



# ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ НЕЛІНІЙНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітня програма	Комп'ютерний моніторинг та геометричне моделювання процесів і систем
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредитів ЕКТС /120 год.: лекції - 36, лабораторні заняття - 18, СРС -66
Семестровий контроль/ контрольні заходи	м.к.р.,залік
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент Сидоренко Юлія Всеволодівна, <a href="mailto:suliko3@ukr.net">email: suliko3@ukr.net</a> Практичні заняття: к.т.н., доцент Сидоренко Юлія Всеволодівна, <a href="mailto:suliko3@ukr.net">email: suliko3@ukr.net</a>
Розміщення курсу	<a href="https://campus.kpi.ua">https://campus.kpi.ua</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

Метою кредитного модуля є формування у студентів загальних та фахових компетентностей у відповідності до ОНП.

*Здатність до застосування принципів, методів і алгоритмів геометричного моделювання та комп'ютерної графіки до розробки та системного проектування графічного забезпечення та візуалізації результатів в процесі розв'язування прикладних задач із застосуванням нелінійних перетворень*

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

#### **знання:**

*Знання теорії наближення функцій та нелінійних перетворень, геометричного моделювання кривих та поверхонь; загальних методів побудови поверхонь та тіл, програмування тривимірної графіки*

**вміння:**

Розробляти програмні коди та графічні інтерфейси на основі алгоритмів комп'ютерної графіки із застосуванням теорії наближення функцій, розробляти графічний інтерфейс, застосовуючи теорію нелінійних перетворення, моделювання кривих та поверхонь та загальні методи побудови поверхонь та тіл за умови створення інтерактивного графічного середовища, розробляти графічні проекти, застосовуючи програмні засоби створення графічних інтерфейсів за умови вирішення задач візуалізації нелінійних перетворень

**досвід:**

- використання теорії наближення функцій для розробки графічного інтерфейсу, застосовуючи теорію нелінійних перетворень;
- використання методів деформації кривих для візуалізації геометричних об'єктів.

**2. Пререквізити та постреквізити дисципліни**

У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на 2 курсі підготовки магістра. Структура викладання побудована таким чином, щоб вивчення дисципліни мало теоретичне, наукове та практичне спрямування.

Вивчення кредитного модуля базується на знаннях, отриманих під час вивчення дисципліни «Математичний аналіз», «Чисельні методи в інформатиці» «Основи комп'ютерної графіки».

Особлива увага приділяється методам і засобам геометричного моделювання в інженерних дослідженнях та розробках інформаційних технологій на основі нелінійних перетворень.

Матеріал даної дисципліни може бути використаний для розв'язання задач за допомогою методів лінійних та нелінійних перетворень для обробки результатів експериментів.

**3. Зміст навчальної дисципліни**

В дисципліні вивчаються такі теми:

**Розділ 1.** Наближення функцій

- Тема 1.1. Апроксимація функцій
- Тема 1.2. Інтерполяція функцій

**Розділ 2.** Геометричні нелінійні перетворення

- Тема 2.1. Політканинні перетворення
- Тема 2.2. Політочкові перетворення

**4. Навчальні матеріали та ресурси****Базова література**

1. Аушева Н.М., Шаповалова С.І., Мажара О.О. Математичне забезпечення програмного інструментарію розробки систем екологічного моніторингу: монографія. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 140 с.
2. Аушева Н.М. Лінійні перетворення: методичні вказівки. - К.:ІВЦ „Політехніка”, 2005. - 24 с.
3. Аушева Н.М. Геометричне моделювання кривих та поверхонь: методичні вказівки. -К.:ПП „ППНВ”, 2005. - 36 с.
4. Kim M. J., Kim M. S., Shin S. Y. A General Construction Scheme for Unit Quaternion Curves with Simple High Order Derivatives. *Computer Graphics (SIGGRAPH '95 Proceedings)*. 1995. Vol. 29. – P. 369–376.
5. [Пришляк О. Диференціальна геометрія: Курс лекцій \[Текст\] /О. Пришляк. — К.: Київський університет, 2004. — 68 с.](#)
6. Hanson A.J. Visualizing quaternions [Text] / A.J. Hanson. – Morgan Kaufmann, 2005. – 600 p.
7. Donald D. Hearn, M. Pauline Baker *Computer Graphics*, 2014 – 662 p. Режим доступу : <https://archive.org/details/DonaldHearnM.PaulineBakerComputerGraphicsBookFi.org/mode/2up>
8. Сидоренко Ю.В. Аналіз роботи алгоритму інтерполяційної функції Гауса на елементарних алгебричних функціях/ Ю.В.Сидоренко, М. В. Городецький // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць.- Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2020.- Вип.19.-С.138-145.

