

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

фізичний
(назва факультету)

Кафедра астрономії та фізики космосу



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ¹
МЕТОДИ АСТРОФІЗИКИ
(повна назва навчальної дисципліни)

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

Форма навчання очна
Навчальний рік 2020/2021
Семестр 2
Кількість кредитів ECTS 6
Мова викладання, навчання та оцінювання українська
Форма заключного контролю екзамен

Викладач: Івченко В.М.

5

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

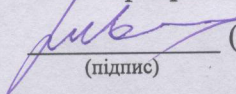
КИЇВ – 2020

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(и): Івченко В.М., професор, докт. фіз.-мат. наук, завідувач кафедри астрономії та фізики космосу,

ЗАТВЕРДЖЕНО

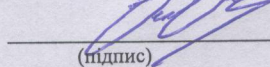
Зав. кафедри астрономії та фізики космосу

 (Івченко В.М.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 12 від «29» травня 2020 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол від 11 червня 2020 року №33

Голова науково-методичної комісії  (Оліх О.Я.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

1. Мета дисципліни Метою і завданням навчальної дисципліни «Методи астрофізики» є отримання глибоких та систематичних знань з методів та приладів астрофізичних досліджень, що включає засвоєння знань про прилади і методи астрофізики високих енергій, сучасні телескопи різних діапазонів електромагнітного спектра в т.ч. багато дзеркальні та адаптивні, новітні спектрографи, сучасні приймачі випромінювання, специфіку окремих розділів астрофізики (позаатмосферні спостереження в неоптичних діапазонах спектру та ін.), похибки експериментальних досліджень (спостережень), оволодіння методами опрацювання та інтерпретації даних спостережень, узагальнення та інтерпретація отриманих результатів.

Предмет навчальної дисципліни «Методи астрофізики» – це питання вивчення космічних об'єктів та явищ експериментальними (спостережними) методами, уточнення фізичної картини Всесвіту, як єдиного цілого в рамках відомих фізичних законів. На основі спостережень окремих об'єктів та явищ практично в усьому діапазоні електромагнітних коливань, вимірюванні магнітних полів та параметрів плазми в межах Сонячної системи, реєстрації космічних променів, з використанням фундаментальних фізичних законів, встановлюють фізичні параметри як окремих космічних тіл, їх хімічний склад та еволюцію, так і Всесвіту в цілому.

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, електродинаміки. Мати навички роботи з науковою інформацією – наукові публікації, мережа Інтернет.
- Викладення матеріалу базується на курсах загальної астрономії, сферичної астрономії, загальної астрометрії, курсах загальної і теоретичної фізики.

Місце в структурно-логічній схемі спеціальності

3. Анотація навчальної дисципліни:

Вибіркова дисципліна “Методи астрофізики” є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня “магістр” студентів кафедри астрономії та фізики космосу за освітньо-професійною програмою “Астрофізика”. Викладення матеріалу базується на знаннях фізичних законів, які вивчались в курсах експериментальної та теоретичної фізики, знань про методи і принципи експериментальних досліджень взагалі і, особливо, з оптики, атомної і ядерної фізики, а також на загальних уявленнях про Всесвіт, які вивчаються студентами в курсі «Загальна астрономія». Важливим є засвоєння основ експериментальної (спостережної) астрофізики, що вивчались в курсах «Практична астрофізика» та «Радіоастрономія». В курсі розглядаються фізичні основи побудови і функціонування інструментів для астрофізичних досліджень – телескопів різних діапазонів спектру, 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 (40%) та заліку (60%).

