

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра вищої математики та інформатики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Олександр ГОЛОВКО

“ _____ ” _____ 20__ р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Математичні засади комп'ютерної графіки
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти	<u>бакалавр</u>
галузь знань	12 – <u>інформаційні технології</u> (шифр і назва)
спеціальність	122 – <u>комп'ютерні науки</u> (шифр і назва)
освітня програма	<u>інформатика</u> (шифр і назва)
спеціалізація	_____ (шифр і назва)
вид дисципліни	<u>обов'язкова</u> (обов'язкова / за вибором)
факультет	<u>математики і інформатики</u>

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету математики і інформатики

“” 2023 року, протокол №

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)

Лисиця Віктор Тимофійович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри вищої математики та інформатики

Програму схвалено на засіданні кафедри вищої математики та інформатики

Протокол від “” 2023 року №

Завідувач кафедри вищої математики та інформатики

_____ (Віктор ЛИСИЦЯ)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи)

інформатика
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи) _____

_____ (Ірина ЗАРЕЦЬКА)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією

Факультету математики і інформатики
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “” 2023 року №

Голова науково-методичної комісії факультету математики і інформатики

_____ (Ольга АНОЩЕНКО)
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Математичні засади комп’ютерної графіки” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки рівня вищої освіти «бакалавр» спеціальності 122 «комп’ютерні науки»

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання навчальної дисципліни є ознайомлення студентів з основами, задачами та математичними методами комп’ютерної графіки, а саме, з геометричними перетвореннями на площині і у просторі, з побудовами плоских проєкцій просторових тіл, з використанням алгебри кватерніонів у геометричних перетвореннях, з використанням сплайнових кривих та поверхонь для побудови плоских і просторових фігур, з алгоритмами видалення схованих ліній та поверхонь, з математичними методами комп’ютерної анімації, з математичними засадами фрактальної графіки.

1.2. Основні **завдання** вивчення дисципліни є надання принципів та методів побудови і перетворення геометричних фігур на площині і у просторі;
надання необхідних математичних формул, тверджень для їх використання у комп’ютерній графіці, комп’ютерній анімації;
вивчення основних геометричних алгоритмів і застосування їх при комп’ютерному моделюванні сцен;
вивчення методів застосування сплайнових кривих та поверхонь для побудови геометричних фігур;
навчити студентів використовувати застосовувати математичні методи для створення і обробки зображень;
навчити студентів самостійно проектувати і створювати моделі комп’ютерної графіки.

1.3. Кількість кредитів - 3

1.4. Загальна кількість годин -90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	3-й
Семестр	
6-й	6-й
Лекції	
32 год.	6 год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	3 год.
Лабораторні заняття	
- год.	- год.
Самостійна робота	
42 год.	81 год.

1.6. Заплановані результати навчання***Знати:***

основні поняття, терміни, методи комп'ютерної графіки;
 методи побудови плоских проєкцій просторових фігур;
 основні алгоритми видалення схованих кривих та поверхонь;
 основні методи побудови сплайнових кривих та поверхонь;
 основні поняття, терміни, методи комп'ютерної анімації;
 основні математичні та алгоритмічні методи побудови фрактальних структур.

Вміти:

використовувати математичні методи для побудови кривих та поверхонь, для проєктування і комп'ютерної побудови 3-D реалістичних сцен, для створення комп'ютерної анімації;
 використовувати алгоритми схованих ліній та поверхонь;
 використовувати плоскі проєкції просторових об'єктів для побудови 3-D графіки;
 використовувати алгоритми побудови простих фрактальних структур.

Володіти:

навичками математичного моделювання 2- і 3-вимірних об'єктів;
 навичками використання математичних методів для створення анімаційних проєктів;
 навичками вибору алгоритмів для комп'ютерного моделювання реалістичних сцен.

2. Тематичний план навчальної дисципліни**Розділ 1. Системи координат, види просторів. Рухи у просторі. Плоскі проєкції*****Тема 1. Системи координат. Види просторів***

Однорідні координати. Перетворення площини і простору в однорідних координатах. Паралельний перенос, поворот площини навколо точки і поворот простору навколо осі. Симетрії, масштабування, зсув. Кватерніони та їх властивості. Використання кватерніонів для моделювання рухів.

