

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 екваторіальної й високоширотної іоносфери

(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


(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) Ольга Багацька


(підпис)

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


(підпис)

Олександр БУТРИМ
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Фізика екваторіальної й високоширотної іоносфери”
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 екваторіальній та високоширотній іоносфері.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни –засвоїти основні теоретичні положення методів моделювання екваторіальної та високоширотної іоносфери та розв’язати запропоновані задачі.

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 спілкуватися іноземною мовою.(ЗК-4)
- 5.Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. (ЗК-5)
- 6.Здатність проведення досліджень на відповідному рівні. (ЗК-6)
- 7.Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. (ЗК-7)
- 8.Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (ЗК-8)
- 9.Здатність працювати в команді. (ЗК-9)
- 10.Навички міжособистісної взаємодії. (ЗК-10)
- 11.Здатність працювати автономно. (ЗК-11)
- 12.Навики здійснення безпечної діяльності. (ЗК-12)

Фахові компетентності

- 1.Здатність брати участь у складанні запитів на виконання наукових та науково-технічних проектів, в тому числі і міжнародних. (ФК-1)
- 2.Здатність брати участь у плануванні методики проведення та матеріального забезпечення експериментів та лабораторних досліджень. (ФК-2)
- 3.Здатність брати участь у проведенні експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів. (ФК-3)
- 4.Здатність брати участь у виготовленні зразків матеріалів та об'єктів дослідження. (ФК-4)
- 5.Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обрання необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту. (ФК-5)
- 6.Здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів експерименту. (ФК-6)
- 7.Здатність брати участь в роботі колективів виконавців, у тому числі у міждисциплінарних проектах. (ФК-7)
- 8.Здатність брати участь у формуванні запитів щодо матеріально-технічного забезпечення досліджень. (ФК-8)
- 9.Здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних систем. (ФК-9)

10.Здатність розуміти і використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу станів та властивостей фізичних систем. (ФК-10)

11.Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання для опису фізичних об'єктів, пристроїв та процесів. (ФК-11)

12.Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів. (ФК-12)

13.Здатність брати участь у роботах зі складання наукових звітів та у впровадженні результатів проведених досліджень та розробок. (ФК-13)

14.Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи базові методи дослідницької діяльності. (ФК-14)

1.3. Кількість кредитів – 3.

1.4. Загальна кількість годин – 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
7-й	-й
Лекції	
30 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
15 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
45 год.	год.

1.6. Заплановані результати навчання

- знати основні методи моделювання фізичних процесів в екваторіальній та високоширотній іоносфері;
- вміти скласти та розв'язати систему рівнянь для моделювання основних фізичних процесів в екваторіальній та високоширотній іоносфері.

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.Показувати знання іноземної мови. (ПРН-4)

5.Обговорювати та знаходити рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних проектів. (ПРН-5)

6.Інтерпретувати науково-технічну інформацію. (ПРН-6)

7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій. (ПРН-7)
8. Розробляти фізичні основи створення нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів, речовини, технологій. (ПРН-8)
9. Вибирати методи та інструментальні засоби проведення досліджень. (ПРН-9)
10. Використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземними мовами. (ПРН-10)
11. Організовувати результативну роботу індивідуально і як член команди. (ПРН-11)
12. Класифікувати та аналізувати інформацію з різних джерел. (ПРН-12)
13. Розробляти та формулювати свої професійні висновки та розумно їх аргументувати для фахової та нефахової аудиторії. (ПРН-13)
14. Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики. (ПРН-14)
15. 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. Структура іоносфери

Тема 1. Загальна характеристика процесів в іоносфері.

Тема 2. Іоносферні шари.

Тема 3. Нижня іоносфера, верхня іоносфера та плазмосфера.

Розділ 2. Особливості екваторіальної іоносфери

Тема 4. Перенос плазми в дипольному магнітному полі поблизу екватора.

Тема 5. Екваторіальна F область.

Тема 6. Екваторіальна дифузійна F область і пазури.

Тема 7. Спорадичний шар E та проміжні шари.

Розділ 3. Динамічні процеси в іоносфері

Тема 8. Іоносферна струмова система в високих широтах.

Тема 9. Іоносферні неоднорідності в високих широтах.

Тема 10. Іоносферні бурі в високих широтах.

Тема 11. Генерація та поширення рухомих атмосферних збурень.

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 іоносфери												
Разом за розділом 1	26	5	5			15						
Розділ 2. Особливості екваторіальної іоносфери												
Разом за розділом 2	26	20	5			15						
Розділ 3. Динамічні процеси в високоширотній іоносфері												
Разом за розділом 3	38	5	5			15						

Усього годин	90	30	15			45					
---------------------	----	----	----	--	--	----	--	--	--	--	--

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальна характеристика процесів в іоносфері. Іоносферні шари. Верхня іоносфера та плазмосфера.	3
2	Екваторіальна F область.	3
3	Перенос плазми в дипольному магнітному полі поблизу екватора.	3
4	Екваторіальна дифузна F область і пузири.	3
5	Іоносферні неоднорідності в високих широтах	3
	Разом	15

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Загальна характеристика процесів в іоносфері. Іоносферні шари. Верхня іоносфера та плазмосфера.	5
2	Екваторіальна F область.	10
3	Перенос плазми в дипольному магнітному полі поблизу екватора.	10
4	Екваторіальна дифузна F область і пузири. Спорадичний шар E та проміжні шари.	
5	Припливи та гравітаційні хвилі. Іоносферні бурі.	10
	Разом	45

6. Індивідуальні завдання

Не передбачені

7. Методи навчання

Лекція. Пояснення. Ілюстрація. 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, залік.

9. Схема нарахування балів

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

Поточний контроль, самостійна робота					Разом	Залік	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3	Контрольна робота	Разом	60	40	100
практичні заняття							
	5	5	5	15			
самостійна робота							
5	15	15	10	45			

T1, T2 ... — 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.

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

Допоміжна література

1. Kelley, M. C., The Earth's Ionosphere, San Diego, CA: Academic Press, 1989.
2. Introduction to Ionospheric Physics, Rishbeth, H., Garriot, O. K. (Eds.), Academic Press, New York and London, 1969
3. Davies K., Ionospheric Radio. London / Peter Peregrinus Ltd. – 1990 – XX – 580 pp.

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

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Earth%27s_atmosphere
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Upper_Atmosphere_Research_Satellite
3. Yale Meteorology
4. https://www.youtube.com/playlist?list=PLkUjvobcQS8YGbXinRsEY_2WabKqrPJ4s
4. <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q>

Додаток до робочої програми навчальної дисципліни
“Фізика екваторіальної й високоширотної іоносфери ”
(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.