

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра фізичного матеріалознавства
(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)


«ЗАТВЕРДЖУЮ»
В.о. декана Факультету будівництва,
архітектури та дизайну
Декан Ольга БАБЕНКО
« 15 » Вересня 2025 року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК10 ФІЗИКА КОНДЕНСОВАНОГО СТАНУ

(шифр за відповідною освітньою програмою та назва навчальної дисципліни)

освітня програма (спеціалізація) Композиційні та порошкові матеріали, покриття
(назва освітньої програми (спеціалізації))

Спеціальність 132 Матеріалознавство
(код і найменування спеціальності)

галузь знань 13 Механічна інженерія
(код і найменування галузі)

ступінь вищої освіти Перший (бакалаврський)
(назва ступеня вищої освіти)

програма з дисципліни Фізика конденсованого стану
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 132 Матеріалознавство
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Прикладне матеріалознавство
(назва освітньої програми (спеціалізації))

Розробник: Гіржон Василь Васильович, професор кафедри фізичного матеріалознавства, доктор фізико-математичних наук, професор
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Програма погоджена:

Завідувач кафедри
фізичного матеріалознавства



Дар'я ТКАЧ

2025

Гарант освітньої програми



Іван АКІМОВ

(ім'я прізвище)

2025

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-фізичного факультету
(найменування факультету)

Протокол від « 11 » вересня 2025 року № 1

Голова науково-методичної комісії



Ольга Бабенко

(ім'я прізвище)

11 вересня 2025

1. Опис навчальної дисципліни

Загальна характеристика

Обов'язковий освітній компонент	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	132 Матеріалознавство
Обмеження щодо форм навчання	Без обмежень

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів	3	
Модулів	2	-
Змістових модулів	2	-
Семестр	4	4
Загальна кількість годин	90	
з них аудиторних:	32	12
<i>лекції</i>	16	6
<i>практичні</i>	16	2
<i>лабораторні</i>	-	-
<i>семінарські</i>	-	-
з них самостійної роботи:	58	98
Занять на тиждень на тиждень	3	8
Індивідуальні завдання	-	
Форма контролю	залік	
Курсова робота (проект) (загальний обсяг)	-	

2. Мета навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування професійних компетенцій в області фізики конденсованого стану, зокрема фізики твердого тіла і фізики металів; розуміння принципів будови твердих тіл; основні методи досліджень структури і властивостей металів і сплавів; уявлення про закономірності кристалічної будови та її дефекти; знання природи і типів міжатомних зв'язків; формування уявлення про особливості дифузійних процесів у твердих тілах.

3. Завдання вивчення дисципліни

Основне завдання навчальної дисципліни - узагальнення системного уявлення про особливості будови твердих тіл; вивчення інформації про кристалохімічні особливості взаємодії атомів у ґратках; засвоєння матеріалу щодо природи дифузійних процесів у кристалічних тілах та методів їх описання.

4. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Вивченню навчальної дисципліни «Фізика конденсованого стану» передують загальні та фахові знання, отримані при вивченні курсів загальної фізики, вищої математики, кристалографія та дефекти кристалічної будови.

Одержані знання з даної дисципліни можуть бути використані при подальшому вивченні дисциплін, де вивчаються основи фазових рівноваг, методів структурного аналізу матеріалів, розглядаються механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів.

5. Характеристика навчальної дисципліни

Загальні компетентності:

1. Здатність до системного мислення, аналізу та синтезу КЗ 01.
2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями КЗ 03.
3. Здатність виявляти та вирішувати проблеми КЗ 04.
4. Здатність приймати обґрунтовані рішення КЗ 05.
5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації КЗ 06.
6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій КЗ.07.
7. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово КЗ.08.
8. Здатність спілкуватися іноземною мовою КЗ 09.
9. Здатність працювати автономно КЗ 10.

Фахові компетентності:

1. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, фізичні і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних матеріалознавчих завдань КС 01.

2. Здатність продемонструвати розуміння проблем якості матеріалів та виробів КС 02.
3. Здатність продемонструвати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в галузі матеріалознавства КС 03.
4. Здатність працювати в групі над великими інженерними проектами у сфері матеріалознавства КС 04.
5. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем КС 05.
6. Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем КС 09.
7. Здатність застосовувати та демонструвати базові знання з фундаментальних розділів фізики твердого тіла, фазових рівноваг для розуміння процесів формування структури і властивостей матеріалів, прогнозування їх експлуатаційних характеристик та розробки новітніх технологій виробництва перспективних матеріалів КС 18.

Очікувані програмні результати навчання:

ПРН1. Володіти логікою та методологією наукового пізнання.

ПРН2. Знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

ПРН7. Володіти навичками, які дозволяють продовжувати вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ПРН8. Уміти застосувати свої знання для вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі.

ПРН10. Уміти поєднувати теорію і практику для розв'язування завдань матеріалознавства.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Принципи будови твердих тіл.

Тема 1. Вступ. Класифікація конденсованих речовин.

