

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний
(назва факультету)

Кафедра астрономії та фізики космосу

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана/директора
з навчальної роботи
Момот О.В.
«30» серпня 2022 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ¹
ПРАКТИЧНА АСТРОФІЗИКА
(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10. Природничі науки
(шифр і назва)
спеціальність 104. Фізика та астрономія
(шифр і назва спеціальності)
освітній рівень бакалавр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма астрономія
(назва освітньої програми)
спеціалізація
(за наявності) _____
(назва спеціалізації)
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	<u>очна</u>
Навчальний рік	<u>2022/2023</u>
Семестр	<u>5</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>3</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>екзамен</u>

Викладач: Івченко В.М.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

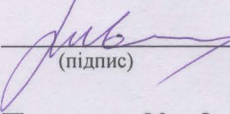
КИЇВ – 2022

¹ Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролю.

Розробник: Івченко В.М., докт. фіз.-мат. наук, професор, кафедра астрономії та фізики космосу

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри _____


(підпис)

(Івченко В.М.)
(прізвище та ініціали)

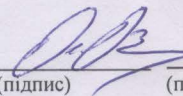
Протокол № 9 від « 5 » травня 2022 р.

=

Схвалено науково - методичною комісією факультету/інституту (педагогічною радою коледжу)

Протокол №11 від 10 червня 2022 року

Голова науково-методичної комісії _____


(підпис) (Оліх О.Я.)
(прізвище та ініціали)

Голова педагогічної ради (для коледжів)

« _____ » _____ 20__ року

1. Мета дисципліни – є отримання глибоких та систематичних знань з методів та приладів астрофізичних досліджень, що включає засвоєння базових знань про телескопи, спектрографи, приймачі випромінювання, специфіку окремих розділів астрофізики (сонячна астрофізика, техніка неоптичних спектральних діапазонів та ін.), похибки експериментальних досліджень (спостережень). оволодіння підходами та методами інтерпретації даних спостережень, узагальнення отриманих результатів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- Знати основні закони механіки, оптики, атомної фізики, електродинаміки, термодинаміки. Володіти математичним апаратом – математичний аналіз, диференціальні рівняння аналітична геометрія.
- Вміти застосовувати попередні знання з курсів оптики, атомної фізики та електродинаміки. Оцінювати точність результатів астрономічних спостережень і потенційні можливості телескопів і методів досліджень.
- Володіти навичками розв'язування задач з курсів аналітичної геометрії, математичного аналізу, оптики, електродинаміка. Мати навички роботи з науковою інформацією – наукові публікації, мережа Інтернет.

Місце в структурно-логічній схемі спеціальності

3. Анотація навчальної дисципліни:

Вибіркова дисципліна “Практична астрофізика” є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр" студентів кафедри астрономії та фізики космосу спеціальності “Астрономія”. Викладення матеріалу базується на знаннях фізичних законів, які вивчалися в курсах експериментальної та теоретичної фізики, знань про методи і принципи експериментальних досліджень взагалі і, особливо, з оптики, а також на загальних уявленнях про Всесвіт, які вивчаються студентами в курсі «Загальна астрономія». В свою чергу, дисципліна «Практична астрофізика» створює передумови вивчення наступних дисциплін за програмою спеціальності «Астрономія». В курсі розглядаються фізичні основи побудови і функціонування інструментів для астрономічних спостережень – телескопів, спектральних апаратів, фотометрів, інтерферометрів та ін. Вивчаються основи визначення фізичних параметрів астрофізичних об'єктів та явищ – розміри, температура, швидкості, склад. Методи викладання: лекції. Методи оцінювання: опитування в процесі лекцій, контрольні роботи після основних розділів курсу, залік. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та заліку (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) –

