

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА



Факультет фізико-технічний

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Фізика твердого тіла**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) рівень вищої освіти

Освітня програма «Прикладна фізика і наноматеріали»

Спеціальність 105 Прикладна фізика і наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.

Івано-Франківськ – 2023 рік

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Фізика твердого тіла
<b>Викладач (-і)</b>	Салій Ярослав Петрович
<b>Контактний телефон викладача</b>	59-60-82
<b>Е-mail викладача</b>	<a href="mailto:Yaroslav.saliy@pnu.edu.ua">Yaroslav.saliy@pnu.edu.ua</a>
<b>Формат дисципліни</b>	<u>Очний/заочний</u>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<u>6</u> кредити ЄКТС, <u>180</u> год.
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="https://d-learn.pnu.edu.ua/">https://d-learn.pnu.edu.ua/</a>
<b>Консультації</b>	Згідно з графіком консультацій
<b>2. Анотація до навчальної дисципліни</b>	
<p><u>Предметом</u> вивчення навчальної дисципліни є основні принципи і закони фізики твердого тіла. Дисципліна включає основні відомості про експериментальні методи дослідження властивостей твердого тіла, базові теоретичні викладки. Розглядаються також сучасні ідеї та поняття у фізиці твердого тіла.</p>	
<b>3. Мета та цілі навчальної дисципліни</b>	
<p><u>Метою</u> ознайомити слухачів з основними поняттями і законами фізики твердого тіла та їх застосуванням. Навчити застосовувати закони класичної і квантової фізики до впорядкованих атомних систем.</p> <p><u>Основними цілями</u> вивчення дисципліни є навчити слухача з множини проблем вибрати найпростіші, розв'язки яких дозволять виробити концепції, що допускають узагальнення.</p> <p>У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:</p> <p><u>знати:</u></p> <p>Основні типи кристалічних ґраток, прості кристалічні структури, закон Вульфа - Брега, потенціал Кулона і Ленарда - Джонса, властивості металічного і ковалентного зв'язку, закон Гука в тензорному представленні, зв'язок енергії пружних деформацій з напруженнями, закони збереження енергії і імпульсу при непружному розсіюванні фотонів і нейтронів на фонах, модель теплоємності Ейнштейна, теорію теплоємності ґратки за Дебаєм, закон Дюлонга – Пті, закон <math>T^3</math> Дебая, температурну залежність коефіцієнта теплопровідності, функцію розподілу Фермі – Дірака, залежність густини електронних станів від енергії, закони діелектричної реакції електронного</p>	

газу, ефект Холла, рівняння Шредінгера, наближений розв'язок хвильового рівняння поблизу границі зони Бріллюена, походження забороненої енергетичної зони.

вміти:

Визначати геометричні характеристики структур, структурний фактор розсіювання, базис оберненої ґратки, енергії зв'язку і модулі всебічного стискування Ван – дер - Ваальсових і іонних кристалів, переходити від компонент жорсткості до компонент податливості і навпаки, розраховувати швидкість звуку в кубічних кристалах, дисперсійні співвідношення для ґраток з одним і двома атомами в примітивній комірці, виводити функцію розподілу Планка, виводити вираз для густини станів в загальному випадку, для коефіцієнта теплопровідності, виводити закон Ома і Відемана – Франца, виводити залежність діелектричної сталої електронної плазми від частоти електромагнітної хвилі, розраховувати компоненти тензора магнето-провідності, хвильове рівняння для електронів в періодичному потенціальному полі.

#### **4. Програмні компетентності та результати навчання**

##### **Інтегральна компетентність:**

ІК Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі прикладної фізики і наноматеріалів, що передбачає застосування теорій і методів фізики, математики інженерії, алгоритмів, інформаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення і характеризується певною невизначеністю умов проведення експериментальних і теоретичних досліджень.

##### **Загальні компетентності:**

ЗК01. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

ЗК04. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК09. Навички здійснення безпечної діяльності.

##### **Спеціальні компетентності:**

СК02. Здатність використовувати комплекс наукових знань з фізики у поєднанні із необхідним математичним апаратом для пояснення явищ природи, розуміння сучасної природничо-наукової картини світу.

СК04. Здатність комунікувати з колегами усно і письмово державною та англійською мовами щодо наукових досягнень та результатів досліджень

СК05. Здатність сприймати нові знання в області фізики та інтегрувати їх із уже наявними.

