

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут фізико - технічних та комп'ютерних наук
Кафедра термоелектрики та медичної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук

 Олег АНГЕЛЬСЬКИЙ

“09” серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

Прикладна фізика твердого тіла

(вибіркова)

Освітньо-професійна програма Прикладна фізика та наноматеріали

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Мова навчання Українська

Чернівці 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «**Прикладна фізика твердого тіла**» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна фізика та наноматеріали» підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали галузі знань 10 Природничі науки, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 6 від «26» травня 2022 року).

Розробник:

Маханець Олександр Михайлович, професор, доктор фізико-математичних наук, професор.

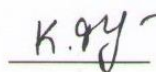
Викладач:

Маханець Олександр Михайлович, професор, доктор фізико-математичних наук, професор.

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри термoeлектрики та медичної фізики ННІФТКН ЧНУ імені Юрія Федьковича

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

В.о. завідувача кафедри

 Кобилянський Р.Р.

Схвалено методичною радою ННІФТКН

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІФТКН

 Козярський І.П.

Пояснювальна записка

Мета навчальної дисципліни

Викладаються основи теоретичного аналізу найбільш важливих фізичних властивостей кристалічних твердих тіл, а також явищ і процесів, що мають місце в твердих тілах на основі класичної фізики. Мета даного курсу полягає в тому, щоб студенти отримали певні професійні знання з теорії твердого тіла. Основна увага звертається на загальні симетрійні методи опису твердих тіл, тензорне описання фізичних властивостей кристалів та коливання атомів кристалічної ґратки.

Пререквізити. Для успішного вивчення дисципліни ПРИКЛАДНА ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА студенти повинні опанувати такі курси: Математичний аналіз, Аналітична геометрія та лінійна алгебра, Теорія ймовірності і математична статистика, Основи векторного і тензорного аналізу, Диференціальні та інтегральні рівняння, Методи математичної фізики, Механіка.

Завдання вивчення навчальної дисципліни:

- Оволодіння методами і принципами класичної теорії твердого тіла необхідними в майбутній практичній діяльності фахівця.
- Вміннями застосовувати закони і принципи теорії твердого тіла для пояснення експериментальних результатів, отриманих при виконанні кваліфікаційних робіт та при подальшій роботі за фахом.
- Навчити студентів самостійно виконувати розрахунки, необхідні для розв'язування задач класичної фізики твердого тіла.
- Студенти повинні засвоїти основні методи теоретичного дослідження кристалічних твердих тіл та вміти застосовувати їх до вирішення різних прикладних проблем сучасної фізики.

1. Результати навчання

Відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна фізика та наноматеріали», вивчення дисципліни «Теоретична механіка й основи механіки суцільних середовищ» сприяє формуванню у здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти таких **компетентностей**:

Інтегральна компетентність:

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми прикладної фізики та наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії й характеризується комплексністю та невизначеністю умов

Загальних:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Фахових:

ФК2. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

ФК6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем

Програмних результатів навчання:

РН1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

РН2. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

РН3. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.

РН4. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

РН12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

Отримані знання та навички дадуть змогу студентам аналізувати та моделювати

фізичні властивості кристалічних твердих тіл, розв'язувати задачі та застосовувати основні принципи класичної теорії твердого тіла у прикладних фізичних дослідженнях.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

Основні ідеї, поняття, принципи і методи класичної теорії твердих тіл.

Основні типи фізичних задач, які зв'язані з застосуванням понятійного і математичного апарату теорії груп, тензорного аналізу, теоретичні основи аналізу процесів та явищ у різних твердотільних матеріалах

уміти:

Пояснити суть явищ і процесів в твердому тілі з точки зору класичної фізики.

Вільно володіти загально вживаними термінами теорії твердого тіла.

Вміти знаходити та використовувати відповідний теоретичний матеріал для пояснення експериментальних результатів, отриманих при виконанні кваліфікаційних робіт.

