

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

Силабус курсу

Фізичні змінні та подвійні зорі

Обсяг	4 кредити, 120 год.
Семестр, рік навчання	7 семестр, 4-й рік навчання
Дні, час, місце	четвер, 10.00, НДІ Астрономічна обсерваторія ОНУ імені І.І.Мечникова, парк Шевченка,
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 спостережний базис фізики та еволюції зір.

Вивченню дисципліни «Фізичні змінні та подвійні зорі» передують курси «Загальна астрономія», «Прилади та методи астрофізики», «Загальна астрофізика», «Фізика космічних об'єктів та середовищ», «Небесна механіка». Знання курсу «Фізичні змінні та подвійні зорі» закладає основи для подальшого вивчення дисциплін «Теоретична астрофізика та МГД», та циклу спеціальних дисциплін за вибором студента.

Метою викладання навчальної дисципліни «Фізичні змінні та подвійні зорі» є ознайомлення студентів із основними типами і класами фізичних змінних зір та подвійних і змінних/подвійних зір. Ці об'єкти надзвичайно важливі для астрофізики, зокрема для визначення фізичних параметрів окремих зір та теорії еволюції зір.

Результати навчання забезпечують можливості: *знати:* фізичні характеристики зір та зміни характеристик за часом; спектральну класифікацію зір; основні типи змінних зір; класифікацію змінних та подвійних зір, систему позначень зір; методи дослідження змінних та подвійних зір; особливості спостережень та їхньої обробки змінних зір різних типів; основні характеристики різних типів змінних та подвійних зір; фізичні механізми, що спричиняють спостережувані явища; розподіл змінних зір у Галактиці; відповідність різних типів фізичної змінності стадіям еволюції зір різних мас та хімічного складу; подвійні та ієрархічні системи, важливість вивчення саме подвійних зір; різні класифікації подвійних зір; роль подвійних зір у визначенні відстаней та мас зір; роль подвійних зір у визначенні обертання та розподілу яскравості по диску зір; роль переносу масі у еволюції зір у тісних парах; еволюцію та роль змінних і подвійних зір у хімічній еволюції Всесвіту; *вміти:* проводити прості спостереження змінних зір; складати програму спостережень, враховуючи тип змінності, умови видимості у конкретному місті, параметри спостережної апаратури; здійснювати обробку спостережень змінних зір та будувати сезонні та/або середні криві блиску; визначати моменти максимумів/мінімумів за даними спостережень; розрізняти найпоширеніші типи змінних зір за кривою блиску; визначати/уточнювати період змінності за даними власних спостережень та літературними джерелами; знаходити елементи подвійних систем; оцінювати кількість речовини, що переноситься у тісних подвійних системах; оцінювати еволюційні характеристики тісних взаємодіючих подвійних зір.

ОПИС КУРСУ

Форми і методи навчання

Курс буде викладений у формі лекцій (40 год.), практичних робіт (20 години), організації самостійної роботи студентів (60 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 практичних занять використовуються наступні методи навчання частково-пошуковий, або евристичний метод; дослідницький, при захисті індивідуальних завдань використовується дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод (студент опановує літературу за вказаною темою), за темою ІНДЗ робить презентацію та доповідь).

Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Фізичні змінні зорі

Тема 1. Методи дослідження змінних зір. Історія відкриття і позначення змінних зір. Спостережні прояви змінності зір. Криві блиску як головна ознака типу змінності. Класифікація змінних зір. Позначення змінних зір. ЗКЗЗ як джерело інформації про змінні зорі. Каталоги кривих блиску змінних зір.

Тема 2. Пульсуючі зорі. Зорі, що пульсують на діаграмі спектр – світність. Смуга нестабільності. Причини пульсацій. Еволюційні треки зір різної маси, виникнення та затухання пульсацій у ході еволюції.

Тема 3. Фізичні параметри зір, що пульсують. Визначення радіусів пульсуючих зір (метод Бааде-Весселінка). Класичні цефеїди. Цефеїди сферичної складової Галактики (W Діви). Залежність період – світність. Інші статистичні залежності.

Тема 4. Інші типи зір, що пульсують. Зорі типу RR Ліри. Ефект Блажко. Зорі типу δ Щита. Зорі із нерадіальними пульсаціями. Зорі типу β Цефея. Пульсації білих карликів. Залежність період – світність для інших типів пульсуючих змінних. Інші статистичні залежності.

Тема 5. Довгоперіодичні та напівправильні пульсуючі змінні зорі. Міриди. Напівправильні змінні. Довгоперіодичні пульсуючі зорі. Зорі типу RV Тельця. Переключення періодів пульсацій. Джерела випромінювання, будова та подальша еволюція довгоперіодичних пульсуючих зір.

Тема 6. Еруптивні змінні. Зорі типу UV Кита – найпоширеніший тип змінних у нашій Галактиці. Оріонові змінні (фуори, T Тельця). Антіспалахи: зорі типу R Північної Корони.

