

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ ІМ. М.М. БОГОЛЮБОВА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

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



*А. Г. Загородній*  
А. Г. Загородній

*02 2020 р.*  
02 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ  
ДИСЦИПЛІНИ**

**ВК 12. Вступ до фізики графену  
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	3
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладач: Шарапов Сергій Геннадійович

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

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

КИЇВ – 2020

Розробник: Шарапов Сергій Геннадійович, доктор фіз.-мат. наук, старший дослідник

ЗАТВЕРДЖЕНО



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

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

Протокол засідання Вченої ради № 1 від  
« 5 » 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. Мета дисципліни** – ознайомлення студентів з теоретичними положеннями і методами теорії конденсованого стану, застосовування сучасних методів дослідження для розв’язання практичних задач в фізиці графену та набуття навичок самостійного використання і вивчення літератури в фізиці конденсованого стану.

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

1. Знати основні закони та поняття з квантової теорії поля, статистичної фізики, теорії твердого тіла.
2. Вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів математичного аналізу, диференціальних рівнянь, математичної фізики, квантової механіки, квантової теорії поля та статистичної фізики для розв’язку практичних задач з курсу додаткові розділи теорії конденсованого стану.
3. Володіти елементарними навичками пошуку та опрацювання спеціалізованої літератури, обрахунку фейнманівських діаграм.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

У курсі розглядаються наступні теми: функції відгуку у фізиці конденсованого стану, зокрема електромагнітний відгук, основні поняття теоретичного опису графену, а також опису руху квазічастинок у твердому тілі у зовнішньому магнітному полі. Навчальна задача курсу полягає в оволодінні сучасними моделями теоретичного опису графену. Результатом навчання є оволодіння знаннями про графен та лінійний відгук. Методи викладання: лекції, практичні заняття, консультації. Методи оцінювання: контрольні роботи, екзамен.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

оволодіння сучасними методами теорії конденсованого стану, такими як теорія лінійного відгуку, основ теоретичного опису графену, сприяння розвитку загально фізичного мислення студентів, майбутніх фізиків-дослідників і викладачів, формування здатності застосовувати теоретичні знання з фізики графену для розв’язку практичних завдань та при наукових дослідженнях.

**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)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати основи теорії лінійного відгуку.	Лекції, практичні заняття		
2.1	Вміти розв’язувати задачі з обрахунку лінійного відгуку і пов’язаних питань.	Практичні заняття	Контрольна робота	30
1.1	Знати основи теоретичного опису графену.	Лекції, практичні заняття		
2.1	Вміти розв’язувати задачі про теоретичний опис основних властивостей графену.		Контрольна робота	30

## 6. Схема формування оцінки.

### 6.1 Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1 за частиною 1 : РН 1.1 – 30 балів / 8 балів
2. Контрольна робота 2 за частиною 2 : РН 1.2 – 30 балів / 8 балів

#### - підсумкове оцінювання у формі екзамену:

Екзамен проводиться в письмовій формі. Кожен екзаменаційний білет містить два теоретичні питання з необхідністю розгорнутої відповіді. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом за складання екзамену дорівнює 40. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів.

Повна остаточна програма курсу з питаннями у тому вигляді, в якому вони входять до екзаменаційних білетів викладена на моєму сайті <https://sites.google.com/site/sergeisharapov/teaching/teaching>

- **умови допуску до підсумкового екзамену:** Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 25 балів. Студент допускається до екзамену за умови розв'язку не менше 30 % задач, що виносяться на самостійну роботу.

### 6.2 Організація оцінювання:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів.

### 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.

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостій на робота
<b>Частина 1</b> Функції відгуку у фізиці конденсованого стану				
1	<b>Тема 1.</b> Основні експериментальні методи дослідження конденсованих середовищ. Основи теорія лінійного відгуку.	4	3	
2	<b>Тема 2.</b> Електромагнітний відгук.	4	4	
	Модульна контрольна робота 1			1
<b>Частина 2</b> Вступ до фізики графену				
3	<b>Тема 3.</b> Опис графену за допомогою квантової електродинаміки в 2+1 вимірі у континуальному наближенні. Особливості графену	4	3	
4	<b>Тема 4.</b> Рівні Ландау в електронному газі та графені .	4	4	
	Модульна контрольна робота 2			1
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	

Загальний обсяг 120 год., в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – 16 год.

Семінари –      год.

Практичні заняття - 14 год.

Лабораторні заняття -      год.

Тренінги -      год.

Консультації - 2 год.

Самостійна робота - 87 год.

Екзамен - 1 год

## 8. Рекомендовані джерела<sup>1</sup>:

**Основна:** (Базова)

1. Е. В. Горбар, С. Г. Шарапов, Основи фізики графену, Київ, 2013.  
<http://bitp.kiev.ua/lectures>

2. Alexander Altland and Ben Simons, Condensed Matter Field Theory, Cambridge University Press, 2006 (2nd edition 2010).

3. H. Bruss and K. Flensberg, Many-Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics: An Introduction, Oxford University Press, 2004.

4. Piers Coleman, Introduction to Many Body Physics, 2013.

5. М.В. Садовский, Диаграмматика, М.-Ижевск, Институт компьютерных исследований, 2004.

<sup>1</sup> В тому числі Інтернет ресурси

6. А.А. Абрикосов, Основы теории металлов, 2е изд. ФИЗМАТЛИТ, 2009.
7. M.O. Goerbig, Quantum Hall Effects, Preprint arXiv:0909.1998
8. Л.С. Левитов, А.В. Шитов, Функции Грина. Задачи с решениями, 2е изд. ФИЗМАТЛИТ, 2002.

*Додаткова:*

9. Mahan G.D. Many-Particle Physics. N.Y.: PLENUM PRESS, 1990.
10. Alexei M. Tsvelik, Quantum Field Theory in Condensed Matter Physics, Cambridge University Press, 2003.
11. D.J. Scalapino, S.R. White, and S. Zhang, Insulator, metal, or superconductor: The criteria, Phys. Rev. B 47, 7995 (1993).

**9. Додаткові ресурси:**

Ресурси та новини з графену (у тому числі практичні застосування):

<http://www.graphene-info.com/>