

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

Загальна астрофізика

(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 _____ 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)
Шевченко В. Г., доктор фіз.-мат наук, ст. наук. співробітник, професор кафедри астрономії та космічної інформатики
Голубов О. А., кандидат фіз.-мат наук, доцент 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

(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 “**Загальна астрофізика**” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

бакалавра

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напрямку) 104 фізика та астрономія

освітня програма астрономія

спеціалізації астрономія

1. Опис навчальної дисципліни**1.1. Мета викладання навчальної дисципліни**

Метою викладання навчальної дисципліни є ознайомлення студентів з основними задачами, поняттями, інструментами та методами астрофізики, з результатами вивчення фізичної природи еволюціонуючих космічних тіл і космічної газопилової складової Всесвіту.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

- а) Знання астрофізичних інструментів та їх обладнання;
- б) Використання приймачів випромінювання, що працюють в різних діапазонах спектру;
- в) Знання методів астрофізичних досліджень;
- г) Використання методів і результатів дослідження для з'ясування природи, визначення фізичного стану та хімічного складу космічних об'єктів, міжпланетного, міжзоряного та міжгалактичного середовища;
- д) Розуміння процесів, завдяки яким існують і еволюціонують астрономічні об'єкти.

1.3. Кількість кредитів: 7

1.4. Загальна кількість годин: 210

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	
96 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
64 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
50 год.	год.
Індивідуальні завдання	
60 год.	

1.6. Заплановані результати навчання

- а) Знати основні напрямки розвитку наукового пізнання астрофізичних об'єктів засобами та сучасними методами практичної астрофізики;
- б) Знати основні системи телескопів у різних діапазонах довжин хвиль та їх характеристики;
- в) Знати основні прилади, що застосовуються при астрофізичних спостереженнях, їх основні характеристики та характеристики приймачів випромінювання;
- г) Знати методи визначення фізичних характеристик космічних тіл;
- д) Знати суть основних положень, в основі яких знаходяться сучасні уявлення про класифікацію космічних тіл, їх будову й еволюційні процеси, що в них відбуваються;
- е) Знати внутрішню будову, еволюцію та фізичні процеси, що відбуваються в атмосферах, на поверхні та в надрах астрофізичних тіл та газопилових космічних об'єктів;
- є) Знати загальну структуру космічних тіл;
- ж) Вміти читати і аналізувати наукову літературу з проблем астрофізики, використовувати одержану інформацію для розв'язання задач і проблем, що розглядаються в астрономії в цілому;
- з) Вміти працювати з астрофізичними інструментами і приладами та проводити астрофізичні спостереження;
- і) Вміти визначати фізичні характеристики космічних тіл, виконувати модельні розрахунки процесів, що відбуваються в атмосферах, на поверхні та всередині космічних тіл і газопилових астрофізичних об'єктів;
- й) Написати реферат, курсову, дипломну чи випускную роботу, виступити з ними та захистити їх перед аудиторією;
- к) Вміти орієнтуватися серед астрономічної інформації, аналізувати факти, що наводяться в наукових джерелах і засобах масової інформації;
- л) Вміти аргументувати нерозривний зв'язок розвитку астрофізики з іншими розділами астрономії та природничими науками.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Основні астрофізичні інструменти та прилади

Тема 1. Основні астрофізичні інструменти

Зміст: Предмет, цілі та задачі астрофізики. Сучасні можливості астрофізики. Телескопи в різних діапазонах спектру. Інтерферометри. Функція розсіювання точки та передавальна функція телескопу.

Тема 2. Аберації оптичних систем

Зміст: Дослідження оптики. Різні оптичні схеми та конструктивні особливості телескопів. Телескопи з адаптивною оптикою та космічні телескопи.

Тема 3. Спектральні прилади

Зміст: Світлофільтри. Поляріди. Інтерференційно-поляризаційні фільтри. Спектральні апарати. Дисперсія та роздільна здатність призми та дифракційної ґратки. Типи спектральних приладів.

Розділ 2. Приймачі інформації для астрофізичних досліджень.

