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

"01" 09 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ В ЗАДАЧАХ ЕНЕРГЕТИКИ

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

2025 / 2026 навчальний рік

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

«25» грудня 2024 року, протокол № 12-2/24

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Кокодій Микола Григорович, професор кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

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

"24" грудня 2024 року, протокол №

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)

_____ Денис ПРОТЕКТОР
(підпис)

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

"25" грудня 2024 року, протокол №12-2/24

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

_____ Денис ПРОТЕКТОР
(підпис)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Теплові процеси в задачах енергетики» складена відповідно доосвітньо-професійної програми підготовки бакалавр

спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма Прикладна фізика енергетичних систем

1. Опис навчальної дисципліни

Предметом навчальної дисципліни є вивчення теплових процесів в задачах фізики та енергетики.

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою курсу «Теплові процеси в задачах енергетики» є вивчення теплових процесів в фізиці і техніці, теоретичний та експериментальний аналіз цих процесів.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основним завданням курсу «Теплові процеси в задачах енергетики» є вивчення процесів теплопередачі у фізиці, техніці та енергетиці.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати:

методи дослідження процесів передачі тепла, створювати математичні моделі процесів в фізиці і енергетиці,

вміти: застосовувати отримані знання на практиці.

Для вивчення курсу необхідні знання з фізики, математичного аналізу, диференціальних рівнянь, математичної фізики.

Формами викладання навчального матеріалу з дисципліни «Теплові процеси в задачах енергетики» є лекції, практичні заняття та самостійна робота студентів.

Методика викладання ґрунтується на проведенні лекцій та лабораторних занять з загальним аудиторним обсягом 80 години, що разом з 70 годинами самостійної роботи складає 150 годин загального обсягу.

1.3. Кількість кредитів 5

1.4. Загальна кількість годин 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	
Семестр	
7-й	
Лекції	
32 год.	
Практичні, семінарські заняття	
-	
Лабораторні заняття	
48 год.	

Самостійна робота	
70 год.	
Індивідуальні завдання	
-	

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з освітньо-науковою програмою ««Прикладна фізика енергетичних систем».» спеціальності 105 — Прикладна фізика та наноматеріали студенти мають досягти таких результатів навчання (Р):

Р01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв’язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

Р02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови і аналізу математичних моделей фізичних процесів.

Р03. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв’язанні практичних проблем прикладної фізики.

Р04. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

Р05. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

Р06. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

Р07. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики

Р08. Вільно спілкуватися

Р09. Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію.

Р10. Планувати й організовувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди при розробці та реалізації наукових і прикладних проєктів.

Р11. Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні.

Р12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

Р13. Оцінювати фінансові, матеріальні та інші витрати, пов’язані з реалізацією проектів у сфері прикладної фізики, соціальні, екологічні та інші потенційні наслідки реалізації проектів.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Тепло. Поширення тепла

Тема 1.*Теплотехніка. Термометрія*. Основні положення термодинаміки. Температура. Ентропія.

Тема 2. *Теплові параметри речовини*. Коефіцієнт теплопровідності.. Теплоємність.

Тема 3. *Теплопередача*. Теплопровідність. Конвекція. Випромінювання.

Тема 4. *Коефіцієнт температуропровідності*. Броуновський рух. Формула Ейнштейна-Смолуховського. Швидкість поширення тепла в речовині.

Тема 5. *Теплові процеси в рівномірно нагрітому тілі*. Теплова постійна часу. Умови застосування такого наближення. Регулярний тепловий режим.

Розділ 2. Теоретичні та експериментальні дослідження процесів теплопередачі

Тема 6. *Теплові приймачі випромінювання*. Швидкодія, чутливість. Переваги і недоліки.

Тема 7. *Диференціальне рівняння теплопровідності*. Початкові і граничні умови. Декартові, циліндричні та сферичні координати.

Тема 8. *Постійний потік тепла в масивному тілі.* Умови застосування задачі.

Тема 9. *Напівнескінченне тіло*. Потік тепла вглиб грунту. Сезонні коливання температури.

Тема 10. *Теплові режими з загостренням* в напівнескінченному тілі і тонкому стрижні.

Тема 11. *Пластина*. Постійний потік тепла. Імпульс випромінювання. Інтеграл Дюамеля.

