

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

фізичний факультет
(назва факультету, інституту, центру, коледжу)

Кафедра астрономії та фізики космосу



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
СПОСТЕРЕЖНІ ОСНОВИ КОСМОЛОГІЇ

(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 **магістр**
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма **астрофізика**
(назва освітньої програми)

спеціалізація _____
(за наявності) (назва спеціалізації)

вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання	очна
Навчальний рік	2019/2020
Семестр	2 курс, I сем.
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: асистент Грицай А.В., к.ф.-м.н.

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

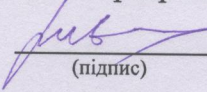
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2020

Розробник(и): (вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)
Грицай Асен Васильович, к.ф.-м.н., асистент кафедри астрономії та фізики космосу

ЗАТВЕРДЖЕНО

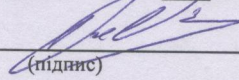
Зав. кафедри астрономії та фізики космосу

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

Протокол № 12 від «29» травня 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол від «11» серпня 2020 року № 33

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

« » _____ 20 року

1. Мета дисципліни – ознайомлення зі спостереженнями, які підкріплюють, а часом і формують космологічні ідеї, включно із інтерпретацією результатів спостережень. Розглядається застосування "стандартних свічок" та "стандартних лінійок" для знаходження відстаней на космологічних масштабах. Дається уявлення про великомасштабну структуру Всесвіту. Аналізуються параметри реліктового випромінювання і їх зв'язок із моделями Всесвіту.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

Успішне опанування курсів механіки, основ векторного і тензорного аналізу, низки спецкурсів, передовсім, основ космології і космології

Знання основ класичної теорії гравітації, вміння працювати з векторними й тензорними величинами, знання базових положень і результатів загальної теорії відносності та космології

3. Анотація навчальної дисципліни: формується уявлення про роль спостережних даних у еволюції космологічних уявлень. Аналізуються типи відстаней на космологічних масштабах, способи їх визначення та вплив на параметри космологічних моделей. Розглядається великомасштабна структура Всесвіту, вивчається зв'язок між модельними параметрами та структурою спектра реліктового випромінювання. Аналізується побудова Λ CDM моделі та методи оцінки її параметрів.

4. Завдання (навчальні цілі): розуміння ролі спостережного матеріалу для розвитку космології, сучасної астрофізики та фізики загалом. Знання сучасних даних про методи визначення відстаней у космології, характеристики реліктового випромінювання, успіхи та труднощі при інтерпретації наявного матеріалу. Уявлення про спостережні основи введення Λ CDM моделі, можливості її узагальнення.

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			
2.1	Вміти використовувати теоретичний матеріал	Лекції, самостійна робота	Контрольні роботи (2)	30
3.1	Брати участь у дискусії щодо матеріалу, який розглядається	Лекції	Робота на лекціях	10
1.1	Знати основи теорії	Лекції	Короткі самостійні завдання	10
1.2	Володіти теоретичним і практичним матеріалом у межах курсу	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Залік	50

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркової дисципліни, які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни (код)	2.1	3.1	1.1	1.2
Програмні результати навчання (назва)				
Знання сучасних космологічних спостережних даних		+		+
Уявлення про космологічні моделі, зокрема, Λ CDM	+	+	+	+
Знання типів відстаней та методів їх знаходження	+		+	+
Розуміння природи реліктового випромінювання та походження його неоднорідності	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. *Контрольні роботи: 2, кожна – 15 балів*
2. *Робота на лекціях – 10 балів*
3. *Короткі самостійні завдання – 10 балів*

- підсумкове оцінювання (у формі екзамену/комплексного екзамену, диференційованого заліку):

Залік – 50 балів

**- умови допуску до підсумкового екзамену:
принаймні 10 балів протягом семестру**

7.2 Організація оцінювання: *(обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).*

Контрольні роботи виконуються у середині (перший модуль) і наприкінці (другий модуль) семестру. Робота на лекціях і короткі самостійні завдання оцінюються по ходу семестру з підбиттям підсумків за перший і другий модулі.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

