Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра астрономії та космічної інформатики

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Декан (директор навчально-наукового інституту)
фізичного факультету
(вказати назву структурного підрозділу)
Руслан ВОВК
(вказати П.І.Б керівника)
"30" серпня 2024 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Фізика планет
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти бакалаврський
/
галузь знань 04. Природничі науки
(шифр і назва)
спеціальність 104. Фізика та астрономія
(шифр і назва)
освітня програма астрономія
(шифр і назва)
спеціалізація астрономія
(шифр і назва)
вид дисципліни за вибором
(обов'язкова / за вибором)
факультет фізичний

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету (інституту, центру)

“___30___” ____серпня_____ 2024_ року, протокол № 9

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)
Шевченко В. Г., доктор фіз.-мат наук, ст. наук. співробітник, професор кафедри астрономії та космічної інформатики

Програму схвалено на засіданні кафедри астрономії та космічної інформатики

Протокол від “_27__”___серпня_____2024 року № _1

Завідувач кафедри астрономії та космічної інформатики

_____ Шкуратов Ю. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) _____«Астрономія»_____
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи) _____«Астрономія»_____

_____ _Станкевич Д.Г.
(підпис) **(прізвище та ініціали)**

Програму погоджено методичною комісією
_____фізичного факультету_____
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “_28__”_____серпня _____2024_ року № _1_

Голова методичної комісії___фізичного факультету_____

_____ _Макаровський М. О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни "**Фізика планет**" складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки
_____бакалавра_____
(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напряму) _____104 фізика та астрономія _____

освітня програма _____астрономія_____

спеціалізації _____астрономія _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є довести до студентів загальне визначення планет, як певного класу космічних тіл, їх еволюцію, фігури, внутрішню будовою та процеси, що відбуваються в атмосферах та на поверхні, а також методи визначення їх фізичних характеристик.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

а) ознайомлення студентів з еволюцією планет, їх внутрішньою будовою та процесами, що відбуваються в атмосферах та на поверхні;

б) надання навиків з використання методів визначення фізичних характеристик планет Сонячної системи.

Компетентності, що забезпечуються дисципліною:

• Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується складністю та невизначеністю умов (ІК).

• Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1).

• Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-3).

• Здатність бути критичним і самокритичним (ЗК-4).

• Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК-5).

• Навички міжособистісної взаємодії (ЗК-6).

• Навички здійснення безпечної діяльності (ЗК-7).

• Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків (ЗК-9).

• Здатність діяти соціально відповідально та свідомо (ЗК-11).

• Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК-12).

• Здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК-13).

• Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії (ФК-1).

• Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів. (ФК-2).

• Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів (ФК-3).

• Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання астрофізичних систем (ФК-5).

• Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси (ФК-6).

• Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту (ФК-7).

• Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи (ФК-8).

• Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації (ФК-9).

• Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей (ФК-10).
• З Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю (ФК-11).
• Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень (ФК-12).
• Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук. (ФК-13).

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	
7-й	-й
Лекції	
34 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
16 год.	год.
Самостійна робота	
114 год.	год.
Індивідуальні завдання	
16 год.	

1.6. Заплановані результати навчання
а) Знати визначення планет, як космічних тіл та їх еволюцію;
б) Знати загальні характеристики планет земної групи, планет - гігантів, карликових планет та планет, що відкриті біля інших зір;
в) Знати внутрішню будову, еволюцію та розуміти фізичні процеси, що відбуваються в атмосферах та на поверхні планет;
г) Знати методи визначення фізичних характеристик планет Сонячної системи;
д) Вміти визначати фізичні характеристики планет Сонячної системи за даними спостережень;
е) Вміти виконувати модельні розрахунки процесів, що відбуваються в атмосферах та на поверхні планет;
є) Вміти читати і аналізувати наукову літературу з проблем фізики планет, використовувати одержану інформацію для написання рефератів і підготовки доповідей;
ж) Написати реферат, виступити з доповіддю і захистити її перед аудиторією;
з) Вміти орієнтуватися серед астрономічної інформації, аналізувати факти, що наводяться в наукових джерелах і засобах масової інформації;
Програмні результати навчання, що забезпечуються дисципліною:
• Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні 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 фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії (ПРН-1).
• Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них (ПРН-2).
• Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання (ПРН-4).
• Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії (ПРН-5).
• Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії (ПРН-6).
• Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації (ПРН-7).
• Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань (ПРН-8).
• Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів (ПРН-10).
• Вміти представляти одержані наукові результати, брати участь у дискусіях стосовно змісту і результатів власного наукового дослідження (ПРН-12).
• Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень (ПРН-13).
• Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду (ПРН-17).
• Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для усного і письмового професійного спілкування та презентації результатів власних досліджень (ПРН-18).
• Знати та розуміти необхідність збереження та примноження моральних, культурних та наукових цінностей і досягнень суспільства (ПРН-19).
• Розуміти основні принципи здорового способу життя та вміти застосовувати їх для підтримки власного здоров'я та працездатності (ПРН-21).
• Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства (ПРН-22).
• Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії (ПРН-23).
• Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій (ПРН-24).
• Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітньої траєкторії та професійного розвитку (ПРН-25).