Студент повинен засвоїти: принципи роботи телескопів, фізичні обмеження на роздільну та проникну здатність телескопів, фізичні основи реєстрації випромінювання різних спектральних діапазонів. Класифікацію детекторів випромінювання, які використовуються в астрофізичних дослідженнях. Методи визначення колориметричних характеристик астрофізичних об'єктів, спектрофотометричних характеристик випромінювання астрофізичних об'єктів, вимірювання доплерівських швидкостей. Методи визначення розмірів, температур та світності зір. Студент має логічно і послідовно формулювати основні фізичні принципи та закони, які визначають характеристики випромінювання космічних об'єктів та процесів, що відбуваються в них, на основі цього - пояснити загальні принципи методів і приладів астрофізичних спостережень. Знати принципи спектральних класифікацій зір, вміти описати процеси, відповідальні за утворення спектрів зір, визначати фізичні характеристики зір за їх спектрами. Аналізувати дані спостережень, планувати спостереження для отримання нової інформації про космічні об'єкти, оцінювати точність отриманих даних. Розв'язувати типові астрофізичні задачі, пов'язані з експериментальною астрофізикою. Самостійно працювати з навчальною та науковою літературою з астрофізики, користуватися ресурсами Інтернету.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	1.1 Схеми та характеристики основних типів телескопів. Аберації.	Лекції	Усне опитування	2
	1.2 Особливості оптичних матеріалів для астрономічних інструментів.	Лекції	усні відповіді	10
	1.3 Типи спектральних апаратів, які використовуються в астрофізичних спостереженнях.	Лекції	Модульна контрольна робота	3
	1.4 Основи фотометрії астрономічних джерел.	Лекції	усні відповіді	2
	1.5 Детектори випромінювання в астрономії.	Лекції	Усні відповіді	2
	1.6 Теплове випромінювання. Спектри зір, їх класифікація.	Лекції	реферат	3
	1.7 Основи поляриметрії.	Лекції	усні відповіді	2
	1.8 Володіти теоретичним і практичним матеріалом у межах курсу	Лекції,, самостійна робота	Залік	40
2	2.1 Логічно і послідовно формулювати основні фізичні принципи та закони, що використовуються в даному курсі.	Лекції	Модульна контрольна робота	10
	2.2 Вибирати інструменти для розв'язання конкретної спостережної задачі.	Лекції	Перевірка домашніх завдань	5
	2.3 Визначати спектральні класи зір.	Лекції	усні відповіді	2
	2.4 Визначати доплерівські швидкості за спектральними спостереженнями.	Лекції	усні відповіді	2
	2.5 Визначати розміри зір за фотометричними та інтерферометричними даними спостережень.	Лекції	усні відповіді	2
	2.6 Визначати температуру зір за спектрофотометричними даними.	Лекції	реферат	3
	2.7 Самостійно працювати з навчальною та науковою літературою й користуватися ресурсами Інтернету.	Лекції,, самостійна робота	Самостійна робота, усні відповіді	2
3	3.1 Брати участь у дискусії щодо матеріалу, який розглядається	Лекції	Робота на лекціях	5
4	4.1 Розв'язувати задачі з тематики курсу	Лекції,, самостійна робота	Виконання домашніх завдань	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Результати навчання дисципліни	1	2	3	4
Програмні результати навчання				
1. Здатність розв'язувати типові спеціалізовані задачі в певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування положень і методів відповідної науки і характеризується певною невизначеністю умов.	+	+	+	+
2. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.	+	+	+	+
3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	+	+	+	+
4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	+	+	+	+
5. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.	+	+	+	+
6. Бути чіткими і однозначними.	+	+	+	+
7. Бути діагностичними (тобто результати навчання повинні мати об'єктивні ознаки їх досягнення чи недосягнення).	+	+	+	+

7.1 Форми оцінювання студентів:

1. Модульна контрольна робота РН 1.2 (5 балів).
2. Модульна контрольна робота РН 2.1 (5 балів).
3. Модульна контрольна робота РН 3.1 (5 балів).
4. Перевірка домашніх завдань, усні відповіді (25 балів).

Підсумкове оцінювання у формі іспиту. На іспиті максимально можна отримати 60 балів.

Умови допуску до іспиту: обов'язково набрати 20 балів впродовж семестру.

7.2 Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання). Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 3 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання домашніх робіт, письмових самостійних завдань, тестів та контрольних робіт, виконаних студентами. Студент може отримати максимально 25 балів за виконання домашніх робіт, самостійних завдань, усні відповіді, тести, реферати та доповнення. Модульний контроль: 3 модульні контрольні роботи. Студент може отримати максимально за модульні контрольні роботи 15 балів. Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі екзамену (60 балів).

