

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ



_____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи варіаційних та скінченнорізницевих методів

рівень вищої освіти	перший(бакалаврський)
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та нанометаріали
освітня програма	«Прикладна фізика енергетичних систем»
вид дисципліни	За вибором
ННІ	комп'ютерної фізики та енергетики

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики
" 30 " червня 2020 року, протокол № 6-2/20


РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Ольга ЛІСІНА, доцент кафедри теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності, канд.физ.-мат. наук.

Програму схвалено на засіданні кафедри теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності.

Протокол від "30" червня 2020 року № 7/20

Завідувач кафедри теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності

 Юрій МАЦЕВИТИЙ


Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи)

Прикладна фізика енергетичних систем  Костянтин НЕМЧЕНКО

Програму погоджено методичною комісією Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

Протокол від "30" червня 2020 року № 6/20

Голова методичної комісії Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

 Ольга ЛІСІНА

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “ Основи варіаційних та скінченнорізницевих методів ” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів

спеціальність: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

освітня програма: «Прикладна фізика енергетичних систем»

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Мета і завдання курсу – оволодіння студентами математичними методами обчислювальної математики та навичками розв'язання конкретних задач з використанням цих методів.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни є: оволодіння студентами теоретичних знань з теорії обчислювальної математики для рішення задач математичної фізики.

1.3. Кількість кредитів — 5

1.4. Загальна кількість годин — 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Вид кінцевого контролю (семестровий екзамен або залік)	
Залік	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
7-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
	год.
Лабораторні заняття	
32 год.	год.
Самостійна робота	
86 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

Знати:

- постановку задачі наближення функцій, суть методів наближення (інтерполювання, середньоквадратичне наближення, рівномірне), як оптимально вибрати вузли інтерполювання, найпростіші інтерполяційні методи для розв'язування рівнянь з одним невідомим, особливості реалізації методів на ЕОМ

– суть задач чисельного диференціювання і інтегрування, різні підходи до побудови формул чисельного інтегрування, особливості машинної реалізації диференціювання і інтегрування

- підходи до оцінки точності методів;
- метод скінчених різниць;
- особливості розв’язування крайових задач;
- метод скінчених елементів;

Вміти:

- користуватися бібліотечними програмами та педагогічними програмними засобами
- оцінити похибку інтерполювання,
- будувати інтерполяційні многочлени і кубічні сплайни,
- обчислювати значення функцій за допомогою інтерполяційних многочленів,
- шукати методом найменших квадратів наближення таблично заданих функцій,
- будувати емпіричні формули, виконувати згладжування таблично заданих функцій

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. ЧИСЕЛЬНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В ЧАСТИННИХ ПОХІДНИХ ДРУГОГО ПОРЯДКУ [1-3]

Тема 1. Введення до числових методів.

Тема 2. Постановка начально – крайових задач. Початкові і крайові умови. Узагальнений розв’язок.

Тема 3. Метод скінчених різниць. Явні та неявні різницеві схеми. Дослідження збіжності різницевих схем.

Розділ 2. ЧИСЕЛЬНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В ЧАСТИННИХ ПОХІДНИХ ДРУГОГО ПОРЯДКУ МЕТОДОМ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ. [1-3;1-4]

Тема 4. Метод скінчених елементів. Побудова методом скінчених елементів задачі Коші для рівнянь параболічного типу другого порядку.

Тема 5. Чисельне розв’язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Збіжність методу скінчених елементів.

Тема 6. Чисельне інтегрування рівнянь переносу. Постановка задачі. Крайові і початкові умови. Узагальнений розв’язок.

Тема 7. Метод скінчених елементів. Збіжність методу скінчених елементів.

Тема 8. Чисельне розв’язування параболічних рівнянь. Постановка крайових задач. Узагальнені задачі. Збіжність методу скінчених елементів.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тим	Кількість годин											
	у сь го	денна форма					заочна форма					
		у тому числі					у сь ог о	у тому числі				
		л	п	лаб.	ін д.	с. р.		л	п	ла б.	ін д.	с.р .
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. ЧИСЕЛЬНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В ЧАСТИННИХ ПОХІДНИХ ДРУГОГО ПОРЯДКУ.												
Тема 1.	10	4		4		8						
Тема 2.	20	4		4		8						
Тема 3.	10	4		4		8						
Разом за розділом 1	40	12		12		24						
Розділ 2. ЧИСЕЛЬНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В ЧАСТИННИХ ПОХІДНИХ ДРУГОГО ПОРЯДКУ МЕТОДОМ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ..												

