

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра космічної радіофізики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор  
з науково-педагогічної роботи  
Олександр ГОЛОВКО

» \_\_\_\_\_ 2022 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Фізика атмосфери**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 10 – Природничі науки  
(шифр і назва)

спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали  
(шифр і назва)

освітня програма Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

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

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2022 / 2023 навчальний рік

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

“ 22 ” липня 2022 року, протокол № 6


РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Мартиненко С. І., канд. фіз. - мат. наук, доцент, доцент  
(автор, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Програму схвалено на засіданні кафедри космічної радіофізики

Протокол від “ 19 ” липня 2022 року № 7

Завідувач кафедри космічної радіофізики

  
(підпис)

Леонід ЧОРНОГОР  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) "Радіофізика і електроніка та біофізика"  
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми  
(керівник проектної групи) Бутрим О. Ю.

  
(підпис)

Олександр БУТРИМ  
(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 “ 21 ” липня 2022 року № 6

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

  
(підпис)

Олександр БУТРИМ  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Фізика атмосфери” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напрямку) 105 Прикладна фізика та наноматеріали

спеціалізації \_\_\_\_\_

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни –

опанувати основні методи моделювання фізичних процесів в атмосфері.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни –

засвоїти параметри та характеристики атмосфери, процеси, які в ній відбуваються, основні теоретичні положення методів моделювання цих процесів та розв’язувати запропоновані задачі.

1.3. Кількість кредитів – 6.

1.4. Загальна кількість годин – 180.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
8-й	-й
Лекції	
60 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
30 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
90 год.	год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання –

- знати особливості будови нейтральної атмосфери;
- мати уявлення про основні параметри хвильових процесів в атмосфері;
- знати основні методи моделювання фізичних процесів в атмосфері;
- вміти скласти та розв’язати систему рівнянь для моделювання основних фізичних процесів в атмосфері.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### *Структура та гідродинаміка атмосфери*

#### *Розділ 1. Нейтральна атмосфера. Загальні відомості*

*Тема 1. Класифікація областей атмосфери.*

*Тема 2. Гідродинамічні рівняння Ейлера для нейтрального газу.*

*Тема 3. Рівняння Нав'є-Стокса.*

#### *Розділ 2. Хвильові процеси в атмосфері*

*Тема 4. Хвилі в атмосфері.*

*Тема 5. Гравітаційні хвилі. Загальні співвідношення для нормальних мод (власних хвиль).  
Вплив дисипації. Джерела гравітаційних хвиль.*

*Тема 6. Припливи.*

#### *Розділ 3. Динаміка складу атмосферних газів*

*Тема 7. Розподіл густини та контролюючі процеси.*

*Тема 8. Утікаючий земний водень. Процеси, що контролюють розподіл водню та швидкості потоків в мезосфері та термосфері.*

#### *Розділ 4. Теплові процеси в атмосфері*

*Тема 9. Енергетика і тепла структура земної термосфери (частка поглинутої енергії, яка іде на нагрів нейтрального газу в термосфері).*

*Тема 10. Екзосфера.*

*Тема 11. Гарячі атоми.*

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів 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
Розділ 1. Структура та гідродинаміка атмосфери												
Разом за розділом 1		15	6			20						
Розділ 2. Хвильові процеси в атмосфері												
Разом за розділом 2		15	8			25						
Розділ 3. Динаміка складу атмосферних газів												
Разом за розділом 3		15	8			25						
Розділ 4. Теплові процеси в атмосфері												
Разом за розділом 4		15	8			20						
<b>Усього годин</b>												
	180	60	30			90						

### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Класифікація областей атмосфери</i>	2
2	<i>Гідродинамічні рівняння Ейлера для нейтрального газу. Рівняння Нав'є-Стокса.</i>	2
3	<i>Хвилі в атмосфері.</i>	2
4	<i>Гравітаційні хвилі. Загальні співвідношення для нормальних мод (власних хвиль). Вплив дисипації. Джерела гравітаційних хвиль.</i>	4
5	<i>Припливи.</i>	4
6	<i>Розподіл густини атмосферних газів та контролюючі процеси.</i>	4
7	<i>Утікаючий земний водень.</i>	4
8	<i>Теплові процеси в атмосфері</i>	8
	Разом	30

