

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

**Методи астрофізичних досліджень**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ магістерський \_\_\_\_\_

галузь знань \_\_\_\_\_ 04. Природничі науки \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціальність \_\_\_\_\_ 104. Фізика та астрономія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

освітня програма \_\_\_\_\_ астрономія та космічна інформатика \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_ астрономія та космічна інформатика \_\_\_\_\_  
(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)  
Слюсарев І. Г., кандидат фіз.-мат наук, доцент кафедри астрономії та космічної інформатики

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

Завідувач кафедри астрономії та космічної інформатики

\_\_\_\_\_  
(підпис) Шкуратов Ю. Г.  
(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

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

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Методи астрономічних досліджень” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

\_\_\_\_\_ магістра \_\_\_\_\_  
(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напрямку) \_\_\_\_\_ 104 фізика та астрономія \_\_\_\_\_

освітня програма \_\_\_\_\_ астрономія та космічна інформатика \_\_\_\_\_

спеціалізації \_\_\_\_\_ астрономія та космічна інформатика \_\_\_\_\_

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є довести до студентів основні результати досліджень фізичних властивостей галактик різних типів, їх спостережні характеристики. Розглянути основні задачі динаміки зір у галактиках різних морфологічних типів.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

- а) ознайомлення студентів із фізичними процесами, що формують вигляд та основні спостережні властивості відомих морфологічних типів галактик;
- б) надання розуміння проблем зоряної динаміки і їх важливість для пояснення властивостей галактик та їх еволюції.

#### 1.3. Кількість кредитів: 8

#### 1.4. Загальна кількість годин: 240

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й – 2-й	-й
Семестр	
2-й і 3-й	-й
Лекції	
36 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
48 год.	год.
Самостійна робота	
156 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

#### 1.6. Заплановані результати навчання

- а) Знати роль і значення галактик як основних зоряних структур у Всесвіті, вірно орієнтуватися у ієрархічній системі: галактики, їх скупчення та надскупчення; володіти вільно матеріалом про масштаби такої структури Всесвіту
- б) Знати загальні спіральних та еліптичних галактик, основи морфологічної класифікації та можливості її еволюційної інтерпретації; Розуміти будову типової дискової галактики і знати її основні підсистеми;
- в) Знати внутрішню будову, еволюцію та розуміти фізичні процеси, що відбуваються в атмосферах та на поверхні планет;
- г) Знати методи визначення відстаней до галактик та їх світностей за кореляційними залежностями Фабера-Джексона та Таллі-Фішера;
- д) Володіти інформацією про зміни фізичних властивостей галактик із морфологічним типом та із віком;
- е) Вміти виконувати модельні розрахунки зв'язку потенціалу гравітуючої речовини галактики та кривої обертання;
- 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;

## **2. Тематичний план навчальної дисципліни**

### *Розділ 1. Властивості галактик: дані спостережень*

#### *Тема 1. Історія досліджень галактик.*

Зміст: Дотелескопічна епоха. Лайкаль, Месьє, Гершель – початок каталогізації. Відкриття спіральної структури. Кінець XIX ст. - початок фотографічних та спектральних досліджень. Перші 30 років XX ст. – розширення каталогів, розробка методів визначення відстаней до галактик, відкриття їх обертання. Роботи Е.П. Габбла.

#### *Тема 2. Морфологія галактик та підсистеми галактик.*

Зміст: Класифікація Габбла. Можливість еволюційної інтерпретації т.з. "Камертона Габбла". Класифікація Вокулера. Функція Шехтера. Зоряні підсистеми та населення. Газова та пилова складові, їх роль та розподіл у S-галактиках. Відмінності хімічного складу структур СГ. Вертикальна структура S-галактик. Лінійна та вертикальна шкали диска.

#### *Тема 3. Еліптичні галактики.*

Зміст: Класифікація ЕГ. Профілі поверхневої яскравості. Склад та структура ЕГ. Обертання та співвідношення Фабера-Джексона.

#### *Тема 4. Спіральні галактики.*

Зміст: Типи СГ та їх властивості. Профілі поверхневої яскравості. Склад та структура ЕГ. Обертання та співвідношення Таллі-Фішера. Закон Фрімена. Фундаментальна площа. Кінематика підсистем.

### *Розділ 2. Особливості динаміки зоряних систем.*

#### *Тема 5. Основи динаміки зоряних систем.*

Зміст: Історія розвитку уявлень про зоряні системи. Дифракційне обмеження роздільної здатності при виявленні зоряних систем. Найбільші існуючі бази даних та проекти майбутніх оглядів. Активність динамічних утворень зоряних систем.

