Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності

“**ЗАТВЕРДЖУЮ**”

Проректор з науково-педагогічної роботи

Пантелеймонов А.В.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

“\_\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 \_\_ р.

# **Робоча програма навчальної дисципліни**

**Наближені методи розв’язання задач математичної фізики**

спеціальність 105 — прикладна фізика і наноматеріали

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізико-енергетичного факультету “\_\_\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ року, протокол №\_\_

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Лісіна О.Ю., доцент кафедри теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності, канд.физ.-мат. наук.

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

Протокол від “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ року № \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Завідувач кафедри теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності

\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_проф. Мацевитий Ю.М.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією фізико-енергетичного факультету

назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ року № \_\_\_

Голова методичної комісії фізико-енергетичного факультету

\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_Лісіна О.Ю.\_\_

(підпис) (прізвище та ініціали)

**Вступ**

### Програма навчальної дисципліни “Наближені методи розв"язання задач математичної фізики” складена відповідно до освітньо-професійної програми напряму підготовки бакалаврів 105 Прикладна фізика та наноматеріали

### 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 | |
| 32 год. | год. |
| Лабораторні заняття | |
|  | 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

– постановку задачі, класифікацію методів і суть методів Рунге-Кутта та Ейлера; – геометричну інтерпретацію різновидів методу Ейлера;

– підходи до оцінки точності методів;

– методи розв’язування задач про власні значення:

– метод скінчених різниць;

– особливості розв’язування крайових задач;

– метод скінчених елементів;

– чисельні методи розв’язування інтегральних рівнянь

Вміти:

* користуватися бібліотечними програмами та педагогічними програмними засобами

– обґрунтовувати існування і єдиність розв’язку задачі інтерполювання,

– вивести формули інтерполяційних многочленів Лагранжа і Ньютона,

– оцінити похибку інтерполювання,

– будувати інтерполяційні многочлени і кубічні сплайни,

– обчислювати значення функцій за допомогою інтерполяційних многочленів,

– застосувати інтерполяційні многочлени для обчислення значень функцій і розв’язування рівнянь,

– обґрунтувати умову застосовності лінійної і квадратичної інтерполяції,

– знаходити найкращу середньоквадратичну апроксимацію функції, що задана на відрізку;

– шукати методом найменших квадратів наближення таблично заданих функцій,

– будувати емпіричні формули, виконувати згладжування таблично заданих функцій

– будувати формули чисельного диференціювання і інтегрування, давати їм геометричну інтерпретацію, оцінювати похибки, обчислювати похідні й означені інтеграли, записувати відповідні алгоритми і програми, використовувати бібліотечні програми і ППЗ

|  |
| --- |
| **2. Тематичний план навчальної дисципліни**  Розділ 1. ЧИСЕЛЬНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ  В ЧАСТИННИХ ПОХІДНИХ ДРУГОГО ПОРЯДКУ    Тема 1. Введеня до числових методів  Тема 2. Постановка начально – крайових задач.  Початкові і крайові умови. Узагальнений розв'язок.  Тема 3. Метод скінченних 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.  Тема 4. Метод скінченних елементів. Побудова методом скінченних елементів задачі Коші для рівнянь параболічного типу другого порядку.  Тема 5. Чисельне розв’язування задачі Коші для звичайних  диференціальних рівнянь. Збіжність методу скінченних елементів.  Тема 6. Чисельне інтегрування рівнянь переносу. Постановка задачі.  Крайові і початкові умови. Узагальнений розв'язок.  Тема 7. Метод скінченних елементів. Збіжність методу скінченних елементів.  Тема 8. Чисельне розв’язування параболічних рівнянь. Постановка крайових задач.  Узагальнені задачі. Збіжність методу скінченних елементів. |

**3. Структура навчальної дисципліни**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назві розділів і тим | 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.** 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 практичних зайнять**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва тими | | | Кількість  годин |
| 1 | Одновимірні рівняння теплопровідности. Розвязання задач | | | 7 |
| 2 | Двовимірні рівняння теплопровідности. Розвязання задач теплопровідності задопомогою атомарних функцій | | | 8 |
| 3 | Автомодельні рішення. | | | 5 |
| 4 | Розвязання задач теплопровідності безсітковими методами за допомогою атомарних функцій від двох незалежних змінних | | | 7 |
| 5 | Просторові задачі теплопровідності. Використання безсіткового підходу. | | | 5 |
|  | | **Разом** |  | **32** |

**5. Самостійна робота**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва тими | Кількість годин |
| 1 | Вивчити [найшвидший підйом з використанням одномірного пошуку](http://posibnyky.vntu.edu.ua/met/lek14.htm#1431najshvidshijpydjomzvikoristanny) | 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 |
|  | **Разом** | **86** |

**6. Індивідуальні завдання**

Індивідуальні завдання не передбачені

**7. 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: екзамен.

- 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 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.

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

**8. Схема нарахування балів**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання | | | | | | | | | | | Залік | Сума |
| Розділ 1 | | | Розділ 2 | | | | | Контрольні роботи, передбачена навчальним планом | Індивідуальне завдання | Разом |
| 10 | 20 | 10 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 2 | - | 60 | 40 | 100 |

**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 |

**9. 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 експеримент. Методология и практика. М.: Едиториал УРСС, 2003. – 278 c.

**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.

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

1. Мережа Internet.

2. Бібліотеки ХНУ ім. В.Н.Каразіна.