

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

**Зоряна астрономія**

(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)  
Федоров П.М., доктор фіз.-мат наук, ст. наук. співробітник, професор кафедри астрономії та космічної інформатики

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 “**Зоряна астрономія**” 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 доведення до студентів результатів основних сучасних астрофізичних та статистичних методів досліджень, астрономічних даних, застосування їх для створення уявлень та вивчення будови й еволюції космічних тіл, утворених ними зоряних систем, що спостерігаються в Метагалактиці.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

оволодіння знаннями, отриманими при вивченні зоряних систем різного рівня ієрархії, Поясу Гудда, Чумацького Шляху та інших галактик, а саме:

- а) вивчення видимих, а потім і істинних положень і рухів космічних тіл та їх систем у просторі;
- б) визначення просторової структури, параметрів руху і динаміки зоряних систем;
- в) визначення та дослідження фізичних характеристик зоряних систем і їх складових об'єктів;
- г) одержання даних для вирішення проблем походження та розвитку окремих космічних тіл та утворених з них систем.

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	
3, 4-й	-й
Семестр	
6, 7-й	-й
Лекції	
64 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
– год.	год.
Лабораторні заняття	
– год.	год.
Самостійна робота	
116 год.	год.
Індивідуальні завдання	
– год.	

### 1.6. Заплановані результати навчання

- а) Знати визначення зоряних систем, як об'єктів Всесвіту, та їх еволюцію.
- б) Знати основні напрями розвитку наукового пізнання макросвіту, одержаними сучасними астрономічними засобами і методами.
- в) Знати суть основних положень, в основі яких знаходяться сучасні уявлення про класифікацію космічних тіл, зоряних систем, їх рухів і розвитку.
- г) Знати сучасний стан загальних проблем, пов'язаних із вивченням структури й еволюції зоряних систем і Метагалактики.
- д) Вміти орієнтуватися серед астрономічної інформації, що швидко накопичується в результаті освоєння Космосу, аналізувати факти, що наводяться в наукових джерелах і засобах масової інформації.
- е) Вміти використовувати й аналізувати наукову літературу з проблем вивчення зоряних систем, застосовувати одержану інформацію для розв'язання задач і вирішення проблем, що розглядаються в астрономії в цілому.
- є) Вміти аргументувати нерозривний зв'язок розвитку зоряної астрономії з іншими розділами астрономії, природничими науками та філософією.
- ж) Вміти написати реферат, курсову, дипломну чи випускную роботу, виступити з ними та захистити їх перед аудиторією.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### *Розділ 1. Загальні властивості зоряних систем*

#### Тема 1. Зоряна астрономія як розділ астрономії

Зміст: Об'єкт і предмет дослідження. Задачі та підрозділи зоряної астрономії. Коротка хронологія та основні етапи розвитку галактичної і позагалактичної астрономії. Короткий нарис будови Метагалактики.

#### Тема 2. Різновиди і класифікація зоряних систем

Зміст: Різноманіття зоряних систем і їх об'єднань. Класифікація зоряних систем і їх еволюціонуючих компонентів. Ключові стадії розвитку компонентів і їх роль у різноманітті та еволюції зоряних систем. Роль моменту кількості руху.

#### Тема 3. Основи зоряної фотометрії

Зміст: Фотометричні системи зоряних величин. Криві спектральної чутливості. Фотометричні системи. Показники кольору. Нормальний колір і його надлишок. Абсолютні зоряні величини. Міжзоряне поглинання. Боллометрична поправка. Колориметричні діаграми.

#### Тема 4. Спектральні класифікації зір і субзір

Зміст: Фізичні процеси, що формують зоряні та субзоряні спектри. Шкала ефективних температур. Сучасний вид одномірної Гарвардської класифікації. Двох- і трьох- вимірні спектральні класифікації.

#### Тема 5. Методи виявлення об'єктів низької світності

Зміст: Проблема пошуку невидимих супутників у зір. Методи пошуку позасонячних планет і субзір. Виявлення та дослідження дисків у зір і субзір.

## *Розділ 2. Кінематика і динаміка зоряних систем*

### *Тема 6. Основи зоряної кінематики*

Зміст: Сферичні і прямокутні системи координат (екваторіальна, екліптична та галактичні) у зоряній астрономії. Основні круги та точки координатних систем. Схеми та формули для взаємного переходу від одних координат до інших. Просторові рух і швидкість зір.

### *Тема 7. Відстані до космічних тіл*

Зміст: Основні методи визначення відстаней до космічних об'єктів. Геометричні методи визначення відстані з різними базами. Фотометричні паралакси та відстані. Космологічні методи.