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні властивості та фігури планет

Тема 1. Поняття про планети, як певний клас космічних тіл

Зміст: Прикладне значення планетознавства і основні етапи його розвитку. Загальні властивості планет Сонячної системи та планет у інших зір.

Тема 2. Обертальний рух планет

Зміст: Гравітаційне поле планет. Вільна прецесія твердої деформованої планети. Астрономічна прецесія. Припливні явища. Зв'язок між орбітальним та осьовим обертанням.

Тема 3. Теорія фігури планет

Зміст: Теорія фігури планети у першому та другому наближеннях. Рівняння розподілу густини в планеті. Рівняння Клеро. Поняття про теорію фігури та будови планети з диференційним обертанням.

Розділ 2. Внутрішня будова та мінералогія планет.

Тема 4. Пружні властивості планетних надр

Зміст: Розповсюдження пружних коливань в неоднорідній планеті. Поверхневі хвилі. Власні коливання планети. Сейсмологія.

Тема 5. Еволюція планетних тіл

Зміст: Диференціація речовини у планеті. Конвекція в планетних надрах. Астеносфери планет. В'язкість планетної речовини. Зонна плавка. Ізостазія. Моделі будови планет.

Тема 6. Мінералогія планет

Зміст: Класифікація мінералів. Силікати та їх класифікація. Основні процеси мінералоутворення. Метеорити, їх основні типи. Батьківські тіла метеоритів.

Розділ 3. Атмосфери планет та фізичні властивості планетних поверхонь.

Тема 7. Атмосфери планет

Зміст: Основні властивості атмосферних газів. Температурна стратифікація атмосфери. Джерела теплоти в атмосфері. Атмосферна турбулентність.

Тема 8. Оптичні властивості планетних поверхонь

Зміст: Характеристики відбивної здатності. Моделі поверхневих шарів планет. Поляризація випромінювання поверхнями планет.

Тема 9. Радіолокаційні та теплові властивості планетних поверхонь

Зміст: Радіовипромінювання планетних поверхонь. Інфрачервоне випромінювання та температура поверхні. Теплопровідність планетної речовини.

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	с.р.		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ I. Загальні властивості та фігури планет.												
Тема 1.	18	3		1	2	12						
Тема 2.	20	3		2	2	13						
Тема 3.	20	4		2	1	13						
Разом за розділом 1	58	10		5	5	38						
Розділ II. Внутрішня будова та мінералогія планет.												
Тема 4.	20	4		2	2	12						
Тема 5.	21	4		2	2	13						
Тема 6.	18	2		1	2	13						
Разом за розділом II	59	10		5	6	38						
Розділ III. Атмосфери планет та фізичні властивості планетних поверхонь.												
Тема 7.	18	4		2	2	10						

Тема 8.	24	4		2	2	16						
Тема 9.	21	6		2	1	12						
Разом за розділом III	63	14		6	5	38						
Усього годин	180	34		16	16	114						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальні властивості планет	1
2	Гравітаційне поле планет, прецесія та припливні явища.	2
3	Рівноважні фігури планет, що обертаються.	2
4	Сейсмічні коливання. Рівняння Адамса-Вильямсона.	2
5	Диференціація речовини у планеті. Моделі будови планет.	2
6	Мінерали та метеорити.	1
7	Температурна стратифікація атмосфери.	2
8	Фотометричні та поляриметричні фазові функції.	2
9	Визначення фізичних характеристик тіл Сонячної системи.	2
	Разом	16

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Космічні дослідження планет. Прикладне значення планетознавства і основні етапи його розвитку.	13
2	Гравітаційне поле планет. Прецесія планет. Припливні явища.	13
3	Теорія фігури планет. Рівняння розподілу густини в планеті. Рівняння Клеро.	13
4	Пружні властивості планетних надр. Поверхневі та власні коливання планети.	13
5	Еволюція планетних тіл. Диференціація речовини у планеті. Моделі будови планет.	13
6	Мінералогія планет. Класифікація мінералів. Основні процеси мінералоутворення. Метеорити.	12
7	Атмосфери планет. Температурна стратифікація атмосфери. Атмосферна турбулентність.	12
8	Оптичні властивості планетних поверхонь. Моделі поверхневих шарів планет. Поляризація випромінювання поверхнями планет.	13
9	Радіовипромінювання планетних поверхонь. Інфрачервоне випромінювання та температура поверхні.	12
	Разом	114

6. Індивідуальні завдання

Реферати

1. Фізичні властивості Меркурія.
2. Фізичні властивості Венери.
3. Фізичні властивості Землі.
4. Фізичні властивості Марса.
5. Фізичні властивості Юпітера.
6. Фізичні властивості Сатурна.
7. Фізичні властивості Урана.
8. Фізичні властивості Нептуна.

9. Фізичні властивості карликових планет.
10. Фізичні властивості екзопланет.
11. Фізичні властивості астероїдів Головного поясу.
12. Фізичні властивості наближаючих до Землі астероїдів.
13. Фізичні властивості комет.
14. Фізичні властивості об’єктів поясу Койпера.

