

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**фізичний факультет**

(назва факультету, інституту, центру, коледжу)

Кафедра астрономії та фізики космосу

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана/директора  
з навчальної роботи

(Момот О.В.)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ПОЗАГАЛАКТИЧНА АСТРОНОМІЯ**

(повна назва навчальної дисципліни)

**для студентів**

галузь знань **0402 Фізико-математичні науки**

(шифр і назва)

за напрямом **040203 Фізика**

(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень **бакалавр**

астро(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма **астрономія**

(назва освітньої програми)

спеціалізація **астрономія**

(за наявності)

(назва спеціалізації)

вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання

**очна**

Навчальний рік

**2020/2021**

Семестр

**8**

Кількість кредитів ECTS

**4**

Мова викладання, навчання  
та оцінювання

**українська**

Форма заключного контролю

**іспит**

Викладач: Вавилова І.Б., к.ф.-м.н., доцент

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

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ р.  
та)

Розробник(и): *(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)*  
Вавилова Ірина Борисівна, канд. фіз.-мат. наук, доцент, ст. наук. співроб., завідувач відділу  
позагалактичної астрономії та астроінформатики ГАО НАН України

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 факультету/інституту (педагогічною радою коледжу)

---

Протокол №33 від 11 червня 2020 року

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

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**1. Мета дисципліни** – отримання глибоких та систематичних знань з методів дослідження позагалактичних об'єктів за даними сучасних оглядів неба наземними і космічними телескопами, про їхню морфологічну класифікацію і мультимасштабні фізичні властивості, про просторовий розподіл і кінематику та динаміку великомасштабних структур Всесвіту, про галактику Молочний Шлях, а також знань з історичної ретроспективи позагалактичних досліджень.

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

*Успішне знання сучасної фізики (механіки, динаміки, молекулярної і ядерної фізики, теоретичної фізики (статистичної фізики і термодинаміки, квантової механіки), математичного аналізу, лінійної і тензорної алгебри, методів математичної фізики, загальної астрономії, астрометрії, практичної астрофізики.*

**3. Анотація навчальної дисципліни:** візуальна і автоматична морфологічна класифікація галактик, визначення кінематичних і динамічних параметрів позагалактичних джерел, розподіл баріонної і темної матерії, співвідношення маса/світність, з'ясування джерел випромінювання в різних діапазонах спектру, що відповідають за різні фізичні процеси в галактиках і міжгалактичному середовищі, методи дослідження активних ядер галактик, методи визначення відстаней до галактик, методи визначення просторового розподілу великомасштабних структур Всесвіту та їхніх кінематичних і динамічних властивостей, сценарії формування та еволюції галактик на різних космологічних масштабах.

**4. Завдання (навчальні цілі):** студент повинен знати про основні історичні відомості з дослідження позагалактичних об'єктів; основні властивості нашої Галактики; астроінформаційний ресурс найбільш поширених каталогів і баз даних позагалактичних джерел; морфологічні класифікації галактик і методи поверхневої фотометрії галактик; особливості випромінювання галактик у різних діапазонах електромагнітного спектру; основні методи визначення відстаней до галактик, їх точність та умови застосування; методи визначення фізичних характеристик галактик (мас, світностей, лінійних розмірів, кінематики, швидкостей обертання, розподіл темної і баріонної матерії); механізми активності позагалактичних джерел та методи визначення параметрів надмасивних чорних дір у ядрах галактик; основні особливості розподілу і властивостей великомасштабних структур Всесвіту (ізолювані галактики, пари і триплети, групи, скупчення і надскупчення галактик, квазари; войди); структуру та динаміку найближчого оточення нашої Галактики; складники міжгалактичного середовища та методи їх спостережень; основні спостережні космологічні параметри; основні теорії формування та еволюції галактик.

