

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізики низьких температур

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи


“ ” 2021 р.



Робоча програма навчальної дисципліни

Кріогенне матеріалознавство

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 10 природничі науки

(шифр, назва галузі)

спеціальність 104 « Фізика та астрономія »

(шифр, назва спеціальності)

освітньо-наукова програма «Фізика»

спеціалізація _____

(шифр, назва)

вид дисципліни нормативна (обов'язкова)

факультет фізичний

2021 / 2022 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету

«31» серпня 2021 року, протокол № 7.


РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Вовк Руслан Володимирович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики низьких температур.

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики низьких температур

Протокол від «29» червня 2021 року № 17.

Завідувач кафедри фізики низьких температур

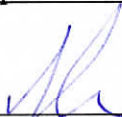


(підпис) Валерій ШКЛОВСЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету


Протокол від «31» серпня 2021 року № 1

Голова методичної комісії фізичного факультету



(підпис) Микола МАКАРОВСЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

Гарант ОНП



(підпис) Юрій БОЙКО
(ім'я та прізвище)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “ Кріогенне матеріалознавство ” укладена відповідно до освітньо-наукової програми (фізика) підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти
(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)
спеціальності 104 « Фізика та астрономія».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни: ознайомлення студентів кафедри фізики низьких температур з конструкційними і функціональними матеріалами, які використовуються у сучасній промисловості для виготовлення пристроїв, які працездатні в області низьких температур, а також у космічній галузі, де низькі температури є невід’ємною рисою надійного функціонування обладнання.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни є послідовне викладання фізичних властивостей, методів отримання і використання матеріалів, які можуть знайти застосування при розробці і проектуванні приладів і устаткування придатного для роботи в області температур рідкого азоту і гелію.

1.3. Кількість кредитів 6

1.4. Загальна кількість годин 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
3-й	-й
Лекції	
36 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
72 год.	год.
Самостійна робота	
72год.	год.
Індивідуальні завдання	
Курсова робота – 30 год., 2 контрольні роботи – разом 20 год.	

1.6. Заплановані результати навчання: навички користування відомостями про основні матеріали, які застосовуються у кріогенній техніці і приладобудуванні під час роботи в лабораторіях, де використовують низькі температури.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Фізичні основи матеріалознавства

Тема 1. Механічні, фізичні й структурні характеристики конструкційних матеріалів

Зміст. Огляд основних характеристик конструкційних матеріалів, зв'язок цих характеристик з технологічними проблемами виготовлення окремих частин низькотемпературного устаткування. Твердість. В'язкість. Повзучість. Теплове розширення. Теплоємність. Теплопровідність. Електричні і магнітні властивості. Структура.

Тема 2. Сплави.

Зміст. Загальна характеристика і класифікація сплавів. . Конструкційні сплави. Тверді розчини. Проміжні фази. Фази Лавеса. Фази Юм-Розері. Надпровідні фази.

Тема 3. Фазові діаграми.

Зміст. Правило фаз Гіббса. Термодинамічна схема побудови діаграм. Діаграми стану. Правило важеля. Особливий вид діаграм стану. Упорядкування в сплавах. Евтектика. Фазові діаграми з обмеженою розчинністю у твердому стані. Діаграми стану з проміжними фазами.

Тема 4. Кристалізація та деякі структурні перетворення у твердій фазі.

Зміст. Термодинаміка кристалізації. Флуктуаційне утворення зародків кристалізації. Гетерогенне утворення зародків. Ріст кристалів. Особливості форми росту кристалів. Віскери. Дендріти. Зонна плавка. Метод Бріджмена. Метод Вернейля. Вирощування монокристалів з розплаву. Повернення і рекристалізація. Повернення електроопору. Поліморфізм. Монокристали ВТНП.

Розділ 2. Будова і властивості окремих груп конструкційних матеріалів.

Тема 1. Сталі.

Зміст. Фізичні параметри чистого заліза. Класифікація сталей. Фази в системі залізо-вуглець . Аустенит. Мартенситне перетворення в сталях. Перлітна мікроструктура. Леговані сталі. Шкідливі домішки. Номенклатура і маркування конструкційних сталей.

Тема 2. Мідні сплави.

Зміст. Мідь і її сплави. Мідно-никелеві сплави. Манганін. Константан. Мельхіор. Нейзільбер. Електротехнічне застосування. Латуні. Бронзи. Олов'яні бронзи.

Тема 3. Сплави на основі алюмінію і титану.

Зміст. Властивості і використання чистого алюмінію. Сплави, що змінюються і не змінюються термообробкою. Ливарні і спечені сплави. Сілуміни. Фізико-хімічні властивості чистого титану. Промислові сплави. Застосування сплавів титану.

Тема 4. Металічні стекла (аморфні сплави).

Зміст. Сплави перехідний метал-металоїд. Сплави з рідкоземельними металами. Термодинамічні умови одержання аморфного сплаву. Промислові пристрої для одержання аморфних сплавів. Фізичні і механічні властивості металічних стекел.

Тема 5. Ефект пам'яті форми.

Зміст. Мартенсітне перетворення. Феноменологія ефекту пам'яті форми. Історичні етапи одержання і вивчення матеріалів з пам'яті форми. Практичне використання ефекту пам'яті форми.

Тема 6. Рідкі кристали.

Зміст. Типи рідких кристалів. Нематичні кристали. Холестеричні кристали. Використання рідких кристалів. Пристрої відображення інформації. Біологічні аспекти використання рідких кристалів.

Тема 7. Неорганічні конструктивні матеріали (неметали).

Зміст. Скло. Кварцове скло. Пірекс. Ситали. Кераміки. Кераміко-металічні матеріали (кермети). Короткий огляд методів отримання керметів.