Тема 4. Загальні характеристики приймачів випромінювання

Зміст: Основні одиниці вимірювання у фотометрії. Потік фотонів та фотонний шум. Основні характеристики приймачів випромінювання. Одноканальні та панорамні приймачі. Відношення сигнал/шум. Узагальнений квантовий вихід.

Тема 5. Приймачі на основі внутрішнього та зовнішнього фотоефекту

Зміст: Фотокатоди. Фотопомножувачі. Електронно-оптичні помножувачі. Телевізійні приймачі. Теплові приймачі випромінювання. Особливості приймачів в радіодіапазоні та в рентгенівському діапазоні.

Тема 6. Нанівпровідникові приймачі зображення

Зміст: Фотодіодні матриці. Прилади із зарядовим зв'язком. Конфігурації ПЗЗ-матриць.

Розділ 3. Методи астрофізичних досліджень та визначення фізичних характеристик небесних тіл.

Тема 7. Методи астрофізичних досліджень

Зміст: Зоряні спектри. Фізичні основи спектральної класифікації зір. Ослаблення світла земною атмосферою. Фотометричні системи та показники кольору. Фотоелектрична та ПЗЗ-фотометрія та колориметрія. Поляриметрія. Способи вимірювання поляризації світла від різних небесних тіл. Спектрофотометрія. Абсолютні та відносні вимірювання. Фотометрія спектральних ліній.

Тема 8. Методи визначення фізичних характеристик небесних тіл

Зміст: Методи визначення температур зір. Вимірювання розмірів зір. Спекл-інтерферометрія. Вимірювання променевих швидкостей зір. Методи визначення мас небесних тіл.

Тема 9. Визначення віку космічних тіл

Зміст: Визначення елементного та хімічного складу космічних об'єктів. Визначення віку космічних тіл.

Розділ 4. Астрофізика – наука про природу космічних об'єктів

Тема 10. Астрофізика, як розділ астрономії

Зміст: Місце астрофізики серед підрозділів астрономії. Об'єкт та предмет дослідження. Основні підрозділи, задачі та методи досліджень. Зв'язки з іншими підрозділами та природничими науками.

Тема 11. Специфіка астрофізичних досліджень

Зміст: Специфічні фізичні та хімічні умови в космосі. Роль урахування еволюційних процесів. Місце та значення дослідження тіл Сонячної системи. Співвідношення теоретичних, спостережних, лабораторних досліджень і моделювання фізичних процесів.

Тема 12. Формування астрофізичної картини світу: короткий нарис

Зміст: Передумови астрофізичних досліджень. Зародження спектроскопії та її перші досягнення. Астрофізика ХХ–ХХІ ст.

Розділ 5. Фізичні особливості космічних тіл

Тема 13. Різноманіття космічних тіл і їх класифікація

Зміст: Характеристики космічних тіл. Маса космічних тіл – характеристика, що визначає їх внутрішню структуру і еволюцію. Єдиний механізм утворення субзір і зір. Загальна сучасна спектральна класифікація. Планети, як космічні тіла, що можуть

супроводжувати утворення й еволюцію зір та субзір. Принципова схожість внутрішньої структури воднево-гелійових планет, субзір і білих карликів.

Тема. 14. Космічні тіла, як фізичні об'єкти

Зміст: Основні рівняння, що описують рівновагу космічних тіл: гідростатичну, механічну, енергетичну. Енергетика надр. Механізми переносу енергії з центру назовні. Рівняння хімічної рівноваги для атмосфер. Втрата маси атмосфери: зоряний вітер чи дисипація. Міра відхилення від гідростатичної рівноваги – висота гір на космічних тілах, що мають тверді поверхні. Закони випромінювання від космічних тіл.

Тема. 15. Основи моделювання структури надр космічних тіл

Зміст: Система диференційних рівнянь, що описує рівновагу космічних тіл і достатні та початкові умови для їх розв'язання. Аналіз рівнянь стану речовини надр космічних тіл. Вибір рівнянь переносу енергії назовні з урахуванням процесів, що відповідають певним непрозоростям речовини. Урахування енергії внутрішніх ядерних процесів. Результати чисельного моделювання зір різної маси.

