

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Кафедра космічної радіофізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Перший проректор

“ _____ ” _____ 2015 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Нелінійна радіофізика

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напряму підготовки 6.040204 – Прикладна фізика

(шифр і назва напряму підготовки)

для спеціальності _____

(шифр і назва спеціальності (тей))

спеціалізації _____

(назва спеціалізації)

факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

(назва факультету)

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Харків – 2015

Нелінійна радіофізика. Робоча програма навчальної дисципліни для студентів

(назва навчальної дисципліни)

за напрямом підготовки 6.040204 – Прикладна фізика.

„14” травня 2015 р. — 12 с.

Розробник: Черногор Леонід Феоктистович, доктор фізико-математичних наук,
професор кафедри космічної радіофізики
факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп’ютерних систем
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри космічної радіофізики
факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп’ютерних систем
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Протокол № 10 від “20” травня 2015 р.

Завідувач кафедри космічної радіофізики

_____ (Гирнов О. Ф.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

“20” травня 2015 р.

Схвалено методичною комісією
факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп’ютерних систем
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

Протокол № 6 від “15” червня 2015 р.

“15” червня 2015 р. Голова _____ (Черногор Л. Ф.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Декан факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп’ютерних систем

_____ (Шульга С. М.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів — 3	Галузь знань <u>0402 Фізико-математичні науки</u> (шифр і назва)	За вибором	
	Напрямок підготовки <u>6.040204 – Прикладна фізика</u> (шифр і назва)		
Модулів — 4	освітньо-кваліфікаційний рівень (професійне спрямування): <u>6.040204 — бакалавр</u>	Рік підготовки:	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		4-й	
Загальна кількість годин — 90		Семестр	
		8-й	
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента — 2,6		32 год.	год.
		Практичні, семінарські	
		16 год.	год.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
		42 год.	год.
		ІНДЗ: год.	
	Вид контролю: залік		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання — 3/2,6

для заочної форми навчання —

Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета — опанувати основами нелінійної радіофізики.

Завдання — вивчити основні теоретичні положення нелінійної радіофізики та розв'язати запропоновані задачі.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати: причини та механізми виникнення нелінійних явищ, методи їх опису, основні нелінійні явища в різних розділах сучасної радіофізики, місце і роль нелінійних ефектів у радіофізиці, фізиці інших науках, технологіях і техніці;

вміти: оцінювати можливості виникнення нелінійних явищ у різних задачах радіофізики, якісно і кількісно описувати основні нелінійні явища.

2. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Вступ. Нелінійна електродинаміка

Тема 1. Вступ до курсу

Тема 2. Якісна картина нелінійних явищ

Тема 3. Нелінійні рівняння електродинаміки

Тема 4. Методи нелінійної електродинаміки

Тема 5. Самодія та взаємодія плоских електромагнітних хвиль

Тема 6. Нелінійні стаціонарні хвилі

Тема 7. Солітони

Тема 8. Самодія пучків електромагнітних хвиль

Тема 9. Когерентна взаємодія хвиль. Нестійкості.

Модуль 2. Нелінійні явища в квантовій і плазмовій радіофізиці

Тема 10. Механізми нелінійних явищ у квантовій радіофізиці

Тема 11. Генерація другої гармоніки

Тема 12. Використання нелінійних явищ

Тема 13. Загальні відомості про плазму. Механізми нелінійних явищ у плазмі

Тема 14. Рівняння балансу, енергії та концентрації частинок

Тема 15. Збурення концентрації електронів

Тема 16. Самодія електромагнітних хвиль у плазмі

Тема 17. Інші нелінійні явища

Тема 18. Особливості нелінійних явищ у напівпровідниках

Модуль 3. Нелінійні явища в космічній і статистичній радіофізиці

Тема 19. Відомості про навколосезонний космос. Результати досліджень

Тема 20. Механізми нелінійних явищ

Тема 21. Крос-модуляція та саомодуляція радіохвиль

Тема 22. Нестійкості в іоносфері

Тема 23. Штучні неоднорідності в іоносфері. Ракурсне розсіяння радіохвиль

Тема 24. Штучна плазмове дзеркало в атмосфері

Тема 25 Ефект Г. Г. Гетманцева

Тема 26. Сонячні енергетичні станції

Тема 27. Великомасштабні та глобальні збурення у геокосмосі

Тема 28. Солітони у геокосмосі

Тема 29. Особливості нелінійних явищ у статистичній радіофізиці

Тема 30. Методи розв'язання нелінійних стохастичних задач

Модуль 4. Актуальні проблеми нелінійної радіофізики. Підсумки курсу

Тема 31. Детермінований хаос у радіофізиці. Математичний апарат хаосу. Фрактали в математиці та природі. Причини виникнення хаосу. Умови та сценарії виникнення хаосу. Приклади

