

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра космічної радіофізики

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Перший проректор

\_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015 р.

**ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Супутникове радіозондування**  
(назва навчальної дисципліни)

напрямок \_\_\_\_\_ 0402 Прикладна фізика \_\_\_\_\_  
(шифр, назва напрямку)

спеціальність \_\_\_\_\_ 8.04020402 Радіофізика і електроніка \_\_\_\_\_  
(шифр, назва спеціальності)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр, назва спеціалізації)

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2015 / 2016 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

“19” червня 2015 року, протокол № 6.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Цимбал А. М., канд. фіз. - мат. наук, доцент, доцент  
(автор, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Програму схвалено на засіданні кафедри  
космічної радіофізики

Протокол від “20” травня 2015 року № 10

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
космічної радіофізики

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Тирнов О. Ф.  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією

факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “15” червня 2015 року № 6

Голова методичної комісії факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Чорногор Л. Ф.  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Супутникове радіозондування»  
складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми  
підготовки

другий (магістерський) рівень вищої освіти

( назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму 0402 Прикладна фізика

спеціальності 8.04020402 Радіофізика і електроніка

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є  
основні методи дистанційного супутникового радіозондування іоносфери.

Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

Розділ 1.

Розділ 2.

Розділ 3.

### *1. Мета та завдання навчальної дисципліни*

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є

опанування основних положень курсу «Супутникове радіозондування».

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є

законспектувати та вивчити основні теоретичні положення та розв'язати запропоновані задачі.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми, студенти мають досягти таких результатів навчання:

- знати основні методи дистанційного супутникового радіозондування;
- вміти вільно використовувати методи визначення параметрів іоносфери,
- мати практичні навички роботи з базами даних супутникового радіозондування і використання їх для дослідження процесів в іоносфері.

## 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 — 3	Освітньо-кваліфікаційний рівень (професійне спрямування): <u>8. 04020402 — магістр</u>	<b>Рік підготовки:</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		1-й	
Загальна кількість годин — 120		<b>Семестр</b>	
		2-й	
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента — 4,9	Спеціальність — <u>"радіофізика і електроніка"</u>	34 год.	год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
			год.
		<b>Лабораторні</b>	
		год.	год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		86 год.	год.
	<b>ІНДЗ:</b>	год.	
	Вид контролю: екзамен		

### Примітка.

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

для денної форми навчання — 2/4,9

для заочної форми навчання —

## **2. Програма навчальної дисципліни**

### **Розділ 1.**

Тема 1. Вступ. Мета та призначення курсу. Принципи, що закладають основу методів дистанційного супутникового радіозондування. Основні параметри іоносфери, що впливають на характеристики поширення радіохвиль. Прямі та зворотні задачі.

Тема 2. Основні характеристики супутників та супутникових систем, що використовуються для радіозондування.

### **Розділ 2.**

Тема 3. Ефекти, що виникають при поширенні радіохвиль в іоносфері.

Тема 4. Методи, що використовують радіозатемнення.

Тема 5. Радіозондування зверху.

Тема 6. Радіотомографія.

Тема 7. Прямі методи дослідження іоносфери з борту космічних апаратів.

### **Розділ 3.**

Тема 8. Методи дослідження іоносфери з використанням радіосигналів низькоорбітних супутників.

Тема 9. Дослідження іоносфери з використанням радіосигналів середньо-орбітних супутників ГЛОНАСС, GPS, Galileo.

Тема 10. Світові бази даних. Принципи побудови глобальних карт повного електронного вмісту. Використання цих даних для глобального моніторингу іоносфери.

Тема 11. Практична робота з базами даних. Програма для визначення повного електронного вмісту за реєстраціями радіосигналів ШСЗ ГЛОНАСС, GPS у пунктах спостереження.

Тема 12. Використання глобальних карт повного електронного вмісту для дослідження збурень в іоносфері.

### 3. 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
<b>Розділ 1.</b>												
Тема 1.		3		7								
Тема 2.		4		10								
Разом за розділом 1		7		17								
<b>Розділ 2.</b>												
Тема 3.		3		8								
Тема 4.		2		5								
Тема 5.		2		5								
Тема 6.		2		5								
Тема 7.		2		5								
Разом за розділом 2		11		28								
<b>Розділ 3.</b>												
Тема 8.		4		10								
Тема 9.		4		10								
Тема 10.		2		5								
Тема 11.		4		10								
Тема 12.		2		6								
Разом за розділом 3		16		41								
<b>Усього годин</b>		34		86								
<b>Розділ 4.</b>												
Індивідуальне науково-дослідне завдання												
<b>Усього годин</b>												

#### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
3		
	Разом	

#### 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

#### 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Форма контролю
1	Морфологія повного електронного вмісту іоносфери	22	виб.опит.
2	Морфологія неоднорідностей електронної концентрації іоносфери.	18	виб.опит.
3	Збурення в іоносфері, що виникають під дією природних і штучних джерел.	28	виб.опит.
4	Вплив іоносфери на роботу супутникових радіонавігаційних систем	18	виб.опит.
	Разом	86	

#### 7. Індивідуальне навчально - дослідне завдання

#### 8. Методи навчання

Проблемні лекції та самостійна робота

#### 9. Методи контролю

Поточні письмові контрольні роботи

## 10. Розподіл балів, які отримують студенти

Залік

Поточне тестування та самостійна робота											Сума
Розділ 1		Розділ 2					Розділ 3				100
T1	T2	T2	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	10
Мінімальну кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування першого модуля — 8		Мінімальну кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування другого модуля — 20					Мінімальну кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування третього модуля — 22				
Форма контролю — письмова контрольна робота											

T1, T2 ... T12– теми модулів

*Приклад за виконання курсової роботи*

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

### Шкала оцінювання

Набрані бали	Для підсумкового семестрового контролю, що включає екзамен	Для підсумкового семестрового контролю, що включає залік
1-49	незадовільно	не зараховано
50-69	задовільно	зараховано
70-89	добре	
90-100	відмінно	

## 11. Методичне забезпечення

1. А.М. Цымбал, В.Н. Федоренко, Ю.Б. Милованов. Методические указания к выполнению лабораторных работ по спецкурсам кафедры космической радиопизики. – Харьков: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2008. – 52 с.



## 12. Рекомендована література

### Базова

1. О.И. Яковлев, В.П. Якубов, В.П. Урядов, А.Г. Павельев. Распространение радиоволн. – М.: ЛЕНАНД, 2009. – 496 с.
2. Ю.А. Кравцов, З.И. Фейзулин, А.Г. Виноградов. Прохождение радиоволн через атмосферу Земли. – М.: Радио и связь, 1983. – 224 с.
3. О.И. Яковлев А.Г. Павельев, С.С. Матюгов. Спутниковый мониторинг Земли. Радиозатменный мониторинг атмосферы и ионосферы. М.: – Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2010. – 208 с.
4. В.Е. Куницын, Е.Д. Терещенко. Томография ионосферы. – М.: Наука, 1991. – 176 с.
5. Руководство URSI по интерпретации и обработке ионограмм. – М.: Наука, 1977. – 342 с.
6. Э.А. Афраймович, Н.П. Перевалова. GPS-мониторинг атмосферы Земли. – Иркутск, 2006. – 480 с.
7. Р.В. Бакитько, Е.Н. Бомденков и др. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова /.–М.: Радиотехника, 2010. – 800 с.
8. В.С. Яценков. Основы спутниковой навигации. – М.: Телеком, 2005. – 272 с.
9. Л.Ф. Черногор. Радиофизические и геомагнитные эффекты стартов ракет. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2009. – 386 с.
10. Л.Ф. Черногор. Дистанционное радиозонлирование атмосферы и космоса: Учебное пособие. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2009. – 500 с.

### Допоміжна

1. T.L. Afraimovich, E.I. Astafyeva et al. // A review of GPS/GLONASS studies of the ionospheric response to natural and anthropogenic processes and phenomena / J. Space Weather Space Clim. – 2013, 3, A27. – P.p. 1-19. DOI : 10.1051/swcs/2013049.
2. R.D. Hunsucker. Radio Techniques for Probing the Terrestrial Ionosphere. – Springer-Verlag, 1991. – 293 p.
3. A Komjathy. Global ionospheric total electron content mapping using the global positioning system. – 1997. Technical report No. 188. – 265 .
4. Модель космоса / Под редакцией М.И. Панасюка, Л.С. Новикова. – Т.1: Физические условия в космическом пространстве. – М.: КДУ, 2007. – 872 с.
5. Модель космоса / Под редакцией М.И. Панасюка, Л.С. Новикова. – Т.2: Воздействие космической среды на материалы и оборудование космических аппаратов. – М.: КДУ, 2007. – 1144 с.

## 13. Інформаційні ресурси

1. The International GNSS Service. <http://igsceb.jpl.nadsa.gov/>
2. IONOSPHERE MAPS GNSS . [www.aiub.unibe.ch/download/CODE/](http://www.aiub.unibe.ch/download/CODE/)