

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова

Кафедра теоретичної фізики та астрономії



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

О.В.Запорожченко

2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВЕЛИКОМАСШТАБНА СТРУКТУРА ВСЕСВІТУ

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти третій (освітньо-науковий) рівень – доктор філософії

Галузь знань 10 – природничі науки

(шифр і назва)

Спеціальність 104 - фізика та астрономія

(шифр і назва)

Освітня програма фізика та астрономія

Вид дисципліни вибіркова

Факультет математики, фізики, та інформаційних технологій

(назва факультету)


Програму рекомендовано до затвердження Вченою Радою факультету математики, фізики та інформаційних технологій «3» вересня 2020 року, Протокол №1

Розробники програми:

доктор фізико-математичних наук, професор Панько О.О.

Навчальна програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної фізики та астрономії. Протокол №1 від "31" серпня 2020 року

Завідувач кафедри


(підпис)

Адьямян В.М.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ:

Протокол № 1 від " 3 " вересня 2020 року

Голова НМК


(підпис)

Ніцук Ю.А.
(прізвище та ініціали)

Програма навчальної дисципліни «Великомасштабна структура Всесвіту» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії).

Галузь знань: 10 – «Природничі науки». Спеціальність: 104 – «Фізика та астрономія». Освітньо-наукова програма: «Фізика та астрономія».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є: надати майбутнім докторам філософії з фізики та астрономії необхідного мінімуму знань про будову Всесвіту на різних масштабах від групи галактик до найбільших гравітаційно пов'язаних структур та еволюцію Всесвіту та його елементів.

Засвоєння фундаментальних фізичних складових, отримання практичних навичок, що здобуваються в межах дисципліни «Великомасштабна структура Всесвіту» є умовою для подальшого засвоєння дисциплін за вибором з циклу професійної підготовки, успішного виконання наукової роботи з аналізу спостережних даних.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є: вивчення основних методів дослідження великомасштабної структури Всесвіту та властивостей окремих компонентів цієї структури.

Загальні компетентності:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу(ЗК 1);
- Здатність управління інформацією (пошук, оброблення та аналіз інформації з різних джерел) (ЗК 2);
- Здатність породжувати нові ідеї (креативність) (ЗК 5);
- Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях (ЗК 7);
- Здатність проведення самостійних досліджень (ЗК 9).

Фахові компетентності:

- Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем (ФК 1);
- Здатність використовувати фундаментальні та практичні знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів Всесвіту(ФК 2);
- Усвідомлення мети й завдань сучасної фізики та астрономії, здатність вирішувати проблеми й задачі інноваційного характеру в одній із галузей фізики або астрономії(ФК 9);
- Здатність організовувати навчальний процес та проводити заняття з фізичних та астрономічних навчальних дисциплін у закладах вищої освіти (ФК 10).

1.3. Кількість кредитів 3

1.4. Загальна кількість годин 90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна/за вибором
Денна/вечірня форма навчання
Рік підготовки
2-й
Лекції
16 год.
Практичні/семінарські
14 год.
Лабораторні
-

Самостійна робота
60 год.
У тому числі індивідуальні завдання
-

1.6. Заплановані результати навчання:

Згідно з освітньо-науковою програмою «Фізика та астрономія»

спеціальності 104 – «Фізика та астрономія» аспіранти можуть досягти наступних результатів навчання:

- володіти методами пошуку та дослідження груп, скупчень та надскупчень галактик, методами пошуку надмасштабних утворень та войдів;
- знати, як визначається повна маса великомасштабних структур, чим пояснюється сучасний розподіл матерії у Всесвіті, а також актуальні напрями наукових досліджень з космофізики, позагалактичної астрономії та космології.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

1 рік

Розділ 1. Формування уявлення про великомасштабну структуру Всесвіту

Тема 1. Галактики та квазари – основний елемент великомасштабної структури Всесвіту, що спостерігається з поверхні Землі. Основні типи галактики, еволюція морфологічних типів, періодизація червоних зміщень квазарів.