7. Методи навчання

Лекції, практичні, індивідуальні завдання та самостійна робота.

8. Методи контролю

Поточне тестування на лекціях, контрольні за розділами, екзамен.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання													Екзамен (залікова робота)	Сума
Розділ 1			Розділ 2			Розділ 3			Контрольна робота, передбачена навчальним планом		Індивідуальне завдання	Разом		
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	1	2				100
4	3	3	3	4	3	3	3	4	10	10	10	60	40	100

Т1, Т2 ... – теми розділів.

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку, або екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 30 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Користуючись загальними критеріями оцінювання рівня сформованості знань, умінь та навичок, ступеня сформованості системи професійних компетенцій осіб, які навчаються для здобуття освітнього ступеня бакалавра, встановленими Міністерством освіти і науки України, виходячи зі Стандарту вищої освіти бакалавра Міністерства освіти і науки України за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія та його складової «Засоби діагностики якості вищої освіти», та у відповідності до Положення про організацію навчального процесу в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна встановлюються такі вимоги до проведення та критерії оцінювання екзамену зі спецкурсу «Фізика планет»:

1. Екзаменаційна робота проводиться у письмовій формі.
2. Термін виконання завдань три аудиторні години, після чого студент передає відповідь викладачу.
3. Оцінка за виконання екзаменаційної роботи виставляється за шкалою оцінювання від 1 до 40 балів.
4. Оцінка за весь семестр роботи виставляється за шкалою оцінювання від 1 до 100 балів, як сума балів за навчальну діяльність студента протягом семестру, бали за контрольну роботу та екзаменаційну роботу.

Бали	Критерії оцінювання виконання завдань
90-100 Балів	Відповідь на контрольні та екзаменаційні питання правильна, обґрунтована, логічна, містить аналіз і систематизацію, зроблені аргументовані висновки.

70-89 Балів	У відповідях на контрольній та екзаменаційній роботах відтворюється значна частина питання. Студент виявляє знання і розуміння основних положень з навчальної дисципліни, певною мірою може аналізувати матеріал, порівнювати та робити висновки.
50-69 Балів	Відповіді на контрольній та екзаменаційвій роботах відтворюють основні положення питання на рівні запам'ятовування без достатнього розуміння.
0-49 Балів	Відповіді на контрольній та екзаменаційній роботах дані неправильно, безсистемно, з грубими помилками, відсутні розуміння основної суті питань.

5. Студенту зараховується екзамен, якщо кількість балів складає не менше 50.

Тестове опитування на лекціях та практичних, розв’язування задач, здача контрольних робіт, здача рефератів – мінімальна кількість балів на протязі семестру – 30 балів. Відповіді на два екзаменаційні питання – 20 балів, розв’язання задачі – 20 балів.

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

1. Александров Ю.В. Фізика планет. К., 1996.
2. Євсюков М.М, Александров Ю.В. Хімія і геологія планет. Х., 2000.
3. Кузьменков С.Г., Сокол І.В. Сонячна система. Збірник задач. Вища школа. К., 2007.
4. Відьмаченко А.П., Мороженко О.В. Порівняльна планетологія. Київ: Національна академія наук України, Головна астрономічна обсерваторія. ТОВ ДІА. - 2013. – 552 с..
5. Відьмаченко А.П., Мороженко О.В. Фізичні характеристики поверхонь планет земного типу, карликових і малих планет та їхніх супутників за даними дистанційних досліджень**.** К., 2014.
6. Elkins-Tanton L. T. Uranus, Neptune, Pluto, and the Outer Solar System. New York. 2011. 268 p.
7. Shepard M. K. Introduction to planetary photometry. Cambridge, United Kingdom ; New York, NY : Cambridge University Press, 2017. 263 p.
8. Мороженко О.В. Методи і результати дистанційного зондування атмосфер планет. К., 2004.
9. Александров Ю.В., Шевченко В.Г. Астрофізика. Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. – 208 с.
10. Polarimetry of Stars and Planetary Systems. Ed. by Ludmilla Kolokolova, James Hough, Anny-Chantal Levasseur-Regourd. Publisher: Cambridge University Press, 2015.-487 p.

11. Астрономічний енциклопедичний словник // за заг. ред. І.А. Климишина та А.О. Корсунь. – Львів, 2003. – 548 с.
12. Hapke B. Theory of Reflectance and Emittance Spectroscopy. CUP, 2005.
13. Encyclopedia of the Solar System. /Eds. MakFadden L./ W., 2006.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. http://www.astron.kharkov.ua/ - Сайт НДІ астрономії ХНУ імені В.Н. Каразіна.
2. Електронна бібліотека НДІ астрономії ХНУ імені В.Н. Каразіна.
3. Вікіпедія – електронна бібліотека.
4. http://www.planetary.org/ - Сайт астрономів Планетної спілки.
5. http://pds.nasa.gov/ - Сайт Планетної бази даних (США).
6. http://ssd.jpl.nasa.gov/ - Сайт планетних даних Лабораторії реактивного руху (JPL USA).
7. http://dps.aas.org/ - Сайт відділення Планетних наук Американської астрономічної спілки.