

Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Фізико-технічний факультет
Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор _____

“ _____ ” _____ 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Прикладне матеріалознавство

Освітня програма	Прикладна фізика та наноматеріали
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Галузь знань	10 Природничі науки

Івано-Франківськ
2022

Робоча програма спецкурсу «Прикладне матеріалознавство»
для підготовки здобувачів третього рівня вищої освіти – доктора філософії
спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали. „___” _____, 2022 р.
– __ с.

Розробники: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)
Яремій Іван Петрович, професор кафедри матеріалознавства і новітніх
технологій, доктор фізико-математичних наук, професор.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри матеріалознавства і новітніх
технологій

Протокол № 1 від “29” серпня 2022 р.

Завідувач кафедри матеріалознавства і новітніх технологій

“29” серпня 2022 р. _____ Богдан ОСТАФІЙЧУК

Схвалено методичною комісією фізико-технічного факультету.

Протокол від “30” серпня 2022 р. № 1

“30” серпня 2022 р.

Голова _____
(підпис)

Михайло ЯЦУРА
(прізвище та ініціали)

© Прикарпатський національний
університет імені Василя Стефаника,
2022 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 10 Природничі науки	За вибором	
Модулів – 1	Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2021-й	-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин –90		3-й	-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4	третій освітньо-науковий рівень – доктор філософії	Лекції	
		20 год.	год.
		Практичні, семінарські	
		10 год.	год.
		Лабораторні	
		__ год.	__ год.
		Самостійна робота	
60 год.	год.		
Індивідуальні завдання:			
__ год.			
Вид контролю:			
__залік__			

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: $30/60=0,5$

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування знань про будову та властивості матеріалів, а також методи та підходи до розробки нових матеріалів. Розглянути підходи до систематизації та класифікації сплавів. Вияснити зв'язок між діаграмами стану сплавів та властивостями сплавів. Показати зв'язок між структурою та властивостями на прикладі конкретних металічних сплавів, а також можливості їх модифікації для надання наперед заданих властивостей.

Завдання: в результаті вивчення дисципліни студент має набути знання про загальні характеристики матеріалів, основні поняття, закони; зв'язок між структурою металів і сплавів та їх властивостями.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

володіти теоретичним матеріалом в обсязі, який передбачений навчальною програмою даного курсу;

знати: класифікацію, загальні характеристики властивостей та будову металічних сплавів, основні поняття та закони, підходи до розробки нових матеріалів. Методи дослідження металів і сплавів на їх основні, та зв'язок між виглядом діаграм стану і властивостями. Структуру та властивості конкретних металевих сплавів.

вміти: правильно використовувати набуті знання і навички на практиці, пояснити зв'язок між особливостями структури речовин з особливостями їх фізичних властивостей, визначати фазовий склад та концентрацію компонент в сплавах використовуючи фазові діаграми рівноваги. Керувати властивостями конкретних металевих сплавів.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Механічні властивості і структура матеріалів, та методи їх дослідження

Механічні властивості матеріалів та їхні характеристики

Основні механічні властивості матеріалів та їхні характеристики. Навантаження, деформація, напруження. Жорсткість, міцність, пружність матеріалів. Пластичність та в'язкість. Основні відмінності між пластичними й крихкими матеріалами. Поняття про умови міцності. Втомна міцність. Дисипація енергії. Твердість і методи її визначення. Напружений стан та види руйнування.

Методи фізичного матеріалознавства

Мікроструктурний аналіз; рентгеноструктурний аналіз; спектральний аналіз; методи механічних випробувань.

Атомно-кристалічна будова металів

Основні уявлення. Природа сил міжатомного зв'язку. Іонний зв'язок. Ковалентний зв'язок. Ван-дер-Ваальсів зв'язок. Металічний зв'язок.

Характеристики кубічної та гексагональної систем.

Анізотропія кристалів. Поліморфізм металів. Дефекти кристалічної будови. Точкові дефекти. Дислокації. Поверхневі дефекти. Об'ємні дефекти.

Кристалізація металів

Характеристика рідкого металу. Термодинаміка та кінетика кристалізації. Термодинамічні умови кристалізації. Кінетичні умови кристалізації. Гетерогенне (недовільне) зародкоутворення. Ріст кристалів. Форма і розміри кристалів. Будова металевих зливка. Ліквіація. Усадка при кристалізації. Газу та газові бульбашки. Неметалеві включення. Вторинні переплавні процеси та неоднорідність литого металу.

