

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Інститут високих технологій

Кафедра теоретичних основ високих технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Інституту високих технологій

В.В.Ільченко

« 01 » 09 2017 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Advanced Topics in Condensed Matter Physics

(«Додаткові розділи фізики конденсованого стану»)

для здобувачів наукового ступеня доктор філософії

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
рівень вищої освіти	третій освітньо-науковий
освітньо-наукова програма	" Прикладна фізика та наноматеріали "
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання - очна, заочна

Навчальний рік - 2017/2018

Курс - 1, півріччя - 2

Кількість кредитів ECTS - 4

Мова викладання, навчання

та оцінювання - українська

Форма заключного контролю - іспит

Викладач:

Колежук Олексій Костянтинович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри теоретичних основ високих технологій

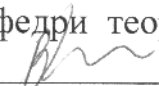
Пролонговано: на 2018/2019 н.р. AK (О.К. Колежук) «30» 08 2018 р. Гр
на 2019/2020 н.р. AK (Н.М. Русішук) «07» 03 2019 р. Гр

КИЇВ – 2017

Розробник:

Колежук Олексій Костянтинович, доктор фізико-математичних наук, пр
кафедри теоретичних основ високих технологій

«ПОГОД

Завідувач кафедри теоретичних основ н
технологій  В.З. Лозовий

Протокол № 10 від «16» 05 2017 р

Схвалено науково-методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол № 1 від «29» серпня 2017р.

Голова науково-методичної комісії



О.К. Колежук

«29» серпня 2017 року.

1. Мета дисципліни – дати знання про метод вторинного квантування, що широко застосовується у фізиці конденсованого стану та лежить в основі сучасних уявлень про макроскопічні квантові явища та про особливості фізичних процесів в сильнокорельованих системах.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна Advanced Topics in Condensed Matter Physics («Додаткові розділи фізики конденсованого стану») є частиною вибіркового блоку дисциплін та базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки бакалавра та магістра, а саме: «Фізика конденсованого стану», «Квантова механіка», «Статистична фізика».

Попередні вимоги:

аспірант повинен знати: основи квантової механіки, електродинаміки, статистичної фізики, фізики твердого тіла на рівні випускника магістратури.

аспірант повинен вміти: використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень на рівні випускника магістратури

3. Анотація навчальної дисципліни:

Вивчення дисципліни «Advanced Topics in Condensed Matter Physics» («Додаткові розділи фізики конденсованого стану») забезпечує поглиблене вивчення аспірантами основних сучасних методів теорії багаточастинкових систем та їх застосування у фізиці конденсованого стану. Зокрема, в курсі розглядається представлення вторинного квантування, основи діаграмної техніки, фейнманівські інтеграли по траєкторіях. Застосування методу вторинного квантування демонструється на низці прикладів з різних областей фізики конденсованого стану (надпровідність, магнетизм, низьковимірні електронні системи).

4. Завдання (навчальні цілі):

1. Засвоїти основні поняття та інструменти методу вторинного квантування для систем бозонних та ферміонних частинок/квазичастинок.

2. Навчити застосовувати отримані знання та уміння, навички використання інформаційних і комунікаційних технологій у професійній діяльності, розвивати логічне та аналітичне мислення аспірантів.

3. Навчити застосовувати знання та уміння у моделюванні складних фізичних систем, прищепити вміння розв'язувати задачі фізики систем багатьох частинок/степеней свободи методами вторинного квантування.

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	аспірант повинен знати:	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
1.1	Бозонні та ферміонні оператори народження та знищення	<i>лекція</i>	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	
1.2	Перетворення Боголюбова для бозонів	<i>лекція</i>	==/=	

1.3	Перетворення Боголюбова для бозонів	лекція	=//=	
1.4	Одно- і дво-частинкові оператори фізичних величин у представленні вторинного квантування. Обчислення вакуумних середніх, нормальне впорядкування, теорема Віка.	лекція	=//=	
1.5	представлення ферміонних операторів через оператори Паулі (перетворення Джордана-Вігнера).	лекція	=//=	
1.6	Модель надпровідності Бардіна-Купера-Шриффера	лекція	=//=	
1.7	Модель надплинності Боголюбова	лекція	=//=	
1.8	Вироджений електронний газ з кулонівською взаємодією	лекція	=//=	
1.9	Найпростіші задачі квантової теорії магнетизму:	лекція	=//=	
2	аспірант повинен вміти :	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
2.1	Будувати модельні гамільтоніани багаточастинкових систем	=//=	=//=	
2.2	Діагоналізувати квадратичні бозонні і ферміонні гамільтоніани	=//=	=//=	
2.3	Застосовувати метод середнього поля для наближеної трактовки двочастинкової взаємодії	=//=	=//=	
3	Комунікація	лекційні заняття,		до 5
3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування			
3.2	Здатність бути відповідальним за внесок в роботу команди при вирішенні проблеми	лекційні заняття з використанням роботи у підгрупах	оцінювання виконання завдань для самостійної	
4	автономність та відповідальність	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 5
4.1	самостійність у навчанні та/або професійній діяльності			