Тема 2. Плоскі проєкції просторових об'єктів

Паралельні проєкції. Центральні проєкції. Ортографічна проєкція: головний та бічні фасади, допоміжні види. Аксонометрична проєкція: триметрична, симетрична, ізометрична. Косокутна проєкція: кавальє, кабінє. Центральна проєкція: одно точкова, дво точкова, три точкова. Точки збігу. Методи створення перспективних видів.

Тема 3. Стереографічна проєкція

Монокулярний та бінокулярний зір. Види анагліфів. Побудова зображень для лівого та правого ока. Створення стереоскопічних ефектів.

Розділ 2. Геометричні алгоритми машинної графіки***Тема 4. Алгоритми позиціювання***

Алгоритми відсікання відрізка. Алгоритм Сазерленда-Кохена. Позиціювання точки відносно направленою відрізка. Відстань і відхилення точки від прямої. Взаємне розташування двох відрізків, відрізка і прямої, променів. Точка перетину відрізків, променів, прямих.

Тема 5. Алгоритми приналежності

Алгоритм приналежності точки замкненому многокутнику. Площа многокутника. Опукла множина, опукла оболонка. Властивості опуклих множин. Зірчата множина. Поліедральні множини. Алгоритми побудови опуклої оболонки скінченної кількості точок: швидкобол, Грехема, Джарвіса. Алгоритм побудови перетину двох опуклих оболонок. Алгоритм побудови об'єднання двох оболонок. Побудова діаграми Вороного. Триангуляція Делоне.

Тема 6. Алгоритми видалення схованих ліній та поверхонь

Метод плаваючого горизонту. Методи оптимізації. Відсікання нелицьових граней. Обмежуючі тіла. Алгоритм Робертса.

Тема 7. Растрові алгоритми

Растрові розгортки простих кривих. Алгоритм Брезенхейма побудови відрізка, кола, еліпса.

Розділ 3. Основні типи кривих і поверхонь

Тема 8. Криві на площині і в просторі

Способи задання плоских і просторових кривих. Стандартні криві на площині і у просторі. Гвинтова лінія, лінія Вівіані.

Тема 9. Поверхні у просторі

Способи задання поверхонь. Спеціальні класи поверхонь: лінійчаті, циліндричні, конічні, поверхні обертання, поверхні переносу, замітаючі поверхні.

Тема 10. Сплайнові криві та поверхні

Поняття про сплайни. Кубічні криві у формі Фергюсона, у формі Без'є. Криві Бернштейна-Без'є. Базис поліномів Бернштейна-Без'є. Властивості кривих Без'є. Характеристична ламана та її властивості. Сплайнові поверхні. Білінійна поверхня. Лінійна поверхня Кунса. Поверхня Без'є. Характеристичний многогранник.

Розділ 4. Анімація і фрактали

Тема 11. Математичні основи анімації

Основні поняття анімації. Графічний конвеєр. Задання кривої руху. Керування рухом вздовж кривої. Керування швидкістю. Орієнтація руху у просторі. Трьохгранник Френе. Натуральна параметризація. Формули Френе. Деформація об'єктів на площині і у просторі. Ієрархічне кінематичне моделювання. Представлення ієрархічних моделей. Типи зчленень і моделювання зчлених фігур.

