

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра астрономії та космічної інформатики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-  
педагогічної роботи

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Будова та еволюція зоряних систем**

(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 \_\_\_\_\_ фізика, астрономія та космічна інформатика \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
спеціалізація \_\_\_\_\_ фізика, астрономія та космічна інформатика \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
вид дисципліни \_\_\_\_\_ обов'язкова \_\_\_\_\_  
(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

\_\_\_\_\_ 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 “**Будова та еволюція зоряних систем**” 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 \_\_\_\_\_ фізика, астрономія та космічна інформатика \_\_\_\_\_

спеціалізації  
\_\_\_\_\_ фізика, астрономія та космічна інформатика \_\_\_\_\_

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є доведення до студентів результатів основних сучасних астрофізичних, статистичних та просторових даних, що дозволяють створити уявлення про будову та еволюцію космічних тіл, утворених ними зоряних систем і об’єднань, що спостерігаються в Метагалактиці.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

вивчення природи космічних тіл, які є основними компонентами зоряних систем, фізичних характеристик, динамічних та просторових властивостей зоряних систем і їх об’єднань, еволюція основних складових Всесвіту, а саме:

- а) вивчення просторових рухів зоряних систем різної ієрархії;
- б) визначення просторової структури зоряних систем і їх об’єднань різної складності;
- в) дослідження еволюційної складової серед характеристик зоряних систем і їх об’єднань;
- г) аналіз даних проблеми походження та розвитку зоряних систем, їх складових, об’єднань різної ієрархії та Всесвіту в цілому.

1.3. Кількість кредитів: 3.

1.4. Загальна кількість годин: 90.

#### 1.5. Характеристика навчальної дисципліни

Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
3-й	-й
Лекції	
30 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
- год.	год.
Лабораторні заняття	

– год.	год.
Самостійна робота	
60 год.	год.
Індивідуальні завдання	
– год.	

### 1.6. Заплановані результати навчання

- а) Знати визначення зоряних систем і їх об'єднань різної ієрархії та уявлення про їх еволюцію.
- б) Знати основні напрями вивчення зоряних систем сучасними астрономічними засобами та методами.
- в) Знати суть основних положень, в основі яких знаходяться сучасні уявлення про еволюцію зоряних систем.
- г) Знати сучасний стан загальних проблем, пов'язаних із вивченням структури й еволюції зоряних систем і Всесвіту.
- д) Вміти орієнтуватися серед астрономічної інформації, 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 й фізиці в цілому.
- є) Вміти аргументувати нерозривний зв'язок розвитку макросвіту з розділами фізики та іншими природничими науками.
- ж) Вміти написати реферат, курсову, дипломну чи випускную роботу, виступити з ними і захистити їх перед аудиторією.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### *Розділ 1. Вступна частина*

#### Тема 1. Розділи в астрономії, що вивчають зоряні системи

Зміст: Мета та завдання вивчення дисципліни. Астрономічні розділи, що вивчають природу, структуру й еволюцію зоряних систем. Дослідження зоряних систем в астрометрії, небесній механіці та космології. Місце фізики, математики та інших природничих наук у вивченні зоряних систем.

#### Тема 2. Різноманітність небесних об'єктів

Зміст: Космічні об'єкти на небесній сфері. Основні різновиди космічних об'єктів та їх фізичні характеристики. Прояви еволюційних процесів у космосі.

### *Розділ 2. Космічні тіла*

#### Тема 3. Класифікація космічних тіл

Зміст: Основні фізичні властивості зір. Природа планет і їх утворення. Субзорі, як проміжний клас між зорями та планетами. Ключові етапи еволюції та визначення космічних тіл.

#### Тема 4. Космічні тіла, як стійкі фізичні об'єкти

Зміст: Забезпечення кульової форми із-за дії гідростатичної, теплової, енергетичної рівноваги в космічних тілах. Рівноваги в атмосферах космічних тіл. Опис внутрішньої будови. Внутрішні джерела енергії та випромінювання.

