



Інженерна та комп'ютерна графіка. Частина 2. Комп'ютерна графіка Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>123 Комп'ютерна інженерія</i>
Освітня програма	<i>Системне програмування та спеціалізовані комп'ютерні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна) /дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити (90 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>Rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: канд.техн.наук, доцент, Клятченко Ярослав Михайлович, e-mail: y.kliatchenko@kpi.ua , конт. тел.: (050) 6866834 Лабораторні: канд.техн.наук, доцент, Клятченко Ярослав Михайлович, e- mail: y.kliatchenko@kpi.ua , конт. тел.: (050) 6866834
Розміщення курсу	<i>Електронний кампус</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Завдання дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка. Частина 2. Комп'ютерна графіка» передбачає розгляд і аналіз алгоритмів та методів сучасних графічних систем, вивчення принципів організації систем комп'ютерного синтезу зображень, математичного моделювання форм та вигляду об'єктів, методів їх візуалізації та анімації. При підготовці бакалаврів за спеціальністю "123 - Комп'ютерна інженерія" (КІ) з урахуванням наявних базових знань програма навчальної дисципліни включає вивчення основ КГ, геометричних перетворень та структури даних, що використовуються для моделювання графічних об'єктів, програмного забезпечення растрової машинної графіки, а також принципів формування реалістичних зображень. Мета курсу КГ - ознайомитись із базовими "класичними" алгоритмами КГ, освітити, розкрити різні можливості використання комп'ютерної графіки, розглянути всі сучасні напрями розвитку комп'ютерної графіки. В результаті вивчення дисципліни формуються знання, необхідні для розробки засобів КГ і їх застосування на практиці. В процесі виконання лабораторних робіт та ознайомлення із курсом лекцій у студентів формується система знань в даній області, розвиваються уміння і навички необхідні для розробників і користувачів систем КГ. Проходження кредитного модуля формує у студентів загальних (ЗК) та фахових(ФК) компетенцій та програмних результатів навчання:

ЗК 1 - Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ФК 18 - Здатність застосовувати алгоритми комп'ютерної графіки, реалізації систем доповненої та віртуальної реальності

ПРН 3 - Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії

ПРН 23 - Розробляти технічні засоби комп'ютерних систем і мереж та їх складових (компонент) з використанням систем автоматизованого та автоматичного проектування

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

Предмет навчальної дисципліни «Комп'ютерна графіка» відноситься до нормативних дисциплін спеціальності «123 - Комп'ютерна інженерія». Вивченню дисципліни повинне передувати вивчення таких дисциплін як «Структури даних та алгоритми» (ПО 2), «Програмування» (ЗО 9), «Об'єктно-орієнтоване програмування» (ПО 7), «Інженерна та комп'ютерна графіка» (ПО 6), «Аналітична геометрія та лінійна алгебра» (ЗО 8). До переліку дисциплін які, в тому числі, базуються на результатах навчання з даної дисципліни, відносяться «Web-дизайн» (ПВ 10), «Технології XML у Web дизайні» (ПВ 7) та дипломне проектування (ПО 18).

3. Зміст навчальної дисципліни

Прелік основних тем дисципліни :