Розділ 6. Зорі на основних стадіях розвитку

Тема. 16. Протозорі

Зміст: Мінімальна маса фрагменту, що утворюється шляхом самогравітації. Ізотермічне стиснення. Стиснення неіонізованих надр. Процес іонізації та його наслідки. Фаза Гельмгольца-Кельвіна. Зорі на фазі доголовної послідовності. Залежність «маса зорі нульового віку – початкова маса протозорі».

Тема. 17. Зорі на стадії ядерного горіння водню

Зміст: Межі мас нульового віку, як функція елементного складу. Структура та цикли ядерних реакцій зір головної послідовності в залежності від їх маси. Атмосфери зір, їх спектри та спектральна класифікація. Зоряний вітер. Нестационарні зорі. Рух зір на діаграмі Герцшпрунга–Рассела впродовж головної послідовності та зміна їх основних характеристик. Залежність «час ядерного горіння водню – початкова маса». Фізичні процеси у зір після вигорання водню. Процес горіння водню в шаровому джерелі на стадії субгігантів і відповідний йому рух зір на діаграмі Герцшпрунга–Рассела та зміна їх радіусу й ефективної температури. Прикмета завершення стадії субгіганту.

Тема. 18. Пізні стадії еволюції зір

Зміст: 3-альфа реакція. Значення основних характеристик на стадії зір-гігантів і зоряний вітер на першій їх стадії. Горіння гелію в шаровому джерелі. Горіння вуглецю. Стадія асимптотичної гілки гігантів (АГГ), як друга їх стадія існування. Горіння важких елементів, як функція початкової маси. Зорі-гіганти на горизонтальній гілці. Стадія фізично-змінних зір. Зоряний вітер на стадії АГГ. Повільне або вибухове позбавлення верхнього шару зорі-гіганта: перехід на стадію планетарної туманності або наднової.

Тема. 19. Сонце, як зоря

Зміст: Загальні відомості. Внутрішня будова та фізичні процеси в надрах. Структура сонячної атмосфери: фотосфера, хромосфера, корона. Активні процеси на різних рівнях в атмосфері. Циклічність активності. Походження й еволюція Сонця. Сонячно-земні зв'язки.

Розділ 7. Зоряні залишки та загальна еволюція зір

Тема. 20. Білі карлики

Зміст: Формування в надрах зір «зародків» зоряних залишків. Виродження електронів і нейтронізація надр. Базові диференційні рівняння та рівняння стану, що описують внутрішню будову. Маса Чандрасекара. Залежності між основними характеристиками. Час охолодження білих карликів. Якісна модель білих карликів і їх атмосфер.

Тема. 21. Нейтронні зорі

Зміст: Залежність кількісної моделі нейтронних зір від рівняння стану нейтронного газу (нерелятивістський чи релятивістський варіант). Залежність «маса – радіус» нейтронних зір і вірогідні межі для цих характеристик. Маса Оппенгеймера–Волкова та проблема її остаточного значення. Якісна модель нейтронних зір. Пульсари.

Тема. 22. Чорні діри

Зміст: Визначення чорної діри, як релятивістського об'єкта. Очікувані максимальні маси від природи зоряних об'єктів. Середня щільність чорних дір. Структура околу чорної діри в залежності від наявності у них осевого обертання. Процес Пенроуза. Основні формули, що описують стан чорної діри: температура, світність, темп втрати маси, час життя.

Тема. 23. Загальна картина еволюції зір

Зміст: Ключові стадії еволюції зір і залежність їх тривалості від початкової маси. Залежність подальшого розвитку протозорі від її первинної маси, елементного складу, моменту кількості руху. Вплив наявності і близькості компонента на еволюцію одиночної зорі та зорі з оточуючим її диском. Діаграма «предки – нащадки».

Тема. 24. Особливості еволюції компонентів тісних подвійних зір

Зміст: Наближення Роша і порожнина Роша. Перенос маси. Акреція речовини. Ключові фази еволюції в залежності від маси компонентів. Типові об'єкти.