Вплив різних факторів на механічні властивості металів

Хімічний склад. Макроструктура. Мікроструктура. Механізм пластичної деформації. Основні механізми зміцнення металевих сплавів. Вплив механізмів зміцнення на поріг холодноламкості. Вплив напруженого стану та масштабного фактора на механічні властивості матеріалів.

Зносостійкість. Руйнування. Тріщиностійкість

Зносостійкість. Класифікація видів зношування. Процеси, що відбуваються при зношуванні пар тертя. Конструкційна міцність. Зв'язок між властивостями.

Види руйнування і характер зламів. Фактори, що спричиняють окрихченню металевих конструкцій. Тріщиностійкість. Вплив механізмів зміцнення на тріщиностійкість. Критерії надійності та довговічності.

Пластична деформація та рекристалізація

Пружна та пластична деформація. Дотичні напруження у кристалі. Системи ковзання у кристалах. Дислокаційний механізм ковзання. Джерела Франка-Ріда. Наклеп металів. Двійникування. Пластична деформація полікристалічних тіл. Зміни структури та властивостей металу при пластичній деформації. Вплив нагрівання на структуру та властивості деформованого металу. Повернення та рекристалізація. Повернення у деформованому металі. Відпуск. Полігонізація. Рекристалізація. Первинна рекристалізація. Збиральна рекристалізація. Вторинна рекристалізація. Холодна, тепла та гаряча обробка тиском.

Змістовий модуль 2. Теорія сплавів

Будова сплавів

Загальні положення. Механічні суміші. Хімічні сполуки. Тверді розчини. Тверді розчини заміщення. Тверді розчини проникнення. Тверді розчини вилучення. Упорядковані тверді розчини. Проміжні фази.

Теорія фазових рівноваг

Характеристика агрегатних станів. Термінологія і визначенням основних величин. Принципи та закони термодинаміки. Ентропія. Характеристичні функції. Хімічний потенціал. Рівновага термодинамічної системи. Умова рівноваги Гіббса. Правило фаз Гіббса. Фазові реакції.

Фазова рівновага в однокомпонентній системі. Фазові діаграми однокомпонентних систем. Варіантність системи. Термодинамічна рівновага в однокомпонентній системі. Фазові діаграми рівноваги. Фазові переходи. Поліморфізм в однокомпонентній системі. Варіантність системи. Діаграм рівноваги з поліморфними фазами. Термодинамічний аналіз рівноваги з поліморфними фазами.

Діаграми стану подвійних систем

Діаграми стану системи, компоненти якої утворюють неперервний ряд рідких і твердих розчинів. Механізм кристалізації сплавів, що мають структуру необмеженого твердого розчину.

Діаграма стану системи з відсутністю взаємної розчинності компонентів у твердому стані. Механізм евтектичної кристалізації.

Діаграми стану систем з обмеженою розчинністю компонентів у твердому стані. Діаграма стану системи з евтектичним та перитектичним перетворенням.

Діаграми стану систем з хімічними сполуками та проміжними фазами. Діаграми стану систем зі стійкими та нестійкими проміжними фазами. Діаграми стану систем з проміжними фазами, які утворюються без участі рідкої фази. Діаграми стану систем з упорядкованими проміжними фазами.

Діаграми стану систем з повною нерозчинністю або обмеженою розчинністю компонентів у рідкому стані. Діаграма стану системи з повною нерозчинністю компонентів у рідкому і твердому станах.

Діаграми стану систем з поліморфними компонентами і проміжними фазами.

Кристалізація сплавів у нерівноважних умовах.

Загальні закономірності будови подвійних систем та їх діаграм стану. Зображення фазових рівноваг. Загальні закономірності, яким підпорядковуються подвійні системи. Зв'язок між діаграмами стану різних типів. Зв'язок між типом діаграми стану і властивостями сплавів (правила Курнакова).

Змістовий модуль 3. Залізо-вуглецеві сплави

Залізо та його сплави

Основні властивості заліза. Діаграми стану залізо-вуглець. Формування структур залізобуглецевих сплавів. Вуглецеві сталі. Вплив вуглецю на властивості сталі. Вплив постійних домішок на властивості сталі. Класифікація вуглецевих сталей. Чавуни

Основні принципи термічної обробки сплавів

Відпал 1-го роду. Відпал 2-го роду. Гартування із поліморфним перетворенням і відпуск сталі. Гартування без поліморфного перетворення та старіння сплавів. Особливості термічної обробки чавунів.