### *Тема 8. Рух Сонця у просторі*

Зміст: Виявлені особливості руху Сонця відносно різних центроїдів. Методи визначення просторового руху Сонця, в залежності від наявності вихідних даних. Видимий і істинний рухи у просторі. Поправки до променевих швидкостей.

### *Тема 9. Методи визначення обертання зоряних систем*

Зміст: Проблема визначення обертання зоряних систем. Формули Ботлінгера і Оорта. Визначення кутової швидкості за сталими Оорта.

### *Тема 10. Елементи зоряної динаміки*

Зміст: Ієрархія та стійкість зоряних систем. Ефекти зоряних зближень. Регулярні та іррегулярні гравітаційні сили. Динамічна еволюція зоряних систем. Динаміка ізотропного розширення.

## *Розділ 3. Зоряні системи та їх об'єднання*

### *Тема 11. Проблеми вивчення зоряних систем*

Зміст: Просторовий розподіл зір і статистичні методи його вивчення. Підрахунки зір. Теорема Зеєлігера. Функції розподілу блиску, світності та відстані. Інтегральні рівняння зоряної статистики й їх розв'язання.

### *Тема 12. Кратні зорі та планетні системи*

Зміст: Різноманітність кратних зоряно-субзоряних систем за основними характеристиками, їх класифікація та типові представники. Планетні системи в поодиноких та кратних зорях. Статистичні властивості кратних зір.

### *Тема 13. Зоряні скупчення й асоціації*

Зміст: Загальні властивості кулястих та розсіяних скупчень. Класифікація зоряних асоціацій. Зоряні агрегати.

### *Тема 14. Галактики*

Зміст: Сучасна камертонна класифікація галактик. Властивості спіральних, еліптичних, лінзовидних та іррегулярних галактик різної маси. Взаємодіючі галактики. Активні позагалактичні об'єкти й їх природа. Пекулярні галактики. Радіогалактики. Вибухи галактик і рентгенівський газ. Ядра галактик. Сейфертовські та N- галактики. Квазари, квазари, блазари та лацертиди.

Тема 15. Об'єднання галактик

Зміст: Підгрупи, групи, скупчення, надскупчення та гіперскупчення галактик. Атрактори.

Тема 16. Кінематика та динаміка зоряних систем

Зміст: Залежність стійкості кратних зір і планетних систем від зміни їх мас в процесі еволюції. Випаровування зір і субзір з зоряних скупчень та час їх життя. Динамічне тертя. Мерджинг.

*Тема 4. Основи космографії*Тема 17. Пояс Гулда

Зміст: Найближчі до Сонця зорі, субзорі та екзопланети. Зміна розподілу яскравих зір на небесній сфері з віддаленням від Сонця. Розподіл газопилової складової в околі Сонця. Рух Сонця серед найближчих та найяскравіших зір. Найближчі до Сонця зоряні скупчення та асоціації. Структура та кінематика Місцевої зоряної системи.

Тема 18. Підсистема Чумацького Шляху

Зміст: Будова Галактики, основні її населення та підсистеми. Спиральна структура та місце Сонця в Галактиці. Просторовий розподіл кульових скупчень і зір гало. Три пояси галактик-сателітів та їх астрофізичні властивості. Проблеми кінематики Галактики.

Тема 19. Місцева група галактик

Зміст: Структура Місцевої групи (МГ) галактик. Підгрупа Туманності Андромеди та властивості її складових. Галактики Периферії МГ. Кінематика та динаміка галактик Місцевої групи.

Тема 20. Місцеве Надскупчення

Зміст: Найближчі групи галактик до Місцевої групи та властивості їх складових. Скупчення галактик в сузір'ї Діви.

Тема 21. Просторо-часова структура Всесвіту

Зміст: Оточення Місцевого Надскупчення. Великий Атрактор. Гіперскупчення Ланіакєя. Місцеві войди. Комірчаста структура великомасштабної Метагалактики. Войди. Фізичний зміст виміру відстаней у світлових роках.

Тема 22. Проблеми еволюції зоряних систем

Зміст: Зв'язок червоного зміщення позагалактичних об'єктів з віком Всесвіту за його еволюційними сценаріями. Короткий еволюційний сценарій «від реліктового випромінювання до сучасної Метагалактики». Проблема прихованої маси та «темної енергії».