9. Sidorenko Yu, Kryvda O., Leshchynska I. System of modeling of structural elements of ventilation systems by polycoordinate transformations. Strength of Materials and Theory of Structures. 2020. No. 104. P. 221-228. DOI: 10.32347/2410-2547.2020.104. 221-228
10. Сидоренко Ю.В. Геометричне моделювання складних об'єктів на основі політочкових відображень відрізків прямих/ Ю.В.Сидоренко, Ю. І. Бадаєв // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць.- Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2019. -Вип.16.-С.17-24. <https://doi.org/10.33842/2313-125X/2019/16/17/24>
11. Геометричне моделювання в САПР-3 [Електронний ресурс] : методичні вказівки для виконання курсової роботи для студентів напрямку підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» денної форми навчання / НТУУ «КПІ» ; уклад. Ю. В. Сидоренко, А. Л. Гурін. – Електронні текстові дані (1 файл: 311 Кбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011

### Додаткова література

1. Buss S.R. 3-D Computer Graphics A Mathematical Introduction with OpenGL, Press The Edinburgh Building, Cambridge, United Kingdom, 2003. - 371p.
2. Barry G. Blundell An Introduction to Computer Graphics and Creative 3-D Environments, Springer-Verlag London Limited, 2008.- 501p.
3. Max K. Agoston Computer Graphics and Geometric Modeling Implementation and Algorithms, Springer-Verlag London Limited, 2005.- 907 p.
4. Todd A. Ell, Nicolas Le Bihan, Stephen J. Sangwine Quaternion Fourier Transforms for Signal and Image Processing, ISTE Ltd, 2014 - 127p.
5. Jason Zink, Matt Pettineo, Jack Hoxley Practical Rendering and Computation with Direct3D 11, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, 2012.- 631 p.
6. Klaus Engel, Markus Hadwiger, Joe M. Kniss, Christof Rezk-Salama, Daniel Weiskopf Real-Time Volume Graphics, A K Peters, Ltd, 2006.- 487 p.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кільк. ауд.год.
<b>Розділ 1. Наближення функцій</b>		
Тема 1.1. Апроксимація функцій		
1	<i>ЛЕКЦІЯ 1 Тема: Вступ до дисципліни. Історія розвитку комп'ютерної графіки. Предмет та об'єкт вивчення комп'ютерної графіки. С.р.с. Ознайомитись із витоками геометричних підходів до розв'язання задач [1, с.4..8, 39..76]</i>	2
2	<i>ЛЕКЦІЯ 2 Тема: Застосування комп'ютерної графіки. Приклади застосування комп'ютерної графіки. Базові класи та провідні галузі практичного застосування систем комп'ютерної графіки. Застосування чисельних методів у комп'ютерній графіці. С.р.с. Ознайомитись із сферами застосування комп'ютерної графіки. [7, с.4..8, 39..76]</i>	2
3	<i>ЛЕКЦІЯ 3 Тема: Теорія апроксимації функцій Постановка задачі апроксимації. Види апроксимації. Метод найменших квадратів. С.р.с. Ознайомитись із сферами застосування апроксимації функцій. [11, с.4..8, 39..76]</i>	2
Тема 1.2. Інтерполяція функцій		