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

№ п/п	Номер і назва теми*	лекції	Самостійна робота
1	Застосування "стандартних свічок", фотометрична відстань. Наднові Ia, їх роль у визначенні прискореного розширення Всесвіту.	2	4
2	"Стандартні лінійки": двочкочкова кореляційна функція, великомасштабна структура Всесвіту. Походження великомасштабної структури, сучасні параметри.	2	4
3	Визначення мультиполярного спектра реліктового випромінювання: математична основа.	2	4
4	Анізотропія реліктового випромінювання за результатами спостережень.	2	4
5	Визначення параметрів космологічних моделей на основі спостережень реліктового випромінювання.	2	4
6	Ефект Сюняєва – Зельдовича: зміна енергії реліктових фотонів при оберненому ефекті Комптона.	2	4
7	Ефект Сакса – Вольфа: гравітаційний вплив на реліктове випромінювання.	2	4
8	Нуклеосинтез у ранньому Всесвіті. Залежність між модельними параметрами і первинним вмістом хімічних елементів. Лайман-альфа ліс як джерело інформації.	2	4
9	Вік Всесвіту у космологічних моделях. Узгодженість із астрофізичними оцінками віку космічних об'єктів.	2	4
10	Середня густина Всесвіту, способи оцінки. Вплив на еволюцію Всесвіту в різних моделях. Спостережні свідчення наявності темної матерії, припущення про її природу.	2	4
11	Гравітаційне лінзування віддалених об'єктів, використання для оцінки модельних параметрів.	2	4
12	Теорія слабких гравітаційних хвиль.	2	4
13	Детектування гравітаційних хвиль, первинні гравітаційні хвилі.	2	4
14	Космологічна інфляція у ранньому Всесвіті: спостережне підґрунтя.	2	4
15	Спостережні місії для визначення космологічних параметрів, їх результати та перспективи.	2	4
ВСЬОГО¹		30	60

*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 90 год.², в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – **30 год.**

Семінари – _____ год.

Практичні заняття – _____ год.

¹ У робочій програмі навчальної дисципліни для лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять зазначається *реальна* кількість годин (*кратне 2 год. – час тривалості пари*).

² Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

Лабораторні заняття – ____ год.

Тренінги – ____ год.

Консультації – ____ год.

Самостійна робота – **60** год.

9. Рекомендовані джерела³:

Основна: (Базова)

до 10 фундаментальних, базових джерел

1. Dark energy and dark matter in the Universe (in three volumes), ed. V. Shulga. – Vol. 1. Dark energy and dark matter in the Universe. – Kyiv: Akadempriodyka, 2013. – 380 p. – Vol. 2. Dark matter: Astrophysical aspects of the problem. – Kyiv: Akadempriodyka, 2014. – 356 p. – Vol. 3. Dark matter: Observational manifestation and experimental searches. – Kyiv: Akadempriodyka, 2015. – 375 p.
2. Durrer R. The cosmic microwave radiation. – Cambridge University Press, 2008. – 401 p.
3. Carroll S. Spacetime and geometry. An introduction to general relativity. – Addison Wesley, 2004. – 513 p.
4. Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. – Москва: ЛЕНАНД, 2016. – 616 с.
5. Dodelson S. Modern cosmology. – Amsterdam: Academic Press, 2003. – 440 p.
6. Ryden B. Introduction to Cosmology, 2003. – 276 p.
7. Liddle A. An introduction to modern cosmology. – Chichester: Wiley, 2003. – 172 p.
8. Жданов В.І. Вступ до теорії відносності. – Київ: ВПЦ "Київський університет", 2008. – 287 с.

Додаткова:

як правило - до 20 джерел

1. Насельский П.Д., Новиков Д.И., Новиков И.Д. Реликтовое излучение Вселенной. – Москва: Наука, 2003. – 390 с
2. Парновский С.Л., Парновский А.С. Введение в современную космологию. – Киев: Наукова думка, 2013. – 150 с.
3. Вейнберг С. Гравитация и космология. – Москва: Мир, 1975. – 696 с.
4. Бисноватый-Коган Г.С. Релятивистская астрофизика и физическая космология. – Москва: КРАСАНД, 2011. – 376 с.
5. Мизнер Ч., Торн К., Уилер Дж. Гравитация. – Москва: Мир, 1977, в трёх томах. Т. 1. – 480 с.; Т. 2. – 527 с.; Т. 3. – 512 с.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика, Т. II: Теория поля. – Москва: Наука, 1988. – 512 с.
7. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика. – Фрязино, 2006. – 496 с.
8. Лайтман А., Пресс В., Прайс Р., Тюкольски С. Сборник задач по теории относительности и гравитации. – Москва: Мир, 1979. – 536 с.
9. Захаров А.Ф. Гравитационные линзы и микролинзы. – Москва: Янус-К, 1997. – 328 с.

10. Додаткові ресурси (за наявності):

Посилання на електронні ресурси (не тільки відкриті) на яких розміщено додаткову інформацію щодо дисципліни — приклади контрольних і екзаменаційних завдань, тематика рефератів, методичні вказівки по виконанню лабораторних робіт, тощо)

Голова Науково-методичної ради

В.А.Бугров

³ В тому числі Інтернет ресурси