

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

Кафедра космічної радіофізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету радіофізики,  
біомедичної електроніки та  
комп'ютерних систем



Сергій ШУЛЬГА

25 червня 2025р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Фізика геокосмосу**

(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 вибіркова  
(обов'язкова / за вибором)

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2025 / 2026 навчальний рік

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

“ 25 ” червня 2025 року, протокол № 6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Розуменко В.Т., доктор фіз. - мат. наук, доцент, професор  
(автор, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Програму схвалено на засіданні кафедри космічної радіофізики

Протокол від “ 24 ” червня 2025 року № 14

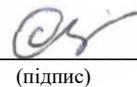
Завідувач кафедри космічної радіофізики



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) Ольга Багацька



Ольга Багацька  
(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 “ 25 ” червня 2025 року № 6

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



Олександр БУТРИМ  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Фізика геокосмосу” 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 геокосмосі.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни –засвоїти основні теоретичні положення процесів в атмосфері, іоносфері та магнітосфері

Компетентності, що забезпечуються дисципліною зі спеціальності  
105 – Прикладна фізика та наноматеріали

#### *Загальні компетентності*

- 1.Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. (ЗК-1)
- 2.Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.(ЗК-2)
- 3.Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. (ЗК-3)
- 4.Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. (ЗК-7)
- 5.Здатність працювати автономно. (ЗК-11)

#### *Фахові компетентності*

- 1.Здатність брати участь у плануванні методики проведення та матеріального забезпечення експериментів та лабораторних досліджень. (ФК-2)
- 2.Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обрання необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту. (ФК-5)
- 3.Здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів експерименту. (ФК-6)
- 4.Здатність брати участь в роботі колективів виконавців, у тому числі у міждисциплінарних проектах. (ФК-7)
- 5.Здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних систем. (ФК-9)
- 6.Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання для опису фізичних об'єктів, пристроїв та процесів. (ФК-11)
- 7.Здатність брати участь у роботах зі складання наукових звітів та у впровадженні результатів проведених досліджень та розробок. (ФК-13)
- 8.Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи базові методи дослідницької діяльності. (ФК-14)

1.3. Кількість кредитів – 6.

1.4. Загальна кількість годин – 180.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова / <u>вибіркова</u>	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
5-й	-й
Лекції	
64 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
0 год.	год.
Самостійна робота	
84 год.	год.

1.6. Заплановані результати навчання –

- знати основні процеси геокосмосу;
- вміти скласти та розв'язати систему рівнянь для моделювання основних фізичних процесів в атмосфері, іоносфері та магнітосфері.

Забезпечення програмних результатів навчання (ПРН)  
 Спеціальність: 105 – Прикладна фізика та наноматеріали

1. Показувати знання в галузі сучасної прикладної фізики та математики. (ПРН-1)
2. Показувати знання в галузі професійної діяльності, технологій та методів дослідження властивостей речовин і матеріалів. (ПРН-2)
3. Знаходити науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій. (ПРН-3)
4. Обговорювати та знаходити рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних проектів. (ПРН-5)
5. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій. (ПРН-7)
6. Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики. (ПРН-14)
7. Вміння представляти і захищати отримані наукові і практичні результати в усній та письмовій формі. (ПРН-15)

1.7 Пререквізити: Математичний аналіз, Загальна фізика.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

*Розділ 1. Вступ. Будова геокосмосу. Атмосфера. Іоносфера. Магнітосфера.*

*Тема 1. Процеси іонізації та обміну енергією.*

*Тема 2. Блок-схема потоку енергії у верхній атмосфері.*

*Тема 3. Поглинання сонячної радіації.*

*Тема 4. Інтенсивності сонячного крайнього ультрафіолетового випромінювання та поперечні перетини поглинання.*