## 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.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Перша частина курсу</b>												
<b>Розділ 1. Загальні властивості зоряних систем</b>												
Тема 1.	5	2	–	–	–	3						
Тема 2.	5	2	–	–	–	3						
Тема 3.	6	3	–	–	–	3						
Тема 4.	6	3	–	–	–	3						
Тема 5.	5	2	–	–	–	3						
Разом за розділом 1	27	12	–	–	–	15						
<b>Розділ 2. Кінематика і динаміка зоряних систем</b>												
Тема 6.	7	4	–	–	–	3						
Тема 7.	7	4	–	–	–	3						
Тема 8.	6	4	–	–	–	2						
Тема 9.	7	4	–	–	–	3						
Тема 10.	6	4	–	–	–	2						
Разом за розділом 2	33	20	–	–	–	13						
Разом у 1-й частині курсу	60	32	–	–	–	28						
<b>Друга частина курсу</b>												
<b>Розділ 3. Зоряні системи та їх об'єднання</b>												
Тема 11.	9	2	–	–	–	7						
Тема 12.	12	4	–	–	–	8						
Тема 13.	9	2	–	–	–	7						
Тема 14.	11	4	–	–	–	7						
Тема 15.	10	2	–	–	–	8						
Тема 16.	9	2	–	–	–	7						
Разом за розділом 3	60	16	–	–	–	44						
<b>Розділ 4. Основи космографії</b>												
Тема 17.	11	4	–	–	–	7						
Тема 18.	11	4	–	–	–	7						
Тема 19.	9	2	–	–	–	7						
Тема 20.	9	2	–	–	–	7						
Тема 21.	10	2	–	–	–	8						
Тема 22.	10	2	–	–	–	8						
Разом за розділом 4	60	16	–	–	–	44						
Разом у 2-й частині курсу	120	32	–	–	–	88						
<b>Усього</b>	180	64	–	–	–	116						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять – немає

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Перша частина курсу</b>		
1	Хронологія й основні етапи розвитку галактичної та позагалактичної астрономії	4
2	Фотометричні та спектральні характеристики зір та колориметричні діаграми	4
3	Космічні тіла Галактики	4
4	Методи визначення відстаней до космічних об'єктів	4
5	Криві обертання зоряних систем	4
6	Регулярні й іррегулярні гравітаційні сили	4
7	Динаміка ізотропного розширення	4
Разом у першій частині курсу		28
<b>Друга частина курсу</b>		
8	Проблеми вивчення структури й еволюції Галактики	4
9	Диференційні функції блиску та функції зоряної густини	4
10	Функції світності об'єктів Галактики	4
11	Функція та спектр мас зір і субзір	4
12	Функція металічності зір різних населень Галактики	4
13	Властивості зоряних систем різної ієрархії	4
14	Планетні системи	4
15	Протопланетні диски у зір і субзір	4
16	Основні підсистеми Галактики й її спіральна структура	4
17	Найближче оточення Сонячної системи	4
18	Місцева зоряна система	4
19	Хабблівська та Вокулєрівська галактичні класифікації	4
20	Статистичні властивості галактик	4
21	Наша зоряна система	4
22	Сімейство галактики Андромеда	4
23	Периферія Місцевої групи	4
24	Кінематика галактик у Місцевій групі галактик	4
25	Місьцеве надскоупчення	4
26	Гіперскоупчення Ланіакєя та його оточення	4
27	Гіпотетичні форми матерії темної матерії й їх прояви	4
28	Космогонічні сценарії утворення й еволюції галактик різних типів	4
29	Минуле та майбутнє Всесвіту	4
Разом у другій частині курсу		88
Разом за курсом		116

6. Індивідуальні завдання – немає

### 7. Методи контролю

Поточне тестування на лекціях, контрольні за розділами, екзамен.



## 8. Схема нарахування балів

Перша частина курсу

Поточний контроль та самостійна робота										Сума
Розділ 1					Розділ 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	100
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	

T1, T2 ... T10 – теми розділів.

Друга частина курсу

Поточний контроль та самостійна робота												Разом	Екзамен	Сума
Розділ 3						Розділ 4								
T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	60	40	100
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			

T11, T12 ... T22 – 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

### Методичне забезпечення

1. Захожай В.А. Зоряна астрономія: Комплекс навчально-методичних матеріалів і методичні вказівки з курсу для студентів спеціальності «Астрономія» фізичного факультету. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2010. – 40 с.

