КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

фізичний
(назва факультету)

Кафедра астрономії та фізики космосу

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана/директора
з навчальної роботи
фізичний факультет
«21» квітня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ[1]

ІОНОСФЕРА ТА МАГНІТОСФЕРА ЗЕМЛІ
(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10. Природничі науки
(шифр і назва)

спеціальність 104. Фізика та астрономія
(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень бакалавр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма фізика
(назва освітньої програми)

спеціалізація фізика космосу
(за наявності) *(назва спеціалізації)*

вид дисципліни вибіркова ВК 13

Форма навчання	очна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: Козак Л.В.

Пролонговано: на 2022/2023 н.р. _____ (_____) «30» 09 2022 р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____(_____) «__»___ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2021

[1] Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролів.

Розробник(и): Козак Л.В. канд. фіз..-мат. наук, доцент, кафедра астрономії та фізики космосу
(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри астрономії та фіз. космосу
_____ (Івченко В.М.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № _22__ від «___4_» ___червня_ 2022___ р.

Схвалено науково - методичною комісією факультету/інституту (педагогічною радою коледжу) фізичного факультету

Протокол від «__22_» __червня_____ 2021__ року №__4_
Голова науково-методичної комісії _____ (Заіх Э.Я.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
Голова педагогічної ради *(для коледжів)*

«_____» _____ 20___ року

1. Мета дисципліни – засвоєння основних фізичних процесів, які відбуваються в іоносфері та магнітосфері Землі; оволодіння навичками як самоузгодженого теоретичного опису явищ в іоносфері та магнітосфері Землі, так і планування методів щодо їх аналізу.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- Знати основні закони електродинаміки, молекулярної фізики, класичної механіки, загальної астрономії та методів астрофізичних досліджень. Зокрема знати рівняння Нав'є Стокса, рівняння неперервності, рівняння стану ідеального газу, розподіли Максвела та Больцмана, рівняння Максвела та ін.
- Вміти застосовувати попередні знання з курсів електродинаміки, електрики, молекулярної фізики, класичної механіки
- Володіти навичками розв'язування задач з курсів гідродинаміка та електродинаміка. Опрацьовувати літературні джерела.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Нормативна дисципліна "Іоносфера та магнітосфера Землі" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр фізики" та входить в вибірковий блок для студентів спеціалізації "фізика космосу". В рамках даного курсу студенти вивчають процеси, що відбуваються в іоносфері та магнітосфері Землі. При цьому охоплюється великий обсяг запитань від процесів які формують структуру і параметри іоносфери та магнітосфери, до генерації складних систем струмів, прискорення заряджених частинок в атмосфері Землі. Розглядається зміна параметрів і динаміки плазмової оболонки Землі в залежності від особливостей геомагнітного поля та електромагнітного і корпускулярного випромінювання Сонця.