### Тема 5. Протозорі

Зміст: Фізичні процеси в кульових об'єктах, що стискаються. Основні стадії еволюції. Еволюція протозір з дисками. Прояви стадії протозір за спостережними даними.

### Тема 6. Зорі з ядерними джерелами енергії

Зміст: Зорі головної послідовності. Субгіганти. Зорі-гіганти. Пульсуюча стадія еволюції.

### Тема 7. Зоряні залишки та їх еволюція

Зміст: Білі карлики. Нейтронні зорі. Чорні діри.

### Тема 8. Субзорі

Зміст: Внутрішня будова й еволюція. Фізичні еволюційні моделі. Процеси в атмосферах субзир.

### Тема 9. Планети

Зміст: Визначення мінімальних мас. Класифікації планет і їх еволюція. Оболонки та рельєф. Планети Сонячної системи і екзопланети.

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

### Тема 10. Класифікація зоряних систем

Зміст: Згуртування космічних тіл за їх кількістю. Вік зоряних систем і їх компонентів. Населення зоряних систем. Етапи розвитку та визначення основних типів.

### Тема 11. Кратні зорі та субзорі й планетні системи

Зміст: Походження та динаміка компонентів і стійкість. Широко кратні системи та невидимі супутники. Затемнені та спектральні подвійні зорі. Тісні подвійні системи. Планети в зоряно-субзоряних системах.

### Тема 12. Зоряні скупчення й асоціації

Зміст: Кульові скупчення. Розсіяні скупчення. Зоряні асоціації. Утворення та динаміка розвитку.

### Тема 13. Галактики

Зміст: Класифікація галактик. Астрофізичні властивості еліптичних, спіральних, лінзовидних, неправильних та карликових галактик.

### Тема 14. Об'єднання галактик

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

## *Розділ 4. Структура та еволюція об'єктів Всесвіту*

### Тема 15. Особливості Сонячної системи

Зміст: Сонце, як найближча зоря. Великі планети й їх супутники. Карликові планети. Кільця і малі тіла.

Тема 16. Пояс Гулда

Зміст: Околи Сонячної системи. Місце Сонця серед розподілу газової та зоряної складової. Молоді зоряні скупчення й асоціації. Загальна характеристика Місцевої зоряної системи.

Тема 17. Чумацький Шлях

Зміст: Загальна будова та спіральна структура. Населення сферичної складової. Галактичний диск. Проміжна складова. Центр Галактики.

Тема 18. Місцева група галактик

Зміст: Наша зоряна система. Підгрупа Туманності Андромеди. Галактики Периферії.

Тема 19. За межами місцевої групи

Зміст: Околи Місцевої групи. Місцеве Надскупчення. Оточення Місцевого Надскупчення. Великий Аттрактор. Гіперскупчення Ланіакєя. Місцевий вайд. Коміркова структура Метагалактики. Просторово-часова структура Всесвіту.

Тема 20. Еволюція та майбутнє Всесвіту

Зміст: Космологічний базис для космогонії. Перші об'єкти Всесвіту. Виникнення галактик і їх еволюція. Майбутній розвиток космічних об'єктів.

**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>Розділ 1. Вступна частина</b>												
Тема 1.	3	1	–	–	–	2						
Тема 2.	3	1	–	–	–	2						
Разом за розділом 1	6	2	–	–	–	4						
<b>Розділ 2. Космічні тіла</b>												
Тема 3.	3	1	–	–	–	2						
Тема 4.	3	1	–	–	–	2						
Тема 5.	3	1	–	–	–	2						
Тема 6.	6	2	–	–	–	4						
Тема 7.	6	2	–	–	–	4						
Тема 8.	3	1	–	–	–	2						
Тема 9.	6	2	–	–	–	4						
Разом за розділом 2	30	10	–	–	–	20						
<b>Розділ 3. Зоряні системи та їх об'єднання</b>												
Тема 10.	3	1	–	–	–	2						
Тема 11.	3	1	–	–	–	2						
Тема 12.	3	1	–	–	–	2						
Тема 13.	6	2	–	–	–	4						
Тема 14.	6	2	–	–	–	4						
Разом за розділом 3	21	7	–	–	–	14						

