

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Кафедра вищої математики фізичного факультету

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної роботи

«_____» _____ 2021 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

«Нелінійна фізика»

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

галузь знань _____ 10 Природничі науки _____
(шифр і назва)

спеціальність _____ 104 - фізика та астрономія _____
(шифр і назва)

освітня програма _____ ОНП «фізика», «астрономія» _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____ фізика, астрономія _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова /за вибором)

факультет _____ фізичний _____
(назва факультету)

2021 / 2022 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету

“ _____ ” _____ 20__ року, протокол №__

РОЗРОБНИК ПРОГРАМ: Чібісов Д.В., д.ф.-м.н., доцент, професор кафедри вищої математики фізичного факультету.

Програму схвалено на засіданні кафедри вищої математики фізичного факультету

Протокол від “ _____ ” _____ 20__ року №__

Завідувач кафедри вищої математики фізичного факультету

_____ Завгородня Н.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) _____
ОНП «фізика», «астрономія»
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи) _____

_____ Бойко Ю.І. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Програму погоджено методичною комісією
_____ фізичного факультету _____
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ _____ ” _____ 20__ року №__

Голова методичної комісії _____ фізичного факультету _____

_____ Макаровський М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Нелінійна фізика» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки

магістра

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальність 104 Фізика та астрономія

(шифр і назва)

освітня програма освітньо-наукова програма «Фізика»

(шифр і назва)

спеціалізація _____

(шифр і назва)

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни.

Метою викладання навчальної дисципліни є описання основних ефектів і процесів у нелінійній фізиці.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни.

Основними завданнями вивчення дисципліни є

- оволодіння студентом основами сучасної нелінійної фізики;
- опанування студентом основних методів описання нелінійних явищ;
- формування у студента нелінійного мислення, нелінійного світогляду.

1.3. Кількість кредитів: 3.

1.4. Загальна кількість годин: 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни.

<i>Нормативна / за вибором: нормативна</i>	
<i>Денна форма навчання</i>	<i>Заочна (дистанційна) форма навчання</i>
<i>Рік підготовки</i>	
2-й	
<i>Семестр</i>	
3-й	
<i>Лекції</i>	
36 год.	
<i>Практичні, семінарські заняття</i>	
0 год.	
<i>Лабораторні заняття</i>	
0 год.	
<i>Самостійна робота</i>	
54 год.	
<i>Індивідуальні завдання</i>	
0 год.	

1.6. Заплановані результати навчання.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

знати: причини та механізми виникнення, методи описання нелінійних явищ; основні нелінійні явища, що виникають в різних розділах сучасної фізики; місце та роль нелінійних ефектів у фізиці, інших науках, а також у техніці;

вміти: оцінювати можливість виникнення нелінійних явищ в різних задачах фізики; якісно та кількісно описувати основні нелінійні явища, що виникають у природі.

Примітка. В умовах запровадження в Україні карантину, пов'язаного з пандемією Covid-19, проведення занять з даного курсу відповідно до наказів по Університету може відбуватися за дистанційною або змішаною формою. У такому разі використовується наступний формат проведення занять.

Лекції відбуваються в on-line режимі з використанням технології Zoom.

Практичні заняття, семінари та лабораторні роботи – в аудиторіях і лабораторіях із дотриманням встановлених карантинних вимог, а у разі відміни аудиторних занять – в on-line режимі з використанням технологій Zoom, Skype та Google Class.

Консультації надаються аудиторно або в on-line режимі з використанням технологій Zoom та Skype.

Підсумковий іспит (або залік) проводиться аудиторно або в on-line режимі з використанням технологій Zoom, Skype та Google Class.

Повний *комплекс навчально-методичної документації* перед початком проведення занять розміщується на сайті факультету.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Нелінійна фізика

Вступ. Нелінійність у фізиці. Мета, завдання та структура курсу. Організація навчального процесу.