Тема 2. Кристалічна ґратка. Розташування атомів у кристалічній ґратці. Елементарна ґратка. Базис ґратки. Кристалографічні напрямки, площини і зони. Сингонії кристалів. Комірка Вігнера-Зейтца. Обернена ґратка. Принцип щільної упаковки атомів. Приклади простих кристалічних структур. Поліморфізм. Рідкі кристали

Тема 3. Методи визначення структури твердих тіл. Дифракційні методи. Дифракція рентгенівських променів в кристалах. Експериментальні методи визначення структури кристалів. Методи визначення структури аморфних твердих тіл.

Тема 4. Хімічний зв'язок і валентність. Енергія зв'язку. Типи міжатомних зв'язків у твердих тілах. Структура речовин з ненаправленою взаємодією. Випадок напрямленої взаємодії. Структура речовин з ковалентними зв'язками.
Змістовий модуль 2. Дефекти кристалічної будови. Дифузія.

Тема 5. Класифікація дефектів. Поняття дефекту кристалічної будови. Точкові, лінійні, об'ємні дефекти, їх утворення та особливості.

Тема 6. Точкові дефекти. Види точкових дефектів. Термодинаміка точкових дефектів. Джерела та стоки точкових дефектів. Поведінка вакансій при гартуванні та відпалі.

Тема 7 Дислокації. Основні типи дислокацій. Вектор Бюргерса. Утворення дислокацій в кристалі. Розмноження дислокацій при пластичній деформації. Джерело Франка-Ріда. Вплив дислокацій на властивості твердих тіл.

Тема 8. Поняття дифузії. Дифузія в кристалах. Вільна дифузія, самодифузія. Гетеродифузія. Термодифузія. Висхідна дифузія. Дифузія за рахунок руху вакансій. Переміщення атомів на великі відстані. Закони Фіка.

7. Орієнтовний розподіл навчального часу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
МОДУЛЬ 1												
Змістовий модуль 1. Принципи будови твердих тіл												
Тема 1. Вступ. Класифікація конденсованих речовин.	4	1				3	4	0,25				3,75
Тема 2. Кристалічна гратка. Розташування атомів у кристалічній гратці	22	10		6		14	34	1		1		32
Тема 3. Методи визначення структури твердих тіл.	10	2		8		2	12	0,75		3		8,25
Тема 4. Хімічний зв'язок і валентність	10	3		2		5	12	1				11
Разом за змістовним модулем 1	62	16		16		26	62	3		4		55
МОДУЛЬ 2												
Змістовий модуль 2. Дефекти кристалічної будови. Дифузія												
Тема 5. Класифікація дефектів	4	1				3	4	0,25				3,75
Тема 6. Точкові дефекти	12	4		4		8	16	1		1		14
Тема 7. Дислокації.	12	3		4		9	16	0,75				15,25
Тема 8. Поняття дифузії. Дифузія в кристалах	16	6		4		10	22	1		1		20

Разом за змістовним модулем 2	58	14		12		32	58	3		2		53
Усього годин	90	30		28		58	90	6		6		108

8. Види навчальних занять та їх орієнтовний зміст

№ з/п	Тема	Вид занять	Орієнтовний зміст
1	Методика побудови кристалографічних напрямків, площин, сімейств площин у різних кристалічних ґратках.	<i>Практичні</i>	Побудова кристалографічних напрямків та площин у різних ґратках з використанням індексів Міллера, визначення міжплощинних відстаней для сімейств площин.
2	Вивчення принципів роботи обладнання для структурних методів дослідження.		Ознайомлення із загальними принципами роботи приладів, призначених для структурних досліджень: рентгенівським дифрактометром, трансмісійним електронним мікроскопом, ділатометром, металографічним мікроскопом.
3	Визначення типу хімічних зв'язків та валентностей у сполуках різного типу.		Визначення валентності елементів у залежності від їх розташування у періодичній системі, розгляд конкретних типів хімічних зв'язків у бінарних сполуках
4	Розрахунок кількості вакансій в металах при різних температурах		Теоретичне розрахування температурної залежності кількості вакансій у різних елементах при рівноважних умовах
5	Методи визначення густини дислокацій в кристалічних матеріалах		Розглянути загальні принципи визначення густини двовимірних дефектів та провести розрахунок густини дислокацій за електронномікроскопічним знімком
6	Використання законів Фіка при описанні дифузійних процесів		Визначити межі використання законів Фіка та описати інтенсивність дифузійного процесу за конкретних умов

9. Форми та методи контролю

Для реалізації перевірки знань, залежно від форми контролю, використовують такі методи, як усне, письмовий контроль (перевірка виконаних групою модульних контрольних робіт), тестовий контроль (перевірка тестів) письмово або ж за допомогою комп'ютерних технологій.

Підсумковий контроль з освітнього компонента здійснюється у формі заліку.

Під час вивчення дисципліни оцінювання проводиться за двома змістовими модулями. Максимальна кількість балів за кожен модуль - 50 балів (загалом 100 балів).