- 1. Вступ. Розгляд предмету комп'ютерної графіки. Основні поняття та визначення. Дисципліни комп'ютерної графіки та завдання, що ними вирішуються.*
- 2. Комп'ютерне представлення зображення. Подання інформації про колір у комп'ютерній графіці. Колірні моделі.*
- 3. Растрова графіка. Векторна графіка. Особливості, переваги та недоліки цих видів комп'ютерного представлення зображення.*
- 4. Параметри растрових зображень.*
- 5. Класифікація алгоритмів комп'ютерної графіки.*
- 6. Класифікація растрових алгоритмів. Поняття зв'язності.*
- 7. Растрові алгоритми генерування відрізків. Задачі, що вирішують за допомогою цих алгоритмів. Їхні переваги та недоліки.*
- 8. Порівняльні характеристики алгоритмів растрування відрізків.*
- 9. Задача растрування окружності та еліпсу. Алгоритми, що використовуються для вирішення цієї задачі.*
- 10. Методи покращення якості зображення. Усунення ступінчатості.*
- 11. Цифрова фільтрація зображень.*
- 12. Задача генерування кривих. Способи задання кривих.*
- 13. Форма Безье параметричного подання кривих.*
- 14. Системи координат в комп'ютерній графіці.*
- 15. Геометричні перетворення на площині. Матрична форма запису основних двовимірних геометричних перетворень на площині в однорідних координатах. Композиція перетворень.*
- 16. Геометричні перетворення у просторі. Матрична форма запису основних тривимірних геометричних перетворень у просторі в однорідних координатах. Композиція перетворень.*
- 17. Геометричні проекції в комп'ютерній графіці.*
- 18. Задача заливки многокутників та довільних областей зображення. Алгоритми заливки.*
- 19. Задача відтинання відрізків та многокутників. Алгоритми відтинання.*
- 20. Двувимірний алгоритм Коена-Сазерленда.*
- 21. Двувимірний алгоритм Кіруса-Бека.*
- 22. Двувимірний алгоритм Ліанга-Барскі.*
- 23. Задачі візуалізації тривимірних об'єктів. Алгоритми видалення невидимих ліній та поверхонь (класифікація, основна ідея, особливості).*
- 24. Алгоритм плаваючого горизонту.*
- 25. Алгоритм Робертса.*
- 26. Алгоритм z-буфера.*
- 27. Алгоритми художника та трасування променів (основна ідея, особливості).*

28. Моделювання віддзеркалення та переломлення світла. Модель Фонга.
29. Моделювання зафарбування поверхонь об'єктів. Однотонне зафарбування.
30. Моделювання зафарбування поверхонь об'єктів. Зафарбування методом Гуро та Фонга.
31. Моделювання затіненості об'єктів.
32. Задача деталізації поверхонь. Текстури. Методи накладання текстур.
33. Використання, особливості, властивості та види фракталів.
34. Зберігання та способи компресії графічної інформації. Алгоритми компресії даних. Формати файлів зображень.
35. Апроксимація складних поверхонь за допомогою полігональної сітки. Задача тріангуляції та напрямки її вирішення. Алгоритми тріангуляції полігонів.
36. Тріангуляція Делоне.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові літературні джерела:

1. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2009 – 343 с.
2. Василюк А. С. Комп'ютерна графіка: навчальний посібник /Василюк А. С., Мельникова Н. І.- Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. - 308 с.
3. Блінова Т.О., Порев В.М. Комп'ютерна графіка. – К.: Юніор, 2004. – 456 с.
4. Горобець С.М. Основи комп'ютерної графіки: Навч. посібн. – К.:Центр навчальної літератури, 2006. – 232 с.
5. Новожилова М.В., Мироненко В.В. Комп'ютерна графіка. Частина1: Навчально-методичний посібник. – Х.: ХНУБА, 2015.– 60 с.

Додаткові літературні джерела:

1. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики: Пер. с англ. – М.: Мир, 2001. – 604 с
2. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики: Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. – 512 с.
3. Вельтмандер П. В. Машинная графика: Учебное пособие в 3-х книгах. Книга 2. Основные алгоритмы / П. В. Вельтмандер. – Новосибирск: НГУ, 1997.
4. Фоли Д. Основы интерактивной машинной графики / Д. Фоли, А. ван Дэм. – М.: Мир, 1985.
5. Ласло М. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++ / М. Ласло. – М.: Бином, 1997.
6. Петров М. Н. Компьютерная графика: Учебник для вузов. — СПб.; М.; Х.; Минск: Питер, 2003. — 736 с
7. Тихомиров Ю. Программирование трехмерной графики. ВНУ-Санкт-Петербург, 1998.
8. Шикин Е.В., Плис А.И. Кривые и поверхности на экране компьютера. - Москва. Диалог-МИФИ, 1996.
9. Шикин Е.В., Боресков А.В. Компьютерная графика. Динамика, реалистические изображения. - Москва, Диалог-МИФИ, 1995.
10. Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1986. – 400 с.
11. Шикин Е. В., Боресков А. В. Компьютерная графика. Полигональные модели. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. – 464 с.
12. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и её применение. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Тема лекції(й). (Перелік основних питань, що розглядаються на ній)	Кількість годин
1	<u>Вступ. Предмет комп'ютерної графіки. Дисципліни комп'ютерної графіки та завдання, що ними вирішуються. Загальне введення в комп'ютерну графіку. (Вступ. Мета дисципліни «Комп'ютерна графіка». Структура курсу КГ. Поняття та складові КГ. Computer Vision. Computer GRAPHICS. IMAGE PROCESSING.)</u>	2
2	<u>Комп'ютерне представлення зображення. (Світло і колір. Колірні моделі. Формування зображення. Комп'ютерне представлення зображення. Поняття растру та особливості растрової графіки. Векторна графіка та її особливості.)</u>	2
3	<u>Растрування графічних примітивів. Алгоритми растрової графіки. (Класифікація алгоритмів КГ. Растрові алгоритми. Поняття зв'язності. Растрування відрізка. Інкрементні алгоритми.)</u>	2
4	<u>Методи покращення зображення (Виникнення сходинкового (ступінчастого) ефекту. Методи, що засновані на збільшенні роздільної здатності. Принцип використання напівтонів. Згладжування. Локальна фільтрація. Цифрова фільтрація зображення.)</u>	2
5	<u>Генерування кривих. Системи координат в комп'ютерній графіці. Геометричні перетворення. (Представлення кривих (функціональне та параметричне). Форма Ерміта параметричного подання кривих. Форма Безьє параметричного подання кривих. Особливості кривої Безьє. Системи координат в комп'ютерній графіці. Геометричні перетворення на площині.)</u>	4
6	<u>Геометричні перетворення у просторі проєкції в комп'ютерній графіці. (Перетворення повороту. Перетворення переносу. Перетворення масштабування. Перетворення відображення. Види геометричних проєкцій)</u>	2
7	<u>Алгоритми заливки замкнутих контурів. (Типи заливок. Способи задання області заливки. Значення зв'язності. Алгоритми заливки замкнутих контурів.)</u>	2
8	<u>Алгоритми відсікання. (Задача відсікання відрізків. Алгоритм Кона-Сазерленда. Двовимірний FC- алгоритм. Алгоритм Кіруса-Бека. Алгоритм Ліанга-Барскі.)</u>	2
9	<u>Алгоритми відсікання багатокутників (Задача відсікання багатокутників. Алгоритм Сазерленда-Ходсмана. Алгоритм Вейлера-Азертонна.)</u>	2
10	<u>Видалення невидимих ліній та поверхонь. (Задача візуалізації тривимірних сцен. Каркасне представлення. Лицьові та нелицьові поверхні. Методи видалення невидимих об'єктів . Особливості, переваги та недоліки 3D та 2D алгоритмів видалення невидимих об'єктів. Алгоритм плаваючого горизонту. Алгоритм Робертса. Алгоритм Варнока. Алгоритм z-буфера. Алгоритм художника. Алгоритм трасування променів.)</u>	4
11	<u>Фрактальна графіка. (Поняття фрактальної графіки. Застосування фракталів. Приклади фракталів.)</u>	2

12	<u>Підвищення реалістичності сцени.</u> (Способи підвищення реалістичності зображень. Класифікація об'єктів по відношенню до світла. Моделі відбивання світла. Моделі заломлення світла. Геометричні моделі. Моделі зафарбовування (тонування поверхонь). Тіні. Туман. Текстури.)	4
13	<u>Полігональні моделі.</u> (Підходи до побудови складних сцен. Полігональне подання об'єктів у просторі.)	2
14	<u>Алгоритми тріангуляції.</u>	2
15	<u>Тріангуляція Делоне.</u>	2
<u>Всього:</u>		36

Лабораторні заняття

№	<u>Тема лабораторного заняття.</u> (Перелік основних завдань, що вирішуються)	Кількість годин
1	<u>Алгоритми растрівання графічних примітивів</u> (Програмно реалізувати алгоритми растрівання відрізків та кола заданими алгоритмами.)	9
2	<u>Способи растрівання кривих.</u> (Програмно реалізувати алгоритми растрівання кривої Безьє по довільній кількості точок. Застосувати до кривої задані геометричні перетворення.)	9
3	<u>Дослідження та реалізація алгоритмів заливки заданих контурів (областей).</u> (Програмно реалізувати задані алгоритми заливки. Визначити ефективність алгоритмів.)	9
4	<u>Дослідження фракталів.</u>	9
<u>Всього:</u>		36

6. Самостійна робота студента

Цілями самостійної роботи є засвоєння студентами знань з тем навчальної дисципліни та їх закріплення, а також розвиток у студентів навичок самостійної роботи.