Тема 1. Вступ до нелінійної фізики.

Основні етапи формування уявлень про нелінійний світ. Причини виникнення нелінійних явищ. Нелінійність – універсальна та фундаментальна властивість світу. Загальні відомості про нелінійну фізику, її методи та застосування. Основні положення нелінійної парадигми.

Тема 2. Нелінійна електродинаміка.

Якісна картина нелінійних явищ. Нелінійні рівняння електродинаміки. Методи нелінійної електродинаміки. Самовплив та взаємодія плоских електромагнітних хвиль. Нелінійні стаціонарні хвилі. Солітони. Самовплив пучків електромагнітних хвиль. Когерентна взаємодія хвиль. Нестійкості.

Тема 3. Нелінійні явища у оптиці.

Стисла історична довідка. Механізми нелінійних явищ. Генерація другої гармоніки. Використання нелінійних явищ.

Тема 4. Нелінійні явища у плазмі.

Загальні відомості про плазму. Механізми нелінійних явищ у плазмі. Рівняння балансу енергії та концентрації часток. Збурення концентрації електронів. Самовплив електромагнітних хвиль у плазмі. Інші нелінійні ефекти. Особливості нелінійних явищ у фізиці твердого тіла.

Тема 5. Нелінійні явища у фізиці космосу.

Стислі відомості про навколосемний космос. Результати експериментів. Механізми нелінійних явищ. Крос-модуляція радіохвиль. Самомодуляція радіохвиль. Нестійкості в іоносфері. Штучні іоносферні неоднорідності. Ракурсне розсіяння. Штучне плазмове дзеркало в іоносфері. Ефект Гетманцева. Сонячні енергетичні станції. Великомасштабні та глобальні збурення в іоносфері. Вплив на магнітосферу. Солітони у навколосемному просторі.

Тема 6. Нелінійні явища у статистичній фізиці.

Постановка задачі. Методи розв'язання нелінійних стохастичних задач. Усереднення точного розв'язку. Методи лінеаризації. Методи статистичної лінеаризації. Рівняння Дайсона для середніх. Поняття про рівняння Фокера-Планка.

Тема 7. Актуальні проблеми нелінійної фізики.

Детермінований хаос у фізиці. Поняття хаосу. Поняття про геометрію фракталів. Формування ідеї динамічного хаосу. Причини виникнення хаосу. Умови та сценарії виникнення хаосу. Приклади хаотичних фізичних систем. Явище самоорганізації у фізиці. Синергетика. Формування синергетичної ідеї. Властивості автохвиль. Приклади самоорганізації.

Підсумкова лекція. Основні підсумки курсу.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	Разом	у тому числі					Разом	у тому числі				
		л.	пр.	лаб.	інд.	с. р.		л.	пр.	лаб.	інд.	с. р.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
Розділ 1. Нелінійна фізика												
Вступ	1	1										
Тема 1. Вступ до нелінійної фізики	11	5				6						
Тема 2. Нелінійна електродинаміка	28	14				14						
Тема 3. Нелінійні явища у оптиці	12	2				10						
Тема 4. Нелінійні явища у плазмі	14	4				10						
Тема 5. Нелінійні явища у фізиці космосу	8	4				4						
Тема 6. Нелінійні явища у статистичній фізиці	6	2				4						
Тема 7. Актуальні проблеми нелінійної фізики	9	3				6						
Підсумкова лекція	1	1										
Разом годин	90	36				54						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Не передбачено навчальним планом.

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання навчального матеріалу за наступними темами:	54
1.1	Тема 1. Вступ до нелінійної фізики	6
1.2	Тема 2. Нелінійна електродинаміка	14
1.3	Тема 3. Нелінійні явища у оптиці	10
1.4	Тема 4. Нелінійні явища у плазмі	10
1.5	Тема 5. Нелінійні явища у фізиці космосу	4
1.6	Тема 6. Нелінійні явища у статистичній фізиці	4
1.7	Тема 7. Актуальні проблеми нелінійної фізики	6
	<i>Разом:</i>	54

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

7. Методи контролю

У навчальному процесі використовуються наступні види контролю: семестровий підсумковий контроль.