Тема 4.	22	4	4	12						
Тема 5.	22	4	4	14						
Тема 6.	22	4	4	12						
Тема 7.	22	4	4	12						
Тема 8.	22	4	4	12						
Разом за розділом 2	110	20	20	62						
Усього годин	150	32	32	86						

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Одновимірні рівняння теплопровідності. Розв'язання задач	7
2	Двовимірні рівняння теплопровідності. Розв'язання задач теплопровідності за допомогою атомарних функцій	8
3	Автомодельні рішення.	5
4	Розв'язання задач теплопровідності безсітковими методами за допомогою атомарних функцій від двох незалежних змінних	7
5	Просторові задачі теплопровідності. Використання безсіткового підходу.	5
	Усього	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчити найшвидший підйом з використанням одномірного пошуку	10
2	Вивчити метод найшвидшого спуску	10
3	Провести процедуру моделювання методу Флетчера – Рівса	10
4	Ознайомитись з методом Девідона – Флетчера – Пауела	10
5	Вивчити метод конфігурацій Хука – Дживса	10
6	Ознайомитись з методом конфігурацій Розенброка	10
	Усього	86

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені

7. Методи навчання

У процесі викладання дисципліни використовуються основні методи навчання:

- Пояснювально-ілюстративний метод (викладання лекційного, пояснювального практичного матеріалів, Zoom-конференції);
- Проблемні методи (розв'язання проблемних задач, дискусії, самостійне вивчення літератури студентами, Zoom-конференції);
- Репродуктивний метод (виконання завдань на базі зразка, система Moodle);
- Частково-пошуковий (робота студентів на практичних заняттях у дошки)

Передбачено робота у рамках практичних занять та лекцій. Основна увага – на виконання домашніх завдань щодо закріплення матеріалу лекцій та практичних занять та виконання підсумкової контрольної роботи.

Передбачено дистанційний курс у системі Moodle, Zoom-конференції, Telegram-чат.

8. Методи контролю

Навчальні досягнення студентів з дисципліни оцінюються за модульно-рейтинговою системою, в основу якої покладено принцип поопераційної звітності, обов'язковості модульного контролю, накопичувальної системи оцінювання рівня знань, умінь та навичок, розширення кількості підсумкових балів до 100.

У процесі оцінювання навчальних досягнень студентів застосовуються такі методи:

- Методи усного контролю: індивідуальне опитування, фронтальне опитування, співбесіда, екзамен.

- Методи письмового контролю: контрольні роботи, залік.

- Методи самоконтролю: уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, на практичних заняттях, під час виконання самостійної роботи залежить від дотримання таких вимог:

- систематичність відвідування занять;

- своєчасність виконання навчальних;

- повний обсяг їх виконання;

- якість виконання навчальних і індивідуальних завдань;

- самостійність виконання;

- творчий підхід у виконанні завдань;

- ініціативність у навчальній діяльності;

- виконання тестових завдань.

Передбачаються бали за:

- виконання контрольних робіт – 10;
- виконання лабораторних робіт – 50;
- підсумковий контроль – 40.

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

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	
30	60	2*5	–	100

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, на практичних заняттях, під час виконання самостійної роботи залежить від дотримання таких вимог:

- систематичність відвідування занять;

- своєчасність виконання навчальних і індивідуальних завдань;

- повний обсяг їх виконання;

- якість виконання навчальних і індивідуальних завдань;

- самостійність виконання;

- творчий підхід у виконанні завдань;

- ініціативність у навчальній діяльності;

- виконання тестових завдань.

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

- виконання контрольних робіт – 10;
- виконання практичних робіт - 50
- залік – 40 балів.

Загальна максимальна бальна оцінка за залік складатиме 40 балів. Мінімальний підсумковий бал складатиме 50 балів, а максимальний – 100 балів. Підсумкова оцінка визначається шляхом переводу підсумкового балу з дисципліни у традиційну академічну

оцінку національної шкали ("відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно" за шкалою, що наведено у попередньому пункті робочої програми.

Шкала оцінювання

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

10. Рекомендована література Основна

1. Морозов К.Е. Математическое моделирование в научном познании. М.: Мысль, 1969. – 212 с.
2. Плахотников К.Э. Вычислительные методы. Теория и практика в среде MATLAB. Курс лекцій М.: _Горячая линия – Телеком , 2009. – 496 с.
3. Плахотников К.Э. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Методология и практика. М.: Едиториал УРСС, 2003. – 278 с.

Допоміжна

1. Самарский А.А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. М.: Физматгиз, 2002. – 316 с.
2. Иглин С.П. Вариационное исчисление с применением MATLAB. Харьков: НТУ «ХПИ», 2001. – 108 с.
3. Вабищевич П.Н. Численное моделирование. М.: МГУ, 1993. – 152 с.
4. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. М.: Едиториал УРСС, 2003. – 782 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

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