Поверхнєве зміцнення деталей машин

Поверхнєве гартування. Гартування з індукційним нагріванням. Гартування з газополуменевим нагріванням. Поверхнєве гартування з нагріванням лазером.

Об'ємно-поверхнєве гартування.

Хіміко-термічна обробка. Цементация сталі. Склад і структура

цементованого шару. Термічна обробка після цементації. Азотування. Азотування в тліючому розряді (іонне азотування). Нітроцементация. Силіціювання. Борування. Дифузійна металізація.

Поверхнева пластична деформація.

Леговані сталі

Вплив легувальних елементів на критичні точки та вид діаграм стану. Структурні класи сталей. Вплив легувальних елементів на властивості фериту і карбідів. Вплив легувальних елементів на прогартовуваність. Вплив легувальних елементів на процеси, що відбуваються при відпуску. Вплив легувальних елементів на розмір аустенітного зерна. Вплив легувальних елементів на поріг холодноламкості.

Конструкційні сталі. Цементуємі сталі. Покращувані сталі. Ресорно-пружинні сталі. Підшипникові сталі.

Інструментальні сталі. Сталі для різального інструменту. Особливості термообробки швидкорізальних сталей. Сталі для вимірювального інструменту. Сталі для штампувального інструменту.

Спеціальні сталі. Зносостійкі сталі. Корозійностійкі (нержавіючі) та жаростійкі сталі. Жароміцні сталі

Сучасні напрями підвищення конструкційної міцності сталей

Внесок різних механізмів у зміцнення сталі. Основні тенденції в підвищенні конструкційної міцності сталі. Поліпшення механічних характеристик традиційних сталей. Використання спеціальних високоміцних сталей

Змістовий модуль 4. Сплави кольорових металів та спеціальні сплави

Мідь та сплави на її основі

Мідь, її властивості. Класифікація сплавів на основі міді. Латуні. Олов'яні бронзи. Алюмінієві бронзи. Берилієві бронзи. Кремнієві бронзи. Марганцеві бронзи. Свинцеві бронзи. Мідно-нікелеві сплави. Спеціальні мідні сплави.

Алюміній та алюмінієві сплави

Алюміній. Основні властивості. Взаємодія алюмінію з легуючими елементами і домішками. Будова алюмінієвих сплавів у литому стані. Будова алюмінієвих сплавів після гарячої і холодної обробки тиском. Принципи вибору режимів термічної обробки алюмінієвих сплавів. Відпал. Гомогенізація. Рекристалізаційний відпал. Відпал термічно зміцнених сплавів з метою їх знеміцнення. Відпал для зняття залишкових напружень (низький відпал). Гартування. Старіння. Повернення при старінні. Структурне знеміцнення алюмінієвих сплавів. Класифікація алюмінієвих сплавів. Термічно незміцнювані сплави, що деформуються. Деформівні алюмінієві сплави, що зміцнюються термообробкою. Ливарні алюмінієві сплави. Вплив умов плавки й обробки алюмінієвих ливарних сплавів на їхню структуру і властивості. Рафінування ливарних алюмінієвих сплавів. Модифікування алюмінієвих сплавів. Особливості плавки сплавів різних систем. Спеціальні алюмінієві сплави.

Магній і сплави на його основі

Магній, його властивості. Взаємодія магнію з легуючими елементами і домішками. Класифікація магнієвих сплавів.

Титан і сплави на його основі

Титан, його властивості. Вплив домішок та властивості титану. Структура і властивості легованого титану. Класифікація і характеристика конструкційних і ливарних сплавів на основі титану. Фазові перетворення, термічна обробка і властивості титанових сплавів.

Підшипникові сплави

Основні підшипникові сплави, їх стисла характеристика. Антифрикційні чавуни. Бабіти. Цинкові підшипникові сплави. Алюмінієві підшипникові сплави.

Нікель, його сплави

Нікель, його властивості. Сплави системи нікель-мідь. Сплави системи нікель-хром. Сплави нікелю з залізом.