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	20-59

Робота на лекціях і короткі самостійні завдання оцінюються по ходу семестру з підбиттям підсумків за кожен модуль.

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій та самостійних робіт

V СЕМЕСТР

№ теми	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин		
		лекції	Лабораторні	Самост. робота.
Змістовий модуль 1. Приймачі випромінювання				
1.	Астрофізика - предмет, цілі, задачі. Практична та теоретична астрофізика. Носії астрофізичної інформації. Редукції. Особливості астрофізичних спостережень. Експеримент в астрофізиці. Багатохвильова астрофізика. Практичне, наукове та світосприймальне значення астрофізичних досліджень. Короткий зміст курсу.	2		2
2.	Візуальний телескоп; задачі, що розв'язуються з його допомогою. Кутове збільшення. Поле зору. Рефрактори та рефлектори. Вхідна та вихідна зіниця телескопа. Рівнозіничне збільшення. Астрограф. Масштаб зображення. Нормальна дисторсія.	2		2
3.	Роздільна здатність телескопів. Вплив атмосферної турбулентності. Ефективність телескопа в відношенні роздільної здатності. Ефективне збільшення. Роздільна здатність при фотографічній реєстрації зображень.	2		2
4.	Аберації оптичних систем - хроматична, сферична, кома, астигматизм, кривизна поля, дисторсія. Принципи їх виправлення. Системи Річі-Крет'єна, Шмідта, Максудова.	2		2
5.	Дослідження оптики. Метод Фуко. Метод Гартмана. Астигматизм на вісі. Кружок розсіювання. Різні типи телескопів та їх монтування. Керування телескопом. Целостат. Горизонтальний та баштовий телескопи. Розсіяне світло в телескопах та схема сонячного позазатемненого коронографа	2		2
6.	Світофільтри. Поляріди. Інтерференційний фільтр. Інтерференційно-поляризаційний фільтр.	2		2
7.	Спектральні апарати в астрофізиці. Поєднання спектрографа з телескопом. Дисперсія, роздільна здатність та оптична потужність призмових та ґраткових спектрографів. Спектрограф з ешеле. Об'єктивна призма. Безщілинний спектрограф. Спектрометр. Еталон Фабрі-Перо. Фур'є-спектроскопія.	2		2
	Модульна письмова робота 1			

Змістовий модуль 2.Приймачі випромінювання				
8.	Основні фотометричні поняття, величини та одиниці їх вимірювання. Потік. Сила світла. Освітленість. Поверхнева яскравість. Світність. Альbedo. Розподіл енергії в спектрі. Світимість. Абсолютна зоряна величина. Основні розрахункові формули.	2		2
9	Око як приймач випромінювання. Акомодація та темнова адаптація. Особливості зору при нормальних та малих освітленихостях. Фотоемулсія. Характеристична крива, спектральна чутливість, роздільна здатність.	2		2
10.	Фотоелектричні приймачі випромінювання. Квантовий вихід фотоэффекта. Зовнішній і внутрішній фотоэффект. Вторинна електронна емісія. Фотоелементи та фотоелектронні помножувачі. Електронні приймачі зображення, ПЗЗ-матриці. Фотоопори. Вентильні фотоелементи.	2		2
11.	Теплові приймачі випромінювання. Болومتر. Термоелемент. Радіометр. Пневматичний детектор.	2		2
	Модульна письмова робота 2			
Змістовий модуль 3.Методи астрофізичних досліджень				
12.	Спектри зір та їх спектральна класифікація. Особливі спектральні ознаки.	2		2
13.	Ослаблення світла в земній атмосфері та методи його врахування. Ефект Форбса. Світіння нічного неба.	2		2
14.	Візуальні оцінки блиску зір та інших зореподібних об'єктів. Каталоги візуальних зоряних величин. Фотометрична система каталога. Фотографічна фотометрія. Калібровка та стандартизація негативів. Мікрофотометри. Похибки фотографічної фотометрії, стандарти, каталоги.	2		2
15.	Фотоелектрична астрофотометрія. Зоряний електрофотометр. Підрахунок фотонів. Редукція за атмосферну екстинкцію при ФЕ-спостереженнях.	2		2
16.	Колориметрія. Показник кольору. Фотовізуальна система зоряних величин. Система UBV та інші багатоколірні системи зоряних величин. Теоретичне визначення зоряної величини та показника кольору. Ефективна, середня та ізотопна довжина хвилі. Тепловий показник.	2		2

