

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

**Силабус курсу**

**Прилади та методи астрофізики**

Обсяг	3 кредити, 90 год.
Семестр, рік навчання	4 семестр, 2-й рік навчання
Дні, час, місце	Вівторок, 13.00, ауд.30, Пастера 42
Викладач (-і)	проф. Панько О.О.
Контактний телефон	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](mailto:panko.elena@onu.edu.ua); Viber; очні зустрічі (Номер телефону ТІЛЬКИ для контакту у Viber).

**АНОТАЦІЯ КУРСУ**

**Метою** навчальної дисципліни «Прилади та методи астрофізики» є загальне ознайомлення із приборами та методами астрофізичних досліджень: будовою та оптичними схемами класичних телескопів, методами врахування проблем, що виникають у реальних системах; будовою та задачами неоптичних телескопів; основними приймачами випромінювання та методами роботи з кожним з них, основними фотометричними системами, спектральними приборами. Крім того, знання, що отримують студенти є основою для отримання спостережень (експериментальні дані) при виконанні наукових досліджень, у тому числі при підготовці кваліфікаційних робіт.

**Завдання:**

- ознайомити студентів першого рівня вищої освіти з особливостями отримання спостережного матеріалу в астрофізичних дослідженнях;
- сформувані навички оцінки можливостей астрономічного обладнання;
- сформувані навички розв'язування теоретичних задач та практичних завдань астрофізики.

## ОПИС КУРСУ

### *Форми і методи навчання*

Курс буде викладений у формі лекцій (20 год.), лабораторних робіт (24 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 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*

#### **Змістовний модуль 1. Прилади та інструменти астрофізики.**

##### **Тема 1. Предмет та задачі практичної астрофізики. Основи теорії оптичних систем.**

Предмет та задачі практичної астрофізики.

Переломлення і відбиток на межі двох середовищ, побудова зображення. Діаметр, фокальна відстань, відносний отвір. Аберації оптичних систем: хроматична, сферична, астигматизм, кривина поля, дистрофія. Він'єтування поля зору. Параметр об'єктива: масштаб, роздільна здатність, проникла сила, зв'язок з діаметром та фокальною відстанню.

##### **Тема 2. Телескопи.**

Рефрактори. Хід променів у рефракторі. Збільшення. Розрахунок дволінзового ахромата. Різні системи дволінзового астрономічного об'єктива.

Рефлектори. Оптичні схеми, еквівалентна фокальна відстань. Фокуси: головний та Ньютона. Схеми Кассегрена, Грегорі, Несміта, куде. Відбиваючий шар дзеркала. Системи контролю якості оптики.

Дзеркально-лінзові (катадіоптричні) системи. Система Шмідта та її теорія. Система Максудова та її принципи. Системи Аргунова, Росса, Зоммерфельда. Лінзові системи, що випрямляють поле. Апланатична система Річі-Кретьєна. Астрокамери.

### **Тема 3. Вплив атмосфери, фактори астроклімату.**

Турбуленція земної атмосфери. Оцінка якості зображення по шкалі Данжона. Рефракція. Поглинання світла в земній атмосфері. Фактори астроклімату, використання гідру та інші можливості забезпечення підвищення проникної сили телескопу.

### **Тема 4. Спостереження Сонця.**

Сонячні інструменти: баштові і горизонтальні сонячні телескопи, целостат. Полярні сонячні телескопи. Корonoграфи Ліо і Прокоф'єва, хромосферний телескоп, спектрогеліограф, спектрорегістратор швидкостей, магнітограф, магнітометр. Шляхи підвищення роздільної здатності сонячного телескопа.

### **Тема 5. Радіотелескопи, космічні телескопи, телескопи інших принципів.**

Антенна, детектори. Принцип оборотності, ефективна поверхня діаграми напрямленості та роздільна здатність антени. Двоантенний радіоінтерферометр. Спостереження протяжних джерел двоантенним радіоінтерферометром. Багатоантенні інтерферометри. Синтетичні антени. Кореляційні пристрої.

Рентгенівський і гамма-телескопи. Нейтринні телескопи. Телескопи реєстрації космічних частинок. Гравітаційні детектори. Телескопи Габбл та Джеймс Уебб.

### **Тема 6. Приймачі випромінювання.**

Приймачі випромінювання і їхні загальні характеристики: загальна та спектральна чутливість, гранична чутливість (поріг чутливості) квантовий вихід, контрастна чутливість, роздільна здатність за часом і по полю. Око як приймач випромінювання. Фотоплівка як приймач випромінювання. Характеристична крива і її основні характеристики. Системи оцінки чутливості. Фотоелектричні приймачі: фотоелектричний помножувач, електронно-оптичний перетворювач, камера Лаллемана, спектракон.

ПЗЗ-приймачі випромінювання. Неселективні приймачі: болометри і радіометри. Спектральні приймачі для реєстрації інфрачервоного, ультрафіолетового, гама- та нейтринного випромінювання.

### **Тема 7. Світлофільтри та поляроїди.**

Світлофільтри, загальні характеристики. Широкосмугові та середнесмугові світлофільтри. Вузькосмугові світлофільтри. Інтерферометр Фабрі-Перо. Інтерференційні фільтри й інтерференційно-поляризаційні світлофільтри. Поляроїди. Параметри Стокса, спрощена система - ступінь поляризації і кут поляризації. Способи виміру поляризації. Оцінка точності поляриметричних вимірювань.

