

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково- педагогічної
роботи

“ _____ ” _____ 2022 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Функціональні матеріали нетрадиційної енергетики

рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) _____
галузь знань	<u>10. Природничі науки</u> _____
спеціальність	_____
(напрямок підготовки)	<u>105. Прикладна фізика та наноматеріали</u> _____
освітня програма	<u>Прикладна фізика енергетичних систем</u> _____
спеціалізація	_____
вид дисципліни	На вибір _____
Інститут	<u>ІНІ комп.фізики та енергетики</u> _____

2022 / 2023 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

“ ____ ” _____ 2022 року, протокол № ____.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Іван МАРЧЕНКО, д.ф.-м.н., професор кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

Програму схвалено на засіданні кафедри

фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

Протокол від “ ____ ” _____ 2022 року № ____.

Завідувач кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

(підпис) Олександр КУЛИК

Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Прикладна фізика енергетичних систем».

Гарант освітньої програми «Прикладна фізика енергетичних систем»

(підпис) Руслан СУХОВ

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

Протокол від “ ____ ” _____ 2022 року № ____.

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

(підпис) Ольга ЛІСІНА

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Функціональні матеріали нетрадиційної енергетики» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

Перший рівень, бакалавр

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напряму) 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»
спеціалізації

Фізика нетрадиційних енерготехнологій та фізичні аспекти екології

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є підготовка фахівців із напрямку 105 – "Прикладна фізика" по вивченню фізичних основ матеріалознавства функціональних матеріалів нетрадиційної енергетики. Кінцева метою є формування у студента загальної компетентності фізика-науковця, спеціаліста в галузі "прикладна фізика"

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є забезпечити формування у студентів знань про властивості функціональних матеріалів нетрадиційної енергетики; вивчення теплових, оптичних, електричних та магнітних властивостей матеріалів; вивчення особливостей застосування наноматеріалів в енергетиці; забезпечити отримання навиків застосування науково-технічних знань на практиці при конструюванні енергетичних установок; підготувати фахівців з сучасної фізики, спроможних розв'язувати різноманітні задачі, пов'язані з застосуванням різноманітних функціональних матеріалів в нетрадиційній енергетиці.

1.3. Кількість кредитів – 4

1.4. Загальна кількість годин 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
6-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Самостійна робота	
56 год.	год.

1.6. Заплановані результати навчання

Основними завданнями вивчення дисципліни є забезпечити формування у студентів знань теплових, оптичних, електричних та магнітних властивостей матеріалів нетрадиційної енергетики; забезпечити отримання навиків застосування науково-технічних знань на практиці при конструюванні енергетичних установок; підготувати фахівців з сучасної фізики, спроможних розв'язувати різноманітні задачі, пов'язані з матеріалознавством.

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

Знати: сучасний стан фізики твердого тіла та матеріалознавства; електрофізичні, магнітні, оптичні та теплофізичні властивості матеріалів нетрадиційної енергетики, залежність фізичних властивостей матеріалів від їх структури.

Вміти: застосовувати отримані знання на практиці, орієнтуватися в порівняльному аналізі застосування матеріалів у різних умовах експлуатації.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1 Вступ: Загальні властивості матеріалів, що використовуються в енергетиці.

Тема 1. Функціональні та конструкційні матеріали нетрадиційної енергетики.

Зміст

Загальні відомості про властивості матеріалів. Приклади використання матеріалів у вузлах енергетичних установках. Аналіз вимог до матеріалів які використовуються у різних умовах.

Розділ 2. Теплові властивості матеріалів енергетики.

Тема 1. Теплоємність матеріалів.

Зміст

Теплоємність матеріалів при постійному об'ємі та тиску. Теплоємність матеріалів при високих температурах. Закон Дюлонга-Пті. Моделі Ейнштейна та Дебая. Фонона теплоємність та електронна теплоємність.

Тема 2. Теплове розширення матеріалів.

Зміст

Теплове розширення. Власні коливання. Фонони. Анггармонічні ефекти.

Тема 3. Теплопровідні властивості матеріалів.

Зміст

Теплопровідність у кристалах. Розсіяння фононів на дефектах кристалічної ґратки. Електронна та фононна теплопровідності.

Розділ 3. Електричні властивості матеріалів енергетики.

Тема 1. Зонна теорія твердих тіл.

Зміст

Дозволені та заборонені зони. Перехід від окремих атомів до випадку свободних електронів.

Тема 2. Електричні властивості металів.

