

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра теорії оптимальних процесів

Затверджено

На засіданні
кафедри теорії оптимальних процесів
факультету прикладної математики
та інформатики
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 18 серпня 2025 р.)



Завідувач кафедри

Шахно С. М.

Силабус з навчальної дисципліни

“Комп’ютерна графіка та опрацювання зображень”,

що викладається в межах ОПП

“Системний аналіз і управління. Інтелектуальний аналіз даних”

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів

зі спеціальності 124 – системний аналіз

Назва дисципліни	Комп'ютерна графіка та опрацювання зображень
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра теорії оптимальних процесів
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 124 – системний аналіз
Викладачі дисципліни	Мельничин Андрій Володимирович, доцент кафедри теорії оптимальних процесів, Чипурко Андрій Іванович, доцент кафедри теорії оптимальних процесів.
Контактна інформація викладачів	andriy.melnychyn@lnu.edu.ua ; https://ami.lnu.edu.ua/employee/melnychyn ; olena.pasichnyk@lnu.edu.ua ; https://ami.lnu.edu.ua/employee/pasichnyk-o-v ; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 269. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю).
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/komp-iuterna-hrafika-ta-opratsiuivannia-zobrazhen-systemnyy-analiz
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Комп'ютерна графіка та опрацювання зображень” є нормативною дисципліною з спеціальності 124 – системний аналіз для освітньої програми “Системний аналіз і управління. Інтелектуальний аналіз даних”, яка викладається в 5-му семестрі в обсязі 4-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс розроблено таким чином, щоб надати студентам знання про предмет, його принципи та методи, ознайомити з типовими задачами цієї науки; сформулювати чітко уявлення про можливі застосування її висновків.
Мета та цілі дисципліни	Мета вивчення вибіркової “Комп'ютерна графіка та опрацювання зображень” – надати студентам знання та практичні навички використання сучасних інформаційних технологій по растровій, векторній та фрактальній графіці, математичних основах комп'ютерної графіки, використанню графічного стандарту тривимірного програмування.
Література для вивчення дисципліни	Маценко В. Г. Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка : навч. посіб. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2023. 440 с. Тмєнова Н. П. Комп'ютерна графіка : навч.-метод. посіб. Київ : ВПЦ "Київський університет", 2017. 111 с. Голуб Б.М. Основи комп'ютерної графіки. Тексти лекцій. Електронна версія. – Львів: Львівський ун-т, 2015. – 159с.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 48 год., з них 32 години лекцій та 16 годин лабораторних робіт. Самостійної роботи: 72 год.
Очікувані результати навчання	Завдання даного курсу – навчити студентів: математичних основ комп'ютерної графіки, технологіям роботи з графічними даними у растровому, векторному та фрактальному форматах, основам програмування 3-вимірних зображень.

	<p>В результаті вивчення даного курсу студент повинен знати: формати графічних даних, математичні основи комп'ютерної графіки, базові функціональні можливості типових графічних редакторів, основи програмування 3-вимірних зображень.</p> <p>вміти: застосовувати набуті знання для роботи з графічними даними.</p> <p>Загальні компетентності (ІК) і фахові компетентності (К):</p> <p>ІК01. Здатність розв'язувати складні задачі та практичні проблеми системного аналізу у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень із застосуванням теорії та методів системного аналізу, які характеризуються невизначеністю умов і вимог.</p> <p>К01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. К22. Здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби моделювання, прийняття рішень, оптимізації, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних</p> <p>Програмні результати навчання (ПРН):</p> <p>ПР13. Проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби роботи з даними і знаннями в комп'ютерних системах і мережах.</p>
Ключові слова	Растрова графіка, векторна графіка, фрактальна графіка, афінні перетворення, проекція, дескретизація.
Формат курсу	Очний. Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.
Теми	<p>Тема 1. Основні поняття комп'ютерної графіки.</p> <p>Тема 2. Програмні та апаратні засоби комп'ютерної графіки.</p> <p>Тема 3. Поняття кольору. Колориметрія. Колірні моделі.</p> <p>Тема 4. Основні види комп'ютерної графіки. Формати графічних файлів. Їх різновиди та використання.</p> <p>Тема 5. Математичні та алгоритмічні основи двовимірної комп'ютерної графіки.</p> <p>Тема 6. Математичні та алгоритмічні основи тривимірної комп'ютерної графіки.</p> <p>Тема 7. Проектування об'єктів та його види.</p> <p>Тема 8. Підготовка, виступ та презентація проектного дослідження.</p>
Підсумковий контроль, форма	Іспит
Пререквізити	<p>Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з</p> <ul style="list-style-type: none"> - Лінійної алгебри та векторної геометрії; - Програмування; - Математичного аналізу.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	<p>Презентації, лекції</p> <p>Індивідуальні завдання</p> <p>Групові проекти, менторство</p>