Змістовий модуль №1 включає:

- виконання самостійної роботи №1 (15 балів),
- виконання самостійної роботи №2 (20 балів),
- виконання самостійної роботи №3 (20 балів).

Змістовий модуль №2 включає:

- виконання самостійної роботи №4 (25 балів),
- виконання самостійної роботи №5 (25 балів),

Залік виставляється за умови отримання позитивної оцінки по кожній самостійній роботі (СР). Позитивною вважається оцінка, яка складає не менше 60% від кількості балів, які максимально можна отримати за кожну роботу. Тобто конкретно по роботах (СР №1 – 9 балів; СР №2 – 12 балів; СР №3 – 12 балів; СР №4 – 15 балів; СР №5 – 15 балів).

10. Критерії оцінювання результатів навчання

Поточне тестування та самостійна робота								Оцінка
МОДУЛЬ 1				МОДУЛЬ 2				
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
10	15	15	10	15	10	15	10	зараховано

T1, T2 ... T8 – теми змістових модулів.

11. Політика курсу

Під час навчання студенти зобов'язані дотримуватися академічної доброчесності:

- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю;
- дотримуватися норм законодавства про авторське право;

- приймати активну участь у навчальному процесі; під час проведення аудиторних занять дотримуватися встановленого порядку, виказувати повагу та толерантність до чужої думки, мобільні пристрої використовувати з дозволу викладача;

- не запізнюватися на заняття, не пропускати заняття без поважних причин; відвідування є обов'язковим; допускаються пропуски занять з поважних причин (наприклад, лікарняні, стажування, мобільність, індивідуальний графік тощо), які підтверджуються документально;

- самостійно і своєчасно відпрацювати матеріал пропущеного заняття згідно з графіком консультацій викладачів на кафедрі або ж при необхідності в режимі он-лайн на платформі Zoom;

- давати достовірну інформацію про результати власної навчальної діяльності.

- бути терпимим і доброзичливим до однокурсників та викладачів.

12.Методичне забезпечення

1. Курс лекцій з дисципліни розташовано на платформі Moodle
2. Перелік питань, що виносяться на залік, знаходиться на платформі Moodle

13.Перелік навчальної, наукової та довідкової літератури

1. Фізика конденсованого стану матеріалів: навч. посіб. / Т.П. Говорун, В.О. Пчелінцев, В.М. Радзієвський, Л.В. Носонова. - Суми: СумДУ, 2015. - 236 с.
2. С.О. Колінько., Т.І. Бутенко, Ващенко В.А. Конспект лекцій з дисципліни «Фізика конденсованого стану матеріалів» М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2021. – 175 с.
3. Зиман З.З., Сіренко А.Ф. Основи фізичного матеріалознавства, Х., ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2005.-288 с.
4. Поплавко Ю. М. Фізичне матеріалознавство , Ч. 3. Провідники та магнетика. /Ю. М. Поплавко, С. О. Воронов, Ю. І. Якименко.. Навчальний посібник. К.: НТУУ «КПІ», 2011. - 372 с..
5. О.М.Бялік, В.С.Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. Матеріалознавство.: Підручник.- К.: ІВЦ «Політехніка», 2001.- 375 с.с..
6. Подопригора Н.В. Фізика твердого тіла: О.М.Бялік, В.С.Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. Матеріалознавство.: Підручник.- К.: ІВЦ «Політехніка», 2001.- 375 с.с.авчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей педагогічних університетів / Подопригора Н.В., Садовий М.І., Трифонова О.М. – Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2014. – 416 с..
7. Robert W. Cahn The Coming of Materials Science.- Pergamon Materials Series, Cambridge, UK, 2001, 568 p

8. Chaikin P. M., Lubensky T. C. Principles of Condensed Matter Physics. — Cambridge University Press, 1995.
9. R.W. Cahn, P. Haasen, E.J. Kramer. Materials science and technology (Weinheim an der Bergstrasse, Germany) Imprint Weinheim ; New York : VCH, 1991- 257 p.

14.Рекомендовані інформаційні джерела

1. <https://physics.lnu.edu.ua/course/aktualni-problemy-fizyky-kondensovanoho-stanu-fizyka>
2. <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4059/1/%d0%a4%d0%86%d0%97%d0%98%d0%9a%d0%90%20%d0%9a%d0%9e%d0%9d%d0%94%d0%95%d0%9d%d0%a1%d0%9e%d0%92%d0%90%d0%9d%d0%9e%d0%93%d0%9e%20%d0%a1%d0%a2%d0%90%d0%9d%d0%a3%20%d0%9c%d0%90%d0%a2%d0%95%d0%a0..pdf>
3. <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/41368/1/fizika.pdf>
4. <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4059/1/%D0%A4%D0%86%D0%97%D0%98%D0%9A%D0%90%20%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%94%D0%95%D0%9D%D0%A1%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%9E%D0%93%D0%9E%20%D0%A1%D0%A2%D0%90%D0%9D%D0%A3%20%D0%9C%D0%90%D0%A2%D0%95%D0%A0..pdf>