

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І.МЕЧНИКОВА
Кафедра фізики та астрономії



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи

Вересня

2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Прилади та методи астрофізики

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| Рівень вищої освіти | перший (освітньо-професійний) |
| Галузь знань | 10 – Природничі науки |
| Спеціальність | 104 - Фізика та астрономія |
| Освітньо-професійна програма | Фізика та астрономія |

ОНУ
Одеса
2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Прилади та методи астрофізики». – Одеса: ОНУ, 2023. – 20 с.

Розробник: Панько Олена Олексіївна, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики та астрономії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики та астрономії ФМФІТ

Протокол № 1 від «1» вересня 2023 р.

Завідувач кафедри



Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ

Погоджено із гарантом ОПІ «Фізика та астрономія»  Юрій НІЦУК

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) факультету математики, фізики та інформаційних технологій

Протокол № 1 від «6» вересня 2023 р.

Голова НМК



Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

Протокол № 1 від «29» 08 20 24 р.

Завідувач кафедри



(Володимир Гоцульський)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

Протокол № ___ від «___» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

(_____)

1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників | Галузь знань, Спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти | Характеристика навчальної дисципліни |
|---|---|--------------------------------------|
| | | Очна (денна) форма навчання |
| Загальна кількість кредитів – 3 годин – 90 змістовних модулів – 2 | Галузь знань 10 – Природничі науки Спеціальність: 104 – Фізика та астрономія Рівень вищої освіти: <u>Перший (освітньо-професійний)</u> | Вибіркова дисципліна |
| | | Рік підготовки: |
| | | 2-й |
| | | Семестр |
| | | 4-й |
| | | Лекції |
| | | 20 год. |
| | | Практичні, семінарські |
| | | 0 год. |
| | | Лабораторні |
| | | 24 год. |
| | | Самостійна робота |
| | | 46 год. |
| Форма підсумкового контролю: залік | | |

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

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;
- сформулювати навички оцінки можливостей астрономічного обладнання;
- сформулювати навички розв'язування теоретичних задач та практичних завдань астрофізики.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з практичної астрофізики у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрофізики і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- К01.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- К02.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- К03.** Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- К04.** Здатність бути критичним і самокритичним.
- К05.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові) компетентності:

- К16.** Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.
- К17.** Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.
- К18.** Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.
- К19.** Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.
- К20.** Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.
- К21.** Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.
- К22.** Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.
- К23.** Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.
- К24.** Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.
- К25.** Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.
- К26.** Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.
- К27.** Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.
- К28.** Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

K29. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та і формальну освіту.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

знати:

- оптичні схеми телескопів видимого діапазону електромагнітного спектру;
- механічну будову телескопів;
- особливості спостережень Сонця;
- принципи роботи радіотелескопів;
- не-електромагнітні телескопи, їхні задачі та досягнення;
- вплив атмосфери на якість спостережного матеріалу;
- прилади для спектральних спостережень;
- приймачі випромінюванням, їхні характеристики;
- світлофільтри та їх використання;
- шкали зоряних величин, показник кольору;
- фотометричні системи, зв'язок інструментальної та стандартної системи;
- методи стандартизації фотометричних досліджень;
- методи реєстрації спектру;
- фотометрію неперервного спектра та спектральних ліній;
- принципи поляриметричних спостережень.

вміти:

- визначати основні характеристики телескопів;
- визначати збільшення телескопу за вимірюваннями;
- оцінювати якість спостережень за допомогою конкретного комплексу телескоп/світлофільтр/приймач випромінювання;
- оцінювати втрати світла в оптиці телескопу;

- оцінювати якість зображення зір та вплив атмосфери;
- користуватися фотометричними каталогами;
- визначати коефіцієнти зв'язку інструментальної та стандартної фотометричної системи;
- визначати параметри спектральних ліній.

Програмні результати навчання:

ПР01. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення астрономії та астрофізики для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з астрономії та астрофізики.

ПР02. Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.

ПР05. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.

ПР08. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.

ПР24. Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій.

3. 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'єктиву: 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-Крет'єна. 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 гіду 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. Фотоплатівка 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. Широкопasmові та середнеспasmові світлофільтри. Вузкопasmові 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.

4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | |
|--|-----------------|--------------|---|-----|------|-------|
| | денна форма | | | | | |
| | ус бо го | у тому числі | | | | |
| | | л | п | Лаб | інд. | с. р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Змістовний модуль 1. Прилади та інструменти астрофізики | | | | | | |
| Тема 1. Предмет та задачі практичної астрофізики. Основи теорії оптичних систем. | 8 | 2 | | | | 6 |
| Тема 2. Телескопи. | 10 | 2 | | 4 | | 4 |
| Тема 3. Вплив атмосфери, фактори астроклімату. | 7 | 1 | | 4 | | 2 |
| Тема 4. Спостереження Сонця. | 7 | 1 | | | | 6 |
| Тема 5. Радіотелескопи, космічні телескопи, телескопи інших принципів. | 8 | 2 | | | | 6 |
| Тема 6. Приймачі випромінювання. | 8 | 2 | | | | 6 |
| Тема 7. Світлофільтри та поляроїди. | 8 | 2 | | | | 6 |
| Тема 8. Спектральні прилади. | 8 | 2 | | 4 | | 2 |
| Разом за змістовних модулем 1 | 64 | 14 | | 12 | | 36 |