В результаті навчання студент повинен знати: структуру іоносфери та магнітосфери Землі та основні процеси, що там відбуваються; фізичні принципи, що впливають на проходження даних процесів; про зв'язок параметрів атмосфери з рівнем сонячної і геомагнітної активності. Крім розв'язування основних типів задач та планування експериментів, студент повинен вміти планувати методи аналізу характерних параметрів в іоносфері та магнітосфері Землі. Методи викладання: лекції, лабораторні Методи оцінювання: опитування в процесі лекції, перевірка лабораторних робіт, контрольні роботи після основних розділів курсу, іспит. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та іспиту (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) - освоєння методів експериментального дослідження та теоретичного розгляду процесів що формують іоносферу та магнітосферу Землі починаючи від характеристик сонячного короткохвильового випромінювання, що поглинається в зовнішніх шарах земної атмосфери і закінчуючи радіаційними поясами Землі. Здатність студентами застосовувати знання у практичних ситуаціях для розрахунку зміни параметрів в іоносфері та магнітосфері Землі, аналізу електропровідності іоносфери та динамічних процесів. Також здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями з курсу іоносфера та магнітосфера Землі, здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, в тому числі, електронних ресурсів, та здатність студентів до абстрактного мислення, аналізу та синтезу матеріалу з різних дисциплін.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання ***(1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)***		***Методи викладання і навчання***	***Методи оцінювання***	***Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни***
Код	**Результат навчання**			
1	1.1 Характеристики сонячного випромінювання на орбіті Землі	Лекція	Усні відповіді	2,5
	1.2 Структуру та аналітичне представлення магнітного поля Землі	Лекція	реферат	6,25
	1.3. Індекси геомагнітної активності	Лекція, лабораторні роботи	Задачі, усні відповіді	1
	1.4 Динаміка іоноутворення та рекомбінації	Лекція	Задачі, усні відповіді	2,5
	1.5 Іоносфера. Методи зондування.	Лекція	Задачі, усні відповіді	2,5
	1.6 Адіабатичні інваріанти	Лекція	Задачі, усні відповіді	1,5
	1.6 Особливості іоносфери Землі: будову, механізми утворення та втрат іонів, електропровідність та конвективні рухи	Лекція, лабораторні роботи	Модульна контрольна робота	12,5
	1.7 Особливості магнітосфери Землі: будову, механізми утворення та втрат іонів, електропровідність та конвективні рухи	Лекція, лабораторні роботи	Модульна контрольна робота	12,5
2	2.1 Описати структуру магнітного поля Землі	Лекція	Задачі, усні відповіді	2,5
	2.2 Отримати розподіли густини і тиску з висотою для ізотермічних та адіабатичних процесів	Лекція	Модульна контрольна робота	12,5
	2.3 Описати процеси що відбуваються при взаємодії сонячного вітру із атмосферою Землі	Лекція	Самостійна робота	12,5
	2.4 Сформулювати наближення моделі Чепмена для опису іоноутворення та вказати на механізми втрат іонів	Лекція	Задачі, усні відповіді	2,5
	2.5 Охарактеризувати механізми прискорення заряджених частинок в магнітосфері Землі	Лекція	Задачі, усні відповіді	2,5
	2.6 Охарактеризувати механізми виникнення та генерації суббурі та її прояви в параметрах магнітосфери, аворальної та середньоширотної іоносфери	Лекція	реферат	6,25
	2.7 Оцінити відстань до магнітопаузи та вказати на конвективні рухи в магнітосфері Землі	Лекція	Задачі, усні відповіді	2,5
	2.8 Описати сукупність процесів в авроральних областях. І зв’язок між іоносферою та магнітосферою.	Лекція, лабораторні роботи	Модульна контрольна робота	12,5
3	3.1 Брати участь у дискусії щодо матеріалу, який розглядається	Лекції	Робота на лекціях	2,5
4	4.1 Розв’язувати практичні задачі по тематиці курсу	Лабораторні	Домашні завдання	2,5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання *(необов'язково для вибіркових дисциплін)*

Результати навчання дисципліни / Програмні результати навчання	1	2	3	4
ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних 8 фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії.	+	+	+	+
ПРН6. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії	+	+	+	+
ПРН9. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.	+	+	+	+
ПРН15. Знати, аналізувати, прогнозувати та оцінювати основні екологічні аспекти загального впливу промислово-технологічної діяльності людства, а також окремих фізичних і астрономічних явищ, наукових досліджень та процесів (природних і штучних) на навколишнє природне середовище та на здоров'я людини.	+	+	+	+
ПРН16. Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів.	+	+	+	+

7.1 Форми оцінювання студентів:

1. Модульна контрольна робота РН 1.6, 2.2 (15 балів).
2. Модульна контрольна робота РН 1.7, 2.8 (15 балів).
3. Реферат РН 1.2,2.6 (5, 5).
4. Задачі, усні відповіді (20 балів).

1. **підсумкове оцінювання у формі іспиту. На іспиті максимально можна отримати 40 балів.**
2. **умови допуску до іспиту: обов'язково здати дві лабораторні роботи, або два реферати, написані власноруч з виведенням всіх формул по темі.**

7.2 Організація оцінювання: *(обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).*

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання лабораторних робіт, письмових самостійних завдань, тестів та

контрольних робіт. Студент може отримати максимально 60 балів за виконання лабораторних робіт, самостійних завдань, усні відповіді, тести, доповнення під час лекції (по 30 балів в кожному змістовому модулі). Модульний контроль: 2 модульні контрольні роботи. Студент може отримати максимально за модульні контрольні роботи 30 балів. Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі іспиту (40 балів).