Розділ 8. Незоряні космічні тіла та речовина, яка не входить до їх складу

Тема. 25. Субзорі

Зміст: Загальні характеристики, проблеми класифікації та визначення субзір. Передбачення, відкриття субзір і результати їх вивчення. Ядерні реакції в надрах субзір, як функція їх загальних мас. Протяжність ядерної ери. Умови рівноваги та рівняння стану речовини надр субзір. Внутрішня будова субзір і її атмосфери за результатами чисельних розрахунків. Зміна параметрів субзір з їх віком. Залежності між основними характеристиками субзір.

Тема. 26. Планети та екзопланети

Зміст: Узагальнення поняття планети. Металічні, силікатні, вуглецеві, льодяні та воднево-гелійові планети. Проміжні класи планет. Їх узагальнені характеристики.

Залежність параметрів планет від відстані до центрального світила, відповідної маси, ефективної температури, елементного складу і віку. Карликові планети.

Тема. 27. Космічна газопилова речовина

Зміст: Класифікація об'єктів, що знаходяться у газопиловому стані. Реліктовий газ. Газ міжзоряного середовища. Темні та світлі туманності. Міжпланетний газ. Зоряні оболонки та диски. Планетарні туманності. Газові останки наднових зір.

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
Перша частина курсу												
Розділ 1. Основні астрофізичні інструменти та прилади.												
Тема 1.	9	5	3	–	–	1						
Тема 2.	11	5	3	–	–	3						
Тема 3.	13	6	4	–	–	3						
Разом за розділом 1	33	16	10	–	–	7						
Розділ 2. Приймачі інформації для астрофізичних досліджень.												
Тема 4.	10	5	3	–	–	2						
Тема 5.	12	5	4	–	–	3						
Тема 6.	13	6	4	–	–	3						
Разом за розділом 2	35	16	11	–	–	8						
Розділ 3. Методи астрофізичних досліджень та визначення фізичних характеристик небесних тіл.												
Тема 7.	14	6	4	–	–	4						
Тема 8.	14	6	4	–	–	4						
Тема 9.	9	4	3	–	–	2						
Разом за розділом 3	37	16	11	–	–	10						
Разом у 1-й част. курсу	105	48	32	–	–	25						
Друга частина курсу												
Розділ 4. Астрофізика – наука про природу космічних об'єктів												
Тема 10.	4	2	1	–	–	1						
Тема 11.	5	2	1	–	–	2						
Тема 12.	7	4	2	–	–	1						
Разом за розділом 4	16	8	4	–	–	4						
Розділ 5. Фізичні особливості космічних тіл												
Тема 13.	7	4	1	–	–	2						
Тема 14.	5	2	1	–	–	2						

Тема 15.	7	4	2	–	–	1							
Разом за розділом 5	19	10	4	–	–	5							
Розділ 6. Зорі на основних стадіях розвитку													
Тема 16.	5	2	2	–	–	1							
Тема 17.	6	2	2	–	–	2							
Тема 18.	8	4	2	–	–	2							
Тема 19.	6	2	2	–	–	2							
Разом за розділом 6	25	10	8	–	–	7							
Розділ 7. Зоряні залишки та загальна еволюція зір													
Тема 20.	5	2	2	–	–	1							
Тема 21.	5	2	2	–	–	1							
Тема 22.	5	2	2	–	–	1							
Тема 23.	6	2	2	–	–	2							
Тема 24.	5	2	2	–	–	1							
Разом за розділом 7	26	10	10	–	–	6							
Розділ 8. Незоряні космічні тіла та речовина, яка не входить до їх складу													
Тема 25.	6	3	2	–	–	1							
Тема 26.	7	4	2	–	–	1							
Тема 27.	6	3	2	–	–	1							
Разом за розділ. 8	19	10	6	–	–	3							
Разом у 2-й част. курсу	105	48	32	–	–	25							
Усього годин	210	96	64	–	–	50							

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Перша частина курсу	
1	Оптичні схеми телескопів. Збільшення телескопу, масштаб, роздільна здатність та оптична міць	3
2	Аберації лінзових та дзеркальних телескопів. Розрахунки без абераційних систем	3
3	Лінійна та кутова дисперсії призмових і дифракційних спектрографів та їх роздільні здатності	4
4	Фотометричні поняття та одиниці. Обчислення яскравості, освітленості й інтенсивності від різноманітних об'єктів	3
5	Визначення зоряної величини, часу накопичення та похибки зоряної величини зір при спостереженнях з одноканальними та багатоканальними приймачами випромінювання	4
6	Визначення прозорості земної атмосфери. Методи стандартизації зоряних величин при фотометрії Обчислення ступеня поляризації	4

