

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра комп'ютерної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи



Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

30 червня 2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВЕЛИКІ ДАНІ В ФІЗИЦІ

рівень вищої освіти	другий (магістерський)
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма	«Комп'ютерна фізика»
вид дисципліни	за вибором
ННІ	комп'ютерної фізики та енергетики

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою ННІ комп'ютерної фізики та енергетики
“30” червня 2020 року, протокол № 6-2/20

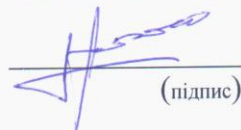
РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Лісін Денис Олександрович, к.т.н., доцент. каф. комп'ютерної фізики ННІ комп'ютерної фізики та енергетики

Програму схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної фізики

Протокол від “25” червня 2020 року № 6-3/20

Завідувач кафедри комп'ютерної фізики

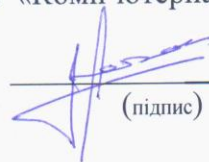


(підпис)

Костянтин НЕМЧЕНКО

Програму погоджено з гарантом освітньої-наукової програми (керівником проектної групи)
«Комп'ютерна фізика»

Гарант освітньої-наукової програми «Комп'ютерна фізика»



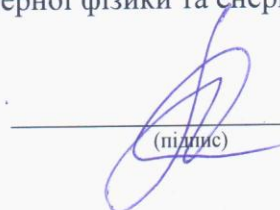
(підпис)

Костянтин НЕМЧЕНКО

Програму погоджено методичною комісією ННІ Комп'ютерної фізики та енергетики

Протокол від “30” червня 2020 року № 6/20

Голова методичної комісії ННІ Комп'ютерної фізики та енергетики



(підпис)

Ольга ЛІСІНА

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Великі дані в фізиці» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки магістрів спеціальності 105 Прикладна фізика і наноматеріали освітні програми: «Комп'ютерна фізика»

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є дати уявлення про основні сучасні методи та алгоритми аналізу великих даних.

Курс охоплює такі розділи комп'ютерних та математичних наук: прикладна теорія графів, прикладні пакети в задачах енергетики, основні триангуляційні алгоритми.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- вивчення основних методів і алгоритмів аналізу великих даних;
- практичне застосування основних методів і алгоритмів аналізу великих даних.

1.3. Кількість кредитів - 6

1.4. Загальна кількість годин – 180

2. Опис навчальної дисципліни

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
за вибором	
Вид кінцевого контролю : семестровий екзамен	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
3-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
48 год.	год.
Самостійна робота	
100 год.	год.

У тому числі індивідуальні завдання
не передбачені

1.6. Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми, студенти мають досягти таких результатів навчання:

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- Основні моделі, що описують великі дані;
- Основні положення теорії графів
- Основні положення та алгоритми створення триангуляції Делоне

вміти:

- Використовувати засоби теорії графів для аналізу та розв'язання задач обробки великих даних
- реалізовувати алгоритми триангуляції Делоне

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Теорія графів

Тема 1. Ідентифікація графів. Звичайні графи. Ізоморфізм графів. Інваріанти та їх обчислення.

Тема 2. Проблема ізоморфізма. Деякі застосування цільності та нещільності.

Розділ 2. Триангуляція Делоне

Тема 3. Триангуляція Делоне. Ітеративні алгоритми створення триангуляції Делоне. Алгоритми побудови триангуляції Делоне зливанням. Алгоритми прямого створення триангуляції Делоне.

Тема 4. Двухпроходні алгоритми створення триангуляції Делоне. Триангуляція Делоне з обмеженнями. Просторовий аналіз на площині. Триангуляційні моделі поверхонь.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усьо го	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. Постановка задачі обробки експериментальних даних. Зв'язок задачі обробки даних і планування експерименту. Класифікація задач обробки.												
Тема 1. Ідентифікація графів. Звичайні графи. Ізоморфізм графів. Інваріанти та їх обчислення.	40	8		12		28						
Тема 2. Проблема ізоморфізма. Деякі	35	8		12		22						

застосування цільності та нещільності.												
<i>Разом за розділом 1</i>	90	16		24		50			-	-	-	
Розділ 2. Триангуляція Делоне												
Тема 3. Триангуляція Делоне. Ітеративні алгоритми створення триангуляції Делоне. Алгоритми побудови триангуляції Делоне зливанням. Алгоритми прямого створення триангуляції Делоне.	40	8		12		28						
Тема 4. Двухпроходні алгоритми створення триангуляції Делоне. Триангуляція Делоне з обмеженнями. Просторовий аналіз на площині. Триангуляційні моделі поверхонь.	35	8		12		22						
<i>Разом за розділом 2</i>	90	16		24		50			-	-	-	
<i>Усього годин</i>	180	32		48		100						