Тема 32. Явище самоорганізація у радіофізиці. Синергетика. Автохвилі. Застосування. Приклади самоорганізації.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Тема 1.		1	0.5			2						
Тема 2.		1	0.5			2						
Тема 3.		1	0.5			2						
Тема 4.		1	0.5			4						
Тема 5.		1	0.5			2						
Тема 6.		1	0.5			2						
Тема 7.		1	0.5			2						
Тема 8.		1	0.5			2						
Тема 9.		1	0.5			2						
Разом за модулем 1	33.5	9	4.5			20						
Модуль 2												
Тема 10.		1	0.5			1						
Тема 11.		1	0.5			1						
Тема 12.		1	0.5			1						
Тема 13.		1	0.5			1						
Тема 14.		1	0.5			1						
Тема 15.		1	0.5			1						
Тема 16.		1	0.5			2						
Тема 17.		1	0.5			2						
Тема 18.		1	0.5			2						
Разом за модулем 2	25.5	9	4.5			12						
Модуль 3												
Тема 19.		1	0.5			2						
Тема 20.		1	0.5			2						
Тема 21.		1	0.5			2						
Тема 22.		1	0.5			2						
Тема 23.		1	0.5			2						
Тема 24.		1	0.5			2						
Тема 25.		1	0.5			2						
Тема 26.		1	0.5			2						
Тема 27.		1	0.5			2						
Тема 28.		1	0.5			2						
Тема 29.		1	0.5			2						
Тема 30.		1	0.5			2						
Разом за	42	12	6			24						

модулем 3													
Модуль 4													
Тема 31.		1	0.5			2							
Тема 32.		1	0.5			2							
Разом за модулем 4	7	2	1			4							
Усього годин	108	32	16			60							

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми		Кількість годин
1			
2			
...			

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальні відомості про нелінійні явища	2
2	Нелінійні електродинаміка	2
3	Ударні хвилі	2
4	Солітони	2
5	Нелінійні явища у плазмовій радіофізиці	2
6	Нелінійні явища у космічній радіофізиці	2
7	Методи нелінійної статистичної радіофізики	2
8	Детермінований хаос і самоорганізація	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальні відомості про нелінійні явища	7
2	Нелінійні електродинаміка	7
3	Ударні хвилі	7
4	Солітони	7
5	Нелінійні явища у плазмовій радіофізиці	8
6	Нелінійні явища у космічній радіофізиці	8
7	Методи нелінійної статистичної радіофізики	8
8	Детермінований хаос і самоорганізація	8
	Разом	60

9. Індивідуальне навчально - дослідне завдання

10. Методи навчання

Проблемні лекції, практичні заняття та самостійна робота

11. Методи контролю

Практичні заняття

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Залік

Поточне тестування та самостійна робота											Сума	
Модуль 1											100	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9				
3	3	3	4	3	3	3	3	4				
Мінімальну кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування першого модуля — 16												
Модуль 2												
T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18				
3	3	3	3	3	4	3	3	3				
Мінімальну кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування другого модуля — 15												
Модуль 3												
T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29		T30
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		4
Мінімальну кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування третього модуля — 22												
Модуль 4												
T31	T32											
3	3											
Мінімальну кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування четвертого модуля — 4												
Форма контролю — практичні заняття												

T1, T2 ... T32 — теми модулів

Приклад за виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до _____	до _____	до _____	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80-89	B	добре	
70-79	C		
60-69	D	задовільно	
50-59	E		
1-49	FX	незадовільно	не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Черногор Л. Ф. Нелинейная радиоп физика. – Х.: Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, 2004. – 200 с.
2. Черногор Л. Ф. Нелінійна радіофізика. – Х.: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2006. – 200 с.
3. Лазоренко О. В., Черногор Л. Ф. Сборник задач по нелинейной радиоп физике. – Х.: Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, 2008. – 132 с.

14. Рекомендована література

Базова

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.

Допоміжна

1. *Анищенко В. С.* Сложные колебания в простых системах. –М.: Наука, 1990. – 312 с.
2. *Арцимович Л. А., Сагдеев Р. З.* Физика плазмы для физиков.–М.: Атомиздат, 1979. – 320 с.
3. *Ахманов С. А., Хохлов Р. В.* Проблемы нелинейной оптики.–М.: ВИНТИ, 1964. – 295 с.
4. *Ахманов С. А., Дьяков Ю. Е., Чиркин А. С.* Введение в статистическую радиоп физика и оптику.–М.: Наука, 1981. – Гл. 8.