17.	Поляриметрія. Поляриметри. Похибки вимірювань ступеня поляризації.	2		2
18.	Спектрофотометрія. Абсолютні та відносні спектрофотометричні вимірювання. Основні закони теплового випромінювання. Спектроболометр. Фотографічна спектрофотометрія, редукції. Важливіші поправки, що їх необхідно вносити в СФ-вимірювання. Фотометрія спектральних ліній та джерела похибок. Фотоелектрична реєстрація спектрів.	2		2
19.	Методи визначення температур зір. Поняття істинної, яскравісної, ефективної та колірної температури. Градаційна температура. Спектрофотометричний градієнт. Шкала зоряних температур. Визначення температури за даними колориметрії.	2		3
20.	Визначення радіусів зір. Оцінки за фотометричними даними. Зоряний інтерферометр. Метод покриття зір Місяцем. Інтерферометр інтенсивностей. Поняття про спекл-інтерферометрію.	2		2
21.	Вимірювання променевої швидкостей зір. Ефект Доплера. Стандарт довжин хвиль. Вимірювання спектрограм. Спектрокомпаратор. Редукція вимірів V_r за рух Землі та Сонця. Похибки, каталоги. Масові вимірювання V_r з допомогою об'єктивної призми.	2		2
22.	Особливості позаатмосферних спостережень. Використання балонів, ракет та супутників. Великі космічні місії. Нові можливості. Проблеми. Деякі важливіші результати.	2		2
	Модульна письмова робота 3, Консультація		1	
	Всього	44	1	45

Загальний обсяг 90 год.¹, в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – **44 год.**

Практичні заняття – **0 год.**

Консультації – **1 год.**

Самостійна робота – **45 год.**

9. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

а) основна:

1. Д.Я.Мартынов. Курс практической астрофизики. М.Наука.1977. 544 с.
2. А.Уокер. Астрономические наблюдения. М.Мир. 1990. 352 с.
3. Курс астрофизики и звездной астрономии (ред. Михайлов А.А.). М.Наука, т.1, 1973, 608 с
4. Экзлз М., Сим Э., Триттон К. Детекторы слабого излучения, М."Мир", 1986, 200 с.

б) додаткова:

- D1. Загальна астрономія / С.М.Андрієвський, С.Г.Кузьменков, В.А.Захожай, І.А.Климишин. – Харків : ПромАрт. .2019. – 524 с.
- D2. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика. – Фрязино: Век-2, 2006. – 494 с.
- D3. Мартынов Д.Я.. Курс общей астрофизики. - М.: Наука. - 1988.
- D4. Небо и телескоп. Ред.В.Г.Сурдин, М.:Физматлит, 2009. 424 с.
- D5. Н.Н.Михельсон. Оптические телескопы. М.Наука.1976. 510с.
- D6. А.В.Миронов Прецизионная фотометрия. М.1997.
- D7. В.Г.Каретников. Многоцветная астрофотометрия. Одесса, «Астропринт», 2013, 224 с. .
- D8. А.А.Токовинин. Звездные интерферометры. М.Наука. 1988. 160с.
- D9. D13. Мартынов Д.Я., Липунов В.М. Сборник задач по астрофизике. - М.: Наука. - 1986.
- D10. Івченко В.М., Чолій В.Я. Загальна астрофізика. Метод. рекомендації до лабораторних робіт, ВПЦ Київський університет, 2006. – 76 с.
- D11. Rosa Poggiani Optical, Infrared and Radio Astronomy. From Techniques to Observation. – Springer, Switzerland – 2017 - 179 p. ISSN 2198-7882.

Голова Науково-методичної ради

В.А. Бугров