Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Директор
навчально-наукового інституту
комп'ютерної фізики та енергетики

_____ Ірина ГАРЯЧЕВСЬКА

"___" _____ 20 23 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ В ФІЗИЦІ

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

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

" 28 " грудня 2023 року, протокол № 12-1/23

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Протектор Денис Олегович, PhD, доцент кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах.

Програму схвалено на засіданні кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

Протокол від " 21 " грудня 2023 року № 12-2/23

Завідувач кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

_____ Руслан СУХОВ
(підпис)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) Прикладна фізика енергетичних систем

Гарант освітньо-професійної програми (керівник проектної групи)

_____ Руслан СУХОВ
(підпис)

Протокол від " 21 " грудня 2023 року № 12/23

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

_____ Денис ПРОТЕКТОР
(підпис)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Обчислювальні методи в фізиці” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) 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

Метою курсу «Обчислювальні методи в фізиці» є вивчення сучасних числових методів розв’язання крайових задач, які описуються диференціальними рівняннями з частинними похідними.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни є набуття студентами знань і навичок, необхідних для моделювання нестаціонарних теплових процесів в твердих тілах із використанням сучасних числових методів розв’язання крайових задач за допомогою інструментів модуля «Heat Transfer», що входить до складу програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.

1.3. Кількість кредитів 4

1.4. Загальна кількість годин 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
6-й	-й
Лекції	
год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
64 год.	год.
Самостійна робота	
56 год.	год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами стандарту вищої освіти за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» галузі знань 10 «Природничі науки» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти студенти повинні досягти таких результатів навчання:

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- сучасні числові методи розв'язання крайових задач.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен вміти:

- знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики;
- застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів;
- вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики;
- відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації;
- класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики;
- презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію;
- здійснювати математичне та комп'ютерне моделювання фізичних процесів в енергетичних комплексах;
- розробляти програмне та програмно-апаратне забезпечення в фізико-енергетичних системах.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Тема 1. Огляд існуючих числових методів розв'язання задач математичної фізики.

Тема 2. Можливості програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.

Тема 3. Основи роботи в модулі «Heat Transfer», що входить до складу програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.

Тема 4. Функціональні можливості модуля «Heat Transfer» для моделювання нестаціонарних теплових процесів в твердих тілах.

Тема 5. Моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі куба.

Тема 6. Моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі пластини при наявності рухомого точкового джерела тепла.

Тема 7. Моделювання теплового процесу в монокристалі ніобату літію при взаємодії з безперервним лазерним випромінюванням.

Тема 8. Моделювання теплового процесу в перфорованій графітовій пластині.

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	сем	с.р.		л	п	лаб	сем	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 1. Огляд існуючих числових методів розв'язання задач математичної фізики.	15			8		7						
Тема 2. Можливості програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.	15			8		7						
Тема 3. Основи роботи в модулі «Heat Transfer», що входить до складу програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.	15			8		7						
Тема 4. Функціональні можливості модуля «Heat Transfer» для моделювання нестаціонарних теплових процесів в твердих тілах.	15			8		7						
Тема 5. Моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі куба.	15			8		7						
Тема 6. Моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі пластини при наявності рухомого точкового джерела тепла.	15			8		7						
Тема 7. Моделювання теплового процесу в монокристалі ніобату літію при взаємодії з безперервним лазерним випромінюванням.	15			8		7						
Тема 8. Моделювання теплового процесу в перфорованій графітовій пластині.	15			8		7						
Усього годин	120			64		56						

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	*Огляд існуючих числових методів розв'язання задач математичної фізики.*	8
2	*Можливості програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.*	8
3	*Основи роботи в модулі «Heat Transfer», що входить до складу програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.*	8
4	*Функціональні можливості модуля «Heat Transfer» для моделювання нестаціонарних теплових процесів в твердих тілах.*	8
5	*Моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі куба.*	8
6	*Моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі пластини при наявності рухомого точкового джерела тепла.*	8
7	*Моделювання теплового процесу в монокристалі ніобату літію при взаємодії з безперервним лазерним випромінюванням.*	8
8	*Моделювання теплового процесу в перфорованій графітовій пластині.*	8
Усього годин		64