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Машина Шенфілда. Постановка завдання.	2
2	Створення інтерфейсу програми	2
3	Логіка роботи Мащини Шенфілда	6
4	Макроси у машини Шенфілда	10
5	Покриття тестами	3
6	Фінальна зборка програми	2
7	Розробка структури програми для створення триангуляції Делоне множини вузлів	3
8	Розробка структур даних, що необхідні для створення програми	3
9	Створення підпрограми перевірки умови Делоне для двох трикутників	2
10	Створення підпрограми фліпу двох трикутників	2
11	Створення підпрограми ідентифікації трикутника, в який попадає черговий вузол.	3
12	Створення підпрограми розбивки трикутників	2
13	Створення підпрограми візуалізації результатів побудови	2
14	Створення підпрограми змельчення триангуляції	2
15	Розробка основної частини програми із використанням підходу «Divide & Conquer»	2
16	Фінальна зборка програми та тестування	2
Усього		48

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомитись із використанням засобів теорії графів при комп'ютерному моделюванні та обробці великих масивів даних	4
2	Реалізувати пошук у ширину та глибину	10
3	Розв'язати задачу про найкоротший шлях. Алгоритм Дейкстри	10
4	Вивчити алгоритм Форда-Фалкерсона	10
5	Вивчити алгоритми побудови мінімального остовного дерева	10
6	Вивчити алгоритм Краскала	10
7	Реалізувати алгоритм побудови випуклого шару множини точок	4
8	Вивчити алгоритм Беллмана-Форда	4
9	Розробити структуру програми для створення триангуляції Делоне множини вузлів	4
10	Розробити структури даних, що необхідні для створення програми	4
11	Створити підпрограми перевірки умови Делоне для двох трикутників	4
12	Створити підпрограму фліпу двох трикутників	3
13	Створити підпрограму ідентифікації трикутника, в який попадає черговий вузол.	4
14	Створити підпрограму розбивки трикутників	4
15	Створити підпрограму візуалізації результатів побудови	4
16	Створити підпрограму змельчення триангуляцій	4
17	Розробити основну частину програми із використанням підходу «Divide & Conquer»	4
18	Реалізувати фінальну збірку програми та протестувати	3
Усього		100

6. Індивідуальні завдання

Передбачено розрахунково-графічна робота

7. Методи навчання

Лекції викладаються методом проблемного викладення. Використовуючи будь-які джерела й засоби, лектор, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доведень, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку. Лабораторні заняття ведуться дослідницьким методом.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Загальна максимальна бальна оцінка за екзамен складатиме 40 балів. Мінімальний підсумковий бал складатиме 50 балів, а максимальний – 100 балів. Підсумкова оцінка визначається шляхом переведу підсумкового балу з дисципліни у традиційну академічну оцінку національної шкали ("відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно" за шкалою, що наведено у попередньому пункті робочої програми.

Загальна максимальна бальна оцінка за екзамен складатиме 40 балів. Мінімальний підсумковий бал складатиме 50 балів, а максимальний – 100 балів. Підсумкова оцінка визначається шляхом переведу підсумкового балу з дисципліни у традиційну академічну оцінку національної шкали ("відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно" за шкалою:

— **“відмінно”** (90 та вище балів) заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії;

— **“добре”** (82-89 балів) заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності;

— **“добре”** (70-81 балів) заслуговує студент, що виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення і під час відповіді допускає деякі неточності;

— **“задовільно”** (61-69 балів) заслуговує студент, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка “задовільно” виставляється студентам, що допустили помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

— **“задовільно”** (50-60 балів) заслуговує студент, що виявив часткове знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка “достатньо” виставляється студентам, що допустили грубі помилки у відповіді на екзамені та при

виконанні екзаменаційних завдань, але які частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

— **"незадовільно"** (40-49 балів) виставляється студенту, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

— **"незадовільно"** (1-39 балів) виставляється студенту коли протягом семестру він допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

При виставленні оцінки можуть враховуватися результати навчальної роботи студента протягом семестру.

Передбачаються бали за:

- експрес-контроль на лекції – 10;
- виконання РГР – 20;
- виконання лабораторних робіт - 30
- іспит – 40 балів.

Систему рейтингових балів для різних видів контролю та порядок їх переведення у національну (4-бальну) та європейську (ECTS) шкалу подано нижче у таблицях.

8. Методи контролю

На заняттях – опитування, програмування у системі MATLAB. По закінченні розділу – контроль. Форма підсумкового контролю знань – іспит.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання						Сума
Розділ 1		Розділ 2		Розрахунково-графічна робота	Іспит	
T1	T2	T4	T5			100
10	10	10	10	20	40	

T1, T2 ... T9 – теми розділів.