Тема 2. Неоднорідності розташування галактик на небесній сфері. Перші каталоги скупчень галактик. Місцева група галактик, місцеве скупчення (Virgo), місцеве надскупчення Ланіакея. Великий Аттрактор та Великий Репеллер.

Тема 3. Визначення відстаней до великомасштабних структур. Шкала відстаней та окремі методи визначення відстаней. Габбловський потік. Супутні координати та відстані.

Розділ 2. Скупчення та надскупчення галактик. Войди

Тема 4. Скупчення галактик. Основні компоненти. Методи визначення межі скупчення. Рентгенівське випромінювання та газ у скупченнях галактик. Гравітаційне линзування та мікролінзування, ефект Сюняєва-Зельдовича. Темна матерія у скупченнях галактик.

Тема 5. Морфологічна класифікація скупчень галактик. Еволюція скупчень галактик. Зіткнення скупчень галактик. Особливості орієнтації галактик у скупченнях.

Тема 6. Надскупчення галактик. Властивості надскупчень галактик. Проблема віріалізації надскупчень галактик. Надмасштабні утворення – стіни, філаменти.

Тема 7. Войди. Методи пошуку войдів. Розподіл войдів за розмірами. Внутрішня структура. Орієнтації галактик у войдах.

Розділ 3. Великомасштабний розподіл речовини як наслідок еволюції Всесвіту.

Тема 8. Великомасштабний розподіл речовини як наслідок еволюції Всесвіту. Мікрохвильовий фон, флуктуації температури. Численні експерименти. Порівняння моделей зі спостережною картиною.

3. Структура навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин					
	Усього	Лек.	Пр.	Лаб.	Інд.	СР
1	2	3	4	5	6	7

Розділ 1. Формування уявлення про великомасштабну структуру Всесвіту						
1. Галактики та квазари – основний елемент великомасштабної структури Всесвіту, що спостерігається з поверхні Землі.	6	2		-	-	4
2. Неоднорідності розташування галактик на небесній сфері.	12	2	2	-	-	8
3. Визначення відстаней до великомасштабних структур.	12	2	2	-	-	8
Розділ 2. Скупчення та надскупчення галактик. Войди						
4. Скупчення галактик.	12	2	2	-	-	8
5. Морфологічна класифікація скупчень галактик.	12	2	2	-	-	8
6. Надскупчення галактик.	12	2	2	-	-	8
7. Войди	12	2	2	-	-	8
Розділ 3. Великомасштабний розподіл речовини як наслідок еволюції Всесвіту.						
8. Великомасштабний розподіл речовини як наслідок еволюції Всесвіту.	12	2	2	-	-	8
Усього годин	90	16	14	-	-	60

4. Теми практичних занять

1. Перші та сучасні каталоги скупчень галактик. Місцева група галактик, місцеве скупчення (Virgo), місцеве надскупчення Ланіакея. Великий Аттрактор та Великий Репеллер.
2. Шкала відстаней та окремі методи визначення відстаней. Габбловський потік. Супутні координати та відстані.
3. Основні компоненти скупчення галактик. Методи визначення межі скупчення. Рентгенівське випромінювання та газ у скупченнях галактик. Гравітаційне лінзування та мікролінзування, ефект Сюняєва-Зельдовича. Темна матерія у скупченнях галактик.
4. Еволюція скупчень галактик. Зіткнення скупчень галактик. Особливості орієнтації галактик у скупченнях.
5. Надскупчення галактик. Властивості надскупчень галактик. Проблема віріалізації надскупчень галактик. Надмасштабні утворення – стіни, філаменти.
6. Методи пошуку войдів. Розподіл войдів за розмірами. Внутрішня структура. Орієнтації галактик у войдах.
7. Великомасштабний розподіл речовини як наслідок еволюції Всесвіту. Мікрохвильовий фон, флуктуації температури. Численні експерименти. Порівняння моделей зі спостережною картиною.

5. Завдання для самостійної роботи

1. Каталоги скупчень галактик Ейбелла та АСО. Сучасні версії каталогів. Тривимірні каталоги скупчень галактик.
2. Періодизація червоних зміщень квазарів.
3. Місія «Планк» та її результати.