Тема 7. Катаклізмичні зорі. Нові зорі. Основні типи. Спостережні прояви. Новоподібні та повторні зорі. Зорі типу U Близнят. Зв'язок спалахів з подвійністю зір, що спалахують.

Тема 8. Змінність, що пов'язана з акрецією. Поляри. Роль магнітного поля у переносі речовини. Симбіотичні зорі. Рентгенівські змінні.

Тема 9. Наднові зорі.

Класифікація наднових. Фізичні причини спалахів. Еволюція наднових після спалаху. Значення наднових в еволюції та вивченні Всесвіту.

Тема 10. Молоді зорі.

Нестабільність на початкових стадіях зоряної еволюції. Зорі типу Т Тельця. Зорі, що спалахують.

Тема 11. Інші типи еруптивних зір.

Зорі типів S Золотої Риби і γ Кассіопеї. Магнітні змінні. Пульсари як особливий тип змінності.

Тема 12. Обертальні змінні. Походження обертальної змінності. Зоряні плями та зміни блиску. Зорі типу ВУ Дракона. Змінні типу α^2 Гончих Псів. Еліпсоїдальні змінні.

Змістовий модуль 2. Подвійні зорі.

Тема 1. Класифікація подвійних та кратних систем. Історія дослідження подвійних зір. Візуально-подвійні зорі. Класифікація подвійних зір за методом відкриття. Класифікація подвійних зір за фізичними параметрами системи. Особливості кратних систем.

Тема 2. Параметри орбіти подвійної системи. Роль подвійних зір у визначенні мас зір. Елементи орбіти візуально-подвійної зорі, спостереження та вимірювання візуально-подвійних зір, позиційний кут, видима та істинна орбіти, метод Цвирса визначення елементів орбіти.

Тема 3. Спектрально-подвійні зорі. Криві променевої швидкості, метод Леман-Фільєса визначення елементів орбіти спектрально-подвійної зорі. Приклади кривих променевих швидкостей зір в залежності від положення та ексцентриситету орбіти. Гамма-вісь спектрально-подвійної зорі. Обмеження на кількість параметрів, що можна визначити для різних типів подвійних зір.

Тема 4. Затемнювано-подвійні зорі.

Типи затемнень. Обмеження на можливість спостерігати затемнення у подвійній системі. Типи: Алголя, β Ліри та W Великої Ведмедиці. Фотометричні фази затемнення. Метод Рессела визначення елементів орбіт.

Тема 5. Сучасні методи одночасного визначення параметрів компонентів подвійних систем та елементів орбіт затемнюваних подвійних систем. Атласи типових кривих блиску у різних фотометричних смугах.

Тема 6. Тісні взаємодіючі зоряні пари. Критерій тісної подвійної системи (ТПС), зв'язок з еволюцією зір у системи. Особливості кривих блиску. Ефект перевипромінювання.

Тема 7. Перенос речовини у ТПС. Парадокс Алголя. Перенос речовини та варіації періодів ТПС. Аналіз кривих О – С визначення та Синхронізація обертання. Зменшення ексцентриситету.

Тема 8. Інші типи затемнень. Затемнення у системах з акреційними дисками. Системи з темними супутниками.

14. Рекомендована література

Основна

1. Александров Ю.В., Шевченко В.Г. Астрофізика. Підручник для студентів спеціальності "Фізика та астрономія" класичних університетів. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2016. 252 с. ISBN 978-966-285-315-5.
Режим доступу:
https://www.researchgate.net/profile/V-Shevchenko-4/publication/325538438_Astrophysics/links/5f4f69d7a6fdcc9879c03c9d/Astrophysics.pdf
2. Андрієвський С.М., Кузьменков С.Г., Захожай В.А., Климишин І.А. Загальна астрономія. Харків: ПромАрт, 2019. 524 с. ISBN 978-617-7634-37-8
Режим доступу
<http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/23748>
3. Астрономічний енциклопедичний словник / За загал. ред. І. А. Климишина, А. О. Корсунь. – Львів, 2003. – 548 с. Режим доступу:
<https://astro.lnu.edu.ua/astro/>.

Додаткова

1. Александров Ю. В. Астрофізика / Навчальний посібник. – Харків, 2014. – 216 с.
2. Климишин І. А., Гарбузов Г. О., Мурніков Б. О., Кабанова Т. І. Астрономія / Навчальний посібник. – Одеса: «Астропринт», 2012. – 352 с. <http://astro-observ-odessa0.1gb.ua/index.php?go=Content&id=112>
3. Каретніков В. Г., Мурніков Б. О., Кабанова Т. І. Спектральна класифікація зір // Методичні вказівки для студентів фізичного факультету спеціальності «астрономія». – Одеса: Астропринт, 2015. – 28с.
4. Кузьменков С. Г., Зорі. Астрофізичні задачі з розв'язаннями / Навчальний посібник. – Київ: Освіта України, 2010. – 206 с.
5. Мурніков Б. О. Класифікація змінних зір // Методичні вказівки. – Одеса: «Астропринт», 2020. – 44 с.