5. *Басс Ф. Г., Гуревич Ю. Г.* Горячие электроны и сильные электромагнитные волны в плазме полупроводников и газового разряда. – М.: Наука, 1975. – 400 с.
6. *Бломберген Н.* Нелинейная оптика. – М.: Мир, 1966. – 476 с.
7. *Борисов Н. Д., Гуревич А. В., Милих Г. М.* Искусственная ионизированная область в атмосфере. – М.: ИЗМИРАН, 1986. – 184 с.
8. *Вильгельмссон Х., Вейланд Я.* Когерентное нелинейное взаимодействие волн в плазме. – М.: Энергоиздат, 1981. – 224 с.
9. *Геккер И. Р.* Взаимодействие сильных электромагнитных полей с плазмой. – М., Атомиздат, 1978. – 310 с.
10. *Горбатов С. Н., Малахов А. Н., Саичев А. И.* Нелинейные случайные волны в средах без дисперсии. – М.: Наука, 1990. – 216 с.
11. *Дмитриев А. С., Кислов В. Я.* Стохастические колебания в радиофизике и электронике. – М.: Наука, 1989. – 280 с.
12. *Кадомцев Б. Б.* Коллективные явления в плазме. – М.: Наука, 1976. – 240 с.
13. *Карпман В. И.* Нелинейные волны в диспергирующих средах. – М.: Наука, 1973. – 176 с.
14. *Коротеев Н. И., Шумай И. Л.* Физика мощного лазерного излучения. – М.: Наука, 1991. – 312 с.
15. *Лоскутов А. Ю., Михайлов А. С.* Введение в синергетику. – М.: Наука, 1990. – 272 с.
16. *Лэм Дж. Л.* Введение в теорию солитонов. – Перевод с англ. М.: Мир, 1983. – 408 с.
17. *Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б.* Современные проблемы нелинейной динамики. М.: Эффекториал УРСС, 2000. – 336 с.
18. *Митяков Н. А., Грач С. М., Митяков С. Н.* Возмущение ионосферы мощными радиоволнами. Итоги науки и техники. Серия «Геомagnetизм и высокие слои атмосферы»// М.: ВИНТИ, 1989. – Т. 9. С. 1-140.
19. *Мун Ф.* Хаотические колебания. – М.: Мир, 1990. – 312 с.
20. *Наугольных К. А., Островский Л. А.* Нелинейные волновые процессы в акустике. – М.: Наука, 1990. – 237 с.

21. Нелинейные волны./Под редакцией С. Лейбовича, А. Сибасса; Перевод с англ. М.: Мир, 1977. – 320 с.
22. Полянин А. Д., Зайцев В. Ф. Справочник по нелинейным уравнениям математической физики. М.: Физматлит, 2002. – 432 с.
23. Потапов А. А. Фракталы в радиофизике и радиолокации. М.: Логос, 2002. – 664 с.
24. Самарский А. А. и др. Режимы с обострением в задачах для квазилинейных параболических уравнений. М.: Наука, 1987. – 480 с.
25. Свирижев Ю. М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии. М.: Наука, 1987. – 368 с.
26. Силин В. П. Параметрическое воздействие излучения большой мощности на плазму. М.: Наука, 1973. – 288 с.
27. Скотт Э. Волны в активных и нелинейных средах в приложении к электронике/Перевод с англ.– М.: Сов. радио, 1977. – 368 с.
28. Солитоны / Под редакцией Р. Буллефа, Ф. Кодри; Перевод с англ. – М.: Мир, 1983. – 408 с.
29. Табор М. Хаос и интегрируемость в нелинейной динамике/Пер. с англ. М.: Эдиториал УРСС. 2001. – 320 с.
30. Узем Дж. Линейные и нелинейные волны/Перевод с англ. М.: Мир, 1977. – 622 с.
31. Федер Е. Фракталы. М.: Мир, 1987.– 232 с.
32. Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980.– 404 с.
33. Шварцбург А. Б. Геометрическая оптика в нелинейной теории волн. М.: Наука, 1976.– 120 с.
34. Шен И. Р. Принципы нелинейной оптики. М.: Наука, 1989.– 560 с.
35. Шуберт М., Вильгельми Б. Введение в нелинейную оптику. М.: Мир, 1973. – Ч. I. – 216 с. 1975. Ч. II. – 228 с.
36. Шустер Г. Детерминированный хаос. М.: Мир, 1988.– 240 с.
37. Baker G. L., Gollub J. P. Chaotic Dynamics. Cambridge University Press, 1996.– 258 p.

38. *Gurevich A. V.* Nonlinear Phenomena in the Ionosphere. N.-Y., Springer-Verlag, 1978. – 372 p.
39. *Schunk R.W., Nagy A. E.* Ionospheres Physics, Plasma Physics, and Chemistry. Cambridge: Univerty Press, 2000. – 556 p.

15. Інформаційні ресурси

<http://wwwsphysse.anu.edu.au/nonlinear/>

<http://www.physics.utoronto.ca/~nonlin/>

<http://www.haverford.edu/physics/Gollub/lab.html>

<http://physics.clarku.edu/~akudrolli/nls.html>

<http://www.lps.ens.fr/recherche/physique-non-lineaire/>

<http://nlplab.usach.cl/>