### Основна література

- 1.1. Воронцов-Вельяминов Б.А. Внегалактическая астрономия. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1978. – 480 с.
- 1.2. Захожай В.А. Вступ до астрофізики та космогонії. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2017. – 208 с.
- 1.3. Куликовский П.Г. Звездная астрономия. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1985. – 272 с.
- 1.4. Курс астрофізики и звездной астрономии. Т. II / Под ред. А.А. Михайлова. – М.: Физматгиз, 1962. – 688 с.
- 1.5. Локтин А.В., Марсаков В.А. Лекции по звёздной астрономии. – Р.-на-Д.: ФГОУ ВПО «ЮФУ», 2009. – 280 с.
- 1.6. Марочник Л.С., Сучков А.А. Галактика. – М.: Наука, 1984. – 392 с.
- 1.7. Паренаго П.П. Курс звездной астрономии. – 3-е изд., перераб.и доп. – М.: Гостехиздат, 1954. – 476 с.

- 1.8. Физика Космоса /Маленькая энциклопедия/ – М.: Сов. Энциклопедия, 1986. – 784 с.

### Допоміжна література

- 2.1. Аллен К.У. Астрофизические величины: пер. с англ. – 2-е изд., переработ. и доп. – М.: Мр, 1977. – 448 с.
- 2.2. Андрієвський С.М., Климишин І.А. Курс загальної астрономії: навчальний посібник. – Одеса: Астропринт, 2007. – 480 с.
- 2.3. Астрономічний енциклопедичний словник / За заг. ред. І.А. Климишина та А.О. Корсунь. – Львів, 2003. – 548 с.
- 2.4. Астрономия: традиции, настоящее, будущее / Под ред. В.В. Орлова, В.П. Решетникова, Н.Я. Сотниковой. – СПб.: СПбУ, ВВМб, 2007. – 408 с.
- 2.5. Бочкарев Н.Г. Местная межзвездная среда. – М.: Наука, 1990. – 192 с.
- 2.6. Захой В.А. Структура нашей звездной системы // Кинем. и физ. неб. тел. – 2005. – Т. 21, № 6. – С. 414-440.
- 2.7. Черепашук А.М. Гравитационное микролинзирование и проблема скрытой массы // Соросовский образоват. журн. – 1998. – № 3. – С. 92-99.
- 2.8. Чернин А.Д. Темная энергия и закон всемирного антитяготения // Успехи физ. Наук. – 2008. – Т. 178, № 3. – С. 267-300.
- 2.9. Черепашук А.М. Гравитационное микролинзирование и проблема скрытой массы // Соросовский образоват. журн. – 1998. – № 3. – С. 92-99.
- 2.10. Чернин А.Д. Темная энергия и закон всемирного антитяготения // Успехи физ. Наук. – 2008. – Т. 178, № 3. – С. 267-300.
- 2.11. Armitage P.J. Lecture notes on the formation and early evolution of planetary systems // arXiv:astro-ph/0701485v1 16 Jan 2007.
- 2.12. Karachentsev I.D., Karachentseva V.E., Huchtmeier W.K., Makarov D.I. A Catalog of neighboring galaxies // Astron. J. – 2004. – Vol. 127. – P. 2031-2068.
- 2.13. Kharchenko N.V., Piskunov A.E., Röser S., et al. Astrophysical parameters of Galactic open clusters // Astron. Astrophys. – 2005. – Vol. 438, Iss. 3. – P. 1163-1173.
- 2.14. Olano C.A. The Origin of the Local System of Gas and Stars // Astron. J. – 2001. – Vol. 121. – P. 295-308.
- 2.15. Van den Berg S. The galaxies of the Local Group. – Cambridge, UK, Cambridge Univ. Press, 2000. – XIV+327p. (Camb. Astroph. Ser., vol.35).
- 2.16. Van den Hoek L.B. On the chemical and spectro-photometric evolution of nearby galaxies. – Astron. Institute ‘Anton Pannekoek’. – Amsterdam, the Netherlands, 1997. – 292 p.

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

1. ADS: SIMBAD: <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-id?Ident=%401405432&Name=LHS%20%20%20121>
2. NASA ADS: D:\E\_mail\_адреса\Интернет адреса каталогов\NASA ADS Custom Query Form Tue Nov 12 105838 2002.htm
3. Страсбургський центр астрономічних даних: <http://cdsweb.u-strasbg.fr/>
4. The Extrasolar Planets Encyclopaedia: <http://exoplanet.eu/catalog.php>
5. Astronomy pictories: <http://apod.nasa.gov/apod/archivepix.html>
6. ARIBIB: <http://www.ari.uni-heidelberg.de/aribib/query.htm>
6. Index cit: [http://adsabs.harvard.edu/abstract\\_service.html](http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html)