Спеціальні сплави

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
лек.		пр. (сем.)	лаб.	інд.	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Механічні властивості і структура матеріалів, та методи їх дослідження						
Тема 1. Механічні властивості матеріалів та їхні характеристики. Методи фізичного матеріалознавства		2	2	–	–	6
Тема 2. Атомно-кристалічна будова металів. Кристалізація металів		2	1	–	–	6
Тема 3. Вплив різних факторів на властивості металів		2	1	–	–	6
Змістовий модуль 2. Теорія сплавів						
Тема 4. Загальна характеристика будови і властивостей сплавів		2	1	–	–	6
Тема 5. Діаграми стану подвійних систем		2	1	–	–	6
Змістовий модуль 3. Залізо-вуглецеві сплави						
Тема 6. Залізо та його сплави		2	1	–	–	6
Тема 7. Термічна обробка сплавів		2	0,5	–	–	6
Тема 8. Леговані сталі		2	0,5	–	–	6

Змістовий модуль 4. Сплави кольорових металів та спеціальні сплави						
Тема 9. Сплави на основі міді та алюмінію		2	1	–	–	6
Тема 10. Інші сплави кольорових металів. Спеціальні сплави.		2	1	–	–	6
Усього годин	90	20	10	–	–	60

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Властивості матеріалів та методи їх дослідження		
1	Аналіз механічних та фізичних властивостей матеріалів	2
2	Атомно-кристалічна будова матеріалів та її вплив на властивості матеріалів	2
Змістовий модуль 2. Теорія сплавів		
3	Аналіз діаграм стану подвійних систем	2
Змістовий модуль 3. Залізо-вуглецеві сплави		
4	Сплави на основі заліза. Аналіз діаграми стану залізо-вуглець. Термообробка.	2
Змістовий модуль 4. Сплави кольорових металів та спеціальні сплави		
5	Аналіз сплавів кольорових металів та спеціальних сплавів.	2
	Усього годин	10

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Механічні властивості матеріалів та їхні характеристики. Методи фізичного матеріалознавства	6
2	Атомно-кристалічна будова металів. Кристалізація металів	6
3	Вплив різних факторів на властивості металів	6
4	Загальна характеристика будови і властивостей сплавів	6
5	Діаграми стану подвійних систем	6
6	Залізо та його сплави	6
7	Термічна обробка сплавів	6
8	Леговані сталі	6
9	Сплави на основі міді та алюмінію.	6
10	Інші сплави кольорових металів. Спеціальні сплави.	6
	Усього годин	60

7. Методи контролю

- Перевірка засвоєння теоретичного матеріалу, в т. ч методом тестування.
- Перевірка якості виконання семінарських робіт.

8. Розподіл балів, які отримують аспіранти

Поточне тестування, семінарські заняття та самостійна робота				
Змістовий модуль №1			Змістовий модуль № 2	
T1	T2	T3	T4	T5
10	10	10	10	10

Поточне тестування, семінарські заняття та самостійна робота				
Змістовий модуль №3			Змістовий модуль № 4	
T6	T7	T8	T9	T10
10	10	10	10	10

T1, T2 ... – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D	задовільно	
50 – 59	E		
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

9. Методичне забезпечення

- 1) Лекції, завдання для семінарських робіт.
- 2) Програмне забезпечення: навчально-контролюючі програми з кожної теми курсу.

10. Рекомендована література

Базова

1. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.Н. Металознавство. К.: Політехніка, 2002.
2. Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешаков Е.І. Матеріалознавство. – Харків: ХНАДУ, 2007.
3. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1986.
4. Физическое металловедение (в 3 томах). Под ред. Р.У. Кана и П. Хаазена. – М.: Металлургия, 1987.
5. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 6 т. / Под общей ред. Б. А. Калина. – М.: МИФИ, 2007.
6. Основы материаловедения. Том 2. / В. В. Нечаев, Е. А. Смирнов, С. А. Кохтев, Б. А. Калинин, А. А. Полянский, В. И. Стаценко. – М.: МИФИ, 2007. –608 с.
7. Лахтин Ю.М. Основы металловедения М.: Металлургия, 1988.
8. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. М.: Машиностроение, 1990.
9. Б.Н. Арзамасов, И.И. Сидорин, Г.Ф. Косолапов и др. Материаловедение. М.: Машиностроение, 1986
10. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. М.: Металлургия, 1989.

Допоміжна

1. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. М.: Металлургия, 1983.
2. Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др. Материаловедение и технология металлов. М.: Высш. шк., 2002.
3. А.И. Самохоцкий, М.Н. Кунявский, Т.М. Кунявская и др. Металловедение. М.: Металлургия, 1990.
4. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.Н., Войткун Ф. Материаловедение. – М.: МИСиС, 1999. – 477 с.
5. Фреїк Д.М., Кланічка В.М. Фазові діаграми рівноваги. Івано-Франківськ: Плай, 1999.
6. Ф.Райнз. Диаграммі фазового рівновесія. М.: Металлургия, 1960. 376 с.