Зміст

Електронний газ у металах. Статистика Фермі-Дірака. Теплоємність електронного газу. Зонна структура металів.

Тема 3. Електричні властивості напівпровідників.

Зміст

Зонна структура напівпровідників. Використання напівпровідників у нетрадиційній енергетиці.

Тема 4. Власні та домішкові напівпровідники.

Зміст

Зонна структура домішкових напівпровідників. Використання домішкових напівпровідників в енергетиці.

Тема 5. Електричні властивості ізоляторів.

Зміст

Зонна структура ізоляторів. Використання ізоляторів в енергетиці.

Розділ 4. Магнітні та надпровідні матеріали енергетики.

Тема 1. Діамагнітні та парамагнітні матеріали.

Зміст

Моменти магнітних диполів, діамагнетизм. Прояви постійних магнітних моментів, парамагнетизму.

Тема 2. Феро- та антиферомагнітні матеріали.

Зміст

Феро- та антиферомагнетизм. Температури Кюри. Ключові магнітні характеристики.

Тема 3. Надпровідні властивості матеріалів.

Зміст

Надпровідність, ефект Мейснера, теорія БКШ,

Тема 4. Надпровідники першого та другого роду.

Проникнення магнітного поля у надпровідники. Приклади надпровідників першого та другого роду.

Тема 5. Надпровідники в енергетиці.

Зміст

Використання надпровідників в енергетичних установках та установках контролю довкілля.

Розділ 5. Наноматеріали у відновлювальній енергетиці.

Тема 1. Наноматеріали.

Зміст

Зміна фізичних властивостей матеріалів на нанорівні. Наноструктурні матеріали, вуглецеві наноматеріали.

Тема 2. Використання наноматеріалів в енергетиці.

Зміст

Приклади використання наноматеріалів в енергетичних установках та приладах контролю довкілля.

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.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Вступ: Загальні властивості матеріалів, що використовуються в енергетиці.												
Тема 1. Функціональні та конструкційні матеріали нетрадиційної енергетики.	5	2	2			1						
Разом за розділом 1	5	2	2			1						
Розділ 2. Теплові властивості матеріалів енергетики.												
Тема 2. Теплоємність матеріалів.	8	2	2			4						
Тема 3. Теплове розширення матеріалів.	8	2	2			4						
Тема 4. Теплопровідні властивості матеріалів.	8	2	2			4						
Разом за розділом 2	24	6	6			12						
Розділ 3. Електричні властивості матеріалів енергетики.												
Тема 5. Зонна теорія твердих тіл.	8	2	2			4						
Тема 6. Електричні властивості металів.	8	2	2			4						
Тема 7. Електричні	8	2	2			4						

<i>Усього годин</i>												
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Функціональні та конструкційні матеріали нетрадиційної енергетики.	2
2	Теплоємність матеріалів.	2
3	Теплове розширення матеріалів.	2
4	Теплопровідні властивості матеріалів.	2
5	Зонна теорія твердих тіл.	2
6	Електричні властивості металів.	2
7	Електричні властивості напівпровідників.	2
8	Власні та домішкові напівпровідники.	2
9	Електричні властивості ізоляторів.	2
10	Діамагнітні та парамагнітні матеріали.	2
11	Феро- та антиферомагнітні матеріали.	2
12	Надпровідні властивості матеріалів.	2
13	Надпровідники першого та другого роду.	2
14	Надпровідники в енергетиці.	2
15	Наноматеріали.	2
16	Використання наноматеріалів в енергетиці.	2
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Функціональні та конструкційні матеріали нетрадиційної енергетики.	1
2	Теплоємність матеріалів.	4
3	Теплове розширення матеріалів.	4
4	Теплопровідні властивості матеріалів.	4
5	Зонна теорія твердих тіл.	4
6	Електричні властивості металів.	4
7	Електричні властивості напівпровідників.	4
8	Власні та домішкові напівпровідники.	4
9	Електричні властивості ізоляторів.	4
10	Діамагнітні та парамагнітні матеріали.	4
11	Феро- та антиферомагнітні матеріали.	4
12	Надпровідні властивості матеріалів.	4
13	Надпровідники першого та другого роду.	4
14	Надпровідники в енергетиці.	2
15	Наноматеріали.	3
16	Використання наноматеріалів в енергетиці.	2
	Разом	56

6. Індивідуальні завдання

Не передбачені.

7. Методи навчання

Лекційні заняття проводяться методом лекції та розповіді-дискусії і передбачають можливість використання електронних засобів навчання. Практичні заняття проводяться методами репродуктивним і проблемного викладу шляхом обговорення теоретичних положень дисципліни і розв'язання задач. Основною метою практичних занять є розвиток навичок практичного застосування і закріплення теоретичного матеріалу.

