

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Перший проректор

“ _____ ” _____ 2015 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Радіофізичні методи дослідження навколосемного космічного простору

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напряму підготовки _____

(шифр і назва напряму підготовки)

для спеціальності **8.04020402 Радіофізика і електроніка**

(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

Радіофізичні методи дослідження навколоземного космічного простору.

(назва навчальної дисципліни)

Робоча програма навчальної дисципліни для студентів за спеціальністю 8.04020402 Радіофізика і електроніка,

„14” травня 2015 р. — 8 с.

Розробники: Цимбал Анатолій Михайлович, кандидат фіз.-мат. наук, доцент 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 _____

(Чорногор 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 — 4	Галузь знань <u>0402 Фізико-математичні науки</u> (шифр і назва)	За вибором	
	Напрямок підготовки _____ (шифр і назва)		
Модулів — 4	Освітньо-кваліфікаційний рівень (професійне спрямування): <u>8. 04020402 — магістр</u>	Рік підготовки:	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		1-й	
Загальна кількість годин — 120		Семестр	
		1-й	
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних — 3 самостійної роботи студента — 3,7	Спеціальність — <u>"радіофізика і електроніка"</u>	18 год.	год.
		Практичні, семінарські	
		10	год.
		Лабораторні	
		26 год.	год.
		Самостійна робота	
		66 год.	год.
ІНДЗ: год.			
Вид контролю: екзамен			

Примітка.

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

для денної форми навчання — 3/3,7

для заочної форми навчання —

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – засвоїти основи радіофізичних методів дослідження навколоземного космічного простору.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати: основні технічні характеристики радіотехнічних систем для дослідження навколоземного космічного простору, методики визначення параметрів навколоземного простору, можливості методів дослідження для розробки моделей параметрів навколоземного простору та прогнозування “космічної погоди”, похибки вимірювань та їх можливі джерела.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ НИЖНЬОЇ ІОНОСФЕРИ

Тема 1. Вступ. Предмет курсу. Особливості та задачі курсу, його місце в космічній фізиці. Суть радіофізичних методів (РФМ), поняття про області космічного простору, їх основні параметри. Прямі та зворотні задачі.

Тема 2. Метод вертикального зондування. Суть методу. Історична довідка. Теорія методу. Методика вимірювань. Методика обробки. Можливості методу. Установки для проведення вимірювань; оптимізація їх параметрів. Похибки методу, достоїнства та недоліки методу. Особливості зондування зверху (зі штучних супутників Землі).

Тема 3. Метод часткових відбиттів. Суть методу. Історична довідка. Механізми часткових відбиттів. Теорія Френеля. Теорія, що базується на розсіянні радіохвиль. Методики диференційного поглинання та диференційної фази (в класичній теорії та теорії Сена-Уїллера). Методики визначення профілей електронної концентрації та частоти зіткнень. Методики визначення швидкості та напрямку дрейфів. Кореляційна методика. Особливості досліджень природних та штучних збурень. Можливості методу; просторово-часова роздільні здатності; похибки. Установки для проведення досліджень методом часткових відбиттів. Достоїнства та недоліки методу.

Тема 4. Метод імпульсної кросмодуляції. Суть методу. Історична довідка. Метод кросмодуляції 3- родів. Амплітудна та фазова кросмодуляція. Теорія методу. Методики вимірювань. Методики обробки. Можливості методу, висотна та часова роздільні здатності; похибки. Установки для проведення вимірювань; оптимізація їх параметрів. Достоїнства та недоліки методу.

Тема 5. Метод самомодуляції. Суть методу. Історична довідка. Амплітудна та фазова самомодуляція. Теорія методу. Методики вимірювань. Методики одержання параметрів іоносфери. Можливості методу, висотна та часова роздільні здатності; похибки. Установки для проведення вимірювань; оптимізація їх параметрів. Достоїнства та недоліки методу.

Тема 6. Метод резонансного розсіювання. Суть методу. Історична довідка. Штучні квазіперіодичні неоднорідності. Методика вимірювань. Методики обробки. Можливості методу, висотна та часова роздільні здатності; похибки. Установки для проведення вимірювань; оптимізація їх параметрів. Достоїнства та недоліки методу.

Тема 7. Мезосферно-стратосферно-тропосферні радари. Суть методу. Методика вимірювань. Методики обробки. Можливості методу, висотна та часова роздільні здатності; похибки. Установки для проведення вимірювань; оптимізація їх параметрів. Достоїнства та недоліки методу.

Тема 8. Метод ефекту Доплера радіосигналів, що відбиваються від іоносфери. Суть методу. Діапазони радіосигналів, що використовуються в методі. Методики вимірювань. Методики обробки. Можливості методу, висотна та часова роздільні здатності; похибки. Установки для проведення вимірювань; оптимізація їх параметрів. Достоїнства та недоліки методу.

Модуль 2.

