

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Директор Інституту теоретичної  
фізики ім. М.М. Боголюбова  
Національної академії наук України

А. Г. Загородній

« 02 » 2020 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### БК 4. Теорія конденсованого стану 1 для аспірантів

Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	104 Фізика та астрономія
Освітній рівень	доктор філософії
Освітньо-наукова програма	Теоретична фізика
Вид дисципліни	вибіркова
Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: Золотарюк Ярослав Олександрович

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2020

Розробник: Золотарюк Ярослав Олександрович, доктор фіз.-мат. наук, старший дослідник

ЗАТВЕРДЖЕНО

Директором Інституту теоретичної фізики ім.  
М.М. Боголюбова Національної академії наук



(підпис)

(Загороднім А.Г.)  
(прізвище та ініціали)

Протокол засідання Вченої ради № 1 від  
02 2020 р.

Схвалено Науково - методичною комісією Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова Національної академії наук України.

Протокол від « 5 » 02 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії  
(Лев)

(підпис)

(чл.-кор. НАН України Б.І.

(прізвище та ініціали)

« 5 » 02 2020 року

1. Навчальна дисципліна «**Теорія конденсованого стану 1**» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «**доктор філософії**» галузі знань «природничі науки», спеціальності фізика та астрономія (104)

Викладається у 1 семестрі в обсязі 120 год. (4 кредити ECTS), зокрема: лекції - 38 год., лабораторні роботи - 0 год., самостійна робота - 79 год. У курсі передбачено 2 змістових модулів і 2 модульних колоквиуми. Дисципліна завершується заліком.

**Мета дисципліни: надати базові знання про властивості твердих тіл.**

## 2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основи квантової механіки, електродинаміки, статистичної механіки та термодинаміки.
2. Вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів теоретичної фізики для розв'язку практичних задач.
3. Володіти елементарними навичками квантово-механічної теорії збурень, представлення вторинного квантування, самостійного використання та вивчення літератури по статистичній фізиці і фізиці конденсованих середовищ.

**3. Анотація навчальної дисципліни:** Курс лекцій присвячено вивченню властивостей твердих тіл. Результати навчання полягають в знанні мікроскопічної теорії будови та функціонування твердих тіл. Це включає розуміння квантової теорії пружних явищ, електронних процесів, поведінки твердих тіл у зовнішніх полях, електрон-фононної взаємодії та пов'язаного з ним явища надпровідності. Будуть розглянуті основні наближення та методи необхідні для спрощення розгляду багаточастинкових систем. Для засвоєння матеріалу студентам будуть запропоновані практичні завдання, що полягають у розв'язанні задач. Лекції розрахована на широке коло слухачів – фізиків.

## 4. Завдання (навчальні цілі):

1. Ознайомитись з квантовим описом коливальних станів в твердих тілах та їхньої взаємодії із зовнішніми полями.
2. Ознайомитись з квантовим описом електронних станів та опанувати основні наближення.
3. Ознайомитись з механізмами електрон-фононної взаємодії.
4. Ознайомитись з явищем надпровідності та його мікроскопічним описом.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)
Код	Результат навчання		
1.1	Знати: квантовомеханічний опис коливальних гратки.	Лекція, практичне заняття	Усні відповіді, домашня робота

1.2	Вміти: здійснювати перехід від класичного до квантового опису коливань ґратки та до квантового опису взаємодії коливань ґратки з електромагнітним полем.	Лекція, практичне заняття	Усні відповіді, домашня робота
2.1	Знати: основи квантовомеханічного електронних станів в твердих тілах.	Лекція, практичне заняття	Усні відповіді, домашня робота
2.2	Вміти: застосовувати наближені методи опису електронних станів та поведінки електронів в твердому тілі в зовнішніх полях.	Лекція, практичне заняття	Усні відповіді, домашня робота
3.1	Знати: механізми електрон-фононої взаємодії для твердих тіл різного типу.	Лекція, практичне заняття	Усні відповіді, домашня робота
3.2	Знати: основні факти про надпровідність та принципи її мікроскопічного механізму (теорії Бардіна-Купера-Шриффера).	Лекція, практичне заняття	Усні відповіді, домашня робота

## 6. Схема формування оцінки.

### 6.1 Форми оцінювання студентів:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1, 2, 3, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) - теми 4,5,6. Обов'язковим для допуску до екзамену є отримання мінімальної кількості балів з кожної домашньої та контрольної роботи ( $0,6 \cdot R$ , де  $R$  – відповідна шкала вимірювання).