*Тема 5. Фотоіонізація.*

*Тема 6. Перенос надтеплових електронів.*

*Тема 7. Перенос надтеплових іонів та нейтральних частинок.*

*Тема 8. Швидкості нагріву електронів та іонів.*

*Тема 9. Швидкості охолодження електронів та іонів.*

*Розділ 2. Нейтральна атмосфера. Загальні відмінності.*

*Тема 10. Класифікація областей атмосфери.*

*Тема 11. Гідродинамічні рівняння Ейлера для нейтрального газу.*

*Тема 12. Рівняння Нав'є-Стокса.*

*Тема 13. Хвилі в атмосфері.*

*Тема 14. Гравітаційні хвилі. Загальні співвідношення для нормальних мод (власних хвиль). Вплив дисипації. Джерела гравітаційних хвиль.*

*Тема 15. Припливи.*

*Тема 16. Розподіл густини та контролюючі процеси.*

*Тема 17. Утікаючий земний водень. Процеси, що контролюють розподіл водню та швидкості потоків в мезосфері та термосфері.*

*Тема 18. Енергетика і теплова структура земної термосфери (частка поглинутої енергії, яка іде на нагрів нейтрального газу в термосфері).*

*Тема 19. Екзосфера.*

*Тема 20. Гарячі атоми.*

*Розділ 3. Земна іоносфера на низьких середніх і високих широтах*

*Тема 21. Загальна характеристика процесів в іоносфері.*

*Тема 22. Іоносферні шари.*

*Тема 23. Верхня іоносфера та плазмосфера.*

*Тема 24. Теплова структура іоносфери.*

*Тема 25. Добові варіації параметрів іоносфери на середніх широтах.*

*Тема 26. Сезонні варіації параметрів іоносфери на середніх широтах.*

*Тема 27. Варіації на середніх широтах, які пов'язані з циклом сонячної активності.*

*Тема 28. Перенос плазми в дипольному магнітному полі поблизу екватора.*

*Тема 29. Екваторіальна F область.*

*Тема 30. Екваторіальна дифузна F область і пазирі.*

*Тема 31. Спорадичний шар E та проміжні шари.*

*Тема 32. Припливи та гравітаційні хвилі.*

*Тема 33. Іоносферні бурі.*

*Розділ 4. Магнітосфера Землі*

*Тема 34. Будова. Основні параметри.*

*Тема 35. Дипольне магнітне поле.*

*Тема 36. Земне магнітне поле.*

*Тема 37. Геомагнітні варіації.*

*Тема 38. Заряджені частки в магнітосфері. Їх рух.*

*Тема 39. Висипання часток із радіаційних поясів і магнітосфери.*

*Тема 40. Магнітосферні бурі. Суббурі.*

*Тема 41. Вплив сонячних бур на магнітосферу*

### 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
<b>Розділ 1. Процеси іонізації та обміну енергією</b>												
Разом за розділом 1	28	10	6			12						
<b>Розділ 2. Нейтральна атмосфера</b>												
Разом за розділом 2	62	22	10			30						
<b>Розділ 3. Земна іоносфера на низьких середніх і високих широтах</b>												
Разом за розділом 3	64	22	12			30						
<b>Розділ 4. Магнітосфера Землі</b>												
Разом за розділом 4	26	10	4			12						
<b>Усього годин</b>	180	64	32			84						

### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Блок-схема потоку енергії у верхній атмосфері	1
2	Поглинання сонячної радіації. Інтенсивності сонячного крайнього ультрафіолетового випромінювання та поперечні перетини поглинання.	2
3	Перенос надтеплових електронів. Перенос надтеплових іонів та нейтральних частинок.	2
4	Швидкості нагріву електронів та іонів. Швидкості охолодження електронів та іонів.	2
5	Гідродинамічні рівняння Ейлера для нейтрального газу.	2
6	Рівняння Нав'є-Стокса.	2
7	Гравітаційні хвилі. Загальні співвідношення для нормальних мод (власних хвиль). Вплив дисипації. Джерела гравітаційних хвиль.	2
8	Припливи.	2
9	Утікаючий земний водень. Процеси, що контролюють розподіл водню та швидкості потоків в мезосфері та термосфері.	2
10	Добові варіації параметрів іоносфери на середніх широтах. Сезонні варіації параметрів іоносфери на середніх широтах.	3
11	Варіації на середніх широтах, які пов'язані з циклом сонячної активності.	2
12	Перенос плазми в дипольному магнітному полі поблизу екватора.	2
13	Екваторіальна дифузна F область і пузирі.	2
14	Припливи та гравітаційні хвилі.	2
15	Земне магнітне поле. Геомагнітні варіації.	2
16	Висипання часток із радіаційних поясів і магнітосфери.	2