Семестровий підсумковий контроль застосовується у вигляді письмового іспиту наприкінці семестру.

8. Схема нарахування балів

8.1. Нарахування балів протягом семестру

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальне завдання							Разом	Екзамен	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7			
0	0	0	0	0	0	0	0	100	100

T1, T2 ... T7 – теми розділу.

8.2. Нарахування балів на екзамені. Підсумкова оцінка

На письмовому іспиті (Екзаменаційна оцінка E) студент може отримати максимум 100 балів. Екзаменаційний білет містить два теоретичних запитання (по 30 балів) та одну задачу (40 балів).

Підсумкова оцінка (P) з курсу «Нелінійна фізика» дорівнює Екзаменаційній (E) оцінці:

$$P = E.$$

Підсумкова оцінка P , що вимірюється в балах (від 1 до 100 балів), перекладається в оцінку за національною шкалою згідно наступної таблиці.

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70 – 89	добре	
50 – 69	задовільно	
1 – 49	незадовільно	не зараховано

Примітка. У випадку проведення лекцій в *on-line режимі* у якості заохочення за своєчасне й якісне виконання рукописних конспектів із курсу до семестрової оцінки кожному студентові додається до **10 бонусних балів**.

9. Рекомендоване методичне забезпечення

Базова література

1. Виноградова М. Б., Руденко О. В., Сухоруков А. П. Теория волн. – М.: Наука, 1979; 384 с.–1990. – 432 с.
2. Гуревич Г. М., Шварцбург А. Б. Нелинейная теория распространения радиоволн в ионосфере. – М.: Наука, 1973. – 272 с.
3. Заславский Г. М., Сагдеев Р. З. Введение в нелинейную физику. – М.: Наука, 1988.–368 с.
4. Рабинович М. И., Трубецков Д. И. Введение в теорию колебаний и волн. – М.: Наука, 1984. – 432 с.
5. Рыскин Н. М., Трубецков Д. И. Нелинейные волны. – М.: Наука, Физматлит, 2000. – 272 с.
6. Черногор Л. Ф. Нелинейная радиофизика: Учебное пособие. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2010. – 173 с.
7. Лазоренко О. В., Черногор Л. Ф. Нелинейная радиофизика: Сборник задач. Учебник. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2016. – 168 с.

Допоміжна література

8. Анищенко В. С. Сложные колебания в простых системах. – М.: Наука, 1990. – 312 с.

9. Арцимович Л. А., Сагдеев Р. З. Физика плазмы для физиков.– М.: Атомиздат, 1979. – 320 с.

10. Ахманов С. А., Хохлов Р. В. Проблемы нелинейной оптики.– М.: ВИНТИ, 1964. – 295 с.

11. Ахманов С. А., Дьяков Ю. Е., Чиркин А. С. Введение в статистическую радиофизику и оптику.– М.: Наука, 1981. – Гл. 8.

12. Басс Ф. Г., Гуревич Ю. Г. Горячие электроны и сильные электромагнитные волны в плазме полупроводников и газового разряда. – М.: Наука, 1975. – 400 с.

13. Бломберген Н. Нелинейная оптика. – М.: Мир, 1966. – 476 с.

14. Борисов Н. Д., Гуревич А. В., Милих Г. М. Искусственная ионизированная область в атмосфере. – М.: ИЗМИРАН, 1986. – 184 с.

10. Інформаційні ресурси в Інтернеті, інше методичне забезпечення

<http://fb.me/NonlinearPhysicsKhNU>

<http://diagram.com.ua/library>

<http://sci-lib.com/>

<http://www.all-ebooks.com/>

<http://lib.org.by/>

<http://arxiv.org/>