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	<i>Класифікація областей атмосфери.</i>	2
2	<i>Гідродинамічні рівняння Ейлера для нейтрального газу.</i>	9
3	<i>Рівняння Нав'є-Стокса.</i>	9
4	<i>Хвилі в атмосфері.</i>	5
5	<i>Гравітаційні хвилі. Загальні співвідношення для нормальних мод (власних хвиль). Вплив дисипації. Джерела гравітаційних хвиль.</i>	10
6	<i>Припливи.</i>	10
7	<i>Розподіл густини атмосферних газів та контролюючі процеси.</i>	13
8	<i>Утікаючий земний водень. Процеси, що контролюють розподіл водню та швидкості потоків в мезосфері та термосфері.</i>	12
9	<i>Енергетика і тепла структура земної термосфери (частка</i>	6

	<i>поглинутої енергії, яка іде на нагрів нейтрального газу в термосфері.</i>	
10	<i>Екзосфера.</i>	7
11	<i>Гарячі атоми.</i>	7
	Разом	90

### 6. Індивідуальні завдання

Не передбачені

### 7. Методи навчання

Лекція. Пояснення. Ілюстрація. Робота з електронним посібником. Практичні методи: письмові вправи, тренувальні. Аналіз, синтез, індукція, дедукція. Дослідний метод.

### 8. Методи контролю

Вибіркові опитування, перевірка виконання завдань для самостійної роботи, залік.

### 9. Схема нарахування балів

Умовою допуску до заліку є виконання всіх завдань для самостійної роботи на позитивну оцінку.

Поточний контроль, самостійна робота					Підсумкова залікова робота	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3	Розділ 4	Разом	40	100
T1-3	T4-6	T7-8	T9-11	60		
практичні заняття						
7	8	7	8			
самостійна робота						
20	25	25	20			

T1, T2 ... T11 — теми розділів

### Критерії оцінювання навчальних досягнень

Знання студентів з теоретичної та практичної підготовки оцінюються за такими критеріями:

— **"зараховано"** — студент

знає зміст навчальної дисципліни,

засвоїв теоретичний матеріал,

використовує теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу,

знає основні положення рекомендованої літератури,

має практичні навички,

логічно мислить і будує відповідь,

— **"не зараховано"** — студент

не знає зміст навчальної дисципліни,

не опанував теоретичний матеріал,

не знає визначень, наукових фактів,

не орієнтується в рекомендованій літературі,

не сформовані практичні навички.

### Шкала оцінювання

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

### 10. Рекомендована література

#### Основна література

1. Schunk, R. W., and A. F. Nagy. Ionospheres: Physics, Plasma Physics and Chemistry, 2nd edition, Cambridge University Press. – 2009.
2. Davies K. Ionospheric radio / K. Davies. – London: Peter Peregrinus Ltd. – 1990. – 580 p.
3. Черногор Л. Ф. Дистанційне радіозондування атмосфери та космосу. Навчальний посібник. Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. Харків. – 2009. – 500 с.
4. Черногор Л. Ф. Фізика та екологія катастроф. Монографія. Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. Харків. – 2012. – 556 с.
5. Черногор Л. Ф. Фізичні ефекти сонячних затемнень в атмосфері та геокосмосі (рос.). Монографія. Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. Харків. – 2013 – 480 с.

#### Допоміжна література

1. Александров Ю.В. Фізика верхніх атмосфер планет. Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. Харків. –1985. — 56 с.

## 11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відеолекції, інше методичне забезпечення

1. [http://en.wikipedia.org/wiki/Earth%27s\\_atmosphere](http://en.wikipedia.org/wiki/Earth%27s_atmosphere)
2. [http://en.wikipedia.org/wiki/Upper\\_Atmosphere\\_Research\\_Satellite](http://en.wikipedia.org/wiki/Upper_Atmosphere_Research_Satellite)
3. Yale Meteorology  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLkUjvobcQS8YGbXinRsEY\\_2WabKqrPJ4s](https://www.youtube.com/playlist?list=PLkUjvobcQS8YGbXinRsEY_2WabKqrPJ4s)



Додаток до робочої програми навчальної дисципліни  
“Фізика атмосфери”  
(назва дисципліни)

Дію робочої програми продовжено: на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ н. р.

Заступник декана з навчальної роботи факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп’ютерних систем

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

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

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.