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання аспірантів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.9 [знання] до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання аспірантів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має один змістовний модуль. Після завершення теми №6 проводиться письмова модульна контрольна робота. Обов'язковим для допуску до іспиту є: написання модульної контрольної роботи з кількістю балів не менше 12 та виступу з доповіддю на семінарі.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за іспиті можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів**.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання аспірантом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Аспіранти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності аспіранта з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

	<i>ЗМ</i>	
	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>
Модульна контрольна робота	12	20
Виступ на семінарі	15	25
Виконання аспірантами самостійних робіт	9	15

Орієнтований графік оцінювання:

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	травень
Виступ на семінарі	травень
Виконання аспірантами самостійних робіт	березень - червень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	червень
Іспит	червень

Розрахунок балів, які аспірант отримує при успішній здачі заліку:

	Змістовий модуль	Іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	36	24	60
Максимум	60	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
1	<i>Оператори народження та знищення. Стационарні стани одновимірного гармонічного осцилятора в операторному представленні. Алгебра бозонних операторів народження/знищення, обчислення вакуумних середніх. Узагальнення на випадок багатьох осциляторів. Найпростіший випадок ланцюжка зв'язаних осциляторів.</i>	2		8
2	<i>Перетворення Боголюбова для бозонів. Діагоналізація квадратичної форми по бозонних операторах. Унітарність перетворення Боголюбова. Структура основного стану квадратичного бозонного гамільтоніана. Фоони в пружному ланцюжку.</i>	2		11
3	<i>Ферміонні оператори народження/знищення. Алгебра ферміонних операторів. Явне представлення ферміонних операторів через оператори Паулі (перетворення Джордана-Вігнера).</i>	2		11
4	<i>Узагальнення операторів народження/знищення на довільні стани частинок. Вторинно-квантована «хвильова функція». Одно- і дво-частинкові оператори фізичних величин у представленні вторинного квантування. Обчислення вакуумних середніх, нормальне впорядкування, теорема Віка.</i>	2		11
5	<i>Модель надпровідності Бардіна-Купера-Шриффера. Рівняння для щільності при $T=0$ і при скінченній температурі</i>	4		11

6	<i>Модель надплинності Боголюбова.</i>	2		11
7	<i>Вироджений електронний газ з кулонівською взаємодією..</i>	4		11
8	<i>Найпростіші задачі квантової теорії магнетизму: Магнони у феромагнетиках і антиферомагнетиках. Спінони в ланцюжку спіну 1/2. Квантовий фазовий перехід в моделі Ізінга в поперечному полі.</i>	4		11
ЗАГАЛОМ		22		96

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

Лекцій – **22-** год.

Практичні заняття – 0 год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота - **96** год.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. P.Coleman, Introduction to Many-body Physics //CUP, 2015 – 626 pp.
2. Henrik Bruus and Karsten Flensberg, Many-Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics: An Introduction, Oxford University Press (2004) – 435 pp
3. A.L. Fetter, J. D. Walecka, Quantum theory of many-particle systems, McGraw-Hill, 1971 - 601 p.
4. Абрикосов, А.А.; Горьков, Л.П.; Дзялошинский, И.Е., Методы квантовой теории поля в статистической физике, М.: ФИЗМАТГИЗ, 1962, 444 с.
5. Хакен Х., Квантовополевая теория твердого тела, М.: Наука, 1980 – 344с.

Додаткові:

1. Chaikin P.M., Lubensky T.C. // Principles of condensed matter physics// CUP, 1995
2. Ziman J.M. Elements of Advanced Quantum Theory //CUP, 1969
3. Е.М.Лифшиц, Л.П.Питаевский, Статистическая физика Ч.2: Теория конденсированного состояния. М.: Наука, 1978 – 448с.
4. Р.Фейнман, Статистическая механика// М.: Мир, 1978