	та еквівалентної ширини спектральних ліній	
7	Застосування законів теплового випромінювання для визначення фізичних характеристик астрофізичних об'єктів	4
8	Визначення діаметрів зір методами інтерферометрії, спекл-інтерферометрії та за допомогою покриттів зір Місяцем. Обчислення променевих швидкостей і мас зір	4
9	Визначення фізичних характеристик тіл Сонячної системи	3
	Разом у першій частині курсу	32
	Друга частина курсу	
10	Дослідження в межах спостережних астрофізичних характеристик	4
11	Фізичні властивості найяскравіших зір неба	2
12	Внутрішня будова зір різної маси	2
13	Фізико-математичний опис стадій еволюції протозір	2
14	Воднево-гелійові зорі на ранніх стадіях розвитку	2
15	Зорі з заниженим вмістом металів на пізніх стадіях розвитку	2
16	Майбутнє Сонця	2
17	Властивості зоряних залишків різної маси	4
18	Фізичні ефекти в околі чорних дір	2
19	Відмінності в еволюції поодиноких і компонентів тісних подвійних зір	4
20	Природа невидимих супутників зір	3
21	Очікувані властивості екзопланет з твердими поверхнями	3
	Разом у другій частині курсу	32
	Разом за курсом	64

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Перша частина курсу	
1	Досягнення та перспективи сучасної астрофізики. Телескоп як камера і як афокальна система	1
2	Типи телескопів. Інтерферометри. Телескопи в інфрачервоному та короткохвильовому діапазонах спектру	3
3	Світлофільтри. Поляріди. Інтерференційно-поляризаційні фільтри	3
4	Зоряні величини. Межі виявлення слабких світлових потоків. Особливості зору та візуальна фотометрія. Фотографічні емульсії. Телевізійні приймачі випромінювання	2
5	Фотометричні системи та каталоги фотометричних, спектрофотометричних та поляриметричних стандартів. Вибір скляних світлофільтрів і визначення пропускної здатності широко-смугових фільтрів для фотометричної системи UBVR	3
6	Зоряний електрофотометр в режимі лічильника фотонів і в режимі вимірювання світлових потоків. Типи фотометрів та поляриметрів	3
7	Закони теплового випромінювання. Спектральна класифікація зір. Шкала зоряних температур. Види температур. БолOMETрична поправка	4
8	Методи визначення діаметрів, мас та температур зір	4
9	Наземні та космічні дослідження планет	2
	Разом у першій частині курсу	25

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	1	2				
3	4	3	3	4	3	4	4	2	5	5	20	60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

Друга частина курсу

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання											Екзамен (залікова робота)	Сума				
Розділ 4			Розділ 5			Контрольна робота, передбачена навчальним планом		Індивідуальне завдання		Разом						
T10	T11	T12	T13	T14	T15	1	2									
2	2	2	2	3	2	5	5	10		60	40	100				
Розділ 6																
T16		T17		T18									T19			
2		3		2									2			
Розділ 7																
T20		T21		T22									T23		T24	
2		2		2									3		2	
Розділ 8																
T25			T26			T27										
2			3			2										

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. Александров Ю.В., Шевченко В.Г. Астрофізика. Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. – 208 с.
2. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофізика // Фрязино, 2006. – 496 с.
3. Захожай В.А. Вступ до астрофізики та космогонії. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2017. – 208 с.
4. Иванов В.В. Физика звезд. – С.-Пб.: С-Пб. гос. ун-т, 2010.
5. Курс астрофізики и звездной астрономии, т. I / Под ред. А.А. Михайлова. – М.: Наука. – 1973.
6. Курс астрофізики и звездной астрономии. Т. II / Под ред. А.А. Михайлова. – М.: Физматгиз, 1962. – 688 с.
7. Мартынов Д.Я. Курс практической астрофізики. – М., 1987.
8. Мартынов Д.Я. Курс общей астрофізики. – М., 1988.
9. Мартынов Д.Я., Липунов В.М. Сборник задач по астрофізике. – М., 1986.