Формалізувати фізичні задачі з області фізики твердого тіла за допомогою освоєного математичного апарату, класифікувати отримані математичні співвідношення за типами і отримувати шукані розв'язки

Опис змісту робочої програми навчальної дисципліни

Загальна інформація про розподіл годин

Назва навчальної дисципліни Теоретична механіка й основи механіки суцільних середовищ												
Форма навчання	Курс	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	3	5	3	90	2	30				60		залік

Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1	Тензорне описання фізичних властивостей кристалів.					
Тема 1. Вступ	2	1				1
Тема 2. Кристалічна структура.	6	2				4
Тема 3 Просторова група кристалу.	11	3				8
Тема 4. Тензори першого та другого рангу.	13	4				9
Тема 5. Тензори третього та четвертого рангів.	13	5				8
Разом за ЗМ 1	45	15				30
Змістовий модуль 2	Коливання атомів кристалічної ґратки.					
Тема 6. Коливання лінійного ланцюжка однакових атомів і атомів двох сортів.	8	3				5
Тема 7. Коливання атомів у кристалі в наближенні ізотропного континууму.	13	5				8
Тема 8. Теорія теплоємності кристалічної ґратки.	13	5				8
Тема 9. Класична теорія провідності металів.	11	2				9
Разом за ЗМ 2	45	15				30

Усього годин	90	30				60
--------------	----	----	--	--	--	----

Тематика лекційних занять з переліком питань

Тема 1. Вступ. Завдання і зміст курсу. Коротка характеристика агрегатних станів речовини.

Тема 2. Кристалічна структура. Трансляційна симетрія кристалу. Гратка Браве. Оператор трансляції. Умови циклічності Борна-Кармана.

Тема 3. Просторова група кристалу. Точкові операції симетрії. Просторова група кристалу. Власні та невластні трансляції. Сингонії. Кристалічні класи.

Тема 4. Тензори першого та другого рангу. Поняття тензора. Піромагнітний ефект. Піроелектричний ефект. Електрокалоричний ефект. Матеріальні та польові тензори другого рангу. Принцип Онзагера. Тензори тепло- та електропровідності. Тензор деформацій. Тензор напруг.

Тема 5. Тензори третього та четвертого рангів. Тензор п'єзоелектричних модулів третього рангу. Тензори пружних констант та пружних податливостей четвертого рангу. Пружні властивості кристалів.

Змістовий модуль 2. Коливання атомів кристалічної ґратки.

Тема 6. Коливання лінійного ланцюжка однакових атомів і атомів двох сортів. Потенціальна енергія та сили взаємодії між атомами в кристалі. Коливання лінійного ланцюжка однакових атомів. Циклічні умови Борна-Кармана Зона Брілюєна. Частота коливань лінійного ланцюжка атомів двох сортів. Акустичні та оптичні вітки коливань. Оптичні властивості кристалів у інфрачервоній області спектру. Локальні коливання кристалічної ґратки. Теплове розширення твердого тіла.

Тема 7. Коливання атомів у кристалі в наближенні ізотропного континууму. Акустичні хвилі. Функція розподілу за частотами. Оптичні хвилі. Співвідношення Ліддейна-Сакса-Теллера.

Тема 8. Теорія теплоємності кристалічної ґратки. Класична теорія теплоємності. Закон Дюлонга-Пті. Квантовий лінійний гармонійний осцилятор. Середня енергія квантового ЛГО. Квантова теорія теплоємності твердих тіл (за Ейнштейном). Квантова теорія теплоємності твердих тіл (за Дебаєм).

Тема 9. Класична теорія провідності металів. Закон руху вільних електронів у постійному електричному полі. Дрейфова швидкість. Час релаксації. Закон Ома. Закон Відемана-Франца. Недоліки теорії Друде-Лоренца.

Тематика практичних занять з переліком питань

Не передбачено

Завдання для самостійної роботи студентів

№	Назва теми
1.	Несиморфні просторові групи
2.	Індекси Міллера.
3.	Отримання розв'язку рівняння атомів двох сортів.
4.	Оптичні властивості кристалів у інфрачервоній області спектру
5.	Виведення формули теплоємності кристалічних твердих тіл за Дебаєм.

Контроль виконання завдань, винесених на самостійне опрацювання проводиться в рамках модульного контролю. Бали за цю роботу входять у загальну кількість балів за конкретний модуль.

Методи навчання

Методи навчання:

лекції: проблемний виклад, частково-пошукові та дослідницькі методи, презентації, бесіди і дискусії;

практичні заняття: репродуктивний метод, дослідницький метод;

лабораторні заняття: метод проблемного підходу, дослідницький метод.

Самостійна робота студентів передбачає: конспектування лекційного матеріалу; вивчення теоретичного матеріалу лекційних занять та опрацювання літературних джерел, рекомендованих цією програмою; проведення розрахунків та підготовку звітів з практичних та лабораторних робіт.

Інтерактивні методи навчання: застосуванням електронних мультимедійних комплексів навчальних дисциплін та ресурсів, а також платформи для дистанційного навчання Moodle (<https://moodle.chnu.edu.ua>).

