

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Факультет математики, фізики та інформаційних технологій
Кафедра фізики та астрономії

Силабус курсу

Радіоастрономія

Обсяг	3 кредити, 90 год.
Семестр, рік навчання	8 семестр, 4-й рік навчання
Дні, час, місце	Вівторок, 13.10, ауд.18, Пастера 42
Викладач (-і)	проф. Панько О.О.
Контактний телефон (Viber)	0974334518
E-mail	panko.elena@onu.edu.ua
Робоче місце	НДІ Астрономічна обсерваторія ОНУ імені І.І.Мечникова, парк Шевченка, головна будова, приміщення кафедри.
Консультації	Очні консультації: понеділок, 14.30-17.00, АО, парк Шевченка

КОМУНІКАЦІЯ

Комунікація зі студентами: E-mail: panko.elena@onu.edu.ua; Viber; очні зустрічі (Номер телефону ТІЛЬКИ для контакту у Viber).

АНОТАЦІЯ КУРСУ

Предметом вивчення навчальної дисципліни є теоретичний та експериментальний базис окремого дуже результативного розділу сучасної астрономії, радіоастрономії.

Вивченню дисципліни «Радіоастрономія» передують курси «Загальна астрономія», «Прилади та методи астрофізики», «Загальна астрофізика», «Фотометрія та спектрофотометрія», «Фізичні змінні та подвійні зорі», «Астропрактикум 1». Знання курсу закладає основи для подальшого вивчення спеціальних дисциплін за вибором студента на II освітньому рівні.

Метою викладання навчальної дисципліни «Радіоастрономія» є надання студентам знань про сучасні радіотелескопи та інтерферометричні системи, методи обробки і аналізу радіозображень космічних об'єктів,

механізми радіовипромінювання і результати дослідження фізичної природи різних космічних об'єктів за їхнім радіовипромінюванням.

Результати навчання забезпечують можливості: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов. Студенти повинні *знати* основні співвідношення для потужності та яскравості випромінювання; закони випромінювання дискретного джерела; рівняння переносу; параметри Стокса для поляризованої та частково поляризованої хвилі; типи антен радіотелескопів; механізми випромінювання; методи досліджень об'єктів Сонячної системи; характеристики радіовипромінювання Сонця та планет Сонячної системи; структуру Галактики в радіодіапазоні; характеристики радіогалактик і квазарів; характеристики мікрохвильового радіовипромінювання; використання підрахунку радіоджерел для цілей космології; *вміти*: пояснити сутність метода мерехтінь та принцип обробки іоносферних мерехтінь; визначати густину потоку залишків спалахів наднових в радіодіапазоні; користуватися каталогами радіоджерел; будувати спектри радіоджерел; пояснювати механізми випромінювання радіоджерел; працювати на радіотелескопі «УРАН-4»; визначати параметри радіотелескопа.

ОПИС КУРСУ

Форми і методи навчання

Курс буде викладений у формі лекцій (24 год.), практичних робіт (20 години), організації самостійної роботи студентів (46 год.).

Методи навчання

Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий метод. Під час лабораторних занять використовуються наступні методи навчання частково-пошуковий, або евристичний метод; дослідницький, при захисті лабораторних робіт використовується дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод (студент опановує літературу за вказаною темою, виконує завдання, оформлює результати обчислень та

обґрунтовує і захищає власні результати, за темою ІНДЗ робить презентацію та доповідь).

Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи радіоастрономії. Класифікація механізмів радіовипромінювання.

Тема 1. Основи радіоастрономії

Історія виникнення та розвитку радіоастрономії. Місце та роль радіоастрономії в астрофізичних дослідженнях. Співвідношення для потужності та яскравості випромінювання. Дискретні джерела, густина їхнього потоку та яскравість. Антенне згладжування. Закони випромінювання дискретного джерела. Випромінювання джерела при поширюванні скрізь випромінюючу, поглинаючу хмару. Рівняння переносу. Мінімальні температура та густина потоку, що виявляються. Температура та шум. Поляризація радіовипромінювання. Сфера Пуанкаре. Параметри Стокса для поляризованої та частково поляризованої хвилі.