10. Миронов А. В. Основы астрофотометрии. – М. Физмат, 2005.
11. Уокер Г. Астрономические наблюдения. – М., 1990.

Допоміжна література

1. Астрономічний енциклопедичний словник // за заг. ред. І.А. Климишина та А.О. Корсунь. – Львів, 2003. – 548 с.
2. Бисноватый-Коган Г.С. Физические вопросы теории звездной эволюции // М.: Наука. – 1989. – 488 с.
3. Бочкарев Н.Г. Основы физики межзвездной среды // М.: Изд. МГУ. – 1992.
4. Де Ягер К. Звезды наибольшей светимости // Пер с англ. – М.: Мир, 1984. – 493 с.
5. Зельдович Я.Б., Блинников С.И., Шакура Н.И. Физические основы строения и эволюции звезд // М.: Изд. МГУ. – 1982.
6. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Теория тяготения и эволюции звезд // М.: Наука, 1971. – 484 с.
7. Липунов В.М. Астрофизика нейтронных звезд // М.: Наука. – 1987. – 296 с.
8. Масевич А.Г., Тугуков А.В. Эволюция звезд: теория и наблюдения // М.: Наука, – 1988. – 280 с.
9. Каплан С.А. Физика звезд // М.: Наука. – 1977. – 208 с.
10. Лонгейр М. Астрофизика высоких энергий // Пер. с англ. – М.: Мир. – 1984. – ... с.
11. Комаров Н.С. Холодные звезды-гиганты // Одесса: АстроПринт. – 1999. – 216 с.
12. На переднем крае астрофизики // Пер. с англ. – Под ред. Ю. Эвретта. – М.: Мир. – 1983. – 576 с.
13. Рольфс К. Лекции по теории волн плотности // Пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – 208 с.
14. Спитцер. Л. (мл.) Физические процессы в межзвездной среде // Пер. с англ. – М.: Мир. – 1981. – 352 с.
15. Физика Космоса /Маленькая энциклопедия // М.: Сов. Энциклопедия. – 1986. – 784 с.
16. Хокинг С. Черные дыры и молодые вселенные // Пер. с англ. – СПб: Амфора / Эврика. – 2001. – 192 с.
17. Черепашук А.М., Чернин А.Д. Вселенная, жизнь, черные дыры. – Фрязино.: Век 2. – 2004. – 320 с.
18. Шапиро С., Тьюколски С. Черные дыры белые карлики и нейтронные звезды, ч. 1 // Пер. с англ. – М.: Мир. – 1985. – ... с.
19. Шварцшильд М. Строение и эволюция звезд // М.: ИИЛ. – 1961. – 424 с.
20. Шкловский И.С. Сверхновые звезды /и связанные с ними проблемы // 2-е изд., перераб. и доп – М.: Наука, 1976. – 440 с.
21. Шкловский И.С. Звезды: их рождение, жизнь и смерть // 3-е изд., перераб. – М.: Наука, 1984. – 384 с.
22. Щеглов П.В. Проблемы наземной оптической астрономии // М.: Наука. – 1980. – 200 с.
23. Эклз М., Сим Э., Тритон К. Детекторы слабого излучения в астрономии // М.: Наука – 1986. – 100 с.
24. Howell S. B. Handbook of CCD-photometry. Cambridge University Press. Cambridge. UK. – 2000. –164 p.
25. Fundamental Astronomy. /Eds. Karttunen H., Kroger P., Oja H., Poutanen M., Donner K.N. – М., 1996.

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.

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.
8. The Extrasolar Planets Encyclopaedia: <http://exoplanet.eu/catalog.php>
9. Astronomy pictures: <http://apod.nasa.gov/apod/archivepix.html>
10. ARIBIB: <http://www.ari.uni-heidelberg.de/aribib/query.htm>
11. Страсбургський центр астрономічних даних: <http://cdsweb.u-strasbg.fr/>
12. Index cit: http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html