Необхідне обладнання	Комп'ютер із програмним забезпеченням, необхідним для програмування деяких задач курсу, доступ до Internet мережі.																																																																	
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою</p> <table border="1" data-bbox="469 264 1461 815"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">Оцінка ЄКТС</th> <th rowspan="2">Оцінка в балах</th> <th colspan="3">Оцінка за національною шкалою</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Екзамен, диференційований залік</th> <th>залік</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>90-100</td> <td>5</td> <td>A</td> <td>90-100</td> <td rowspan="5">5 4 3</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>81-89</td> <td>4</td> <td>B</td> <td>81-89</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>71-80</td> <td>71-80</td> <td>C</td> <td>71-80</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>61-70</td> <td>3</td> <td>D</td> <td>61-70</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>51-60</td> <td>51-60</td> <td>E</td> <td>51-60</td> </tr> <tr> <td>FX</td> <td>21-50</td> <td>2</td> <td>FX</td> <td>21-50</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>0-20</td> <td>2</td> <td>F</td> <td>0-20</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Впродовж семестру студент може отримати 100 балів. З них:</p> <ul style="list-style-type: none"> - до 50% семестрової оцінки – за складання тесту на іспиті (50б.); - до 20% семестрової оцінки – за індивідуальні завдання (4 індивідуальні по 5б.); - до 20% семестрової оцінки – за семестрову мультимедійну доповідь (20б.); - до 10% семестрової оцінки – за написання загального підсумкового тесту (10б.) <p>Критерії оцінювання якості індивідуального завдання</p> <table border="1" data-bbox="491 1258 1481 1751"> <thead> <tr> <th>Бали</th> <th>Критерії оцінювання</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5 балів</td> <td>студент виконав практичне завдання правильно; алгоритм реалізовано правильно, відповідає на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання;</td> </tr> <tr> <td>4 бали</td> <td>студент виконав завдання з незначними помилками (на кінцевому етапі), але алгоритм розв'язування знає і вміє його застосовувати;</td> </tr> <tr> <td>3 бали</td> <td>студент виконав завдання з помилками, алгоритм виконання, в основному, знає;</td> </tr> <tr> <td>1-2 бали</td> <td>студент виконав лише частину завдання або зі значними помилками;</td> </tr> <tr> <td>0 балів</td> <td>студент не володіє навчальним матеріалом і не виконав завдання.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Критерії оцінювання індивідуальних доповідей:</p> <table border="1" data-bbox="491 1863 1481 2072"> <thead> <tr> <th>Бали</th> <th>Критерії оцінювання</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20 балів</td> <td>студент повністю виконав умови завдання, відповідає на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання, проводить чіткий аналіз та порівняння отриманих результатів;</td> </tr> <tr> <td>15-19 балів</td> <td>студент повністю виконав умови завдання, на деякі запитання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з незначними</td> </tr> </tbody> </table>	Оцінка ЄКТС		Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою			Екзамен, диференційований залік		залік	A	90-100	5	A	90-100	5 4 3	B	81-89	4	B	81-89	C	71-80	71-80	C	71-80	D	61-70	3	D	61-70	E	51-60	51-60	E	51-60	FX	21-50	2	FX	21-50	2	F	0-20	2	F	0-20	2	Бали	Критерії оцінювання	5 балів	студент виконав практичне завдання правильно; алгоритм реалізовано правильно, відповідає на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання;	4 бали	студент виконав завдання з незначними помилками (на кінцевому етапі), але алгоритм розв'язування знає і вміє його застосовувати;	3 бали	студент виконав завдання з помилками, алгоритм виконання, в основному, знає;	1-2 бали	студент виконав лише частину завдання або зі значними помилками;	0 балів	студент не володіє навчальним матеріалом і не виконав завдання.	Бали	Критерії оцінювання	20 балів	студент повністю виконав умови завдання, відповідає на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання, проводить чіткий аналіз та порівняння отриманих результатів;	15-19 балів	студент повністю виконав умови завдання, на деякі запитання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з незначними
Оцінка ЄКТС					Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою																																																												
		Екзамен, диференційований залік		залік																																																														
A	90-100	5	A	90-100	5 4 3																																																													
B	81-89	4	B	81-89																																																														
C	71-80	71-80	C	71-80																																																														
D	61-70	3	D	61-70																																																														
E	51-60	51-60	E	51-60																																																														
FX	21-50	2	FX	21-50	2																																																													
F	0-20	2	F	0-20	2																																																													
Бали	Критерії оцінювання																																																																	
5 балів	студент виконав практичне завдання правильно; алгоритм реалізовано правильно, відповідає на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання;																																																																	
4 бали	студент виконав завдання з незначними помилками (на кінцевому етапі), але алгоритм розв'язування знає і вміє його застосовувати;																																																																	
3 бали	студент виконав завдання з помилками, алгоритм виконання, в основному, знає;																																																																	
1-2 бали	студент виконав лише частину завдання або зі значними помилками;																																																																	
0 балів	студент не володіє навчальним матеріалом і не виконав завдання.																																																																	
Бали	Критерії оцінювання																																																																	
20 балів	студент повністю виконав умови завдання, відповідає на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання, проводить чіткий аналіз та порівняння отриманих результатів;																																																																	
15-19 балів	студент повністю виконав умови завдання, на деякі запитання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з незначними																																																																	

	неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з незначними неточностями;
10-14 балів	студент виконав завдання з незначними помилками, але самостійно їх виправляє, якщо на них вкаже викладач, на деякі запитання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з неточностями;
5-9 балів	студент виконав завдання частково, алгоритм реалізовано з помилками, які частково може виправити, якщо на них вкаже викладач, на запитання відповідає з помилками, проводить аналіз отриманих результатів з помилками;
1-4 бали	студент виконав завдання частково або з грубими помилками, які самостійно не може виправити, переважно не відповідає на запитання;
0 балів	студент не виконав завдання.

Критерії оцінювання тестів:

Максимальний бал надається студенту, якщо він повністю виконав відповідний тест (10б. – підсумковий, 50б. – екзаменаційний). Кожен тест має різну кількість запитань, бали за які розподіляються за рівнями складності запитання.

Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні програм є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.

Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.

Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані при поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

**Питання до
заліку чи
екзамену.**

1. Аксонометричні проєкції.
2. Алгоритм Брезенгема побудови кола.
3. Алгоритм Брезенгема растеризації відрізка.
4. Алгоритм Кируса-Бека відсікання відрізка опуклим вікном.
5. Алгоритм Коена-Сазерленда відсікання відрізка.
6. Багатоточкові центральні проєкції.
7. Геометричні фрактали
8. Закони Грасмана.
9. Інтерполяція сплайнами.
10. Колір. Складові освітлення об'єктів.
11. Колірна модель HLS.
12. Колірна модель HSV.
13. Колірний графік CIE.
14. Колірні моделі RGB та CMY.
15. Композиція двовимірних перетворень.
16. Косокутні проєкції.
17. Криві Без'є.
18. Математичний опис косокутних проєкцій.
19. Математичний опис ортогональних проєкцій.
20. Матричні представлення тривимірних перетворень.
21. Метод векторних добутоків обчислення внутрішніх нормалей.
22. Мультиплікативність елементарних перетворень.
23. Обчислення внутрішніх нормалей методом переносів та поворотів.
24. Однорідні координати.
25. Основні напрямки обробки графічної інформації
26. Основні типи проєкцій. Ортографічна проєкція.
27. Параметричний алгоритм растеризації відрізка.
28. Параметричний метод відсікання відрізка опуклим вікном.
29. Параметричні алгоритми побудови кола.
30. Перетворення координат.
31. Покадрова анімація
32. Принципи організації графічних програм.
33. Природа світла та кольору.
34. Проєкція Меркатора.
35. Прості перетворення координат на площині.
36. Прямий метод растеризації кривих Без'є.
37. Растеризація кривих Без'є методом розбиття
38. Різновиди комп'ютерної графіки. WWW, 3D-графіка та комп'ютерна анімація.
39. Різновиди комп'ютерної графіки. Поліграфія та мультимедіа.
40. Різновиди комп'ютерної графіки. САПР та ділова графіка, геоінформаційні системи.
41. Сплайни, складені з кривих Без'є.
42. Точки збігу у центральній проєкції.
43. Трансформаційна анімація.
44. Формати відео: QuickTime, AVI, MPEG.
45. Формати відео: WMV, RealMedia, анімований GIF, Flash.
46. Формати статичної графіки.
47. Формула перетворень у центральній проєкції.
48. Фрактал Жуліа.