Тема 12. Фрактали

Поняття і типи фракталів: 1) геометричні; 2) алгоритмічні; 3) випадкові ігри. Топологічна вимірність, вимірність Хаусдорфа-Безиковича та самоподібні фігури. Крива Коха, трикутник Серпинського. Нерухомі точки відображень: притягуючі, відштовхуючі, нейтральні. Умови протягування. Періодичні точки, цикли, аттрактори. Множина Мандельброта. Фрактал Ньютона.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Системи координат, види просторів. Рухи у просторі. Плоскі проекції												
Тема 1. Системи координат. Види просторів	6	2	1			3	6					6
Тема 2. Плоскі проекції просторових об'єктів	10	4	2			4	8	1				7
Тема 3. Стереографічна проекція	6	2	1			3	7					7
Разом за розділом 1	22	8	4			10	21	1				20
Розділ 2. Геометричні алгоритми машинної графіки												
Тема 4. Алгоритми позиціонування	5	2	1			2	5					5
Тема 5. Алгоритми приналежності	6	2	1			3	7	1	1			5
Тема 6. Алгоритми видалення схованих ліній та поверхонь	6	2	1			3	8	1	1			6
Тема 7. Растрові алгоритми	6	2	1			3	5					5
Разом за розділом 2	23	8	4			11	25	2	2			21
Розділ 3. Основні типи кривих і поверхонь												
Тема 8. Криві на площині і в просторі	7	3	1			3	7	1				6
Тема 9. Поверхні у просторі	8	3	1			4	7					7
Тема 10. Сплайнові криві та поверхні	11	4	3			4	9	1	1			7
Разом за розділом 3	26	10	5			11	23	2	1			20
Розділ 4. Анімація і фрактали												
Тема 11. Математичні основи анімації	10	3	2			5	11	1				10
Тема 12. Фрактали	9	3	1			5	10					10
Разом за розділом 4	19	6	3			10	21	1				20
Всього	90	32	16			42	90	6	3			81

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Перетворення площини	1
2	Перетворення простору	2

3	Плоскі проєкції просторових об'єктів	2
4	Позиціонування точки відносно відрізків, прямих, променів	1
5	Побудова опуклих оболонки	2
6	Растрові алгоритми побудови плоских кривих	1
7	Криві на площині і в просторі	2
8	Поверхні у просторі	2
9	Сплайнові криві	1
10	Сплайнові поверхні	1
11	Фрактали	1
	Разом	16

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Представлення перетворення площин у матричному вигляді	3
2	Представлення основних перетворень простору у матричному вигляді	3
3	Операції над кватерніонами	1
4	Матричне представлення плоских проєкцій	3
5	Алгоритми обчислювальної геометрії	3
6	Опуклі множини та їх властивості	3
7	Методи видалення схованих ліній та поверхонь	4
8	Комп'ютерна реалізація рухів на площині	3
9	Комп'ютерна реалізація рухів у просторі	4
10	Реалізація плоских проєкцій	3
11	Реалізація алгоритму Брезенхейма	3
12	Реалізація алгоритмів приналежності	3
13	Побудова сплайнів	2
14	Побудова найпростіших анімацій	4
	Разом	42

6. Індивідуальні завдання (НЕ ПЕРЕДБАЧЕНО)

7. Методи контролю

Опитування, реферати, доповіді, поточний контроль, 1 контрольна робота модульний контроль, іспит

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, контрольна робота, індивідуальні завдання							Разом	залік	Сума
T1	T2-T3	T4-T5	T6	T7	T8-T10	T11-T12			
11	10	5	10	5	5	14	40	100	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

Базова

1. David F. Rogers, J. Alan Adams. Mathematical Elements for Computer Graphics / McGraw-Hill Publ. Comp., 1991. 517 p.
2. Rick Parent. Computer Animation. Algorithms and Techniques / New York-London: Morgan Kaufman Publ, 2002, 528 p.
3. Franco P. Preparata, Michael Ian Shamos. Computational Geometry. An Introduction / Springer-Verlag, 1985, 398 p.
4. Блінова Т.О. Комп'ютерна графіка / Т.О. Блінова, В.М. Порєв. – К.: Юніор, 2004, 456 с
5. В.Т. Лисиця. Комп'ютерна графіка: колірні моделі. – Харків: ХНУ, 2010. – 40 с.
6. В.Т. Лисиця. Колірні моделі та закони поширення світла. – Харків: ХНУ, 2012. – 82 с.
<http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/7863>

Допоміжна

1. Анісімов В.А., Терещенко В.М., Кравченко І.В. Основні алгоритми обчислювальної геометрії: Навч. Посібн / – К.: Київський університет, 2002. – 82
2. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка / Чернівці: Рута, 2009, 343 с.

Інтернет-ресурси

1. <http://cg.unicyb.kiev.ua>
сайт з комп'ютерної графіки Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка.
2. <http://graphics.cs.ucdavis.edu>
сайт з КГ інституту аналізу даних і візуалізації Каліфорнійського університету.
3. <http://www.cg.tuwien.ac.at/courses/cg2>
сайт Інституту комп'ютерної графіки і алгоритмів Віденського технічного університету