МЕТОД НЕКОГЕРЕНТНОГО РОЗСИЯВАННЯ

Тема 9. Суть методу. Історична довідка. Основи теорії некогерентного розсіяння. Потужність розсіяних сигналів. Спектр потужності та автокореляційна функція некогерентно розсіяних сигналів. Іонна компонента спектра. Вплив температурної нерівноважності, іонного складу, магнітного поля, зіткнень, дрейфу електронів відносно іонів та дрейфу плазми на характеристики розсіяних сигналів. Електронна компонента спектра. Підсилення плазмової лінії фотоелектронами.

Тема 10. Особливості досліджень іоносферних збурень. Вимірювання характеристик некогерентно розсіяних сигналів. Установки некогерентного розсіяння. Використання багатопозиційних та однопозиційних установок. Можливості методу для досліджень неоднорідностей іоносфери та області D. Похибки методу. Достойнства та недоліки методу. Основні підсумки.

Модуль 3.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ІОНОСФЕРИ З ВИКОРИСТАННЯМ РАДІОСИГНАЛІВ ШТУЧНИХ СУПУТНИКІВ ЗЕМЛІ І РАКЕТ

Тема 11. Метод ефекту Доплера. Суть методу. Історична довідка. Теорія ефекту Доплера. Ефект Доплера на когерентних частотах. Навігаційні супутникові системи. Остаточні похибки вимірювань. Методики одержання електронної концентрації та електронного вмісту іоносфери. Похибки методу. Можливості коректування глобальних моделей іоносфери по вимірюванням доплерівського зміщення частоти. Радіотехнічні системи для реєстрації ефекту Доплера на когерентних частотах.

Тема 12. Метод ефекту Фарадея. Суть методу. Історична довідка. Теорія ефекту Фарадея. Диференційний ефект Фарадея. Зв'язок між ефектами Доплера та Фарадея. Методики одержання електронного вмісту іоносфери. Похибки методу. Установки для реєстрації ефекту Фарадея.

Тема 13. Дослідження іоносфери по реєстраціях ефектів Доплера та Фарадея геофізичних та метеорологічних ракет. Суть методу. Історична довідка. Методики одержання вертикальних профілів параметрів іоносфери (електронна концентрація, електронний вміст, їх горизонтальні градієнти). Особливості досліджень параметрів нижньої іоносфери.

Модуль 4.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ ЕЛЕКТРОННОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ. СВІТОВІ ЦЕНТРИ ДОСЛІДЖЕННЯ НАВКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТОРУ, ЇХ ДІАГНОСТИЧНІ ЗАСОБИ

Тема 14. Методи дослідження неоднорідностей іоносфери. Класифікація неоднорідностей. Методи рознесеного прийому радіосигналів. Дослідження неоднорідностей методом вертикального зондування. Дослідження неоднорідностей методом часткових відбиттів. Дослідження неоднорідностей методом доплерівського зондування. Дослідження неоднорідностей методом ефекту Доплера та Фарадея радіосигналів ШСЗ. Дослідження неоднорідностей за допомогою зондів на ШСЗ.

Тема 15. Світові центри досліджень навколоземного простору. Особливості проведення вимірювань. Комплексність, діапазонність. Реалізація цих особливостей в експериментах. Технічні характеристики комплексів. Можливості комплексів в дослідженнях іоносфери. Особливості досліджень іоносферних збурень. Можливості досліджень навколоземного космічного простору при проведенні міжнародних експериментів.

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.	2	1										
Тема 2.	10	1		9								
Тема 3.	10	1		9								
Тема 4.	1	1										
Тема 5.	7	1				6						
Тема 6.	7	1				6						
Тема 7.	9	1				8						
Тема 8.	1	1										
Разом за модулем 1	46	8		18		20						
Модуль 2												
Тема 9.	2	2										
Тема 10.	2	2										
Разом за модулем 2	4	4										
Модуль 3												
Тема 11	14	1	4	9								
Тема 12	6	1	5									
Тема 13	9	1				8						
Разом за модулем 3	29	3	9	9		8						
Модуль 4												
Тема 14	1	1										
Тема 15	10	2				8						
Разом за модулем 4	11	3				8						
Усього годин	90	18	9	27		36						

5. Теми семінарських занять

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

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методики одержання електронного вмісту іоносфери за реєстраціями ефекту Фарадея	4
2	Методики одержання електронного вмісту іоносфери за реєстраціями ефекту Допплера	5
	Разом	9

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення електронної концентрації за іонограмами	9
2	Визначення електронної концентрації області D іоносфери методом часткових відбиттів	9
3	Визначення електронного вмісту іоносфери за реєстраціями радіосигналів середньоорбітних навігаційних ШСЗ	9
	Разом	27

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Метод само модуляції	6
2	Метод резонансного розсіювання	6
3	Мезосферно-стратосферно-тропосферні радари.	8
4	Дослідження іоносфери по реєстраціях ефектів Допплера та Фарадея геофізичних та метеорологічних ракет	8
5	Світові центри досліджень навколоземного простору	8
	Разом	36

