

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра астрономії та космічної інформатики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-  
педагогічної роботи

\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2021 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Оптика планетних поверхонь**

(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 \_\_\_\_\_

2021 / 2022 навчальний рік

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

“ 31 ” \_\_\_\_\_ серпня \_\_\_\_\_ 2021\_ року, протокол № 7

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)  
Шкуратов Ю. Г., доктор фіз.-мат наук, член-кореспондент НАН України, професор, професор кафедри астрономії та космічної інформатик

Програму схвалено на засіданні кафедри астрономії та космічної інформатики

Протокол від “ 5 ” \_\_\_\_\_ липня \_\_\_\_\_ 2021 року № 12

Завідувач кафедри астрономії та космічної інформатики

\_\_\_\_\_ Шкуратов Ю. Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією  
\_\_\_\_\_ фізичного факультету \_\_\_\_\_  
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 31 ” \_\_\_\_\_ серпня \_\_\_\_\_ 2021\_ року № 1

Голова методичної комісії \_\_\_\_\_ фізичного факультету \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Макаровський М. О.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “**Оптика планетних поверхонь**” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

бакалавра

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму

природничі науки

спеціальності

фізика та астрономія

спеціалізації

астрономія

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є Методи дослідження розсіяння світла планетними поверхнями та їх використання для аналізу спостережних даних

Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

1. Оптика планетних поверхонь тіл Сонячної системи.

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є

довести до студентів основи теорії фізичних процесів взаємодії електромагнітних хвиль різних діапазонів із середовищем, що складається із великого числа дискретних часточок. Та застосування результатів цієї теорії при дистанційному дослідженні поверхонь безатмосферних космічних тіл для визначення їх фізичних характеристик.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є

а) ознайомлення студентів з основними поняттями розсіяння та поглинання світла малими частинками (як сферичної так і неправильної форми) та їх макроскопічними ансамблями;

б) надання навиків з використання методів класичної оптики (дискретної та інтегральної фотометрії, спектрофотометрії, поляриметрії) для визначення фізичних характеристик поверхонь безатмосферних тіл Сонячної системи;

в) розвиток методів дистанційного зондування та тестування наземних засобів дистанційного вивчення космічних тіл.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми, студенти мають досягти таких результатів навчання:

**знати:** а) основні характеристики поверхонь тіл Сонячної системи;

б) основні поняття інтегральної та дискретної фотометрії шорстких поверхонь;

в) теорію розсіяння першого та вищих порядків (в т.ч. Релея та Мі);

г) опозиційний та тіньовий ефекти, теорія Хапке;

д) поняття спектроскопії теплового випромінювання.

**вміти:** а) визначати фізичні характеристики планет Сонячної системи за даними дистанційних спостережень;

б) виконувати модельні розрахунки розсіювання світла на частинках (та їх ансамблях) різних форм та розмірів за допомогою готових кодів;

1.3. Кількість кредитів: 4

1.4. Загальна кількість годин: 120

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	
48 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
70 год.	год.
Індивідуальні завдання	
16 год.	

### 3. Виклад змісту навчальної дисципліни

*Розділ I. Оптика планетних поверхонь тіл Сонячної системи*

*Тема 1. Реголіти космічних тіл.*

Зміст: Вигляд поверхонь тіл Сонячної системи. Поверхнева густина кратерів.

Мінералогічний склад та фізико-хімічні властивості поверхонь.

*Тема 2. Електромагнітне випромінювання (ЕМВ) та його основні характеристики.*

Зміст: Рівняння Максвелла. Поляризація ЕМВ. Формули Френеля.

*Тема 3. Розсіювання та поглинання світла малими частинками.*

Зміст: Розсіювання першого (одночасткове) та вищих (багатократне) розсіювання. Розсіювання Релея. Розсіювання Мі. Наближення геометричної оптики.

*Тема 4. Фотометричні властивості шорстких поверхонь.*

Зміст: Фотометрична фазова функція. Поляриметрична фазова функція. Опозиційний ефект та його природа. Когерентне підсилення зворотного розсіювання. Функція затінення. Кореляційні співвідношення між різними параметрами фазових залежностей.

