6	13
Виконання та захист лабораторної роботи №7	13
Максимальна оцінка за усі лабораторні роботи	91
Максимальна оцінка за модульну контрольну роботу	9
Максимальна семестрова рейтингова оцінка	100

Примітка. Заохочувальні бали не входять до основної шкали оцінювання

Семестровий контроль

Умовою допуску до семестрового контролю та отримання позитивної підсумкової рейтингової оцінки є зарахування 6 лабораторних робіт та МКР.

Студенти, які виконали таку умову допуску та мають семестровий рейтинг не менше 60 балів, можуть не проходити залікове тестуваня і тоді отримують підсумкову рейтингову оцінку, яка

дорівнює семестровому рейтингу. Також такі студенти мають право за бажанням підвищити свою підсумкову рейтингову оцінку шляхом проходження залікового тестування – контрольної роботи.

Студенти, які виконали умови семестрового контролю, але мають семестровий рейтинг від 40 до 60 балів, мають обо'вязково проходити залікове тестування.

Студенти, які не виконали умови допуску до семестрового контролю, або мають семестровий рейтинг менше 40 балів до заліку не допускаються, дисципліна не зараховується.

Залік

Умовою допуску до заліку є виконання 6 лабораторних робіт, МКР та семестровий рейтинг не менше 40 балів. На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Максимальна оцінка за таку контрольну роботу – 20 балів.

Критерії оцінювання завдання залікової контрольної роботи:

- 20 балів – повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації);
- 15-19 балів – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);
- 12-15 балів – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);
- 0-11 балів – незадовільна відповідь.

Підсумкова рейтингова оцінка

Підсумкова рейтингова оцінка є сумою семестрового рейтингу та оцінки залікового тестування (у разі проходження заліку). Підсумкова рейтингова оцінка також переводиться в оцінку за університетською шкалою відповідно таблиці нижче.

Таблиця переведення підсумкової рейтингової оцінки в університетську шкалу оцінок

Підсумкова рейтингова оцінка	Університетська шкала оцінок
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску до семестрового контролю	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав доцент кафедри обчислювальної техніки, к.т.н. Порєв В.М.

Ухвалено кафедрою обчислювальної техніки (протокол № 18 від 24.06.2026 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету інформатики та обчислювальної техніки (протокол № 12 від 26.06.2026 р.)

Додаток

Орієнтовний перелік запитань модульної контрольної роботи

1. Інтерфейс GDI Windows. Поняття контексту графічного пристроя. Огляд графічних примітивів GDI Windows. Приклади програмного коду.
2. Інтерфейс Canvas Android. Особливості налаштування відображення графіки у вікні застосунку. Огляд графічних примітивів Canvas Android. Приклади програмного коду.
3. Інтерфейси OpenGL та OpenGL ES. Особливості налаштування відображення графіки OpenGL. Огляд графічних примітивів OpenGL. Приклади програмного коду на основі OpenGL.
4. Поняття шейдерів OpenGL. Основні типи шейдерів. Приклади вихідних текстів шейдерів.
5. Приклади програмування поверхонь простих об’єктів таких як: трикутник, чотирикутник, піраміда, куб.
6. Основні способи вказування кольорів об'єктів у середовищі OpenGL ES. Приклади програмного коду.
7. Координатний метод. Поняття системи координат. Перетворення систем координат. Лінійні перетворення. Опис перетворень матрицями. Приклади програмного коду OpenGL.
8. Математичні основи проєкцій. Основні типи проєкцій – паралельна та центральна. Світові, видові та віконні координати. Перетворення координат – видове та проєктивне. Матриці перетворень.
9. Поняття камери при формуванні зображень тривимірних сцен. Об’єм видимості. Позиція та напрям огляду.
10. Основні способи визначення та зміни розташування камери та ракурсу огляду в застосунку OpenGL. Приклади програмного коду.
11. Способи організації анімації засобами OpenGL. Приклади програмного коду.
12. Дифузне та дзеркальне відбиття світла. Врахування відстані до джерела світла. Фонове підсвітлення. Модель Фонга відбиття світла. Приклади програмного коду на основі OpenGL.
13. Моделювання освітлення в openGL. Приклади програмного коду шейдерів OpenGL.
14. Математичний опис об’ємних форм, таких як: циліндр, куля, тор. Програмування їхнього відображення на основі OpenGL.
15. Поняття текстури. Підготовка текстур. Завантаження текстур. Текстурні координати. Формати масиву вершин та шейдери для роботи з текстурами. Приклади програмного коду на основі OpenGL.
16. Текстурування типових об'ємних форм. Накладання текстур на куб, циліндр, сферу, тор. Приклади програмного коду на основі OpenGL.
17. Текстурування кубу Skybox. Приклади програмного коду на основі OpenGL.
18. Моделі опису сіток. Варіанти зберігання та рендерингу поігональних сіток. Моделювання ландшафтів.
19. Основні поняття кінематики. Приклади кінематичних моделей рухомих об'єктів.
20. Скелетна анімація та її програмування.
21. Поняття трасування променів – пряме та зворотне трасування. Фізичні закони для відбиття світла, прозорості, енергії випромінювання. Моделювання оптичних властивостей матеріалів просторових об'єктів. Модель Уіттеда.

Примітка. Перелік питань може уточнюватися, про що викладач має повідомити студентів не пізніше, як за 3 доби до МКР.