Схема нарахування балів на іспиті:

Питання	Нарахування балів
Звичайні графи. Підграфи. Суграфи.	Визначення звичайного графа – 2; Перелік основних властивостей графа – 2; Визначення частини графа та підграфа – 3; Визначення суграфа - 3
Паросочетання. W-збільшувач. Інваріант $\pi(G)$.	Визначення паросочетання – 2; Визначення W-збільшувача – 2; Визначення інваріанта $\pi(G)$ - 2; Приведення прикладу використання W-збільшувача для розв'язку задач на дводольному графі – 4;
Ізоморфізм графів. Розповсюджені класи ізоморфних графів.	Визначення ізоморфізму графів – 3; Приведення прикладу ізоморфних та неізоморфних графів – 3; Перелік розповсюджених класів ізоморфних графів – 4
Дводольний граф. Опора графа. Накриття графа.	Визначення дводольного графа – 2; Визначення опори графа – 2; Визначення накриття графа – 3; Визначення

	накриваючого числа графа – 3;
Інваріанти. Вектор ступенів, щільність, нещільність, хроматичне число, число Хадвігера, число компонент графа.	Визначення вектору ступенів – 2; Визначення інваріанта графа – 3; Перелік та визначення найбільш відомих інваріантів графа – 5;
l-зв'язність. k-віддільність. Теорема Уїтні. Теорема Дирака. Теорема Менгера.	Визначення l-зв'язності – 2; визначення k-віддільності – 2; Формулювання теореми Уїтні – 2; Формулювання теореми Дирака – 2; Формулювання теореми Менгера – 2;
Многочленні інваріанти F, E, G, H.	Визначення інваріанта F – 2; Визначення інваріанта G – 2; Визначення інваріанта H – 3; Визначення інваріанта G – 3;
Зважений граф. q-відстань. q-центральної та q-периферійні вершини.	Визначення зважених графів – 2; Визначення q-відстаней – 3; Визначення й-центральної та q-периферійних вершин – 3; Визначення q-діаметру та q-радіусу – 2
Матриця сміжностей. Двійковий код матриці сміжностей. Макс-код, міні-код.	Визначення та властивості матриці сміжностей – 3; Визначення двійкового коду матриці сміжностей – 3; Визначення макс- та міні-коду – 4;
Ейлерові цепі і цикли.	Визначення валентності вершини – 3; Визначення Ейлерової цепі та циклу – 3; Формулювання теореми Ейлера – 4.
Обчислення інваріантів графа. Щільність, нещільність, хроматичне число.	Опис стратегії обчислення складнообчисливих інваріантів – 2; Опис алгоритму обчислення щільності – 2; Опис алгоритму обчислення нещільності – 3; Опис алгоритму обчислення хроматичного числа – 3;
Мультиграф. Матриця інцидентів.	Визначення мультиграфа – 4; Відмінності мультиграфа від неорієнтованого графа загального вигляду – 2; Опис матриці інцидентів мультиграфа – 2; Формулювання варіанту теореми Менгера для мультиграфа – 2;
Проблема ізоморфізму. Повнота інваріантів. Модульний добуток графів.	Опис проблеми визначення ізоморфізму графів – 1; Визначення повного інваріанту – 2; Розбір повноти найбільш відомих інваріантів – 2; Опис алгоритму розв'язання проблеми ізоморфізму графів за допомогою модульного добутку – 5;
Каркаси і розрізи. Теорема Котзіга.	Визначення каркасу графа – 2; Визначення розрізу графа – 2; Формулювання теореми Котзіга – 3; Формулювання наслідку із теореми Котзіга – 3.
Маршрути. Цепь. Цикли. Гамільтонова цепь. Теорема Кеніга.	Визначення маршруту – 1; Визначення цепі – 1; Визначення циклу – 1; Визначення Гамільтонової цепі та циклу – 3; Формулювання теореми Кеніга – 2; Доказ теореми Кеніга – 3;
Скінченні графи загального вигляду. Графи Бержа.	Визначення графу загального вигляду – 2; Визначення дуг, ланок та ланцюгів – 2; Визначення орієнтованого графа – 2; Визначення графа Бержа – 2; Визначення симметричного та антисимметричного графа Бержа – 2.
Шарніри. Перешийки. Блоки.	Визначення шарніру – 1; Визначення перешейки – 1; Визначення блока – 1; Формулювання основних теорем, що пов'язані із шарнірами та блоками – 7
Булеві методи в теорії графів. Задача про трансверсалі.	Формулювання задачі про трансверсалі – 3; Приклад розв'язку задачі про трансверсалі – 3; Викладення алгоритму пошуку максимальної греди графа за допомогою трансверсалей – 4.
Дерева. Цикломатичне число. КORTEЖУВАННЯ ДЕРЕВ.	Визначення цикломатичного числа – 1; Формулювання лемми проневід'ємності цикломатичного числа та її наслідку – 1; Доказ лемми про невід'ємність цикломатичного числа –