*Студент повинен вміти логічно і послідовно формулювати основні фізичні принципи та закони, які визначають характеристики випромінювання позагалактичних об'єктів та процесів, що відбуваються в них; інтерпретувати спостережні ефекти у рамках моделей позагалактичного об'єкту; вміти проводити типові обчислення, пов'язані з матеріалом курсу; самостійно працювати з навчальною та науковою літературою з позагалактичної астрономії, користуватися позагалактичними базами даних та іншими астроінформаційними ресурсами.*

**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	Робота на лекціях	5
3.1	Брати участь у дискусії щодо матеріалу, який розглядається	Лекції	Робота на лекціях	5
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	Контрольні роботи (2)  Іспит	2×20  40

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

<b>Результати навчання дисципліни (код)</b>	<b>2.1</b>	<b>3.1</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>
<b>Програмні результати навчання (назва)</b>				
«Коротка історія позагалактичної астрономії», «Морфологія галактик», «Фотометричні властивості галактик», «Автоматизовані та об'єктивні класифікації галактик, каталоги і бази даних галактик», «Галактика Молочний Шлях»				
«Фізичні властивості галактик», «Обертання і розміри галактик», «Світність і маси галактик» «Розподіл темної і баріонної матерії в галактиках», «Методи вимірювання відстаней до галактик»				
«Галактики з активними ядрами», «Надмасивні чорні діри», «Дифузна матерія у Всесвіті та процеси зореутворення», «Основні закономірності великомасштабної структури Всесвіту»				
«Системи галактик від пар до надскупчень, у т.ч. Місцева група галактик та Місцевий об'єм», «Методи визначення просторового розподілу великомасштабних структур Всесвіту та їхніх кінематичних і динамічних властивостей», «Сценарії формування та еволюції галактик на різних космологічних масштабах»				

**7. Схема формування оцінки.**

**7.1 Форми оцінювання студентів:**

**- семестрове оцінювання:**

1. Контрольні роботи: дві, кожна – 20 балів
2. Робота на лекціях – 10 балів
3. Короткі самостійні завдання – 10 балів

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

Іспит – 40 балів

**- умови допуску до підсумкового екзамену:**

виконання двох контрольних робіт, набрати принаймні 30 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**

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

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

№ п/п	Номер і назва теми*	Лекції	Самостійна робота (год.)
1	Ретроспектива досліджень з позагалактичної астрономії в світі і в Україні.	2	4
2	Морфологічні класифікації галактик	2	4
3	Фотометрія галактик. Показники кольору.	2	4
4	Всехвильова позагалактична астрономія, особливості спектральних досліджень.	2	4
5	Каталоги та цифрові огляди галактик. Автоматизовані класифікації галактик із використанням самонавчальних методів нейронних мереж (машинне навчання).	2	4
6	Методи вимірювання відстаней до галактик.	2	4
7	Фізичні властивості галактик. Особливості встановлення співвідношень між основними параметрами. Кінематичні властивості.	2	4
8	Обертання і розміри галактик. Маси і світності галактик. Розподіл баріонної і темної матерії.	4	4
9	Активні галактичні ядра (властивості, класифікація, нетепловий характер випромінювання, змінність блиску, змінність емісійних ліній). Сейфертовські галактики. Квазари. Лайнери. Лацертиди. Блазари.	4	4
10	Чорні діри Шварцшильда, Керра з обертанням, заряджена Керра-Ньюмена. Надмасивні чорні діри, у т.ч. подвійні, в ядрах галактик. Спостережні свідоцтва, визначення мас, припливна дія на близькі зорі.	2	4
11	Галактики з особливостями морфологічних ознак. Взаємодіючі галактики. Галактика Молочний Шлях.	2	4
12	Дифузна матерія (міжзоряне і міжгалактичне середовище) у Всесвіті.	2	4
13	Групи, скупчення і надскупчення галактик. Ізольовані галактики, пари і триплети галактик	2	4
14	Великомасштабні войди, методи пошуку, фізичні властивості.	2	4
15	Математичні методи дослідження великомасштабної структури Всесвіту. Космічні потоки галактик. Реконструкція поля густини за пекулярними швидкостями.	4	4
16	Проблема атракторів та темна матерія. Гравітаційне лінзування та виявлення прихованої маси.	2	4
17	Основні елементи теорії раннього Всесвіту та спостережувані прояви сценарія Великого Вибуху (реліктове випромінювання, розширення за законом Габбла-Леметра, рівняння Фрідмана)	2	4
18	Основні сценарії формування та еволюції галактик. Великомасштабна структура Всесвіту і зв'язок зі спостережуваними космологічними параметрами.	4	7
	Всього	44	75

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

Загальний обсяг 120 год, в тому числі :

Лекцій – 44 год

Консультація - 1 год.