	49. Фрактал Мандельброта. 50. Фрактал Ньютона. 51. Характеристики кольору. 52. Центральні проекції.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу “Комп’ютерна графіка та опрацювання зображень”

Тиждень	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література	Завдання, год.	Термін виконання
1	Тема 1. Основні поняття комп’ютерної графіки. З історії розвитку комп’ютерної графіки. Простіші моделі графічних об’єктів.	Лекція (2 год.)	[1]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.) Індивідуальне завдання (3 год.)	1 тиждень
	Сфери застосування комп’ютерної графіки. Дискусія. Індивідуальне завдання №1.	Лабораторне заняття (2 год.)			Під час заняття
2	Тема 1. Математичні моделі об’єктів графічних сцен. Застосування комп’ютерної графіки.	Лекція (2 год.)	[1]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
3	Тема 2. Програмні та апаратні засоби комп’ютерної графіки. Центральні апаратні засоби. Пристрої введення та виведення графічної інформації.	Лекція (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.) Індивідуальне завдання (3 год.)	1 тиждень
	Огляд наявних апаратних засобів комп’ютерної техніки. Індивідуальне завдання №2.	Лабораторне заняття (2 год.)			Під час заняття
4	Тема 2. Найвідоміші графічні редактори. Мови програмування графіки. Графічні засоби відеосистем.	Лекція (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
5	Тема 3. Поняття кольору. Колориметрія. Колірні моделі. Адитивна модель кольору RGB.	Лекція (2 год.)	[2]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
	Практичне порівняння моделей кольору.	Лабораторне заняття (2 год.)			Під час заняття
6	Тема 3. Субтрактивна модель кольорів СМУ/СМУК. Суб’єктивна модель кольорів HSB (HSV).	Лекція (2 год.)	[2]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
7	Тема 4. Основні види комп’ютерної графіки. Формати графічних файлів. Растрова графіка.	Лекція (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
	Огляд та використання різних редакторів комп’ютерної графіки	Лабораторне заняття (2 год.)			Під час заняття

8	Тема 4. Векторна графіка. Фрактальна графіка. Тривимірні графіки.	Лекція (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
9	Тема 5. Математичні основи двовимірної комп'ютерної графіки.	Лекція (2 год.)	[1]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.) Підготовка до індивідуального завдання №3 (3 год.)	1 тиждень
	Обговорення матеріалу теми 5 на практичних прикладах. Індивідуальне завдання №3	Лабораторне заняття (2 год.)			Під час заняття
10	Тема 5. Алгоритмічні основи двовимірної комп'ютерної графіки.	Лекція (2 год.)	[1]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
11	Тема 6. Математичні основи тривимірної комп'ютерної графіки.	Лекція (2 год.)	[1]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
	Обговорення матеріалу теми 6 на практичних прикладах.	Лабораторне заняття (2 год.)			Під час заняття
12	Тема 6. Алгоритмічні основи тривимірної комп'ютерної графіки.	Лекція (2 год.)	[1]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
13	Тема 7. Проектування об'єктів та його види. Ортографічна проєкція. Аксонометрична проєкція. Косокутна проєкція.	Лекція (2 год.)	[1,3]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.) Підготовка до індивідуального завдання №4 (3 год.)	1 тиждень
	Практичне реалізація індивідуального завдання з проектування тривимірного об'єкту.	Лабораторне заняття (2 год.)			Під час заняття
14	Тема 7. Одноточкова (однофокусна) перспективна проєкція. Двоточкове та триточкове перспективні перетворення. Методи створення перспективних видів	Лекція (2 год.)	[1,3]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
15	Тема 8. Підготовка, виступ та презентація проектного дослідження.	Лекція (2 год.)	[1,2,3]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
				Підготовка до презентації (6 год.) Підготовка до підсумкового тесту (6 год.)	1 тиждень

	Презентація наукового дослідження з комп'ютерної графіки.	Лабораторне заняття (2 год.)			Під час заняття
16	Підсумковий семестровий тест.	Лекція (2 год.)		Аналіз результатів тесту (3 год)	Під час заняття