	3; Визначення дерева – 1; Формулювання теореми про властивості дерев – 2; Викладення алгоритму кортежування дерев – 2;
Полосові алгоритми злиття триангуляцій.	Викладення загальної схеми полосових алгоритмів злиття – 6; Викладення алгоритму випуклого полосового злиття – 4; Викладення алгоритму невикуклого полосового злиття – 5.
Алгоритми прямої побудови триангуляції Делоне.	Викладення алгоритму прямого перебору – 7; Викладення пошагового алгоритму з k-D деревом пошуку – 7; Викладення кліточного пошагового алгоритму – 6;
Триангуляція Делоне з обмеженнями. Основні визначення.	Визначення триангуляції з обмеженнями, поліліній, регіонів – 5; Визначення оптимальної та жадної триангуляції з обмеженнями – 6; Викладення жадного алгоритму побудови триангуляції Делоне з обмеженнями – 9
Двопрохідні алгоритми побудови триангуляції Делоне.	Викладення алгоритму лінійного застосування площини – 5; Викладення всерного алгоритму – 5; Викладення алгоритму рекурсивного розщеплення – 5; Викладення стрічкового алгоритму – 5
Цепной та ітеративний алгоритми побудови триангуляції з обмеженнями.	Викладення цепного алгоритму – 4 Викладення ітеративного алгоритму – 4 Викладення алгоритму вставки структурних відрізків «Будуй розбиваючи» - 4 Викладення алгоритму вставки структурних відрізків «Удаляй та будуй» - 4 Викладення алгоритму вставки структурних відрізків «Перебудовуй та будуй» - 4
Алгоритм злиття «Розділяй і володарюй». Злиття триангуляцій «Видаляй і будуй», «Будуй та перебудовуй», «Будуй, перебудовуючи».	Викладення алгоритму злиття «Розділяй і властуй» - 8 Викладення схеми «Видаляй та будуй» - 4 Викладення схеми «Будуй та перебудовуй» - 4 Викладення схеми «Будуй, перебудовуючи» - 4
Ітеративні алгоритми триангуляції зі змінним порядком додавання точок.	Викладення ітеративного полосового алгоритму – 4 Викладення ітеративного квадратного алгоритму – 4 Викладення ітеративного алгоритму із послійним згущенням – 4 Викладення ітеративного алгоритму із сортирувкою вдовж кривої що заповнює площину – 4 Викладення ітеративного алгоритму із сортирувкою по Z-коду – 4
Ітеративні алгоритми триангуляції Делоне з індексуванням пошуку трикутників.	Викладення алгоритму триангуляції з індексуванням R-деревом – 7 Викладення алгоритму триангуляції з індексуванням k-D-деревом – 7 Визначення R-дерва – 3; Визначення k-D-дерева – 5
Простий ітеративний алгоритм створення триангуляції Делоне. Алгоритм «Удаляй та будуй».	Викладення простого ітеративного алгоритму – 7; Викладення алгоритму «Удаляй і будуй» – 7; Оцінка обчислювальної складності алгоритмів – 7; Визначення суперструктури – 7; Перелік варіантів суперструктур – 7.
Перевірка умови Делоне.	Викладення схеми перевірки умови Делоне за допомогою рівняння описаного кола – 6; Викладення схеми перевірки умови Делоне за допомогою заздалегідь обчисленого кола – 5; Викладення схеми перевірки умови Делоне за допомогою перевірки суми протилежних кутів – 9
Триангуляція Делоне. Основні визначення. Оптимальна триангуляція. Жадний алгоритм.	Визначення задачі побудови триангуляції – 4; Визначення оптимальної триангуляції – 4; Визначення триангуляції Делоне – 4; Викладення жадного алгоритму побудови триангуляції – 8.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

Для отримання «автомату» на екзамені від студента потрібно своєчасно та якісно виконувати навчальний план, бути активним та зацікавленим на аудиторних заняттях.

10. Рекомендована література

Наочні матеріали надаються з використанням ПЕОМ та проекційного устаткування у спеціально обладнаних аудиторіях.

Базова література

1. Берж К. Теория графов и ее применения. --- М.: Изд-во иностр. лит., 1962.
2. Зыков А.А. Основы теории графов. --- М.: Наука, 1984.
3. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Т. 3. Сортировка и поиск. --- М.: Мир, 1978.
4. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. --- М.: Мир, 1978.
5. Оре О. Теория графов. --- М.: Наука, 1968.
6. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и ее применение. --- Издательство Томского университета, 2002.
7. Препарата Ф., Шеймос М. Вычислительная геометрия: Введение / Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 478 с.
8. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики / Пер. с англ. М.: Машиностроение, 1980. 204 с.

Інформаційні ресурси

1. Мережа Internet.
2. Бібліотеки ХНУ ім. В.Н.Каразіна.