Тема 12. *Пластина – приймач* імпульсного випромінювання.

Тема 13. *Пряма задача*. Нагрівання стрижня і полоси. *Зворотня задача.* Вимірювання профіля пучка випромінювання.

Тема 14. *Температура*. Вимірювання температури. Термодатчики – термопари, напівпровідникові термоелементи, болометри, термістори. Ефект Зеєбека.

Тема 15. *Термоохолодження*. Ефект Пельтьє.

Тема 16. *Тепловізори*.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	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. Тепло. Поширення тепла												
Тема 1	9	2		3		4						
Тема 2	9	2		3		4						
Тема 3	9	2		3		4						
Тема 4	9	2		3		4						
Тема 5	9	2		3		4						
Разом за розділом 1	**45**	**10**		**15**		**20**						
Розділ 2. Математичне моделювання теплових процесів												
Тема 6	9	2		3		4						
Тема 7	10	2		3		5						
Тема 8	10	2		3		5						
Тема 9	8	2		3		3						
Тема 10	10	2		3		5						
Тема 11	10	2		3		5						
Тема 12	9	2		3		4						
Тема 13	10	2		3		5						
Тема 14	9	2		3		4						
Тема 15	10	2		3		5						
Тема 16	10	2		3		5						
Разом за розділом 2	**105**	**22**		**33**		**50**						
Усього годин	**150**	**32**		**48**		**70**						

4. Теми лабораторних занять

№з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделювання процесів теплопередачі	3
2	Визначення теплопровідності і теплоємності	3
3	Моделювання процесів при випромінюванні тепла	3
4	Моделювання броунівського руху частинок	3
5	Рівняння теплового балансу. Моделі процесів	3
6	Вимірювання імпульсів випромінювання піроелектричним приймачем	3
7	Моделі теплових процесів на границях тіла	3
8	Теплові процеси в напівнескінченному тілі	3
9	Поширення тепла в грунті	3
10	Моделі теплових процесів з загостренням	3
11	Моделювання в імпульсному приймачі випромінювання	3
12	Вимірювання імпульсу випромінювання	3
13	Дослідження теплового приймача для вимірювання профілю пучка випромінювання	3

14	Вимірювання теплових параметрів речовини	3
15	Датчики температури	3
16	Вивчення тепловізора	3
	Усього	**48**

5. Завдання для самостійної робота

Назва теми	Кількість годин
Тема 1.*Тепло*. Форми поширення тепла. Теплопровідність. Конвекція. Випромінювання.	4
Тема 2. *Параметри.* Коефіцієнт теплопровідності. Закон Фурє. Теплоємність. Закон Дебая. Закон Дюлонга і Пті.	4
Тема 3. *Теплове випромінювання*. Закон Стефана-Больцмана. Закони Віна. Теплообмін при невисоких температурах.	4
Тема 4. *Коефіцієнт температуропровідності*. Броуновський рух. Формула Ейнштейна-Смолуховського. Моделювання процесу.	4
Тема 5. *Рівняння теплового балансу.* Нагрівання і охолодження тіла. Теплова постійна часу.	4
Тема 6. *Процеси в теплових приймачах випромінювання*. Чутливість, інерційність. Піроелектричний приймач.	4
Тема 7. *Диференціальне рівняння теплопровідності*. Тепловий потік. Початкові і граничні умови.	5
Тема 8. *Напівнескінченне тіло*. Постійний потік тепла.	5
Тема 9. *Напівнескінченне тіло*. Змінний потік тепла.	3
Тема 10. *Напівнескінченне тіло*. Теплові режими з загостренням.	5
Тема 11. *Пластина*. Постійний потік тепла. Імпульс випромінювання.	5
Тема 12. *Зворотні задачі теплопровідності*. Пластина – приймач імпульсного випромінювання.	5
Тема 13. *Зворотні задачі теплопровідності*. Нагрівання стрижня і полоси. Вимірювання профіля пучка випромінювання.	5
Тема 14. *Зворот ні задачі теплопровідності*. Нагрівання стрижня і полоси. Вимірювання теплопровідності і температуропровідності.	4
Тема 15. *Температура*. Вимірювання температури. Термодатчики – термопари, напівпровідникові термоелементи, болометри, термістори. Ефект Зеєбека. Ефект Пельтьє.	4
Тема 16. Тепловізори.	5
Усього	**70**

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено

7. Методи навчання

Лекції викладаються методом проблемного викладення. Використовуючи різні джерела інформації і засоби донесення інформації до слухачів, лектор ставить проблему, формулює завдання, а потім, показує спосіб розв'язання поставленої завдачі. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку. Лабораторні заняття ведуться дослідницькими методами.