4	ЛЕКЦІЯ 4. Тема: Локальна та глобальна інтерполяція. Види інтерполяції. Властивості інтерполюючих функцій. Поліноміальна інтерполяція. С.р.с. Ознайомитись з кусково-лінійною інтерполяцією та поліномом Ньютона. [1, с.76..144].	2
5	ЛЕКЦІЯ 5. Тема: Інтерполяція на основі функції Гауса. Неполіноміальна інтерполяція. Шляхи побудови інтерполяційних функцій. Функція Гауса нормального закону розподілу. Інтерполяційна функція Гауса. Система для отримання базисних значень. Тривимірні інтерполяція. С.р.с. Ознайомитись з основними відомостями про функцію Гауса нормального закону розподілу випадкових величин [5, с.198..202].	2
6	ЛЕКЦІЯ 6. Тема: Інтерполяція стандартних функцій на основі функції Гауса. Застосування інтерполяційної функції Гауса. Інтерполяція стандартних алгебричних функцій. Загущення експериментальних даних. Тривимірні інтерполяція. С.р.с. Ознайомитись з основними алгебричними функціями. [6, с.193..210].	2
7	ЛЕКЦІЯ 7. Тема: Параметризація функції Гауса. Шляхи параметризації функції Гауса. Параметрична функція Гауса. Сумарна функція Гауса. С.р.с. Ознайомитись з основними відомостями про властивості параметричних функцій [5, с.198..202].	2
<b>Розділ 2. Геометричні нелінійні перетворення</b>		
Тема 2.1. Політканинні перетворення		
8	ЛЕКЦІЯ 8. Тема: Полікоординатні перетворення Види нелінійних перетворень. Властивості та інваріанти нелінійних перетворень. Поняття багатовимірності. Політканина та її властивості. Методи завдання політканин. Політканина на площині та в просторі. С.р.с. Види політканин. Розмірність політканини. [5, с.198..202].	2
9	ЛЕКЦІЯ 9. Тема: Політканинні перетворення на площині Перетворення однієї точки площини. Політканинні координати. Поняття образу та прообразу перетворень. Перетворення об'єкта на площині. Політканинні координати геометричного об'єкта. Поняття образу та прообразу об'єкта перетворень. С.р.с. Декартові координати на площині. Зв'язок декартових з політканинними координатами. [5, с.198..202].	2
10	ЛЕКЦІЯ 10. Тема: Вагові політканинні перетворення Види вагових політканинних перетворень. Залежність виду перетворення від відстані до прямої. С.р.с. Нормалізація прямих. Відстань від точки до прямої. [5, с.198..202].	2
11	ЛЕКЦІЯ 11. Тема: Тривимірні політканинні перетворення Перетворення однієї точки простору. Політканинні координати простору. Перетворення об'єкта в тривимірному просторі. С.р.с. Основні поняття тривимірного простору. Формули завдання простору. [5, с.198..202].	2
Тема 1.4. Політочкові перетворення		
12	ЛЕКЦІЯ 12. Тема: Однорідні координати. Принцип двоїстості. Поняття однорідних координат. Принцип двоїстості в геометрії. Застосування принципу двоїстості для переходу до політочкових перетворень. С.р.с. Основні принципи застосування принципу двоїстості в математиці. Зокрема, в дискретній математиці.[5, с.198..202].	2
13	ЛЕКЦІЯ 13. Тема: Політочкові перетворення на площині.	2

	<i>Перетворення однієї точки площини. Політочкові координати. Поняття образу та прообразу перетворень. Перетворення об'єкта на площині. С.р.с. Декартові координати на площині. Зв'язок декартових з політочковими координатами. [5, с.198..202].</i>	
14	<i>ЛЕКЦІЯ 14. Тема: Політочкові координати.. Політочкові координати геометричного об'єкта. Поняття образу та прообразу об'єкта перетворень. С.р.с. Декартові координати на площині. Зв'язок декартових з політочковими координатами. [5, с.198..202].</i>	2
15	<i>ЛЕКЦІЯ 15. Тема: Вагові політочкові перетворення Види вагових політочкових перетворень. Залежність виду перетворення від відстані до прямої. С.р.с. Нормалізація прямих. Відстань від точки до прямої. [5, с.198..202].</i>	2
16	<i>ЛЕКЦІЯ 16. Тема: Тривимірні політочкові перетворення Перетворення однієї точки простору. Політочкові координати простору. Перетворення об'єкта в тривимірному просторі. С.р.с. Основні поняття тривимірного простору. Формули завдання простору. [5, с.198..202].</i>	2
17	<i>ЛЕКЦІЯ 17. Тема: Вагові тривимірні політочкові перетворення Поняття ваги для точки у просторі. Вагові перетворення однієї точки простору. Вагові перетворення об'єкта в тривимірному просторі. С.р.с. Поняття ваги в математиці. Основні поняття тривимірного простору. [5, с.204..210].</i>	2
18	<i>Модульна контрольна робота</i>	2