Тема 2. Антени радіотелескопів. Приймальні пристрої.

Антени радіотелескопів та їх типи. Діаграма спрямованості. Ширина головного променя і тілесний кут діаграми спрямованості, коефіцієнт спрямованої дії, коефіцієнт розсіювання. Зв'язок діаграми спрямованості по полю з розподілом комплексної амплітуди поля на розкриті антени. Кутова роздільна здатність. Основні типи радіометрів в радіоастрономії. Приймальні пристрої. Детектування та інтегрування. Принцип радіометра. Кросскорреляційний радіометр. Антена як фільтр просторових частот. Засоби будови зображень. Системи апертурного синтезу. Радіоінтерферометрична система УРАН.

Тема 3. Класифікація механізмів радіовипромінювання.

Класифікація механізмів радіовипромінювання (теплові, нетеплові, когерентні та некогерентні). Основні параметри, що описують стан космічної плазми. Гальмове та магнітно-гальмове випромінювання окремого електрону та плазми. Синхротронне випромінювання ансамблю частинок і синхротронне випромінювання в плазмі. Основні причини, що викликають викривлення спектру синхротронного джерела. Спектри радіоджерел. Спектральний індекс. Плазмові механізми випромінювання. Типи коливань та хвиль у плазмі. Механізми конверсії енергії плазмових хвиль в електромагнітне випромінювання. Астрофізичний прояв плазмових механізмів випромінювання.

Змістовий модуль 2. Радіоастрономія Сонячної системи. Галактична та позагалактична радіоастрономія.

Тема 1. Радіоастрономія Сонячної системи .

Методи досліджень (радіолокація та радіотеплолокація). Теплове радіовипромінювання планет та їхніх атмосфер. Планети з джерелами нетеплового випромінювання (Юпітер, Сатурн, Земля). Радіовипромінювання комет. Радіовипромінювання Сонця. Основна компонента та компонента, що повільно змінюється. Спорадичне випромінювання.

Тема 2. Галактична радіоастрономія.

Структура Галактики в неперервному тепловому та нетепловому випромінюванні. Області II та III. Спостереження на хвилі 21 см. Молекулярні хмари та газово-пилкові комплекси. Мазерні джерела та їх класифікація. Планетарні туманності. Залишки спалахів наднових.

Тема 3. Позагалактична радіоастрономія.

Радіогалактики та квазари. Змінність випромінювання та основні типи спектрів. Використання підрахунку радіоджерел для цілей космології. Мікрохвильове фонове випромінювання. Каталоги радіоджерел. Радіоастрономічні обсерваторії світу.

Рекомендована література

Основна

1. Івченко В. М., Решетник В. М. Радіоастрономія / Навчальний посібник для студентів фізичного факультету. – Київ, 2021. – 246 с.
2. Андрієвський С. М., Кузьменков С. Г., Захожай В. А., Климишин І. А. Загальна астрономія / Підручник для вищих навчальних закладів. – Харків, 2019. – 523 с.
3. Астрономічний енциклопедичний словник / За загал. ред. І. А. Климишина, А. О. Корсунь. – Львів, 2003. – 548 с.
4. Рябов М. І., Мурніков Б. О., Кабанова Т. І. Словник термінів з радіоастрономії. – Одеса: ОНУ, 2017. – 138 с.

Додаткова

1. Мурніков Б. О., Кабанова Т. І. Обробка радіоастрономічних спостережень // Методичні вказівки для студентів фізичного факультету спеціальності «астрономія». – Одеса: ОНУ, 2018. – 20 с.

3. Мурніков Б. О., Кабанова Т. І. Визначення густини потоку залишків спалахів наднових у радіодіапазоні // Методичні вказівки для студентів фізичного факультету спеціальності «астрономія». – Одеса: ОНУ, 2018. – 36 с.