### **Тема 8. Спектральні прилади.**

Спектрографи з призмами та дифракційними ґратами. Безщілинний спектрограф і об'єктивна призма. Кутова і лінійна дисперсія. Дисперсійна крива спектрального приладу. Спектральна роздільна здатність. Ешелеспектрографи. Інтерференційні спектральні прилади. Фур'є-спектрометр; основні співвідношення.

## **Змістовний модуль 2. Методи астрофізичних досліджень.**

### **Тема 1. Астрофотометрія, її задача і принципи.**

Відносна й абсолютна фотометрія. Астрономічна система фотометричних величин і її зв'язок із фізичною. Фізична сутність формули Погсона. Нуль-пункт шкали зоряних величин. Візуальна астрофотометрія. Методи Аргеландера, Піккерінга, Нейланда-Блажко оцінки зоряних величин. Особиста, випадкова і систематична помилки, їхня оцінка й облік. Оцінка точності результатів.

Фотографічна фотометрія протяжних і точкових об'єктів. Методи стандартизації. Фотометричні ефекти, помилки поля. Джерела похибок і заходи для ослаблення їхнього впливу. Оцінка точності результатів.

Фотоелектрична фотометрія. Освітленості: вимір потоків і освітленостей, точність вимірів. Джерела помилок і методи ослаблення їхнього впливу. Контроль чутливості і нуль-пункт шкали.

ПЗЗ-фотометрія.

### **Тема 2. Фотометричні системи та стандарти.**

Системи зоряних величин: болометрична, Міжнародна багатокольорова. Фотометричні стандарти. Методи врахування атмосферної екстинкції при високоточних фотометричних роботах. Колориметрія. Інтерпретація даних багатокольорової фотометрії (колориметрія): показник кольору.

Основні фотометричні системи, оцінка розподілу енергії в спектрі, визначення температур. Фотометричні каталоги і перехід від системи одного каталогу до системи іншого.

### **Тема 3. Астроспектрофотометрія.**

Методи реєстрації спектра: спектрограма, реєстрограма, цифровий запис. Спектр порівняння для визначення довжин хвиль і відбиток спектрофотометричної шкали і спектрофотометричного стандарту. Фотометрія неперервного спектра та спектральних ліній. Фотометричний шум. Контур спектральної лінії; інструментальний контур і його облік. Еквівалентна ширина ліній. Крила ліній. Інтерпретація спектральних спостережень: визначення хімічного складу небесних тіл, визначення температур: яскравісної, колірної та іонізаційної, дослідження фізичного стану речовини, магнітних полів, променевих швидкостей осьового обертання. Спектральні паралакси. Спектрофотометричні каталоги.

### **Рекомендована література**

#### **Основна**

1. Андрієвський С. М., Кузьменков С. Г., Захожай В. А., Климишин І. А. Загальна астрономія / Підручник для вищих навчальних закладів. – Харків, 2019. – 523 с.
2. Панько О. О., Сергієнко О. Г. Загальна астрономія / Навчальний посібник. – Одеса: ОНУ, 2020. – 128 с.
3. Васюра А. С., Павлов С. В., Прокопова М. О. та ін. Адаптивна оптика / навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 281 с.

#### **Додаткова**

1. Климишин І. А., Гарбузов Г. О., Мурніков Б. О., Кабанова Т. І. Астрономія / Навчальний посібник. – Одеса: Астропринт, 2012. – 352 с.
2. Каретніков В. Г., Мурніков Б. О., Кабанова Т. І. Визначення довжин хвиль в спектрах небесних тіл // Методичні вказівки для студентів фізичного факультету спеціальності «астрономія». – Одеса: Астропринт, 2015. – 16 с.

3. Каретніков В. Г., Мурніков Б. О., Кабанова Т. І. Спектральна класифікація зір // Методичні вказівки для студентів фізичного факультету спеціальності «астрономія». – Одеса: Астропринт, 2015. – 28 с.
4. Рябов М. І., Мурніков Б. О., Кабанова Т. І. Словник термінів з радіоастрономії. – Одеса: ОНУ, 2017. – 138 с.
5. Івченко В. М., Решетник В. М. Радіоастрономія / Навчальний посібник для студентів фізичного факультету. – Київ, 2021. – 246 с.

## **ОЦІНЮВАННЯ**

Навчальна дисципліна «Прилади та методи астрофізики» 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 4 балів за кожне заняття. За помилки в обчисленнях або у виведенні формул знімається до 3 балів. За більш об'ємні завдання 6-го семестру нараховується до 7 балів та відповідно знімається до 3 балів. При виставленні підсумкової оцінки за семестр береться сума всіх оцінок.

### **Форми і методи підсумкового контролю:**

Підсумковий семестровий контроль (залік, 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 кожен 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.

### Загальна схема нарахування балів

#### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання								Сума балів			
Змістовний модуль 1 Поточний контроль на лекціях								Контрольна робота	Індивідуальні завдання	Виконання і захист лабораторних робіт	100
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8				
2	2	2	2	1	1	2	2	10	–	30	
Змістовний модуль 2 Поточний контроль на лекціях											
Т1		Т2		Т3							
2		2		2				10	10	20	

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 3-го курсу є обов'язковим, як і своєчасний прихід на заняття.