#### Лабораторні роботи

N	Назва лабораторних робіт	Кільк. ауд.год
1	Розробка підсистеми апроксимації функцій за допомогою МНК	4
2	<u>Моделювання криволінійного контура за допомогою поліноміальної та експоненціальної інтерполяції</u>	4
3	Розробка підсистеми політканинних перетворень плоских об'єктів	4
4	Розробка підсистеми політочкових перетворень геометричних об'єктів	6

#### 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (66 годин) передбачає підготовку до аудиторних занять та контрольних заходів, проведення розрахунків та підготовка вхідних даних до роботи.

Розподіл годин СРС: підготовка до заліку – 6годин; підготовка лабораторної роботи – 8 години; підготовка до МКР – 10 годин; підготовка до лекції – 0.5 години.

#### Політика та контроль

#### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Відвідування лекцій, а також відсутність на них, не оцінюється. Відвідування лабораторних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;
- При захисті лабораторних робіт студент має продемонструвати розроблений програмний код та результати його виконання на тестах, як заздалегідь підготованих, так і запропонованих викладачем. У випадку дистанційної форми навчання захист відбувається на відповідній конференції шляхом демонстрації екрана
- Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

- Норми етичної поведінки Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

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

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 35 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за виконання лабораторних робіт та МКР;

### 2. Робота на комп'ютерних практикумах

Оцінюються 4 роботи, передбачених робочою програмою. Максимальний ваговий бал  $r_{\text{КП}} = 14$

Оцінювання комп'ютерних практикумів:

- Якщо робота виконана невчасно знімається 10-30% від максимальної кількості балів (кількість процентів залежить від терміну запізнення).
- Якщо робота виконана не самостійно та простежується не індивідуальне виконання то знімається 50% від максимальної кількості балів
- Якщо в програмі не витримані основні правила створення програмних продуктів (модульність, дружній інтерфейс, наявність коментарів та т.п.) знімається 5%.

За своєчасне виконання лабораторної роботи з чіткими відповідями на запитання додається один бал до оцінки за роботу.

### 3. Модульний контроль

На одному з занять проводиться модульна контрольна робота: Максимальний ваговий бал  $r_{\text{МКР}} = 10$ .

Оцінювання модульної контрольної роботи виконується наступним чином:

- Якщо на всі питання дані повні та чітко аргументовані відповіді, контрольна виконана охайно, з дотримання основних правил, то виставляється 90- 100% від максимальної кількості балів.
- Якщо методика виконання запропонованого завдання розроблена вірно, але допущені неprincipпові помилки у теоретичному описі або розрахунках, то виставляється 75-90% від максимальної кількості балів.
- Від 2 до 3 балів нараховується, якщо методика виконання завдання розроблена в основному вірно, але допущені деякі з наступних помилок: помилки у представленні вихідних даних, не обґрунтовані теоретичні рішення, помилки у методиці розрахунків.
- Нижче 2 балів нараховується, якщо завдання не виконане або допущені грубі помилки.

### 4. Атестації

*Умовою успішного проходження першого календарного контролю є отримання не менше 30 балів. Другого календарного контролю – отримання не менше 50 балів.*

*5. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Якщо сума балів за семестр 35- 60 балів, то студент отримає оцінку "автоматом", без додаткових випробувань за таблицею переводу балів з 60 у 100-бальну.*

*6. Студент, який у семестрі отримав менше 35 балів, може взяти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі бали, отримані ним на заліковій контрольній роботі, додаються до тих, що він отримав.*

7. Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Бали: практичні роботи + екзаменаційна контрольна робота	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи	Не допущено

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

Для кращого засвоєння матеріалу та раціонального розподілення об'єму учбової роботи рекомендується у перший тиждень семестру проводити: лекції - 3 год/тиждень, лабораторні заняття - 0 год/тиждень. В останній тиждень семестру: лекції - 0 год/тиждень, практичні заняття – 3 год/тиждень.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доцентом, к.т.н., Сидоренко Юлією Всеволодівною

**Ухвалено** кафедрою ЦТЕ (протокол № 1 від 1.07.22)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 10 від 4.07.22)