Видами самостійної роботи є:

- поглиблене вивчення додаткового матеріалу з тематики лекцій навчальної дисципліни;
- підготовка звіту за результатами виконання лабораторних робіт;
- підготовка до захисту лабораторних робіт за заданою темою;
- надання деталізованих описів процедур розв'язання поставлених задач, пояснень щодо аналізу отриманих результатів та особливостей їх реалізації.

Терміни і час, які відводяться на виконання видів самостійної роботи визначаються згідно з розподілом навчального часу відповідного виду навчального заняття у структурі навчальної дисципліни.

№	<u>Теми для самостійної підготовки.</u> (Перелік основних питань, що розглядаються)	Кількість годин
1	<u>Генерування кривих та поверхонь.</u> (В-сплайнові криві. Сплайнові поверхні. Поверхні Безьє. В-сплайнові поверхні.)	4

2	<u>Застосування цифрових фільтрів для обробки зображень. (Задача знаходження границь на зображенні.)</u>	4
3	<u>Інтерполяція цифрових зображень. (Адаптивні та неадаптивні алгоритми.)</u>	2
4	<u>Компресія графічних даних. (Алгоритми компресії даних. Формати файлів зображень.)</u>	2
5	<u>Способи покращення якості візуалізації сцен.</u>	2
6	<u>Організація обчислювальних процесів в графічних прискорювачах.</u>	2
<u>Всього:</u>		18

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування лабораторних занять та захисту лабораторних робіт.

Проводиться поточний контроль з підготовленості студентів до виконання конкретної лабораторної роботи. Завдання лабораторної роботи виконуються самостійно вдома або в аудиторії. Індивідуальний протокол (звіт) з виконаної роботи оформлюється студентом. Студент надає відповіді на контрольні запитання, що містяться в протоколі лабораторної роботи з теоретичного матеріалу. Лабораторна робота захищається перед викладачем.

Правила поведінки на заняттях.

Передбачається, що студенти поведуть себе тихо. Електронні пристрої, що можуть відволікати від проведення занять вимикаються (телефони, планшети тощо).

Правила нарахування балів.

Протягом семестру студенти виконують 4 лабораторні роботи. Максимальна можлива кількість балів за захист лабораторної роботи : 15 балів. Кожна лабораторна є комплексним завданням - студентам потрібно вирішити декілька задач в рамках однієї лабораторної роботи.

Бали мінусуються за такими пунктами:

- невірна відповідь на контрольні питання під час захисту лабораторної роботи: 1-3 бали;
- за недостатню якість відтворення (моделювання) графічних об'єктів: 1-2 бали;
- за неякісне оформлення протоколу з результатами: 1-2 бал;
- за несвоєчасну здачу лабораторної роботи : 4 бали.

Несвоєчасною здачею лабораторної роботи є представлення 1-2 л.р. після 1-ї рубіжного терміну та 3-4 л.р. – після 2-го рубіжного терміну. Наприклад, за одну несвоєчасно представлену, але відмінно захищену роботу можна отримати максимально 11 балів.

Таким чином, максимальна кількість балів за виконання та захист усіх лабораторних робіт: 15 балів × 4 лаб. робіт = 60 балів.

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

Поточний контроль.

Контроль здійснюється шляхом опитування на заняттях, під час захисту лабораторних робіт тощо. Семестровий рейтинг з дисципліни обчислюється як $R_{\text{Сем}} = 15 \text{ балів} \times 4 \text{ лаб. робіт} = 60 \text{ балів}$ (максимум). Поточні атестації: на першій атестації студент отримує «зараховано», якщо він представив 1 та 2 лабораторні роботи; на другій атестації студент отримує «зараховано» якщо представлено всі 4 лабораторні роботи.