	Разом	32

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Будова геокосмосу. Атмосфера. Іоносфера. Магнітосфера. Процеси іонізації та обміну енергією.	4
2	Поглинання сонячної радіації.	3
3	Фотоіонізація. Швидкості нагріву електронів та іонів. Швидкості охолодження електронів та іонів.	4
4	Нейтральна атмосфера. Загальні відмінності. Класифікація областей атмосфери.	4
5	Хвилі в атмосфері. Гравітаційні хвилі. Загальні співвідношення для нормальних мод (власних хвиль). Вплив дисипації. Джерела гравітаційних хвиль.	4
6	Припливи	3
7	Розподіл густини та контролюючі процеси.	3
8	Утікаючий земний водень. Процеси, що контролюють розподіл водню та швидкості потоків в мезосфері та термосфері.	4
9	Перенос плазми в дипольному магнітному полі поблизу екватора.	3
10	Екваторіальна дифузна F область і пузирі.	3
11	Земне магнітне поле. Геомагнітні варіації.	3
12	Енергетика і теплова структура земної термосфери (частка поглинутої енергії, яка іде на нагрів нейтрального газу в термосфері).	3
13	Екзосфера. Гарячі атоми.	3
14	Земна іоносфера на низьких середніх і високих широтах. Загальна характеристика процесів в іоносфері. Іоносферні шари. Верхня іоносфера та плазмосфера. Теплова структура іоносфери. Параметри іоносфери.	14
15	Перенос плазми в дипольному магнітному полі поблизу екватора. Екваторіальна F область. Екваторіальна дифузна F область і пузирі.	8
16	Спорадичний шар E та проміжні шари. Припливи та гравітаційні хвилі. Іоносферні бурі.	8
17	Заряджені частки в магнітосфері. Їх рух. Висипання часток із радіаційних поясів і магнітосфери.	6
18	Магнітосферні бурі. Суббурі. Вплив сонячних бур на магнітосферу.	4
	Разом	84

### 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.

В умовах запровадження в Україні військового стану проведення занять може відбуватися дистанційно або змішаною формою.

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

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

Підсумковий іспит проводиться аудиторно або в on-line режимі.

## 8. Методи контролю

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

## 9. Схема нарахування балів

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

Поточний контроль, самостійна робота					Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3	Розділ 4	Разом	40	100
T1-9	T10-20	T21-33	T34-41	60		
практичні заняття						
10	10	10	10			
самостійна робота						
5	5	5	5			

T1, T2 ... T41 — теми розділів

## Критерії оцінювання навчальних досягнень

- **"відмінно"** – студент міцно засвоїв теоретичний матеріал, глибоко і всебічно знає зміст навчальної дисципліни, основні положення наукових першоджерел та рекомендованої літератури, логічно мислить і будує відповідь, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок;
- **"добре"** – студент добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;
- **"задовільно"** – студент в основному опанував теоретичними знаннями навчальної дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, додаткові питання викликають невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою діяльністю;

– "незадовільно" – студент не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутні наукове мислення, практичні навички не сформовані.

### 10. 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

### 11. Рекомендована література

#### Основна література

1. Schunk, R. W. Ionospheres: Physics, Plasma Physics and Chemistry, 2nd edition / R. W. Schunk, A. F. Nagy // Cambridge University Press. – 2009 – 628 p.
2. Davies K. Ionospheric radio / K. Davies // London: Peter Peregrinus Ltd. – 1990. – 580 p.
3. Черногор Л. Ф. Дистанційне радіозондування атмосфери та космосу. Учебний посібник. Харків. Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. – 2024. – 500 с.

#### Допоміжна література

1. Chapman, S. C., and R. S. Lindzen, Atmospheric Tides, Dordrecht: D. Reidel, 1970.
2. Lastovicka, J., Forcing of the ionosphere by waves from below, J. Atmos. Solar-Terr. Phys., 68, 479, 2006.

### 12. 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 геокосмосу”  
(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.