

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



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

А. Г. Загородній

02 2020р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

БК 16. Солітони у фізиці твердого тіла 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: 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
України



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

Протокол засідання Вченої ради № 1 від
02 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)

(Signature)

(підпис)

(чл.-кор. НАН України Б.І.

(прізвище та ініціали)

« 5 » 02 2020 року

1. Навчальна дисципліна «Солітони у фізиці твердого тіла» 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 - 68 год. У курсі передбачено 3 змістових модулів і 3 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна **екзаменом**.

Мета дисципліни: надати базові знання про властивості та поведінку нелінійних локалізованих збуджень — солітонів у твердотільних системах.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основи теорії звичайних диференціальних рівнянь, рівнянь в частинних похідних, теорії функції комплексної змінної та лінійної алгебри для розв'язку практичних задач.
2. Вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів класичної механіки, механіки суцільних середовищ, квантової механіки.
3. Володіти навичками самостійного використання та вивчення літератури по фізиці конденсованих середовищ.

3. Анотація навчальної дисципліни: Курс лекцій присвячено вивченню властивостей нелінійних усамітнених хвиль — солітонів у різних системах фізики конденсованого стану. Її вивчення тісно пов'язано з вивченням нелінійної динаміки, синергетики, теорії коливань та хвиль, а також теорії твердого тіла. Результати навчання полягають в знанні механізму утворення солітонів, володінні методами оберненої задачі розсіяння та солітонної теорії збурень, знанні розв'язків основних солітонних рівнянь (Кортевега-де Фріза, нелінійного рівняння Шредінгера, синус Гордон) та їхніх властивостей. Також буде пояснено фізичний зміст утворення солітонів широкому колу фізичних систем, таких зокрема як надпровідні тунельні контакти, магнетики, нелінійні оптичні хвилеводи та поверхневі хвилі в гідродинаміці. Для засвоєння матеріалу студентам будуть запропоновані практичні завдання, що полягають у розв'язанні задач і проведенні аналізу властивостей солітонів у різних фізичних системах. Лекції розрахована на широке коло слухачів – фізиків.

4. Завдання (навчальні цілі):

1. Опанувати метод оберненої задачі розсіяння.
2. Ознайомитись з гамільтонівською формою запису рівнянь солітонної теорії.
3. Ознайомитись з основними фізичними властивостями різних типів солітонів.
4. Ознайомитись з властивостями солітонів в різних фізичних системах.

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: властивості лінійних хвиль	Лекція,	Усні відповіді,

	відносно їхніх дисперсійний співвідношень, концепцію континуального наближення.	практичне заняття	домашня робота, контрольна робота
2.1	Вміти: використовувати принципи методу оберненої задачі розсіяння.	Лекція, практичне заняття	Усні відповіді, домашня робота Контрольна робота
2.2	Вміти: записувати рівняння солітонного тую в гамільтонівській формі, записувати явно поліноміальні інтеграли руху.	Лекція, практичне заняття	Усні відповіді, домашня робота Контрольна робота
3.1	Знати: основні властивості солітонів в конденсованих середовищах.	Лекція, практичне заняття	Усні відповіді, домашня робота Контрольна робота
3.2	Вміти: використовувати солітонну теорію збурень.	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, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) - теми 3, 4, у змістовий модуль 3 (ЗМ3) – теми 5 і 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		ЗМ3	
	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>
Розв'язування задач домашньої роботи	0	10	0	10	0	10
Контрольна робота	—	10	—	10	-	10

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	Змістовий модуль 3	Екзамен	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	9	9	9	33	60
Максимум	20	20	20	40	100

6.2 Організація оцінювання:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 3 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.

6.3 Шкала відповідності оцінок

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

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

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

Лекцій — **48 год.**

Консультації — **год.**

Екзамен — **1 год.**

Самостійної роботи (позааудиторної) — **68 год.**

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин			Інші форми контр.
		лекції	семінари	С/Р	
Змістовий модуль 1					
1	Тема 1. Лінійні та нелінійні хвилі, класифікація хвиль. Солітони на поверхні рідини, рівняння Кортевега-де Фріза (КдФ) та його основні розв'язки.	8	0	10	
2	Тема 2. Континуальна границя ангармонічних лнацюжків, задача Фермі-Паста-Улама та зв'язок з рівняннями Бусінеска та КдФ.	8	0	10	
<i>Контрольна робота</i>					1
Змістовий модуль 2					
3	Тема 3. Метод оберненої задачі розсіяння. Представлення Лакса та нульової кривизни. Рівняння Гельфанда-Левітана-Марченка. Загальна форма багатосолітонного розв'язку.	12	0	18	
4	Тема 4. Солітонні рівняння в гамільтонівській формі. Поліноміальні інтеграли руху та їхній запис у явній формі.	4	0	8	
<i>Контрольна робота</i>					1
Змістовий модуль 3					
5	Тема 5. Ефект Джоузефсона та рівняння синус-Гордон. Електромагнітні збудження в довгому джоузефсонівському переході, флюксони. Метод баласну енергії та інші методи солітонної теорії збурень. Вплив зовнішнього струму та дисипації на динаміку солітона, вольт-амперні характеристики.	10	0	12	
6	Тема 6. Самофокусування, солітони в нелінійній оптиці. Нелінійне рівняння Шредінгера. Динаміка феромагнетика, рівняння Ландау-Ліфшиця.	6	0	10	
<i>Контрольна робота</i>					1
<i>Екзамен</i>					1
ВСЬОГО		48	0	68	4

8. Рекомендовані джерела:

Основна

1. В.Е. Захаров, С.В. Манаков, С.П. Новиков и Л.П. Питаевский, *Теория солитонов:*

метод обратной задачи (Наука, Москва, 1980).

2. А. Ньюелл, *Солитоны в математике и физике* (Мир, Москва, 1989).

3. Дж. Уизем, *Линейные и нелинейные волны* (Мир, Москва, 1977)

4. М. Абловиц и Х. Сигур, *Солитоны и метод обратной задачи* (Наука, Москва, 1983).

5. *Солитоны в действии*, под ред. К. Линдгрена и А. Скотта, (Мир, Москва, 1981).

6. Л.А. Тахтаджян и Л.Д. Фаддеев, *Гамильтонов поход в теории солитонов* (Наука, Москва, 1986).

Додаткова

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

8. А.М. Косевич, Б.А. Иванов и А.С. Ковалев, *Нелинейные волны неустойчивости. Динамические и топологические солитоны* (Наукова Думка, Киев, 1983).

З усіма питаннями можна звертатись до викладача на електронну пошту yzolo@bitp.kiev.ua