### Оцінювання за формами контролю:

	ЗМ1		ЗМ2	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Розв'язування задач домашньої роботи	0	20	0	20
Колоквіум	—	20	—	20

Аспіранти, які набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум у 9 балів за кожну модульну контрольну роботу, для одержання екзамену обов'язково необхідно перескласти відповідну модульну контрольну з належним рівнем знань.

### При простому розрахунку отримуємо:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	9	9	42	60
Максимум	20	20	60	100

### 6.2 Організація оцінювання:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання виконання домашніх робіт, усних відповідей та відповідей на колоквіумах.

### 6.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90–100
<b>Добре / Good</b>	75–89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60–74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0–59
<b>Зараховано / Passed</b>	60–100
<b>Не зараховано / Fail</b>	0–59

## 7. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних та практичних занять

Загальний обсяг **120 год.**, в тому числі:

Лекцій — **38 год.**

Консультації — **год.**

Залік - **1 год.**

Самостійної роботи (позааудиторної) — **79 год.**

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин			
		лекції	семінари	С/Р	Інші форми контр.
<b>Змістовий модуль 1</b>					
1	<b>Тема 1.</b> Квантування одноатомного та двоатомного ланцюжків, фонони. Фонони у тривимірному кристалі.	6	0	10	
2	<b>Тема 2.</b> Фонон-фононна взаємодія. Процеси перекидання. Локалізовані моди.	4	0	8	
3	<b>Тема 3.</b> Взаємодія коливань ґратки з електромагнітним випромінюванням. Поляритони. Квантова теорія поляритонів.	6	0	10	
<i>Колоквіум 1</i>					1
<b>Змістовий модуль 2</b>					
4	<b>Тема 4.</b> Основні поняття про рух електрона в періодичному потенціалі. Наближення слабого зв'язку. Наближення сильного зв'язку. Локалізовані стани, локалізація Андерсона.	10	0	18	
5	<b>Тема 5.</b> Рух електрона в зовнішньому полі. Тензор оберненої маси. Циклотронна маса. Сингулярності Ван-Хова.	6	0	10	
6	<b>Тема 6.</b> Статистика електронів в твердих тілах. Властивості напівпровідників. Екситони Ванье-Мотта та Френкеля.	6	0	23	
<i>Колоквіум 2</i>					1
<i>Залік</i>					1
<b>ВСЬОГО</b>		<b>38</b>	<b>0</b>	<b>79</b>	<b>3</b>

## 8. Рекомендовані джерела:

### Основна

1. А.С. Давыдов, *Теория твердого тела* (Наука, Москва, 1979).
2. У.Харрисон, *Теория твердого тела* (Мир, Москва, 1972).
3. С. Kittel, *Introduction to Solid State Physics* (John Wiles and Sons, Inc., New York, 1977)
4. J.M. Ziman, *Principles of the Theory of Solids* (Cambridge University Press, Cambridge, 1972).
5. N.W. Ashcroft and N.D Mermin, *Solid State Physics* (Harcours Inc, Fort Worth, 1976).

***Додаткова (надпровідність)***

6. В.В. Шмидт, *Введение в физику сверхпроводников*, (Наука, Москва, 1982).

7. П. де Жен. *Сверхпроводимость металлов и сплавов* (Мир, Москва, 1968).

**З усіма питаннями можна звертатись до викладача на електронну пошту  
[yzolo@bitp.kiev.ua](mailto:yzolo@bitp.kiev.ua)**