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій, лабораторних занять та самостійних робіт

VII СЕМЕСТР

№ теми	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин		
		лекції	Лабора-торні	сам. роб.
Змістовий модуль 1. Іоносфера Землі				
1.	Характеристика сонячного випромінювання на орбіті Землі	2		4
2.	Геомагнітне поле	2	2	8
3.	Іоносфера. Елементарні процеси та методи зондування.	4	4	8
4.	Динаміка іоноутворення та рекомбінації.	2		8
5.	Електропровідність іоносфери	4	2	7
	Модульна контрольна робота 1	1		
Змістовий модуль 2. Магнітосфера Землі				
6.	Магнітосфера Землі.	2	2	6
7.	Рух заряджених частинок в магнітосфері Землі	4	2	8
6.	Плазмосфера	2	2	6
8.	Адіабатичні інваріанти в магнітосфері Землі	2		6
9.	Радіаційні пояса	2		8
10.	Авроральні частинки. Полярні сяйва.	2	1	6
	Модульна контрольна робота 2	1		
	Всього	30	15	75

Загальний обсяг ***120*** *год.*[1], в тому числі (вибрати необхідне):
Лекцій **–** ***30*** *год.*
Лабораторних робіт – 15 год.
Самостійна робота **–** ***75*** *год.*

[1] **Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.**

9. Рекомендовані джерела[2]:

Основна:

1. Kamide Y., Baumjohann W. Magnetosphere-ionosphere coupling. – Springer Science & Business Media, 2012. – Т. 23
2. Дзюбенко М.І. Вступ до фізики навколоземного середовища. - К., 1994.
3. Козак Л.В. Основи фізики планет – К., 2007.
4. Smirnov B. M. Global Energetics of the Atmosphere: Earth-Atmosphere Equilibrium, Greenhouse Effect, and Climate Change. – Springer Nature, 2021.
5. Dieminger W., Hartmann G. K., Leitinger R. (ed.). The upper atmosphere: data analysis and interpretation. – Springer Science & Business Media, 2012.
6. Craig R. A. The upper atmosphere: meteorology and physics. – Elsevier, 2016.
7. Holland H. D. The chemical evolution of the atmosphere and oceans. – Princeton University Press, 2020. – Т. 2.
8. Козак Л.В. Вступ до фізики космічної плазми, К., 2011.
9. Alperovich L. S., Fedorov E. N. Hydromagnetic Waves in the Magnetosphere and the Ionosphere. – Springer Science & Business Media, 2007. – Т. 353.

Додаткова:

10. Hargreaves J. K. The solar-terrestrial environment: an introduction to geospace-the science of the terrestrial upper atmosphere, ionosphere, and magnetosphere. – Cambridge university press, 1992.
11. Budden K. G. The propagation of radio waves: the theory of radio waves of low power in the ionosphere and magnetosphere. – Cambridge University Press, 1988.
12. Gadsden M. An Introduction to the Ionosphere and Magnetosphere. – 1973.
13. Saha K. The Earth's atmosphere: Its physics and dynamics. – Berlin : Springer, 2008.
14. Salby M. L. Physics of the Atmosphere and Climate. – Cambridge University Press, 2012.
15. Budyko M. I., Ronov A. B., Yanshin A. L. History of the Earth's Atmosphere. – Berlin : Springer-Verlag, 1987. – С. 139.
16. Basavaiah N. Geomagnetism: solid earth and upper atmosphere perspectives. – Springer Science & Business Media, 2012.
17. Rees M. H. Physics and chemistry of the upper atmosphere. – Cambridge University Press, 1989.
18. Hargreaves J. K. The upper atmosphere and solar-terrestrial relations-An introduction to the aerospace environment //New York. – 1979.

[2] ***В тому числі Інтернет ресурси***