4. Завдання (навчальні цілі) –

Студент повинен засвоїти: основи фізики взаємодії фотонів і частинок високої енергії з речовиною, принципи роботи детекторів фотонів і частинок в астрофізиці високих енергій, фізичні обмеження на роздільну та проникну здатність телескопів. Класифікацію детекторів випромінювання, які використовуються в астрофізиці високих енергій. 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 основи астрофізики УФ, рентгенівського і гамма діапазонів енергій, принципи роботи нейтринних телескопів, методи реєстрації гравітаційних хвиль, підходи до експериментального виявлення темної матерії. 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 Особливості спостережень в астрофізиці високих енергій.	Лекції	Усне опитування	2
	1.2 Фізичні основи детектування частинок і фотонів високих енергій.	Лекції	усні відповіді	10
	1.3 Типи газорозрядних, твердотільних і рідинних детекторів, які використовуються в астрофізичних спостереженнях.	Лекції	Модульна контрольна робота	3
	1.4 Широкі атмосферні зливи. Наземні телескопи гамма випромінювання і космічних променів.	Лекції	усні відповіді	2
	1.5 Космічні телескопи рентгенівського випромінювання (схеми Уолтера).	Лекції	Усні відповіді	2
	1.6 Телескопи з кодуєчими масками для гамма діапазону.	Лекції	реферат	3
	1.7 Телескопи гравітаційних хвиль. Експериментальні пошуки темної матерії.	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 Формулювати задачі експериментальних досліджень небесних об'єктів і вибирати методи та			

	інструменти астрофізичних спостережень.			
	2.3 Аналізувати дані спостережень, планувати спостереження для отримання нової інформації про космічні об'єкти, оцінювати точність отриманих даних.	Лекції	Перевірка домашніх завдань	5
	2.4 Виконувати процедури попередньої обробки спостережних даних, враховувати дані калібрувань та інструментальних похибок.	Лекції	усні відповіді	2
	2.5 Розв'язувати типові астрофізичні задачі, пов'язані з експериментальною астрофізикою.	Лекції	усні відповіді	2
	2.6 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				
РН02. Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.	+	+	+	+
РН03. Застосовувати сучасні теорії наукового менеджменту та ділового адміністрування для організації наукових і прикладних досліджень в області фізики та/або астрономії.	+	+	+	+
РН04. Обирати і використовувати відповідні методи обробки та аналізу даних фізичних та/або астрономічних досліджень і оцінювання їх достовірності.	+	+	+	+
РН05. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів.	+	+	+	+
РН06. Обирати ефективні математичні методи та інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень та/або інновацій в області фізики та/або астрономії.	+	+	+	+

PH07. Оцінювати новизну та достовірність наукових результатів з обраного напрямку фізики та/або астрономії, оприлюднених у формі публікації чи усної доповіді.	+	+	+	+
PH11. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики та/або астрономії для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач.	+	+	+	+
PH14. Розробляти та викладати фізичні та/або астрономічні навчальні дисципліни в закладах вищої, фахової передвищої, професійної (професійно-технічної), загальної середньої та позашкільної освіти, застосовувати сучасні освітні технології та методики, здійснювати необхідну консультативну та методичну підтримку здобувачів освіти.		+	+	+
PH16. Брати продуктивну участь у виконанні експериментальних та/або теоретичних досліджень в області фізики та астрономії.	+	+		+
PH17. Вміти планувати спостереження для отримання нової інформації про космічні об'єкти, оцінювати точність отриманих даних.	+	+	+	+
PH18. Вміти застосовувати стандартні моделі до опису геодинамічних, газодинамічних, еволюційних та космологічних процесів у Всесвіті.	+	+	+	+

7.1 Форми оцінювання студентів:

1. Модульна контрольна робота PH 1.2 (10 балів).
2. Модульна контрольна робота PH 2.1 (10 балів).
4. Перевірка домашніх завдань, усні відповіді (20 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 2 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 20 балів за виконання домашніх робіт, самостійних завдань, усні відповіді, тести, реферати та доповнення. Модульний контроль: 2 модульні контрольні роботи. Студент може отримати максимально за модульні контрольні роботи 20 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 II СЕМЕСТР