*Тема 6. Методи пошуку та аналізу системи рівнянь беззіштовхувальної гідродинаміки зоряного газу.*

Зміст: Рішення Джинса для безкінечно протяжного середовища (холодного та гарячого). Динаміка диска, що обертається. Епіциклічна частота. Формули Оорта. Нестійкість Тумрі.

*Розділ 3. Теорія хвиль густини Ліна і Шу.*

*Тема 7. Потенціал спіральних галактик*

Зміст: Розподіл маси у дисках галактик. Знаходження його із даних спостережень. Моделі потенціалу галактик. Спіралі та їх математичний опис.

*Тема 8. Основні рівняння теорії Ліна та Шу.*

Зміст: Асимптотична теорія "тугої закрутки". Відгук на спіральне збурення потенціалу. Поле швидкостей у спіральному рукаві. Рішення рівняння Пуассона. Дисперсійне рівняння.

*Тема 9. Еволюція та походження спіральних хвиль густини.*

Зміст: Час життя хвильового пакету. Еволюція хвиль. Резонанси Ліндблада. Генерація спіральних хвиль.

### 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
<b>Розділ I. Властивості галактик: дані спостережень</b>												
Тема 1.	26	4	4			18						
Тема 2.	26	4	4			18						
Тема 3.	28	4	6			18						
Тема 4.	26	4	6			16						
Разом за розділом I	106	16	20			70						
<b>Розділ II. Особливості динаміки зоряних систем.</b>												
Тема 5.	25	3	4			18						
Тема 6.	25	3	4			18						
Разом за розділом II	50	6	8			36						
<b>Розділ III. Теорія хвиль густини Ліна і Шу</b>												
Тема 7.	32	6	8			18						
Тема 8.	28	4	6			18						
Тема 9.	24	4	6			14						
Разом за розділом III	84	14	20			50						
<b>Усього годин</b>	240	36	48			156						

### 4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Візуалізація даних В. та Дж. Гершелів та Габбла.	4
2	Побудова каталогів галактик та скупчень галактик.	4
3	Ототожнення об'єктів за класифікацією Вокулера.	6
4	Визначення об'єктів за класифікацією Габбла.	6
5	Використання кінетичного рівняння Больцмана.	4
6	Математичні моделі розподілу потенціалу у дискових галактиках.	4
7	Використання дисперсійного рівняння.	8
8	Візуалізація спіральних хвиль густини.	6
9	Роль темної матерії у стабілізації дискових галактик.	6
		48

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження В. та Дж. Гершелів. Роботи Габбла.	18
2	Каталоги галактик та скупчень галактик.	18
3	Класифікація Вокулера.	18
4	Фундаментальна площина. Доповнення класифікації Габбла.	16
5	Вивід кінетичного рівняння Больцмана.	18
6	Математичні моделі розподілу потенціалу у дискових галактиках.	18
7	Дисперсійне рівняння.	18
8	Генерація спіральних хвиль густини.	18
9	Роль темної матерії у стабілізації дискових галактик.	14
		156

### 6. Індивідуальні завдання - нема

### 7. Методи контролю

Поточне тестування на лекціях, контрольні за розділами, екзамен.

### 8. 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	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	1	2				
4	3	3	3	4	3	3	3	4	15	15		60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

### 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

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Рольфс К. Лекции по теории волн плотности. М.: Мир. 1980.
2. Binney J., Tremaine S. Galactic dynamics. Princeton University Press 2008. - 741p.
3. Binney J., Merrifield M. Galactic Astronomy. Princeton University Press. 1998.
4. Sparke L., Gallagher J. Galaxies in the Universe: An Introduction. Cambridge University Press 2007.
5. Longair M.S. Galaxy Formation. 2ed., Springer, 2008. – 739 p.
6. Schneider P. Extragalactic Astronomy and Cosmology: An Introduction. 2006.
7. Фридман А.М., Хоперсков А.В. Физика галактических дисков. М., Физматлит, 2011.

### Допоміжна література

1. Горбацкий В.Г. Введение в физику галактик и скоплений галактик. М., Наука, 1986.
2. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика, глава 11. М., Век-2, 1-е изд. 2006.
3. Марочник Л.С., Сучков А.А. Галактика. М.: Наука. 1984. – 392с.
4. Поляченко В.Л., Фридман А.Н. Равновесие и устойчивость гравитирующих систем. М.: Наука. 1976.
5. Решетников В.П. Поверхностная фотометрия галактик [СПбГУ, 2002]
6. Саслау У. Гравитационная физика звездных и галактических систем. М.: Мир. 1989.
7. Сучков галактики знакомые и незнакомые.
8. Тейлер Галактики Строение и эволюция.

## 10. 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.