| Змістовний модуль 2. Методи астрономічних досліджень. | | | | | | |
|--|-----------|-----------|--|-----------|--|-----------|
| Тема 1. Астрофотометрія, її задача і принципи. | 4 | 2 | | | | 2 |
| Тема 2. Фотометричні системи та стандарти. | 10 | 2 | | 4 | | 4 |
| Тема 3. Астроспектрофотометрія. | 12 | 2 | | 8 | | 2 |
| Разом за змістовим модулем 2 | 26 | 6 | | 12 | | 10 |
| Усього годин | 90 | 20 | | 24 | | 46 |

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені навчальним планом.

7. Теми лабораторних робіт

| № | Назва теми | Кількість годин |
|----------|--|------------------------|
| 1. | Втрати світла в оптиці телескопа | 4 |
| 2. | Вплив атмосфери на якість спостережень | 4 |
| 3. | Оцінка якості оптики та обчислення технічної сталої об'єктиву. | 4 |
| 4. | Зв'язок інструментальної та стандартної фотометричної системи за ПЗЗ кадром. | 4 |
| 5. | Визначення параметрів спектральних ліній. | 8 |
| | Усього годин | 24 |

8. Завдання для самостійної роботи

| № | Назва теми/Питання для підготовки, завдання | Кількість годин |
|-----|--|-----------------|
| 1. | Розрахунок дволінзового ахромата. | 2 |
| 2. | Вплив земної атмосфери на зображення. Турбуленція земної атмосфери. Рефракція, диференційна рефракція. | 2 |
| 3. | Вивчення фотосфери, хромосфери та корони Сонця. | 2 |
| 4. | Принципи роботи радіоінтерферометрів. | 2 |
| 5. | Система MAGIC | 2 |
| 6. | Нейтринні телескопи | 2 |
| 7. | Гравітаційні спостереження. | 2 |
| 8. | Дистанційні спостереження. | 2 |
| 9. | Світлофільтри. | 2 |
| 10. | Призменні спектрографи в астрофізиці. | 2 |
| 11. | Дифракційні спектрографи в астрофізиці. | 2 |
| 12. | Ешеле спектрографи. | 2 |
| 13. | Визначення зоряних величин зі спостережень | 2 |
| 14. | Фотометричні каталоги, перехід від системи одного каталогу до системи іншого. | 4 |
| 15. | Визначення довжин хвиль за спектром порівняння | 4 |
| 16. | Якісний спектральний аналіз. | 2 |
| 17. | Контур спектральної лінії; інструментальний контур і його облік. Еквівалентна ширина ліній. Крила ліній. | 2 |
| 18. | Інтерпретація спектральних спостережень. | 2 |
| | Разом | 46 |

9. Методи навчання

Під час вивчення навчальної дисципліни використовують такі форми роботи – лекція, лабораторні роботи та 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 самостійної роботи, при виконанні лабораторних робіт використовується дослідницький метод (студент опановує літературу за вказаною темою, виконує завдання, за темою ІНДЗ робить презентацію та доповідь).

10. Форми контролю та методи оцінювання

Поточний контроль здійснюється за результатами виконання 5 контрольних робіт за змістовними модулями, захисту індивідуального завдання. Оцінюється також активність студента в процесі занять: усне опитування на лекції, творчий підхід до виконання завдань для самостійної роботи.

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт

Студент повинен виконати всі лабораторні роботи. За виконання розрахунків та оформлення роботи згідно вимог методичних вказівок до лабораторних робіт нараховується 5 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 сума оцінок за всіма лабораторними роботами.

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи

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.

11. Питання для поточного контролю

1. Основи теорії оптичних систем. Переломлення і відбиток на межі двох середовищ, побудова зображення. Аберації оптичних систем.
2. Рефлектор, оптична схема. Можливості та недоліки.
3. Рефрактор, оптичні схеми. Можливості та недоліки.
4. Система Шмідта та її теорія. Лінзові системи, що випрямляють поле.
5. Система Максутова та її принципи.
6. Сонячні інструменти: баштові і горизонтальні сонячні телескопи, целостат.
7. Корonoграфи Ліо і Прокоф'єва, хромосферний телескоп, спектрогеліограф, спектрорегістратор швидкостей, магнітограф, магнітометр. Шляхи підвищення роздільної здатності сонячного телескопа.
8. Турбуленція земної атмосфери. Оцінка якості зображення по шкалі Данжона.
9. Поглинання світла в земній атмосфері. Проникна сила телескопа, фактори астроклімату, використання гідру та інші можливості забезпечення підвищення проникної сили телескопу.
10. Прості радіотелескопи. Антена, детектори. Принцип оборотності, ефективна поверхня діаграми напрямленості та роздільна здатність антени