№ теми	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин		
		лекції	Лабораторні	Самост. робота.
<i>Змістовий модуль 1. Детектори випромінювання</i>				
1.	Астрофізика - предмет, цілі, задачі. ЕМ спектр в діапазоні високих енергій (назви, енергії, довжини хвиль). Фонове випромінювання в астрофізиці високих енергій.	2		4
2.	Механізми втрати енергії при взаємодії частинок з речовиною. Взаємодія адронів. Механізми втрат енергії фотонами високих енергій. Повний переріз поглинання фотонів.	3		6
3.	Взаємодія протонів КП з фотонами реліктового випромінювання. Межа ГЗК. Горизонт спостереження для гамма фотонів.	4		8
4.	Атмосферні зливи: А) електромагнітні; Б) адронні; В) черенковське випромінювання від злив.	4		10
5.	Детектори радіації високої енергії. Функція відгуку на радіацію. Роздільна здатність по енергії. Фактор Фано, Ефективність детектора. Історичні детектори: А) камера Вільсона; Б) ядерні емульсії; В) пластикові детектори; Г) іскрова камера.	4		8
6.	Іонізація газів. Режими роботи газових іонізаційних детекторів: А) пропорційні лічильники; Б) лічильники Гейгера; В) багатоанодна (багатодротикова) пропорційна камера; Г) дрейфова камера; Д) мікросмужкова газова камера; Е) рідинні іонізаційні детектори.	2	5	14
7.	Сцинтиляційні детектори: А) сцинтилятори; Б) ФЕП, мікроканалні пластини; В) фотодіоди, лавинні фотодіоди, Si ФЕП. Блок-схема сцинтиляційної системи. Роздільна здатність по енергії. Газові сцинтиляційні пропорційні лічильники.	2	5	14
8.	Іонізаційні твердотільні детектори – роздільна здатність по енергії, координатна інформація, габарити, поглинальна здатність.	2		4
9.	Детектори черенковського і перехідного випромінювання. Калориметри. Вимірювання	2		4

	фізичних параметрів фотонів і частинок високих енергій.			
	Модульна письмова робота 1			1
Змістовий модуль 2. Астрофізика високих енергій. Спостереження з космічних апаратів				
10	УФ та рентгенівська астрономія.	2		4
11.	Гамма астрономія. Астрофізика космічних променів.	2		4
12.	Нейтринна астрофізика. Реєстрація гравітаційних хвиль. Пошуки методів реєстрації темної матерії.	4		8
13.	Планування спостережень в НЕА. Обробка даних спостережень.			
14.	Особливості позаатмосферних спостережень. Використання балонів, ракет та супутників.	4		8
15.	Орбіти КА. Службові системи. Наземний сегмент. Архівація даних і доступ до них.	4	5	14
16.	Великі космічні місії. Нові можливості. Проблеми. Деякі найважливіші результати.	4		8
	Модульна письмова робота 2, Консультація			1
	Всього	45	15	120

Загальний обсяг 180 год.¹, в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – 45 год.

Лабораторні роботи - 15

Практичні заняття – 0 год.

Консультації – год.

Самостійна робота –120 год.

9. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

а) основна:

1. Rosa Poggiani. High Energy Astrophysical Technigues. Springer, Switzerland – 2017 - 163p. ISSN 2198-7882.
2. Neil English. Space Telescopes - , Springer International Publishing Switzerland - 2017 – 312 p. ISSN 1614-659X;
3. ThierryJ.-L.Courvoisier. High Energy Astrophysics. – Springer, 2013 - 332 p. ISSN 0941-7834;
4. А.Уокер. Астрономические наблюдения. М.Мир. 1990. 352 с.
5. Д.Я.Мартынов. Курс практической астрофизики. М.Наука.1977. 544 с.
6. Мартынов Д.Я., Липунов В.М. Сборник задач по астрофизике. - М.: Наука. - 1986.

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. – Изд. 2-е испр. и дополн., Фрязино: Век–2, 2011. – 576 с. ISBN 978-5-85099.

- D3. Александров Ю.В. Астрофізика. ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2014 -216 с.
- D4. Небо и телескоп. Ред.В.Г.Сурдин, М.:Физматлит, 2009. 424 с.
- D5. Rosa Poggiani Optical, Infrared and Radio Astronomy. From Techniques to Observation. – Springer, Switzerland – 2017 - 179 p. ISSN 2198-7882.
- D6. Cherenkov Telescope Array - CTA project:
https://www.worldscientific.com/doi/epdf/10.1142/9789813270091_0001
- D7. Матеріали із мережі за окремими посиланнями на лекціях.