Форми навчальних занять: лекції, лабораторні заняття, практичні заняття, консультації.

Система контролю та оцінювання

Методи контролю

У процесі оцінювання навчальних досягнень застосовуються методи усного і письмового контролю, зокрема такі **засоби оцінювання** та демонстрування результатів навчання:

- *засоби усного контролю:* індивідуальне опитування, фронтальне опитування, презентації результатів виконаних завдань;
- *засоби письмового контролю:* контрольні роботи, тестування, самостійні роботи, виконання та захист лабораторних;
- *засоби самоконтролю:* уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

У разі проведення навчального процесу та оцінювання у дистанційній формі використовуються засоби Moodle (у тому числі тестування; <https://moodle.chnu.edu.ua> <https://www.classtime.com/>).

Система оцінювання знань є накопичувальною (складається із суми балів за різними видами здійсненого контролю).

Форми контролю

Основними формами поточного контролю є:

- усні відповіді студентів;
- виконання тестових завдань з метою перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу за навчальними темами;
- усна відповідь студента при здачі лабораторної роботи;
- виконання модульної контрольної роботи (тестування та розв'язання навчально-професійних задач).

Зазначені форми контролю на лекційних, практичних та лабораторних заняттях є обов'язковими для всіх студентів.

Форма підсумкового контролю – екзамен.

Критерії оцінювання поточного та підсумкового контролю навчальних досягнень

Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю

Критеріями оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю є:

- Знання теоретичного матеріалу
- Практичні навички
- Самостійність і критичне мислення
- Якість виконання завдань
- Активність на заняттях
- Дотримання термінів виконання завдань
- Академічна доброчесність

Розподіл балів, які отримують студенти за модулі

Поточне оцінювання (аудиторна, самостійна робота та модульний контроль)		Кількість балів (екзамен)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1	Змістовий модуль №2		
T1,T2, T3,T4, T5	T6,T7,T8,T9		
30	30	40	100

T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9– теми змістових модулів.

Критерії підсумкового оцінювання результатів навчання студентів з навчальної дисципліни

Критерієм підсумкового оцінювання є досягнення студентом певних знань передбаченим

результатом навчання, коли студент опанував теоретичними та практичними знаннями навчальної дисципліни.

На залік виносяться питання теоретичних знань і практичних навиків студентів з навчальної дисципліни. Екзаменаційні білети містять два теоретичних питання і одну практичну задачу.

Теоретичні питання (пункт 1 і 2 білетів) оцінюються максимальною кількістю балів рівною 15 за наступними критеріями:

- ◆ **13-15 балів:** коли студентом дані правильні вичерпні відповіді на всі поставлені запитання.
- ◆ **9-12 балів:** коли студентом дані правильні відповіді на всі поставлені запитання, але відповіді не зовсім повні, в окремих випадках допущені незначні неточності у формулюванні, окремі моменти не дістали належного з'ясування.
- ◆ **6-8 балів:** коли відповідь студента правильна і становить більше половини матеріалу, що містять питання згідно програми, але присутні істотні помилки.
- ◆ **0-5 балів:** коли не дано правильні відповіді на поставлені запитання, або відповіді надто поверхові, непослідовні і неточні.

Практичне завдання (пункт 3 білетів) оцінюються максимальною кількістю балів рівною 10 за наступними критеріями:

- ◆ **10 балів** – Завдання виконано повністю правильно, обґрунтовано, оформлено логічно й структуровано.
- ◆ **8-9 балів** – Загалом правильно, але є незначні неточності.
- ◆ **6-7 балів** – Основна ідея правильна, але є кілька помітних помилок.
- ◆ **4-5 балів** – Присутня спроба виконання завдання, але є серйозні.
- ◆ **2-3 бали** – Невірний підхід або значні помилки при виконанні завдання.
- ◆ **1 бал** – Слабка спроба виконання завдання без логічного пояснення.
- ◆ **0 балів** – Завдання не виконане і спроб виконання не було.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Рейтингова оцінка з дисципліни	Оцінка за шкалою ЄКТС	Екзаменаційна оцінка за національною шкалою	Залік за національною шкалою
90-100	A	5 (відмінно)	Зараховано
80-89	B	4 (добре)	
70-79	C	4 (добре)	
60-69	D	3 (задовільно)	
50-59	E	3 (задовільно)	
35-49	Fx	2 (незадовільно) з можливістю повторного складання	Не зараховано
1-34	F	2 (незадовільно) з повторним опрацюванням освітнього компонента	

Критерії підсумкової оцінки як показника результатів вивчення навчальної дисципліни

Згідно шкали ЄКТС загальна кількість балів, яку студент може отримати у процесі вивчення дисципліни, становить 100 балів, з яких 60 балів студент набирає при поточних видах контролю і 40 балів – у процесі підсумкового контролю (екзамен).