Самостійна робота - 75 год.

## 9. Рекомендовані джерела<sup>1</sup>:

1. Кудря Ю.М., Вавилова І.Б. Позагалактична астрономія. Книга 1. Галактики: основні фізичні властивості – К.: Наукова думка, 2016. <http://mao.kiev.ua/biblio/mono/pzastr.pdf>
2. Вавилова І.Б. Великомасштабна структура Всесвіту: спостереження і методи дослідження. – К.: РВЦ Київський університет, 1998.  
<ftp://ftp.mao.kiev.ua/pub/irivav/Vavilova-Large-Scale-Structure-Universe.pdf>
3. Воронцов-Вельяминов Б.А. Внегалактическая астрономия. – М., 1978.
4. Пиблс Ф.Дж. Структура Вселенной в больших масштабах. – М.: Мир, 1983.
5. Бааде В. Эволюция звезд и галактик. – М.: УРСС, 2002.
6. Струве О., Зеберс В. Астрономия 20 века. – М.: Мир, 1968.
7. Зельдович Я.Б., Новков И.Д. Стрoение и эволюция Вселенной. – М.: Наука, 1975.
8. Сучков А.А. Галактики знакомые и загадочные. – М.: Наука. - 1988.
9. Решетников В.П. Поверхностная фотометрия галактик. <http://www.astro.spbu.ru/staff/resh>.
10. Крупномасштабная структура Вселенной / Ред. Лонгейр М., Эйнасто Я. – М.: Мир, 1981.
11. Караченцев И.Д. Двойные галактики. – М., Наука, 1987.
12. Яцків Я.С., Александров О.М., Вавилова І.Б., Жданов В.І., Кудря Ю.М., Парновський С.Л., Федорова О.В., Хміль С.В. Загальна теорія відносності: перевірки продовжуються. – К.: Академперіодика, 2005.
13. Яцків Я.С., Александров О.М., Вавилова І.Б., Жданов В.І., Жук О.І., Кудря Ю.М., Парновський С.Л., Федорова О.В., Хміль С.В., Загальна теорія відносності: горизонти випробувань. – К.: ГАО НАН України, 2013.  
<ftp://ftp.mao.kiev.ua/pub/irivav/GRT-2014-Yatskiv-Alexandrov-et%20al.pdf>
14. Климишин І.А., Дубицький І.М. Основи космології. – Ів.-Франківськ: ТКДІ, 1999.
15. Бисноватый-Коган Г.С. Релятивистская астрофизика и физическая космология. – М.: КРАСАНД, 2011.
16. Чандрасекар С. Математическая теория черных дыр. В 2-х частях. – М.: Мир, 1986.
17. Численное моделирование в астрофизике Под ред. Дж.Сентрелла, Дж. Пибланка, Р. Баэрса. – М.: Мир, 1988.

### **Додаткова:**

1. Ленг К. Астрофизические формулы.- М.: Мир. - 1978.
2. Астрономічний енциклопедичний словник. За заг. ред. Климишина І.А. і Корсунь А.О. –Львів, 2003.
3. Физика космоса. М., Сов. энциклопедия, 1986.
4. Брауде С.Я., Конторович В.М. Радиоволны рассказывают о Вселенной. – К.: Академперіодика, 2005.
5. Горобець Ю.І., Кучко А.М., Вавилова І.Б. Фрактальна геометрія у природознавстві. – К.: Наук. думка, 2008.

[ftp://ftp.mao.kiev.ua/pub/irivav/gorobets\\_kuchko\\_vavilova\\_fractal\\_geometry\\_in\\_natural\\_sciences.pdf](ftp://ftp.mao.kiev.ua/pub/irivav/gorobets_kuchko_vavilova_fractal_geometry_in_natural_sciences.pdf)