Семестровий контроль.

Цей вид контролю представлено як екзамен у вигляді письмової роботи. Вона включає 2 питання (задачі). Максимальна кількість балів за відповідь на кожне питання (правильне розв'язування задачі) - 20 балів.

Критерії оцінювання (за одне питання):

18-20 балів – рішення(відповідь) вірне(а);

15-17 балів – рішення має незначні недоліки;

10-14 бали – у рішенні є помилки, але хід рішення вірний;

0-9 бал – немає рішення або рішення неповне чи невірне.

$$R_{\text{Екз}} = 20 \text{ балів} \times 2 \text{ питання} = 40 \text{ балів (максимум)}.$$

Необхідною умовою допуску до екзамену (письмової роботи) є виконання і захист усіх 4х лабораторних робіт.

Визначення остаточної оцінки (R) з дисципліни:

$$R = R_{\text{Сем}} + R_{\text{Екз}}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів (R)	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

1. Предмет комп'ютерної графіки. Основні поняття та визначення. Дисципліни комп'ютерної графіки та завдання, що ними вирішуються.
2. Комп'ютерне представлення зображення. Подання інформації про колір у комп'ютерній графіці. Колірні моделі.
3. Растрова графіка. Векторна графіка. Особливості, переваги та недоліки цих видів комп'ютерного представлення зображення.
4. Параметри растрових зображень.
5. Класифікація алгоритмів комп'ютерної графіки.
6. Класифікація растрових алгоритмів. Поняття зв'язності.
7. Растрові алгоритми генерування відрізків. Задачі, що вирішують за допомогою цих алгоритмів. Їхні переваги та недоліки.
8. Порівняльні характеристики алгоритмів растрування відрізків.
9. Задача растрування окружності та еліпсу. Алгоритми, що використовуються для вирішення цієї задачі.
10. Методи покращення якості зображення. Усунення сходинкового (ступінчастого) ефекту.
11. Цифрова фільтрація зображень.
12. Задача генерування кривих. Способи подання кривих.
13. Форма Безье параметричного подання кривих.
14. Системи координат в комп'ютерній графіці.
15. Геометричні перетворення на площині. Матрична форма запису основних двовимірних геометричних перетворень на площині в однорідних координатах. Композиція перетворень.
16. Геометричні перетворення у просторі. Матрична форма запису основних тривимірних геометричних перетворень у просторі в однорідних координатах. Композиція перетворень.

17. *Геометричні проекції в комп'ютерній графіці.*
18. *Задача заливки контурів (многокутників та довільних областей зображення). Алгоритми заливки.*
19. *Задача відсікання відрізків та многокутників. Алгоритми відсікання.*
20. *Алгоритм Коена-Сазерленда.*
21. *Алгоритм Кіруса-Бека.*
22. *Алгоритм Ліанга-Барскі.*
23. *Задачі візуалізації тривимірних об'єктів. Алгоритми видалення невидимих частин сцени (класифікації, основна ідея, особливості).*
24. *Алгоритм плаваючого горизонту.*
25. *Алгоритм Робертса.*
26. *Алгоритм Z-буфера.*
27. *Алгоритми художника та трасування променів (основна ідея, особливості).*
28. *Моделювання відбивання та заломлення світла.*
29. *Моделювання зафарбовування поверхонь об'єктів. Однотонне зафарбовування.*
30. *Моделювання зафарбовування поверхонь об'єктів. Зафарбовування методом Гуро та Фонга.*
31. *Моделювання тіні від об'єктів.*
32. *Задача деталізації поверхонь. Текстури. Способи накладання текстур.*
33. *Використання, особливості, властивості та види фракталів.*
34. *Апроксимація складних поверхонь за допомогою полігонів. Задача тріангуляції многокутника та напрями її вирішення. Алгоритми тріангуляції полігонів.*
35. *Тріангуляція Делоне.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом, канд.техн.наук, доцентом Клятченко Я.М.

Ухвалено кафедрою СПСКС (протокол № 11 від 12.06.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету ПМ (протокол № 12 від 21.06.2024 р.)