

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



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи

Олександр ЗАПОРОЖЧЕНКО

відмінно

2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ 2.2 «Загальна астрономія. Прилади та методи астрофізики»

Змістовний модуль «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
2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Прилади та методи астрофізики». – Одеса: ОНУ, 2022. – 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 «5» вересня 2022 р.

Завідувач кафедри

Гоцюк

Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ

Погоджено із гарантом ОПП «Фізика та астрономія» Макар Юрій НІЦУК

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

Протокол № 1 від «6» вересня 2022 р.

Голова НМК

Маслєва

Наталя МАСЛЄЄВА

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

Протокол № ____ від «____» 20 ____ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)

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	Галузь знань	Обов'язкова дисципліна
годин – 90	10 – Природничі науки	Рік підготовки:
змістовних модулів – 5	Спеціальність: 104 – Фізика та астрономія	2-й
	Рівень вищої освіти: <u>Перший (освітньо-професійний)</u>	Семестр
		4-й
		Лекції
		20 год.
		Практичні, семінарські
		0 год.
		Лабораторні
		10 год.
		Самостійна робота
		60 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 робот.

Завдання:

- ознайомити студентів першого рівня вищої освіти з особливостями отримання спостережного матеріалу в астрофізичних дослідженнях;
- сформувати навички оцінки можливостей астрономічного обладнання;
- сформувати 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:

- K01.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- K02.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- K03.** Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- K04.** Здатність бути критичним і самокритичним.
- K05.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові) компетентності:

- K16.** Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.
- K17.** Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.
- K18.** Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.
- K19.** Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.
- K20.** Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.
- K21.** Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.
- K22.** Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.
- K23.** Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.
- K24.** Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.
- K25.** Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.
- K26.** Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.
- K27.** Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.
- K28.** 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;
- пристлади 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 класифіковати 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. Аберрації оптичних систем: хроматична, сферична, астигматизм, кривина поля, дистрофія. Він'єтування

поля зору. Параметр об'єктиву: масштаб, роздільна здатність, проника сила, зв'язок з діаметром та фокальною відстанню.

Тема 2. Телескопи.

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

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

Дзеркально-лізлові (катадіоптричні) системи. Система Шмідта та її теорія. Система Максутова та її принципи. Системи Аргунова, Росса, Зоммерфельда. Лізлові 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 гіду та інші можливості забезпечення підвищення проникної сили телескопу.

Тема 4. Спостереження Сонця.

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

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

Антена, детектори. Принцип оборотності, ефективна поверхня діаграми напрямленості та роздільна здатність антени. Двоантенний радіоінтерферометр. Спостереження протяжних джерел двохантенним

радіоінтерферометром. Багатоантенні інтерферометри. Синтетичні антени. Кореляційні пристрой.

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. Широкосмугові та середнесмугові світлофільтри. Вузькосмугові світлофільтри. Інтерферометр Фабрі-Перо. Інтерференційні фільтри та 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 гратами. Безщілинний спектрограф і об'єктивна призма. Кутова і лінійна дисперсія. Дисперсійна крива спектрального приладу. Спектральна роздільна здатність. Ешелен-спектрографи. Інтерференційні спектральні прилади. Фурье-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 вимірювань. 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: спектrogramма, registrограмма, 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: яскравісльної, колірної та іонізаційної, дослідження фізичного стана 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 ьо го	у тому числі				
		л	п	Лаб	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7
їЗмістовний 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		2		6
Тема 3. Вплив атмосфери, фактори астроклімату.	7	1		2		4
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		2		4
Разом за змістовних модулем 1	64	14		6		44

Змістовний модуль 2. Методи астрономічних досліджень.						
Тема 1. Астрофотометрія, її задача і принципи.	6	2				4
Тема 2. Фотометричні системи та стандарти.	10	2		2		6
Тема 3. Астроспектрофотометрія.	10	2		2		6
Разом за змістовим модулем 2	26	6		4		16
Усього годин	90	20		10		60

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	2
2.	Вплив атмосфери на якість спостережень	2
3.	Оцінка якості оптики та обчислення технічної сталої об'єктиву.	2
4.	Зв'язок інструментальної та стандартної фотометричної системи за ПЗЗ кадром.	2
5.	Визначення параметрів спектральних ліній.	2
	Усього годин	10

8. Завдання для самостійної роботи

№	Назва теми/Питання для підготовки, завдання	Кількість годин
1.	Розрахунок дволінзового ахромата.	4
2.	Вплив земної атмосфери на зображення. Турбуленція земної атмосфери. Рефракція, диференційна рефракція.	2
3.	Вивчення фотосфери, хромосфери та корони Сонця.	4
4.	Принципи роботи радіоінтерферометрів.	4
5.	Система MAGIC	2
6.	Нейтринні телескопи	2
7.	Гравітаційні спостереження.	2
8.	Дистанційні спостереження.	2
9.	Світлофільтри.	4
10.	Призмені спектрографи в астрофізиці.	2
11.	Дифракційні спектрографи в астрофізиці.	2
12.	Ешеле спектрографи.	4
13.	Визначення зоряних величин зі спостережень	4
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.	4
18.	Інтерпретація спектральних спостережень.	4
19.	Індивідуальне науково-дослідне завдання (ІНДЗ): Доповідь та мультимедійна презентація за темами:	4

	1. Вивчення спектру Сонця. 2. Типи фотометричних систем. 3. Поляриметричні спостереження.	
	Разом	60

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 обчисленими.

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. Коронографи Ліо і Прокоф'єва, хромосферний телескоп, спектрограф, 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 гіду 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. Ешелон 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) квантovий 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 вимірювань. 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: спектrogramма, registrограмма, 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: яскравистьної, колірної та іонізаційної, дослідження фізичного стана речовини, магнітних полів, променевих швидкостей осьового обертання.
32. Спектральні паралакси. Спектрофотометричні каталоги.
33. Поляриметрія. Поляроїді 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								Контрольна робота	Індивідуальні завдання	Виконання і захист лабораторних робіт	
T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8				
2	2	2	2	1	1	2	2	10	-	30	
Змістовний модуль 2 Поточний контроль на лекціях											100
T1	T2	T3									
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 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	E		
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/dystsyplyny>), 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: Астропrint, 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: Астропrint, 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: Астропrint, 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/>