6. Індивідуальні завдання

1. Межі методів визначення відстаней до галактик та їх скупчень.
2. Регулярні субструктури у скупченнях галактик.
3. Методи пошуку над масштабних утворень. Пояснення їх існування.

7. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються словесні методи навчання, наочні методи навчання. Головним словесним методом навчання є лекція. Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий, або евристичний метод.

Під час практичних занять використовуються наступні методи навчання частково-пошуковий, або евристичний метод; дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовуються наступні методи навчання: дослідницький метод.

8. Методи контролю

Для кожної теми формами контролю навчальних здобутків студентів можуть бути поточний контроль: конспект з лекцій; оцінка активності роботи на лекціях; аудиторне поточне опитування; домашні завдання. Підсумковий семестровий контроль (залік). Підсумкові бали для оцінки знань студентів за розділ розраховуються таким чином:

№	Вид роботи	Форма контролю	Число балів
1.	Відвідування лекцій	Конспект	3
2.	Активність на семінарах		3
3.	Сума		6

9. Схема

нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Залікова робота	Сума		
Розділ 1			Контрольна робота, передбачена навчальним планом			Індивідуальні завдання	Разом
T1	T2	T3					
6	6	6		16	40	60	100
Розділ 2							
T4	T5	T6	T7				
6	6	6	6	16	40	60	100
Розділ 3							

T8					
6		16	40	60	100

9. Критерії оцінювання навчальних досягнень

Підсумковий семестровий контроль (залік) проводиться у письмовій формі. Екзаменаційний білет містить два теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо за 30 бальною шкалою

Критерії оцінювання теоретичного питання:

- повна розгорнута відповідь – 30 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь – 25 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність – 26 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 20 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- відповідь, що містить критичну помилку чи неточність, або відсутність відповіді оцінюється в 0 балів.

Кількість балів, що аспірант отримав на екзамені, є сумою балів, що були отримані за кожне завдання з екзаменаційного білету.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю за шкалою, що наведена нижче.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка		
	За шкалою ЄКТС	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E	незадовільно	не зараховано
35-59	FX		
1-34	F		

10. Рекомендована література

Перелік навчально-методичної літератури

1. Основна література

1. Андрієвський С. М., Климишин І. А. Курс загальної астрономії. – Одеса: Астропринт, 2010. – 480 с.
2. Кононович Э. В., Мороз В. И. Общий курс астрономии. – М.: УРСС, 2001.
3. Кудря Ю.М., Вавилова І.Б. Позагалактична астрономія. Книга 1. Галактики: основні фізичні властивості". – К.: Наукова думка, 2016.

2. Додаткова література

1. Madore B.F. A Knowledgebase for Extragalactic Astronomy and Cosmology. <http://ned.ipac.caltech.edu/level5/>

2. Лукаш В. Н., Михеева Е. В., Малиновский А. М. Образование крупномасштабной структуры Вселенной. УФН, Т. 181, № 10, С. 1017-1040.
3. Springel V., Frenk C. S., White S. D. M. The large-scale structure of the Universe. Nature volume 440, pages 1137–1144 (2006). <https://doi.org/10.1038/nature04805>
4. Panko E. The Structure of Galaxy Clusters: Principal Components. Introduction to Cosmology, Proceedings of the Polish Astronomical Society, Volume 4. Proceedings of the conference held 11-23 July, 2016 in Warsaw, Poland. Warsaw: Polish Astronomical Society, 2016., pp.132-140.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <https://youtu.be/Z1a6IQ4TncQ>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=p-B3R88vzaU>
3. <https://teach-in.ru/lecture/2019-03-06-Lyapunov>
4. <https://teach-in.ru/lecture/2019-03-27-Lyapunov>
5. <https://teach-in.ru/lecture/2019-04-10-Lyapunov>
6. <https://teach-in.ru/lecture/2020-08-26-Sazhina-2>
7. <https://teach-in.ru/lecture/2020-08-26-Sazhina-2>
8. <https://teach-in.ru/lecture/2020-08-29-Sazhina>