Тема 8. Пластмаси і композиційні матеріали.

Зміст. Термопласти. Кристалізація полімерів. Переваги і недоліки термопластів. Еластомери. Поролдон. Термоактиви. Пінопласти. Концентрація напружень і руйнування. Застосування композиційних матеріалів. Комбінована термоізоляція.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					ус ьо го	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. Фізичні основи матеріалознавства												
Тема 1.	10	3				7						
Тема 2.	19	3		9		7						
Тема 3.	10	3				7						
Тема 4.	19	3		9		7						
Разом за розділом 1	58	12		18		28						
Розділ 2. Будова і властивості окремих груп конструкційних матеріалів												
Тема 1.	10	3				7						
Тема 2.	19	3		9		7						
Тема 3.	19	3		9		7						
Тема 4.	10	3				7						
Тема 5.	19	3		9		7						
Тема 6.	15	3		9		3						
Тема 7.	15	3		9		3						
Тема 8.	15	3		9		3						
Разом за розділом 2	122	24		54		44						
Усього годин	180	36		72		72 (разом з індивід. завдан.)						

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Металофізична лабораторія і її обладнання	9
2	Вирощування кристалів на практикумі	9
3	Ефект пам'яті форми. Дилатометричні вимірювання.	9
4	Ефект Шубнікова – де Гааза	9
5	Вплив заміщення атомів Y атомами Pr на провідність уздовж вісі c в сполуці $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$	9
6	Теплопровідність свинцю у нормальному та надпровідному станах	9
7	Магнітні властивості надпровідників першого і другого роду	9
8	Вплив магнітного поля на надпровідний перехід в сполуці $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$	9
	Разом	72

5. Завдання для самостійної робота

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Порівняти переваги і недоліки різних методів вирощування монокристалів ВТНП	2
2	Проаналізувати застосування сплавів для виготовлення термопар для НТ	2
3	Довести переваги використання ефекту пам'яті форми в космічному радіозв'язку і на космічних апаратах	2
4	Зробити огляд використання неорганічних матеріалів в космічних телескопах	2
5	Підготуватися до контрольної роботи	10
6	Навести приклади застосування композиційних матеріалів при виготовленні посудин Дюара.	2
7	Зробити порівняльний аналіз використання легованих сталей у кріогенному машинобудуванні	2
8	Навести огляд пристроїв на основі рідких кристалів	2
9	Сформулювати переваги і недоліки різних методів вирощування монокристалів металів	2
10	Зробити порівняльний аналіз методів механічних випробувань	2
11	Навести приклади застосування мідно-нікелевих сплавів у електротехніці	2
12	Проаналізувати переваги аморфних сплавів у приладобудуванні	2
13	Підготуватися до контрольної роботи	10
14	Виконати курсову роботу	30
	Разом	72

6. Індивідуальні завдання

Курсова робота, 2 контрольні роботи

7. Методи контролю: Поточний контроль – опитування під час семінарських занять, контрольні роботи, захист курсових робіт; підсумковий контроль – екзамен.

**7. Схема нарахування балів
для підсумкового семестрового контролю при
проведенні семестрового екзамену**

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольні роботи, передбачені навчальним планом	Курсова робота	Разом		
T1-T4	T1-T8	2 x 5 балів				
5	5	10	20	40	60	100

T1, T2 ... – теми розділів.

Критерій оцінювання

90-100: вчасно і згідно з вимогами виконані індивідуальні завдання; захист курсової роботи оцінено 16-20 бал.; контрольна робота оцінена 5 бал.; під час опитувань продемонстровано ґрунтовні знання з предмету і вміння самостійно мислити та опрацьовувати інформацію; ґрунтовні відповіді на усі питання екзаменаційного білету.
70-89: вчасно і згідно з вимогами виконані індивідуальні завдання, захист курсової роботи оцінено в межах 12-15 балів; контрольна робота оцінена 4 бал.; під час опитувань продемонстровано ґрунтовні знання в предмету і вміння опрацьовувати інформацію; під час опитування і екзамену відповіді, що містять незначні помилки.
50-69: захист курсової роботи оцінено в межах 8 – 11 балів; контрольна робота виконана зі значними помилками (оцінена 3 бал.), які демонструють задовільний рівень володіння матеріалом курсу; обмежені відповіді на екзамені, які містять суттєві помилки у висвітленні частини або всіх питань.
1-49: низький рівень підготовки і виконання індивідуальних завдань (курслова робота оцінена 1-7 бал.); контрольна робота не містить правильних та ґрунтовних розв'язків і оцінена 1-2 бал.; відсутність зрозумілої відповіді на усі питання екзаменаційного білету.

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

8. Рекомендована література

Основна література

1. Материаловедение / под. ред. Б.Н.Арзамасова. М.: Машиностроение, 1986.
2. Физическое металловедение (в трех томах) / под. ред Р.У.Кана и П.Хаазена.- М.: Металлургия, 1987.
3. Зиман З.З., Сіренко А.Ф. Основи фізичного матеріалознавства. – Харків: ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2005.
4. Мозберг Р.К. Материаловедение. – М.: Высшая школа, 1991.

Допоміжна література

1. Малков М.П., Данилов И.Б., Зельдович А.Г. Фрадков А.Б. Справочник по физико-техническим основам криогеники. – Энергоатомиздат, 1985.
2. Таблицы физических величин. Справочник. / под ред. акад. И.К.Кикоина. – М.: Атомиздат, 1985.

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

1. http://www.vargin.mephi.ru/book_ph_tvteho.html
2. http://www.vargin.mephi.ru/book_phys.html
3. http://vargin.mephi.ru/book/ph_razn.html