Таким чином знання студентів оцінюється як з теоретичної, так і з практичної підготовки за такими критеріями:

«A» 90-100 балів ставиться у разі, якщо студент:	– постійно готувався до занять згідно з програмою дисципліни; – глибоко та всебічно розкривав зміст питань; – показав уміння формулювати висновки, узагальнювати та аналізувати навчальний матеріал; – показав уміння вільно виконувати завдання;
---	--

	– переконливо та логічно викладав матеріал, проявляв творчий підхід до виконання практичних завдань та підготовки до лабораторних робіт; – належним чином виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю або допускав при усних відповідях та тестуванні окремі незначні неточності.
«B» 80-89 балів ставиться у разі, якщо студент:	– розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – робив узагальнення та висновки з окремих питань; – виконав усі лабораторні роботи; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але недостатньо використовував додаткову літературу; – при усних відповідях не досить повно і аргументовано викладав матеріал, а при тестуванні мали місце окремі неточності; – не проявив творчий підхід до виконання індивідуальних завдань та наукових повідомлень.
«C» 70-79 балів ставиться у разі, якщо студент:	– розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – формулював висновки з окремих питань практичних занять; – брав участь у виконанні практичних завдань; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі неточності при усних відповідях, тестуванні; – не проявляв належної активності на лекційних та лабораторних заняттях, недостатньо використовував додаткову літературу; – неохайно виконував завдання лабораторних робіт.
«D» 60-69 ставиться у разі, якщо студент:	– відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – формулював висновки з окремих питань; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі неточності; – не проявляв належної активності на лабораторних заняттях та старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував додаткову літературу, не належним чином виконав практичні завдання; – виконав не всі завдання для самостійної роботи
«E» 50-59 балів ставиться у разі, якщо студент:	– відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – виконував окремі завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав неточності при усних відповідях (будуючи свою відповідь на звичайному повторенні навчального матеріалу без його осмислення), тестуванні; – не проявляв належної активності на практичних заняттях, старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував основну та додаткову літературу; – не належним чином виконував індивідуальні завдання.
«Fx» 35-49 балів ставиться у разі, якщо студент:	– поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – частково виконав завдання для самостійної роботи; – не проявляв активності на практичних заняттях; – допускав принципові помилки під час виконання завдань; – не виконав завдання модульного контролю.
«F» 1-34 балів ставиться у разі, якщо студент:	– поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – не виконав завдання для самостійної роботи;

	– не виконав практичне завдання; – на підсумковому занятті не вміє відтворити зміст окремих питань, передбачених програмою дисципліни; – не виконав завдання модульного контролю.
--	---

Перелік питань для самоконтролю та контролю навчальних досягнень студентів з навчальної дисципліни

Питання для поточного контролю

Змістовний модуль 1-2.

1. Коротка характеристика агрегатних станів речовини.
2. Трансляційна симетрія кристалу. Гратка Браве.
3. Оператор трансляції. Умови циклічності Борна-Кармана.
4. Точкові операції симетрії. Просторова група кристалу.
5. Власні та невідносні трансляції. Сингонії. Кристалічні класи.
6. Поняття тензора.
7. Піромагнітний ефект. Піроелектричний ефект. Електрокалоричний ефект.
8. Принцип Онзагера.
9. Тензори тепло- та електропровідності.
10. Тензор деформацій. Тензор напруг.
11. Тензор п'єзоелектричних модулів третього рангу.
12. Тензори пружних констант та пружних податливостей четвертого рангу. Пружні властивості кристалів.
13. Потенціальна енергія та сили взаємодії між атомами в кристалі.
14. Зона Брілюєна.
15. Акустичні та оптичні вітки коливань.
16. Локальні коливання кристалічної ґратки.
17. Теплове розширення твердого тіла.
18. Акустичні хвилі. Функція розподілу за частотами.
19. Оптичні хвилі. Співвідношення Ліддейна-Сакса-Теллера.
20. Класична теорія теплоємності. Закон Дюлонга-Пті.
21. Середня енергія квантового ЛГО. Квантова теорія теплоємності твердих тіл (за Ейнштейном).
22. Квантова теорія теплоємності твердих тіл (за Дебаєм).
23. Дрейфова швидкість. Час релаксації. Закон Ома. Закон Відемана-Франца.