8. Методи контролю

Навчальна програма дисципліни «Моделювання теплових процесів» відповідає нормативним документам, які рекомендовані Міністерством освіти і науки України як навчальна програма для студентів фізичного профілю вищих навчальних закладів. Навчальна дисципліна «Моделювання теплових процесів» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо–

кваліфікаційного рівня «бакалавр».

Зміст програми, об’єм учбових питань дисципліни «Моделювання теплових процесів» визначаються потребою загальнонаукової, загально-інженерної та технічної підготовки.

Вивчення дисципліни «Моделювання теплових процесів» передбачає наявність лекцій і виконання лабораторних робіт. Підсумковий контроль знань здійснюється на заліку.

На лекціях викладається теоретичний матеріал, який ілюструється прикладами і задачами за профілем підготовки фахівців з прикладної фізики та наноматеріалів. Викладання лекційного матеріалу має закінчений характер, здійснюється у доступній і наочній формі, містить проблемні ситуації.

Основною метою лабораторних занять є розвиток навичок практичного застосування і закріплення теоретичного матеріалу. При вирішенні задач рекомендується користуватися стандартними прийомами і методиками. На кожному занятті частину учбового часу доцільно використовувати для самостійного розв’язку задач, контролюючи при цьому правильність обраного методу і ходу рішення.

Важливим фактором засвоєння курсу «Моделювання теплових процесів» і оволодіння необхідними методами є самостійна робота студентів. Для самостійної обробки розділів і тем дисципліни пропонуються лабораторні роботи, при перевірці виконання яких здійснюється контроль за рівнем засвоєння матеріалу.

На всіх заняттях підкреслюється роль і значення предмету на конкретних прикладах і задачах прикладного характеру, висвітлюється її зв’язок з іншими дисциплінами і майбутньою професією.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота																КР 1	Сума
Розділ 1						Розділ 2											
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	Т11	Т12	Т13	Т14	Т15	Т16	10	100
6	6	5	6	5	5	6	6	5	6	5	5	6	6	6	6		

Т1, Т2 ... – теми розділів.

10. Критерії оцінювання навчальних досягнень

Мінімальний підсумковий бал складає 50 балів, максимальний – 100 балів

Загальна максимальна бальна оцінка за екзамен складає 40 балів. Мінімальний підсумковий бал складає 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:

— **“відмінно"** (90 та вище балів) заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмного 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"** (80-89 балів) заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисципліни і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності;

— **"добре"** (70-79 балів) заслуговує студент, який виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив несистематичний характер знань з дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення, а під час відповіді допускає деякі неточності;

— **"задовільно"** (60-69 балів) заслуговує студент, який 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, які допустили помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які

володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

— **"задовільно"** (50-59 балів) заслуговує студент, який виявив часткове знання основного програмного 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 "**задовільно**" виставляється студентам, які 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 програмного 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:

- поточне виконання лабораторних робіт – 48;
- поточний лекційний контроль – 16;
- самостійна робота – 24;
- КР – 10.
-

11. Шкала оцінювання

ума балів за всі види навчальноїдіяльності протягом семестру	Оцінка	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

12. Рекомендоване методичне забезпечення

Основна література

1. Математичне моделювання у фізиці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / А.В.Дегтярьов, М.Г. Кокодій, В.О. Маслов, В.А. Свіч. – Х.: ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2011. – 388 с.
2. А.М. Кундрат, М.М. Кундрат. Науково-технічні обчислення засобами MATHCAD та MS EXEL. Рівне, 2014. – 252 с.

Допоміжна література

3. Ф., Чередніков О. М.,. Трейтяк В. В. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ. Навчальний посібник. Київ, 408 с.

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

https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2001/p2455