9. Індивідуальне навчально - дослідне завдання

10. Методи навчання

Проблемні лекції, практичні заняття, лабораторні роботи та самостійна робота

11. Методи контролю

Поточні письмові контрольні роботи.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Екзамен

Поточне тестування та самостійна робота									
Модуль 1								Модуль 2	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Мінімальна кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування першого модуля — 16								Мінімальна кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування другого модуля — 4	
Умова допуску студента до підсумкового семестрового контролю — 30 балів за поточне тестування та самостійну роботу									

Поточне тестування та самостійна робота					Підсумковий семестровий контроль (екзамен)	Сума
Модуль 3			Модуль 4			
T11	T12	T13	T14	T15	40	100
4	4	4	4	4		
Мінімальну кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування третього модуля — 6			Мінімальну кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування четвертого модуля — 4			
Умова допуску студента до підсумкового семестрового контролю — 30 балів за поточне тестування та самостійну роботу						

T1, T2 ... T22 – 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		
50–59	E	задовільно	не зараховано
1–49	FX	незадовільно	

13. Методичне забезпечення

1. <http://shematic.net>

14. Рекомендована література Базова

1. Альперт Я.Л. Распространение электромагнитных волн и ионосфера. — М. — Наука. — 1972. — 563 с.
2. Брюнелли Е.Б., Кочкин М.И., Пресняков и др. Метод некогерентного рассеяния радиоволн. — Л., Наука. — 1979. — 187 с.
3. Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме. М., Наука. — 197. — 683 с.
4. Дэвис К. Радиоволны в ионосфере. — М., Мир.—1973.—502 с.
5. Эванс Д. Теоретические и практические вопросы исследования ионосферы методом некогерентного рассеяния. Труды института радиоинженеров.—1969, №4, с.139–175.
6. Руководство URSI по интерпретации и обработке ионограмм. — М., Наука. —1977. —342 с.
7. Черногор Л. Ф. Нелинейная радиофизика. Учебное пособие для физических факультетов. — Х.— 2002. — 214 с.
8. Черногор Л.Ф. Дистанционное радиозондирование. — Учебное пособие. — Х. — ХНУ. — 2009. — 500 с.
9. Солодовников Г. К., Синельников В. М., Крохмальников Е. Б. Дистанционное зондирование ионосферы Земли с использованием радиомаяков космических аппаратов. — М. — Воениздат. 1972.
10. Черный Ф.Б. Распространение радиоволн. — М. — Советское радио.— 1972.— 464 с.
11. Афраймович Э.Л., Перевалова Н.П. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли. — Иркутск.— 2006.— 480 с.

Допоміжна

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по спецкурсам кафедры космической радиофизики для студентов 4–5 курсов дневного отделения и 5- курсов вечернего отделения радиофизического факультета. — Х., ХГУ. — 1987.— 80 с.
2. Методические указания к выполнению лабораторного практикума кафедры космической радиофизики для студентов 4–5 курсов дневного отделения и 5- курсов вечернего отделения радиофизического факультета. — Х., ХГУ. — 1988. — 45 с.
3. Методические указания к лабораторным работам кафедры космической радиофизики для студентов 4–6 курсов радиофизического факультета. Х., ХГУ. — 1990. — 29 с.
4. Мисюра В.А., Набока А.М., Розуменко В.Т., Тырнов О.Ф. Учебные материалы по специализации “Космическая радиофизика”. Распространение радиоволн в околоземном и космическом пространстве. Часть 1. Электрические параметры. Строение и модели околоземного космического пространства. — Х., ХГУ. — 1991. — 29 с.
5. Мисюра В.А., Набока А.М., Розуменко В.Т., Тырнов О.Ф. Учебные материалы по специализации “Космическая радиофизика”. Распространение радиоволн в околоземном и космическом пространстве. Часть 2. Уравнения геометрической оптики.— Х., ХГУ.—1991.— 115 с.
6. Мисюра В.А., Набока А.М., Розуменко В.Т., Тырнов О.Ф. Учебные материалы по специализации “Космическая радиофизика”. Распространение радиоволн в околоземном и космическом пространстве. Часть 3. Теория и расчет регулярных эффектов в геометрооптическом приближении.— Х., ХГУ.— 1991.—129 с.
7. Солодовников Г.К. Неоднородности ионосферы.— Х. — 1998. —203 с.
8. Цымбал А.М., Федоренко В.Н., Милованов Ю.Б. Методические указания к выполнению лабораторных работ по спецкурсам кафедры космической радиофизики. — Х., ХНУ. — 2008.— 52 с.
9. Черногор Л.Ф. Радиофизические и геомагнитные эффекты стартов ракет. — Монография. — Х. — ХНУ. — 2009. — 386 с.

15. Інформаційні ресурси

<http://education.rosenergoatom.ru>