Питання для підсумкового контролю

1. Коротка характеристика агрегатних станів речовини.
2. Трансляційна симетрія кристалу. Гратка Браве.
3. Оператор трансляції. Умови циклічності Борна-Кармана.
4. Точкові операції симетрії. Просторова група кристалу.
5. Власні та невідносні трансляції. Сингонії. Кристалічні класи.
6. Поняття тензора.
7. Піромагнітний ефект. Піроелектричний ефект. Електрокалоричний ефект.
8. Принцип Онзагера.
9. Тензори тепло- та електропровідності.
10. Тензор деформацій. Тензор напруг.
11. Тензор п'єзоелектричних модулів третього рангу.
12. Тензори пружних констант та пружних податливостей четвертого рангу. Пружні властивості кристалів.
13. Потенціальна енергія та сили взаємодії між атомами в кристалі.
14. Зона Брілюєна.
15. Акустичні та оптичні вітки коливань.
16. Локальні коливання кристалічної ґратки.
17. Теплове розширення твердого тіла.
18. Акустичні хвилі. Функція розподілу за частотами.
19. Оптичні хвилі. Співвідношення Ліддейна-Сакса-Теллера.

20. Класична теорія теплоємності. Закон Дюлонга-Пті.
21. Середня енергія квантового ЛГО. Квантова теорія теплоємності твердих тіл (за Ейнштейном).
22. Квантова теорія теплоємності твердих тіл (за Дебаєм).
23. Дрейфова швидкість. Час релаксації. Закон Ома. Закон Відемана-Франца.

Зарахування результатів неформальної освіти

Відповідно до «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти, в системі формальної освіти) у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (протокол № 109 від 28 березня 2022 року) (<https://www.chnu.edu.ua/media/Zaykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>) у процесі вивчення дисципліни здобувачу освіти може бути зараховано до 25% балів, отриманих за результатами неформальної та/ або інформальної освіти з проблем, що відповідають тематиці курсу.

Рекомендована література

Основна література

1. О.М.Маханець Коливання атомів кристалічної ґратки. Класичний підхід. Методичні вказівки до спецкурсу. - Чернівці: Чернівецький національний університет, 2013 – 32с.
2. О.М.Маханець Методи розрахунку зонної структури кристалів (Методичні вказівки до спецкурсу) - Чернівці: "Рута", 2006 – 40с.
3. Поплавко Ю. М. Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. / Ю. М. Поплавко. –Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 1:
4. Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. / Ю. М. Поплавко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 2: Діелектрики, напівпровідники, фазові переходи. – 379 с.
5. Строїтелева Н.І., Кісельов Є.М. Фізика твердого тіла. Навчальний посібник – ЗДІА, Запоріжжя, 2018. –145 с.
6. Пінкевич І.П., Сугаков В.І. Теорія твердого тіла. Навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей університетів. – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2006. – 334 с.

Допоміжна література

1. Куцова В.З., Аюпова Т.А., Котова Т.В., Погребна Н.Е., Ковзель М.О. Основи теорії твердого тіла (Фізика твердого тіла): Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 89 с.
2. Репецький С.П. Теорія твердого тіла. Невпорядковані середовища. – К.: Наукова думка, 2008. – 308 с.

Інформаційні ресурси

1. Сторінка наукової бібліотеки ЧНУ <http://www.library.chnu.edu.ua/index.php?page=ua>
2. https://www.damtp.cam.ac.uk/user/tong/solidstate.html?utm_source=chatgpt.com
3. https://podcasts.ox.ac.uk/series/oxford-solid-state-basics?utm_source=chatgpt.com
4. https://library.fiveable.me/solid-state-physics?utm_source=chatgpt.com

Політика щодо академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни регламентовано такими документами:

- «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича»
<https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>

- «Положення про виявлення та запобігання академічного плагиату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича»
https://www.chnu.edu.ua/media/f5eleobm/polozhennya-pro-zapobihannia-plahiatu_2024.pdf

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю

результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);

- посилення на джерела інформації у разі використання не авторських ідей, розробок, тверджень, відомостей і т.п.;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної наукової діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

Порушенням академічної доброчесності вважається:

- академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;
- фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в наукових дослідженнях;
- фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються наукових досліджень.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до такої академічної відповідальності:

- повторне проходження оцінювання (модульний контроль, іспит, залік тощо);
- повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньої програми.