СК06. Здатність виконувати оригінальні дослідження в експериментальній прикладній фізиці та наноматеріалах і досягати наукових результатів із використанням новітніх наукових методів.

СК07. Здатність використання наукового обладнання та технологій, що відносяться до прикладної фізики та наноматеріалів.

##### **Програмні результати навчання (ПРН):**

ПРН01. Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямків сучасної теоретичної і

експериментальної фізики для розв'язання складних задач і практичних проблем.

ПР04. Обирати та використовувати відповідні методи обробки та аналізу даних фізичних досліджень і оцінювати їх достовірність.

ПР05. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних явищ, об'єктів і процесів.

ПР09. Відшукувати інформацію і дані, необхідні для розв'язання складних задач фізики та нанотехнологій, використовуючи різні джерела, зокрема, наукові видання, наукові бази даних тощо, оцінювати і критично аналізувати отримані інформації та дані.

## 5. Організація навчання

### Обсяг навчальної дисципліни

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	38
практичні / лабораторні	38
самостійна робота	104

### Ознаки навчальної дисципліни

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний /вибірковий
3	Прикладна фізика і наноматеріали	2	вибірковий

### Тематика навчальної дисципліни

Тема	кількість год.		
	лекції	практичні	сам. роб.
Тема 1. Структура кристалів і дифракція в кристалах	8	4	26
Тема 2. Типи зв'язку у твердих тілах.	10	10	26
Тема 3. Фонони і коливання ґратки.	10	10	26
Тема 4. Вільний електронний газ енергетичні зони	10	10	26
<b>ЗАГ.:</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>104</b>

<b>6. Система оцінювання навчальної дисципліни</b>	
Загальна система оцінювання навчальної дисципліни	Для перевірки знань, умінь і навичок аспірантів при вивченні навчальної дисципліни використовуються такі форми контролю: - поточний; - підсумковий (екзамен). Поточний контроль передбачає оцінювання контрольних робіт аспірантів, усні відповіді на парі, результати тестування (50 балів). Підсумковий контроль здійснюється на основі складання іспиту (50 балів).
Семінарські заняття	
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю за наявності результатів поточного контролю та тестування по тематиці практичних занять (50 балів).
Підсумковий контроль	Форма підсумкового контролю екзамен; здача екзамену комбінована; білет складається з двох теоретичних і одного практичного питання, розподіл балів за завдання: 33/33/34
<b>7. Політика навчальної дисципліни</b>	
<p><u>Письмові роботи:</u> контрольні роботи, домашні завдання, реферати самостійно опрацьованого матеріалу.</p> <p><u>Академічна доброчесність:</u> Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. У випадку таких подій – реагування відповідно до Положення 1 <a href="#">Положення</a> та <a href="#">Кодексу</a> честі.</p> <p><u>Відвідування занять</u> заохочується, пропущені заняття відпрацьовуються індивідуально.</p> <p><u>Неформальна освіта:</u> допускається, після підтвердження результатів на практичних заняттях.</p>	
<b>8. Рекомендована література</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ю.М. Поплавко. Фізика твердого тіла: підручник. В 2-х томах. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 1: Структура, квазічастинки, метали, магнетики. – 415 с.</li> <li>2. Ю.М. Поплавко. Фізика твердого тіла: підручник. В 2-х томах. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 2: Діелектрики, напівпровідники, фазові переходи. – 379 с.</li> <li>3. Н.І. Строїтелева. 2018 — Фізика твердого тіла (Фізика напів- провідників). Навчальний посібник –. ЗДІА, Запоріжжя, 2018. – 145 с.</li> <li>4. S.H. Simon. The Oxford Solid State Basics. – Oxford: Oxford University Press, 2013. – 290 p.</li> <li>5. В.В. Бібик, Т.М. Гричановська, Л.В. Одноворець, Н.І. Шумакова. Фізика твердого тіла: навчальний посібник. – Суми: Видавництво СумДУ, 2010. –</li> </ol>	

200 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. <http://lib.pu.if.ua/> – наукова бібліотека Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
2. <http://www.nbuv.gov.ua/> – Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського.
3. <https://d-learn.pro/> – система дистанційного навчання Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Викладач Салій Я.П., професор кафедри фізики і хімії твердого тіла.