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

“ 19 ” липня 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КОМП’ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ЕНЕРГЕТИЦІ

рівень вищої освіти	другий (магістерський) 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)

_____ Микола КОКОДІЙ
(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 “Комп’ютерне моделювання процесів в енергетиці” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки магістрів

спеціальність: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

освітня програма: «Прикладна фізика енергетичних систем»

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Комп’ютерне моделювання процесів в енергетиці» є поглиблення знань та навичок використання сучасного програмного забезпечення для моделювання теплових процесів, які протікають в твердих тілах.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є інструменти модуля «Heat Transfer», що входить до складу програмного забезпечення COMSOL Multiphysics, який дозволяє проводити моделювання теплових процесів.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни «Комп’ютерне моделювання процесів в енергетиці» є поглиблення знань та навичок, необхідних для моделювання нестаціонарних теплових процесів в твердих тілах за допомогою інструментів модуля «Heat Transfer», що входить до складу програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.

1.3. Кількість кредитів 6

1.4. Загальна кількість годин 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	-й
Семестр	
2-й	-й
Лекції	
16 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
32 год.	год.
Самостійна робота	
132 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 другого (магістерського) рівня вищої освіти студенти повинні досягти таких результатів навчання:

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- функціональні можливості модуля «Heat Transfer», що входить до складу програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен вміти:

- використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень та розв’язання виробничих задач.
- знаходити та аналізувати наукову та науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики та наноматеріалів із вітчизняних та зарубіжних джерел, в тому числі з використанням сучасних пошукових систем.
- обговорювати та знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних та виробничих проектів.
- встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.
- ефективно працювати як індивідуально, так і в складі команди, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.
- коректно формулювати професійні висновки, апробувати їх та доносити до аудиторії різного фахового рівня, використовуючи сучасні методики наукової та технічної комунікації українською та іноземними мовами..

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Тема 1. Огляд існуючого програмного забезпечення для моделювання теплових процесів в твердих тілах.

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 існуючого програмного забезпечення для моделювання теплових процесів в твердих тілах.	22	2		4		16						
Тема 2. Можливості програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.	22	2		4		16						
Тема 3. Основи роботи в модулі «Heat Transfer», що входить до складу програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.	22	2		4		16						
Тема 4. Функціональні можливості модуля «Heat Transfer» для моделювання нестаціонарних теплових процесів в твердих тілах.	22	2		4		16						
Тема 5. Моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі куба.	23	2		4		17						
Тема 6. Моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі пластини при наявності рухомого точкового джерела тепла.	23	2		4		17						
Тема 7. Моделювання теплового процесу в монокристалі ніобату літію при взаємодії з безперервним лазерним випромінюванням.	23	2		4		17						
Тема 8. Моделювання теплового процесу в перфорованій графітовій пластині.	23	2		4		17						
Усього годин	180	16		32		132						

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	*Огляд існуючого програмного забезпечення для моделювання теплових*	4

	процесів в твердих тілах.	
2	*Можливості програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.*	4
3	*Основи роботи в модулі «Heat Transfer», що входить до складу програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.*	4
4	*Функціональні можливості модуля «Heat Transfer» для моделювання нестаціонарних теплових процесів в твердих тілах.*	4
5	*Моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі куба.*	4
6	*Моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі пластини при наявності рухомого точкового джерела тепла.*	4
7	*Моделювання теплового процесу в монокристалі ніобату літію при взаємодії з безперервним лазерним випромінюванням.*	4
8	*Моделювання теплового процесу в перфорованій графітовій пластині.*	4
Усього годин		32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	*Провести огляд існуючого програмного забезпечення для моделювання теплових процесів в твердих тілах.*	16
2	*Ознайомитися з можливостями програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.*	16
3	*Оволодіти навичками роботи в модулі «Heat Transfer», що входить до складу програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.*	16
4	*Вивчити функціональні можливості модуля «Heat Transfer» для моделювання нестаціонарних теплових процесів в твердих тілах.*	16
5	*Провести моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі куба.*	17
6	*Провести моделювання теплового процесу в твердому тілі в формі пластини при наявності рухомого точкового джерела тепла.*	17
7	*Провести моделювання теплового процесу в монокристалі ніобату літію при взаємодії з безперервним лазерним випромінюванням.*	17
8	*Провести моделювання теплового процесу в перфорованій графітовій пластині.*	17
Усього годин		132

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено.

7. Методи навчання

Методи навчання, що застосовуються при викладанні навчальної дисципліни «Комп’ютерне моделювання процесів в енергетиці»:

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 контрольної роботи. За навчальним планом передбачено дві контрольні роботи. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент за написання однієї контрольної роботи, складає 10 балів. За семестр студент може набрати максимум 20 балів за написання двох контрольних робіт.

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) Форма підсумкового контролю знань – іспит.

9. Схема нарахування балів

Підсумковий семестровий контроль в формі іспиту.

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
Контрольна робота № 1	10
Контрольна робота № 2	10
Іспит	40
Сума	**100**

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види	Оцінка

навчальної діяльності протягом семестру	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