8. Методи контролю

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

1. Експрес-контроль (загальний ваговий бал - 20) проводиться з метою перевірки якості роботи студента на практичних заняттях в аудиторії. Тривалість експрес-контролю 5-10 хвилин. Кожен експрес-контроль включає 2 простих завдання, за кожну правильну відповідь студент отримує 1 бал. Відсутність студента на занятті або невиконання експрес-контролю приносить студенту 0 балів.

2. Проводяться контрольна робота (загальний ваговий бал - 20) тривалістю 2 академічні години кожна. Контрольна робота складається з 5 задач, які оцінюються по 4 бали. Максимальна кількість балів за КР $5 \cdot 4 = 20$ балів.

Критерії оцінювання:

- a) Повністю правильно виконане завдання оцінюється в 4 бали;
- b) Завдання виконане з несуттєвими помилками оцінюється в 3 бали (незначні помилки в арифметичних розрахунках);
- c) Часткове виконане завдання оцінюється в 2 бали (правильно обрана логіка рішення але грубі помилки в розрахунках);
- d) Часткове виконане завдання оцінюється в 1 бал (правильно обрана логіка рішення, зовсім відсутні розрахунки);
- e) Неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів.

Якщо студент отримав оцінку менше 10 балів за МКР, то він зобов'язаний переписати цю роботу, але не більше двох разів.

3. Екзамен (ваговий бал - 40). Необхідною умовою допуску студента до екзамену з дисципліни є позитивний рейтинг з усіх форм семестрової атестації (позитивний рейтинг з МКР та експрес-контролю), але не менше 30 балів.

Екзаменаційний білет містить два теоретичних питання і одну задачу.

Критерії оцінювання:

- Теоретичні питання оцінюються в 10 балів кожен, при неповній або частково помилковій відповіді – 5 балів, при відсутності відповіді – 0 балів.
- Повністю розв'язана задача оцінюється в 20 балів;
- Задача розв'язана з несуттєвими помилками оцінюється в 15 бали (незначні помилки в арифметичних розрахунках);
- Частково розв'язана задача оцінюється в 10 балів (правильно обрана логіка рішення та формули але грубі помилки в розрахунках);
- Частково розв'язана задача оцінюється в 5 балів (правильно обрана логіка рішення, зовсім відсутні розрахунки);
- Нерозв'язана задача оцінюється в 0 балів.

Форма підсумкового контролю знань – ЕКЗАМЕН.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання							Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3	Розділ 4	Розділ 5	Контрольна робота	Разом	40	100
T1	T1-T3	T1-T5	T1-T5	T1-T2				
1	5	15	15	4	20	60		

T1, T2 ... T16 – теми розділів.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Знання студентів як з теоретичної, так і з практичної підготовки оцінюються за такими критеріями:

90-100 балів – студент міцно засвоїв теоретичний матеріал, глибоко і всебічно знає зміст навчальної дисципліни, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок;

70-89 балів – студент добре засвоїв теоретичний матеріал, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;

50-69 балів – студент в основному опанував теоретичними знаннями навчальної дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, додаткові питання викликають невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях;

1-49 балів – студент майже не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, практичні навички майже не сформовані.

Шкала оцінювання

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

9. Рекомендована література

1. Конспекти лекцій (електронні версії).
2. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів.

Основна література

1. Ю. М. Поплавко Фізика твердого тіла, Том 1. Структура, квазічастинки, метали, магнетики, Київ Політехніка, 2017, 415 с.
2. Подопрігора Н.В., Садовий М.І., Трифонова О.М. Фізика твердого тіла, Кіровоград, «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2014, 416 с.
3. І.Ю.Проценко, Н.І.Шумакова, Ю.М.Овчаренко Фізика твердого тіла, Суми СумДУ, 2002, 65 с.
4. В.В. Бібик, Т.М. Гричановська, Л.В.Однорець, Н.І.Шумакова Фізика твердого тіла, Суми СумДУ, 2010, 200 с.

Допоміжна література

1. Для детального вивчення окремих розділів курсу лекцій викладачем рекомендуються статті з журналів: доповіді НАН України, Металофізика та новітні технології, Український фізичний журнал; Проблеми атомної науки і техніки.

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

1. Веб-ресурси кафедри, мережа інтернет.
2. Бібліотека ХНУ імені В.Н.Каразіна.