

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 13. Конформна теорія поля та її застосування у  
фізиці конденсованих середовищ  
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	екзамен

Викладач: Іоргов Микола Зіновійович

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

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

КИЇВ – 2020

Розробник: Іоргов Микола Зіновійович, доктор фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник

ЗАТВЕРДЖЕНО

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



(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 «Конформна теорія поля та її застосування у фізиці конденсованих середовищ» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «доктор філософії» галузі знань «природничі науки», спеціальності фізика та астрономія (104) Дана дисципліна є нормативною за спеціальністю «фізика та астрономія».**

Викладається у 1 семестрі в обсязі 120 год. (4 кредити ECTS), зокрема: лекції - 48 год., лабораторні роботи - 0 год., самостійна робота - 67 год. У курсі передбачено 2 змістових модулів і 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна **екзаменом**.

**Мета дисципліни: надати базові знання про двовимірну конформну теорію поля, яка описує критичні точки двовимірних систем статистичної фізики та квантової теорії поля.**

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

1. Знати основи техніки функціонального інтегралу в квантовій теорії поля та статистичній механіці, основні поняття фізики квантових систем багатьох частинок та статистичної фізики.
2. Знати основи теорії фазових переходів, поняття про критичні показники та класи універсальності.
3. Володіти елементарними навичками обчислень з курсу фейнманівського інтегралу в квантовій механіці, квантовій теорії поля та статистичній фізиці, самостійного використання та вивчення літератури з квантової теорії поля, статистичної фізики та фізики конденсованих середовищ.

**3. Анотація навчальної дисципліни:** Курс лекцій складається з двох змістовних частин. Перша частина присвячено детальному вивченню точного розв'язку двовимірної моделі Ізінга та аналізу різноманітних фізичних властивостей цієї моделі (фазовий перехід, виродження вакууму, скейлінгова границя і зв'язок з релятивістською теорією вільних масивних ферміонів). Друга частина присвячена вивченню двовимірної конформної теорії поля (квантової теорії поля з конформною симетрією), яка описує системи у точках фазових переходів другого роду. Методи, які будуть вивчатись в курсі, є прикладами сучасних непертурбативних методів квантової теорії поля (тотожності Уорда, операторні розклади, бозонізація). Лекції розраховані на студентів, які спеціалізуються у фізиці конденсованого середовища та у фізиці елементарних частинок.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

1. Ознайомити студентів з методом точного розв'язання двовимірної моделі Ізінга (перетворення Йордана-Вігнера та перетворення Боголюбова).
2. Навчити студентів розв'язувати задачі, які вимагають використання методу перетворень Боголюбова.
3. Ознайомити студентів з методами двовимірної конформної теорії поля.
4. Навчити студентів розв'язувати задачі про знаходження кореляційних функцій в двовимірній конформній теорії поля.

**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)
Ко д	Результат навчання		
1.1	Знати: Методи перетворень Йордана-Вігнера та перетворень Боголюбова для точного розв'язку двовимірної моделі Ізінга	Лекції	Усні відповіді, домашня робота

1.2	<i>Знати: Основні поняття конформної теорії поля та методи обчислення кореляційних функцій.</i>	<i>Лекції</i>	<i>Усні відповіді, домашня робота</i>
2.1	<i>Вміти: Розв'язувати задачі використанням перетворень Йордана-Вігнера та перетворень Боголюбова.</i>	<i>Практичні заняття</i>	<i>Контрольна робота</i>
2.2	<i>Вміти: Розв'язувати задачі з конформної теорії поля.</i>	<i>Практичні заняття</i>	<i>Контрольна робота</i>

## 6. Схема формування оцінки.

### 6.1 Форми оцінювання студентів:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1, 2, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) - теми 3-8. Обов'язковим для допуску до екзамену є отримання мінімальної кількості балів з кожної контрольної роботи ( $0,6 \cdot R$ , де  $R$  – відповідна шкала вимірювання).

### Оцінювання за формами контролю:

	<b>ЗМ1</b>		<b>ЗМ2</b>	
	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>
Підготовлена усна доповідь за темою лекції	-	-	-	-
Розв'язування задач біля дошки	6	10	6	10
Контрольна робота	12	20	12	20

Аспіранти, які набрали сумарно меншу кількість балів, ніж *критично-розрахунковий мінімум у 12 балів за кожну модульну контрольну роботу*, для одержання екзамену обов'язково необхідно перескласти відповідну модульну контрольну з належним рівнем знань.

### При простому розрахунку отримаємо:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Екзамен	Підсумкова оцінка
<b>Мінімум</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>60</b>
<b>Максимум</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

### 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 контрольних робіт, виконаних студентами під час практичних занять.

### 7.3 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 — **48 год.**

Консультації — **4 год.**

Екзамен — **1 год.**

Самостійної роботи (позааудиторної) — **67 год.**

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин			Інші форми контр.
		лекції	семінари	С/Р	
<i>Змістовий модуль 1 Двовимірна модель Ізінга</i>					
1	<b>Тема 1.</b> Точний розв'язок двовимірної моделі Ізінга	6	0	10	
2	<b>Тема 2.</b> Термодинамічна та скейлінгова границя моделі Ізінга, кореляційні функції	6	0	9	
<i>Контрольна робота 1</i>				2	
<i>Змістовий модуль 2 Двовимірна конформна теорія поля</i>					
3	<b>Тема 3.</b> Конформні перетворення та конформна група	6	0	8	
4	<b>Тема 4.</b> Конформні тотожності Уорда	6	0	8	
5.	<b>Тема 5.</b> Алгебра Вірасоро та її дія на просторі полів та станів	4		6	
6.	<b>Тема 6.</b> Кореляційні функції в двовимірних конформних теоріях поля	8		8	
7.	<b>Тема 7.</b> Мінімальні моделі та зв'язок з фізичними системами в точках фазового переходу	8		8	
8.	<b>Тема 8.</b> Бозонізація та її застосування у фізиці конденсованих середовищ	4		6	
<i>Контрольна робота 2</i>				2	
<i>Консультації</i>					4
<i>Екзамен</i>					1
<b>ВСЬОГО</b>		<b>48</b>	<b>0</b>	<b>67</b>	<b>5</b>

## 8. Рекомендовані джерела:

*Загальні підручники та лекції з конформної теорії поля*

1. P. di Francesco, P. Mathieu, D. Senechal, Conformal Field Theory, Series: Graduate Texts in Contemporary Physics, Springer, 1997.
2. Paul Ginsparg, Applied Conformal Field Theory, Fields, Strings and Critical Phenomena, (Les Houches, Session XLIX, 1988) ed. by E. Brézin and J. Zinn Justin, 1989; arXiv:hep-th/9108028
3. J. Cardy, Conformal Invariance and Statistical Mechanics, Les Houches, 1988
4. J. Cardy, Conformal Field Theory and Statistical Mechanics, Lectures given at les Houches summer school on Exact Methods in Low-Dimensional Statistical Physics and Quantum Computing, July 2008, 2008; arXiv:0807.3472 [cond-mat.stat-mech].
5. A. Zamolodchikov, Al. Zamolodchikov, Conformal Field Theory and Critical Phenomena in Two-Dimensional Systems, Soviet Scientific Reviews. Section A, 10.4, 1989.

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