Розділ 4. Структура та еволюція об'єктів Всесвіту												
Тема 15.	3	1	–	–	–	2						
Тема 16.	6	2	–	–	–	4						
Тема 17.	6	2	–	–	–	4						
Тема 18.	6	2	–	–	–	4						
Тема 19.	6	2	–	–	–	4						
Тема 20.	6	2	–	–	–	4						
Разом за розділом 4	33	11	–	–	–	22						
<b>Усього</b>	90	30	–	–	–	60						

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

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Хронологія й основні етапи дослідження зоряних систем	2
2	Фотометричні та спектральні характеристики компонентів кратних зоряних систем	2
3	Космічні тіла Галактики	2
4	Методи визначення відстаней до космічних об'єктів	2
5	Криві обертання зоряних систем	2
6	Фізичні властивості найяскравіших зір неба	2
7	Зорі до головної послідовності	2
8	Спектральна класифікація субзір	2
9	Пульсари	2
10	Фізичні властивості екзопланет нейтронних зір	2
11	Спільні та відмінні властивості білих карликів, субзір і воднево-гелієвих планет	2
10	Диски у коричневих карликів	2
12	Властивості зоряних систем різної ієрархії	2
13	Планетні системи та протопланетні диски	2
14	Планети у тісних подвійних зір	2
15	T- і R- зоряні асоціації	2
16	Основні підсистеми Галактики й її спіральна структура	2
17	Проблеми вивчення структури й еволюції Галактики	2
18	Місцева зоряна система	2
19	Кінематика Пояса Гулда	2
20	Хабблівська та Вокулерівська галактичні класифікації	2
21	Статистичні властивості галактик	2
22	Галактики-хоббіти	2
23	Подвійні галактики	2
24	Сімейство галактики Андромеда та периферія Місцевої групи	2
25	Спільні та відмінні закономірності в підгрупах Чумацького Шляху та Туманності Андромеди	2
26	Кінематика галактик в Надскупченні та за її межами	2
27	Скупчення галактик у Діві – центрі Місцевого Надскупчення	2
28	Гіпотетичні форми матерії темної матерії й їх прояви	2
29	Космогонічні сценарії утворення й еволюції галактик різних типів	2
30	Еволюція та майбутнє Всесвіту	2
	Разом	60

## 6. Індивідуальні завдання – немає

## 7. Методи контролю

Поточне тестування на лекціях, контрольні за розділами, екзамен.

## 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота									Сума
Розділ 1			Розділ 2						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	100
3	3	3	3	3	3	3	3	3	

T1, T2 ... T10 – теми розділів.

Поточний контроль та самостійна робота										Разом	Екзамен	Сума	
Розділ 3					Розділ 4								
T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	60	40	100
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			

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

### Основна література

- 1.1. Агекян Т.А. Звезды, галактики, Метагалактика. – М.: Наука, 1981.– 416 с.
- 1.2. Воронцов-Вельяминов Б.А. Внегалактическая астрономия. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1978. – 480 с.
- 1.3. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика. – Фрязино, 2006. – 496 с.
- 1.4. Захожай В.А. Вступ до астрофізики та космогонії: навч. посібник. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. – 208 с.
- 1.5. Иванов В.В. Физика звезд. – С.-Пб.: С-Пб. гос. ун-т, 2010. – 372 с.
- 1.6. Куликовский П.Г. Звездная астрономия. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1985. – 272 с.
- 1.7. Марочник Л.С., Сучков А.А. Галактика. – М.: Наука, 1984. – 392 с.
- 1.8. Мартынов Д.Я. Курс общей астрофизики. – Москва: Наука, 1988. – 640 с.
- 1.9. Паренаго П.П. Курс звездной астрономии. – 3-е изд., перераб.и доп. – М.: Гостехиздат, 1954. – 476 с.
- 1.10. Соболев В.В. Курс теоретической астрофизики. – Москва: Наука, 1985. – 503 с.