Теорія Хапке. Фотометрична функція Акімова. Прогнозування мінералогічного складу поверхні за колориметричними даними.

Тема 5. Теплове випромінювання та радіохвилі і їх взаємодія із реголітовими поверхнями тіл Сонячної системи.

Зміст: Радіометрія та радіолокація тіл Сонячної системи. Теплові спектри льодів летких компонент.

#### 4. 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
<b>Розділ 1 Оптика планетних поверхонь тіл Сонячної системи</b>												
Тема 1.	12	2	-	-	-	10						
Тема 2.	14	4	-	-	-	10						
Тема 3.	23	8	-	-	-	15						
Тема 4.	23	8	-	-	-	15						
Тема 5.	18	8	-	-	-	10						
Разом за розділом	90	30	-	-	-	60						
<b>Усього годин</b>	90	30				60						

#### 5. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
...		

#### 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Космічні дослідження поверхонь планет. Прикладне значення дистанційних досліджень і основні етапи їх розвитку.	10
2	Граничні умови для рівнянь Максвелла та формули Френеля.	10
3	Теорія розсіяння Мі.	15
4	Теоретичне обчислення функції затінення. Прогнозування мінералогічного складу поверхні за колориметричними даними.	15
5	Теорія і методи радіолокаційних досліджень тіл Сонячної системи.	10
	Разом	60

#### 7. Індивідуальні завдання

#### 8. Методи навчання

Лекції, реферати та самостійна робота, робота з базами планетних даних, консультації.

## 9. Методи контролю

Поточне тестування на лекціях, залік.

## 10. Розподіл балів, які отримують студенти

Приклад для заліку

Поточний контроль та самостійна робота									Сума
Розділ 1									100
T1	T2	T3	T4	T5					
10	10	30	30	20					

T1, T2 ... T9 – теми розділів.

Приклад для екзамену

Поточне тестування та самостійна робота									Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1											100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9			

T1, T2 ... T12 – теми розділів.

Приклад для виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
			100

## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

## 11. Рекомендоване методичне забезпечення

### Базова література

1. Борн М, Вольф Э., Основы оптики. М., 1973.
2. Борен К., Хафмен Д., Поглощение и рассеяние света малыми частицами. М., 1986.
3. Євсюков М.М, Александров Ю.В. Хімія і геологія планет. Х., 2000.
4. Шкуратов Ю.Г. Луна далёкая и близкая. Харьков., 2008.
5. Napke V. Theory of Reflectance and Emittance Spectroscopy. CUP, 2005.
6. 200 лет астрономии в Харьковском университете / Под ред. проф. Ю.Г. Шкуратова. 2008, Харьков.

### Допоміжна література

1. Александров Ю.В. Фізика планет. К., 1996.
2. Бондарев В.П. Основы минералогии и кристаллографии с элементами петрологии. М., 1986.
3. Хюлст Г. Рассеяние света малыми частицами. ИЛ, 1961.
4. Дейрменджан Д. Рассеяние электромагнитного излучения сферическими полидисперсными частицами. 1971.
5. Маракушев А.А., Грановский Л.Б., Зиновьева Н.К., Митрейкина Н.Б. Космическая петрология. М., МГУ, 1992.
6. Encyclopedia of the Solar System. /Eds. MakFadden L./ W., 2006.
7. Kerker M. The scattering of light. AP, 1969.
8. Mishchenko M.I., Travis L.D., Lacis A.A. Scattering, Absorption, and Emission of Light by Small Particles. CUP, 2002.
9. Tsang L., Kong J. A., Ding K.-H., Scattering of electromagnetic waves.  
Vol. 1. Theories and applications. Wiley, 2000.  
Vol. 2. Numerical simulations. Wiley, 2001.  
Vol. 3. Advanced topics. Wiley, 2001.

### **Інформаційні ресурси**

1. <http://www.astron.kharkov.ua/> - Сайт НДІ астрономії ХНУ імені В.Н. Каразіна.
2. Вікіпедія – електронна бібліотека.
3. <http://pds.nasa.gov/> - Сайт Планетної бази даних (США).
4. <http://ssd.jpl.nasa.gov/> - Сайт планетних даних Лабораторії реактивного руху (JPL USA).