6. Панько О. О., Сергієнко О. Г. Загальна астрономія / Навчальний посібник. – Одеса: ОНУ, 2020. – 128 с.

15. Електронні інформаційні ресурси

1. <http://dspace.onu.edu.ua/>
2. phys.onu.edu.ua
3. Загальний каталог змінних зір, електронне видання GCVS.
4. SIMBAD Astronomical Database - CDS (Strasbourg)
<http://simbad.cds.unistra.fr/simbad/>
5. The VizieR service: <https://cdsarc.cds.unistra.fr/cgi-bin/cat>
6. The American Association of Variable Star Observers (AAVSO):
<https://www.aavso.org/>
7. Binary Maker 3: <http://www.binarymaker.com>
8. CALEB On-Line Database: <http://www.binarymaker.com/>
9. OGLE Atlas of Variable Star Light Curves.
<http://ogle.astrouw.edu.pl/atlas/index.html>

ОЦІНЮВАННЯ

Навчальна дисципліна «Фізичні змінні та подвійні зорі» оцінюється за 100-бальною шкалою.

Методи поточного контролю: Поточний контроль здійснюється за результатами виконання практичних завдань за змістовними модулями, захисту індивідуального завдання. Оцінюється також активність студента в процесі занять: усне опитування на лекції, розв'язання практичних задач. Студент повинен виконати всі практичні заняття. За виконання розрахунків та оформлення результатів нараховується до 5 балів за кожне заняття. За помилки в обчисленнях або у виведенні формул знімається до 3 балів. При виставленні підсумкової оцінки за семестр береться сума всіх оцінок.

Форми і методи підсумкового контролю: Підсумковий семестровий контроль (іспит) проводиться в усній формі. На заліку студенту пропонуються 2 теоретичних питання, яке оцінюється окремо за 10 бальною шкалою. Екзаменаційний білет містить два теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо за 15 бальною шкалою.

Критерії оцінювання екзаменаційного питання:

- повна розгорнута відповідь – 15 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь – 12 балів;

– повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність – 10 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;

– неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 8 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 здобувач отримав на заліку/іспиті, є сумою балів, що були отримані за кожне теоретичне питання.

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

Загальна схема нарахування балів

9. Методи навчання

Під час вивчення навчальної дисципліни використовують такі форми роботи – лекція, практичне заняття, самостійна робота.

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 практичних занять використовуються наступні методи навчання частково-пошуковий, або евристичний метод; дослідницький, при захисті індивідуальних завдань використовується дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод (студент опановує літературу за вказаною темою), за темою ІНДЗ робить презентацію та доповідь).

10. Форми контролю та методи оцінювання

Поточний контроль здійснюється за результатами виконання практичних завдань за змістовними модулями, захисту індивідуального

завдання. Оцінюється також активність студента в процесі занять: усне опитування на лекції, розв'язання практичних задач. Підсумковий контроль: 7 семестр – іспит.

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи

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

Критерії оцінювання виконання практичних завдань.

Студент повинен виконати всі практичні заняття. За виконання розрахунків та оформлення результатів нараховується до 5 балів за кожне заняття. За помилки в обчисленнях або у виведенні формул знімається до 3 балів. При виставленні підсумкової оцінки за семестр береться сума всіх оцінок.

Критерії оцінювання підсумкового контролю

Підсумковий семестровий контроль (іспит) проводиться в усній формі. На заліку студенту пропонуються 2 теоретичних питання, яке оцінюється окремо за 10 бальною шкалою. Екзаменаційний білет містить два теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо за 15 бальною шкалою.

Критерії оцінювання екзаменаційного питання:

- повна розгорнута відповідь – 15 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь – 12 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність – 10 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;

– неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 8 балів,

за кожен 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 здобувач отримав на заліку/іспиті, є сумою балів, що були отримані за кожне теоретичне питання.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю за шкалою, що наведена нижче (п.12).

Загальна схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання						Підсумковий контроль (залік)	Сума балів				
						Контрольна робота	Індивідуальні завдання	Практичні заняття	Разом		
Змістовний модуль 1 Поточний контроль на лекціях											
T1	T2	T3	T4	T5	T6			25	70	30	100
1	1	1	1	1	1						
T1	T2	T3	T4	T5	T6						
1	1	1	1	1	1						
Змістовний модуль 2 Поточний контроль на лекціях											
T1	T2	T3	T4					25			
1	1	1	1								
T1	T2	T3	T4								
1	1	1	1								

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 посиленням 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.