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

### Допоміжна література

- 2.1. Андрієвський С.М., Климишин І.А. Курс загальної астрономії: навчальний посібник. – Одеса: Астропринт, 2007. – 480 с.
- 2.2. Архангельская И.В., Розенталь И.Л., Чернин А.Д. Космология и физический вакуум. – М.: УРСС, 2006. – 213 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. Бисноватый-Коган Г.С. Физические вопросы теории звездной эволюции. – М.: Наука, 1989. – 488 с.
- 2.6. Бочкарев Н.Г. Местная межзвездная среда. – М.: Наука, 1990. – 192 с.
- 2.7. Витриченко Э.А. Трапеция Ориона. – М.: Наука, 2004. – 208 с.
- 2.8. Гуревич Л.Э., Чернин А.Д. Введение в космогонию. (Происхождение крупномасштабной структуры Вселенной). – М.: Наука, 1978. – 384 с.
- 2.9. Де Ягер К. Звезды наибольшей светимости: пер с англ. – М.: Мир, 1984. – 493 с.
- 2.10. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика. – Фрязино, 2006. – 496 с.
- 2.11. Каплан С.А. Физика звезд. – М.: Наука, 1977. – 208 с.
- 2.12. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии. – М.: УРСС, 2001. – 542 с.
- 2.13. Липунов В.М. Астрофизика нейтронных звезд. – М.: Наука, 1987. – 296 с.
- 2.14. Локтин А.В., Марсаков В.А. Лекции по звездной астрономии: Учебно-научная монография. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2009. – 280 с.
- 2.15. Масевич А.Г., Тутуков А.В. Эволюция звезд: теория и наблюдения. – М.: Наука, 1988. – 280 с.
- 2.16. Пенроуз Р. Структура пространства-времени. – М.: Мир, 1972. – 185 с.
- 2.17. Рольфс К. Лекции по теории волн плотности: пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – 208 с.
- 2.18. Сафронов В.С. Эволюция допланетного облака и образование Земли и планет. – М.: Наука, 1969. – 244 с.
- 2.19. Сурдин В.Г. Рождение звезд, – М.: УРСС, 2001. – 264 с.
- 2.20. Сучков А.А. Галактики знакомые и загадочные. – М.: Наука, 1978. – 192 с.
- 2.21. Хокинг С. Черные дыры и молодые вселенные: пер. с англ. – СПб: Амфора / Эврика, 2001. – 192 с.
- 2.22. Черепащук А.М., Чернин А.Д. Вселенная, жизнь, черные дыры. – Фрязино.: Век 2, 2004. – 320 с.
- 2.23. Шкловский И.С. Звезды: их рождение, жизнь и смерть. – 3-е изд., перераб. – М.: Наука, 1984. – 384 с.
- 2.24. Collins G.W. II. The Fundamentals of Stellar Astrophysics. – NASA Astrophysics Data System (ADS), 2003. –505 p.
- 2.25. Mo H., van den Bosch F., White S. Galaxy Formation and Evolution. – Cambridge: Univ. Press, 2010. – 820 p.
- 2.26. Palla F., Zinneker H. Physics of Star Formation in Galaxies. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: Physics and Astronomy, 2002. – 232 p.
- 2.27. Van den Berg S. The galaxies of the Local Group. – Cambridge, UK, Cambridge Univ. Press, 2000. – XIV+327p. (Camb. Astroph. Ser., vol.35).

## 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>

7. Index cit:

[http://adsabs.harvard.edu/abstract\\_service.html](http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html)