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	*Провести огляд існуючих числових методів розв'язання задач математичної фізики.*	7
2	*Ознайомитися з можливостями програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.*	7
3	*Оволодіти навичками роботи в модулі «Heat Transfer», що входить до складу програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.*	7
4	*Вивчити функціональні можливості модуля «Heat Transfer» для моделювання нестаціонарних теплових процесів в твердих тілах.*	7
5	*Провести моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі куба.*	7
6	*Провести моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі пластини при наявності рухомого точкового джерела тепла.*	7
7	*Провести моделювання теплового процесу в монокристалі ніобату літію при взаємодії з безперервним лазерним випромінюванням.*	7
8	*Провести моделювання теплового процесу в перфорованій графітовій пластині.*	7
Усього годин		56

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено.

7. Методи навчання

Методи навчання, що застосовуються при викладанні навчальної дисципліни «Обчислювальні методи в фізиці»:

1) Пояснювально-ілюстративний метод. Викладання лекційного матеріалу дисципліни у вигляді презентацій за допомогою мультимедійного обладнання.

2) Репродуктивний метод. Відтворення студентами набутих теоретичних знань при виконанні лабораторних робіт.

3) Дослідницький метод. Виконання студентами самостійних робіт.

8. Методи контрою

1) Написання реферату. За навчальним планом передбачено написання одного реферату. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент за написання реферату, складає 20 балів.

2) Виконання лабораторних робіт. В навчальній дисципліні передбачено виконання 4 лабораторних робіт. За виконання кожної лабораторної роботи студент отримує від 0 до 10 балів. Нарахування балів здійснюється за оформлений звіт, який повинен містити:

- титульний аркуш із зазначенням назви дисципліни, номера лабораторної роботи, ПІБ студента та групи;
- постановку крайової задачі;
- хід виконання лабораторної роботи у вигляді знімків екрану, на яких зображені елементи інтерфейсу програмного забезпечення COMSOL Multiphysics®, які налаштовувались в процесі виконання лабораторної роботи та коментарі до них;
- результати моделювання нестаціонарного теплового процесу у вигляді візуалізації розподілу температурного поля в зазначені в завданні моменти часу.

За виконання усіх лабораторних робіт студент за семестр може набрати максимум 40 балів.

3) Написання залікової роботи. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за написання залікової роботи складає 40 балів.

9. Схема нарахування балів

Підсумковий семестровий контроль в формі заліку.

Мінімальна кількість балів для допуску до підсумкового контролю – 20 балів.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Назва роботи	**Оцінка**
Лабораторна робота № 1	10
Лабораторна робота № 2	10
Лабораторна робота № 3	10
Лабораторна робота № 4	10
Реферат	20
Залікова робота	40
Сума	**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

10. Рекомендована література

Основна література

1) COMSOL Multiphysics® Heat Transfer Module User's Guide.
2) Mayboudi L. S. COMSOL Heat Transfer Models. Publisher: Mercury Learning and Information, 2020. 400 pp. (ISBN-10: 1683922115).

Допоміжна література

1) Wendland H. Piecewise polynomial, positive definite and compactly supported radial functions of minimal degree // Advances in Computational Mathematics. 1995. Vol. 4. P. 389-396.
2) Chen C. S., Brebbia C. A. The Dual Reciprocity Method For Helmholtz-Type Operators // WIT Transactions on Modelling and Simulation. Boundary Elements XX. 1998. Vol. 21. P. 495-504.
3) Buhmann M. D. Radial functions on compact support // Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society. 1998. Vol. 41, No. 1. P. 33-46.
4) Langtangen H. P., Linge S. Finite Difference Computing with PDEs. Cham, 2017. 507 p.

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

1) COMSOL Documentation https://doc.comsol.com/6.1/docserver/#!/com.comsol.help.comsol/helpdesk/helpdesk.html