Електронні інформаційні ресурси

1. <http://dspace.onu.edu.ua/>
2. phys.onu.edu.ua
3. https://ned.ipac.caltech.edu/level5/Cambridge/Cambridge1_2.html
4. The spectra of radio sources in the revised 3C catalogue. <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-ref?querymethod=bib&simbo=on&submit=submit+bibcode&bibcode=1969ApJ...157...1K>
5. <https://ned.ipac.caltech.edu/>

ОЦІНЮВАННЯ

Навчальна дисципліна «Радіоастрономія» оцінюється за 100-бальною шкалою.

Методи поточного контролю: Поточний контроль здійснюється за результатами виконання всіх лабораторних робіт студентів. Студент повинен виконати всі лабораторні роботи. За виконання розрахунків та оформлення роботи згідно вимог методичних вказівок до лабораторних робіт нараховується 6 балів за кожну роботу. При захисті роботи, за кожну правильну відповідь на запитання додається 2 бали. За неповну відповідь, відповідь, що містить несуттєві помилки додається 1 бал. За неправильну відповідь, або її відсутність бали не додаються. Максимальна кількість балів за лабораторну роботу не повинна перевищувати 10 балів. При виставленні підсумкової оцінки береться сума оцінок за всіма лабораторними роботами. Результати завдань самостійної роботи оцінюються за відповідями на контрольні запитання та правильно виконаними обчисленнями. Результати індивідуального завдання представляються у вигляді доповіді (7-10 хв.), що супроводжується презентацією (6-8 слайдів). Критеріями оцінювання є: повнота представленого матеріалу, якість доповіді та презентації, відповідей на запитання викладача та однокурсників. Оцінюється також активність студента в процесі занять: усне опитування, написанні звітів до лабораторних робіт, оцінювання доповідей, рефератів, розв'язання ситуаційних задач.

Форми і методи підсумкового контролю: Підсумковий семестровий контроль (залік) проводиться в усній формі у вигляді дискусії з питань теоретичного матеріалу. Критерії оцінювання теоретичного питання:

- повна розгорнута відповідь – 10 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь – 8 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність – 7 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 5 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.

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

Загальна схема нарахування балів

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Підсумковий контроль (залік)	Сума балів		
Змістовний модуль 1 Поточний контроль на лекціях			Контрольна робота	Індивідуальні завдання	Виконання і захист лабораторних робіт	Разом		
T1	T2	T3		14		80	100	
2	2	2	–		24			
Змістовний модуль 2 Поточний контроль на лекціях								
T1	T2	T3			36			
2	2	2						

Додаткові (бонусні) бали (до 10) можуть бути отримані при виконанні і захисті індивідуального завдання студента ІНДЗ (доповідь та мультимедійна презентація за обраними темами).

Самостійна робота студентів. Результати індивідуального завдання представляються у вигляді доповіді (7-10 хв), що супроводжується презентацією (5-7 слайдів). Критеріями оцінювання є: повнота представленого матеріалу, якість доповіді та презентації, відповідей на запитання викладача та однокурсників.

ПОЛІТИКА КУРСУ

Визначається нормативними документами/Положеннями, які є чинними в ОНУ імені І.І.Мечникова (<https://onu.edu.ua/uk/geninfo/official-documents>).

Дедлайн виконання завдань з курсу визначає викладач. В разі поважних причин, перенесення терміну виконання завдань дозволяє викладач. Перескладання заборгованостей – з дозволу деканату.

Кожен студент повинен пам'ятати про академічну доброчесність що забезпечується самостійним виконанням навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю, належним посиланням на джерела інформації у разі виконання творчих робіт, дотриманням норм законодавства про авторське право і суміжні права, наданням достовірної інформації про результати власної наукової діяльності.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнуті до академічної відповідальності згідно Положенню про академічну доброчесність в ОНУ імені І.І.Мечникова. (<https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/documents/acad-dobrochesnost.pdf>).

Відвідування занять для студента 4-го курсу є обов'язковим, як і своєчасний прихід на заняття.