11. Багатоантенні інтерферометри. Синтетичні антени. Кореляційні пристрої. Астрометрична інтерференційна система. Рентгенівський і гамма-телескопи.
12. Призмений спектрограф, принцип роботи. Кутова і лінійна дисперсія. Дисперсійна крива спектрального приладу. Роздільна здатність.
13. Дифракційний спектрограф. Ешелє спектрограф.
14. Безщілинний спектрограф і об'єктивна призма.
15. Інтерференційні спектральні прилади.
16. 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.
17. Око як приймач випромінювання.
18. Фотоплатівка як приймач випромінювання. Характеристична крива і її основні характеристики. Системи оцінки чутливості.
19. Фотоелектричні приймачі: фотоелектричний помножувач, електронно-оптичний перетворювач, камера Лаллемана, спектракон. Телевізійні системи для астрономічних цілей. Система ЕОП плюс телевізійна трубка.
20. ПЗЗ - приймачі випромінювання.
21. Неселективні приймачі: болометри і радіометри. Спектральні приймачі для реєстрації інфрачервоного, ультрафіолетового, гама- та нейтринного випромінювання.
22. 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.
23. Візуальна астрофотометрія. Методи Аргеландера, Піккерінга, Нейланда-Блажко оцінки зоряних величин. Особиста, випадкова і

- систематична помилки, їхня оцінка й облік. Оцінка точності результатів.
24. Фотографічна фотометрія протяжних і точкових об'єктів. Побудова характеристичної кривої по відбитках шкали освітленостей і зоряних зображень. Методи стандартизації. Фотометричні ефекти, помилки поля. Джерела похибок і заходи для ослаблення їхнього впливу. Оцінка точності результатів.
25. Фотоелектрична фотометрія. Освітленості: вимір потоків і освітленостей, точність вимірів. Джерела помилок і методи ослаблення їхнього впливу. Контроль чутливості і нуль-пункт шкали.
26. Системи зоряних величин: болометрична, Міжнародна багатокольорова. Фотометричні стандарти та світлофільтри. Методи обліку атмосферної екстинкції при високоточних фотометричних роботах.
27. Інтерпретація даних багатокольорової фотометрії (колориметрія): показник кольору. Основні фотометричні системи, оцінка розподілу енергії в спектрі, визначення температур.
28. Фотометричні каталоги і перехід від системи одного каталога до системи іншого.
29. Астроспектрофотометрія. Методи реєстрації спектра: спектрограма, реєстрограма, цифровий запис. Спектр порівняння для визначення довжин хвиль і відбиток спектрофотометричної шкали і спектрофотометричного стандарту.
30. Фотометрія неперервного спектра та спектральних ліній. Фотометричний шум. Контур спектральної лінії; інструментальний контур і його облік. Еквівалентна ширина ліній. Крила ліній.
31. Інтерпретація спектральних спостережень: визначення хімічного складу небесних тіл, визначення температур: яскравісної, колірної та іонізаційної, дослідження фізичного стану речовини, магнітних полів, променевих швидкостей осьового обертання.

32.Спектральні паралакси. Спектрофотометричні каталоги.

33.Поляриметрія. Поляроріді в астрономії. Параметри Стокса, спрощена система: ступінь поляризації і кут поляризації. Способи виміру поляризації. Оцінка точності поляриметричних вимірювань.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання | | | | | | | | | Сума балів | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------------|---------------------------|--|--|-----|
| Змістовний модуль 1 Поточний контроль на лекціях | | | | | | | | | Контроль 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 | | |

Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка за національною шкалою | | |
|--|-------------------------------|---|------------|
| | Оцінка ЄКТС | для для екзамену, курсового проекту (роботу), практики | для заліку |
| 90 – 100 | A | відмінно | зараховано |
| 85-89 | B | добре | |
| 75-84 | C | | |
| 70-74 | D | задовільно | |

| | | | |
|-------|----|--------------|---------------|
| 60-69 | Е | | |
| 35-59 | FX | незадовільно | не зараховано |

13. Навчально-методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення: робоча програма навчальної дисципліни, силабус (<https://onu.edu.ua/uk/structure/faculty/fmfit/dystsypliny>), конспекти лекцій; презентації; методичні вказівки, первинний інструктаж з техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт.

14. 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.

15. Електронні інформаційні ресурси

1. <http://dspace.onu.edu.ua/>
2. phys.onu.edu.ua
3. <http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/24055>
4. http://dspace.onu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/32243/1/Paniko_Zag_Astronomy_.pdf
5. <http://www.nao.nikolaev.ua/index.php>
6. <https://www.eso.org/public/about-eso/>