

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



**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Проректор з науково-педагогічної роботи

Майя НІКОЛАЄВА

*Вересня* 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Загальна астрометрія»**

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

ОНУ  
Одеса  
2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Загальна астрометрія». – Одеса: ОНУ, 2024. – 16 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 ОПП «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 «20» 08 20\_\_ р.

Завідувач кафедри



(Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

Протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_

(Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ)

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, Спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		<b>Очна (денна) форма навчання</b>
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
		<b>Рік підготовки:</b>
		2-й
		<b>Семестр</b>
		3-й
		<b>Лекції</b>
		20 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>
		0 год.
		<b>Лабораторні</b>
		24 год.
		<b>Самостійна робота</b>
		46 год.
		<b>Форма підсумкового контролю:</b>  залік

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Метою** викладання навчальної дисципліни “Загальна астрометрія” є ознайомлення студентів з методами вимірювань на небесній сфері та способами їх математичної обробки, основами виміру часу та побудовою різноманітних систем координат.

**Завданням** вивчення дисципліни “Загальна астрометрія” є формування у студентів матеріалістичного світогляду, вміння використовувати фізичні закони для пояснення явищ природи. Вивчення дисципліни передбачає отримання знань та вмінь, які необхідні бакалавру в його майбутній професійній діяльності.

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.

**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.

#### **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 відшукувати 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.

## 2. Зміст навчальної дисципліни

### Змістовний модуль 1

#### Системи небесних координат та відліку часу

*Тема 1. Небесна сфера.*

Предмет і задачі сферичної астрономії. Поняття небесної сфери, місця спостереження. Проблема встановлення системи координат. Основні круги та точки на небесній сфері.

*Тема 2. Системи координат на небесній сфері.*

Горизонтальна система координат. Екваторіальні системи координат. Екліптична система координат. Галактична система координат. Елементи сферичної тригонометрії.

*Тема 3. Зв'язок між системами координат.*

Перехід від I екваторіальної до горизонтальної системи координат. Перехід від горизонтальної до I екваторіальної системи координат. Перехід від II екваторіальної до екліптичної системи координат. Перехід від екліптичної до II екваторіальної системи координат. Перехід від екваторіальної до галактичної системи координат.

*Тема 4. Координати на земній поверхні.*

Широта: астрономічна, геодезична, геоцентрична. Довгота. Рух полюсів.

*Тема 5. Системи відліку часу.*

Зоряний час. Істинний сонячний час. Середній сонячний час. Рівняння часу. Зв'язок середнього сонячного часу з зоряним часом. Місцевий час. Поясний час. Літній час. Лінія зміни дат. Зв'язок між системами відліку часу. Нерівномірність обертання Землі. Рівномірний час.

*Тема 6. Вимір великих проміжків часу.*

Принципи побудови календарних систем. Календар. Юліанські дати.

*Тема 7. Добове обертання небесної сфери.*

Проходження світил через меридіан. Проходження світил через I вертикал. Схід та захід світил. Сутінки.

## **Змістовний модуль 2 Редукції небесних координат, визначення координат**

### *Тема 8. Рефракція.*

Вплив рефракції на координати світил. Наближена формула рефракції. Урахування рефракції.

### *Тема 9. Аберация.*

Аберация в довільній системі координат. Добова аберация. Річна аберация. Планетна аберация.

### *Тема 10. Паралакс.*

Паралактична зміна координат в довільній системі. Добовий паралакс. Вплив добового паралакса на видимий радіус світила. Річний паралакс. Власний рух зір.

### *Тема 11. Прецесія та нутація.*

Середній та істинний полюси світу. Фізична причина прецесії та нутації. Швидкість зміни екваторіальних координат від прецесії. Вплив прецесії на координати світил. Урахування прецесії. Вплив нутації на координати світил. Урахування нутації.

### *Тема 12. Редукція спостережень.*

Приведення на видиме, істинне та середнє місце.

### *Тема 13. Проблеми встановлення інерціальної системи координат.*

Реалізація інерціальної системи координат. Класифікація небесних тіл, необхідних для встановлення такої системи. Фундаментальна система небесних координат.

### *Тема 14. Меридіанний метод визначення небесних координат.*

Візуальний спосіб визначення координат. Інструменти для визначення координат меридіанним способом. Теорія меридіанного інструмента. Абсолютний та відносний методи визначення координат.

### *Тема 15. Фотографічний метод визначення небесних координат.*

Інструменти для визначення координат фотографічним способом. Взаємозв'язок сферичної, ідеальної та прямокутної систем координат. Метод Тернера.

### *Тема 16. Каталоги.*

Побудова інерціальної системи координат. Вихідні каталоги положень та їх похибки. Фундаментальні каталоги та розширення їх систем на більшу кількість зір. Наземні та космічні каталоги. Огляд сучасних каталогів.

### 1. Структура навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин					
	Усього	Лек.	Пр.	Лаб.	Інд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
<b>Змістовний модуль 1</b>						
<b>Системи небесних координат та відліку часу</b>						
Тема 1. Небесна сфера	4	1		1		2
Тема 2. Системи координат на небесній сфері	6	1		2		2
Тема 3. Зв'язок між системами координат	6	1		2		3
Тема 4. Координати на земній поверхні	4	1		2		3
Тема 5 Системи відліку часу	6	2		1		3
Тема 6 Вимір великих проміжків часу	6	1		1		3
Тема 7. Добове обертання небесної сфери	6	2		1		3
<b>Змістовний модуль 2 Редукції небесних координат, визначення координат</b>						



Тема 8 Рефракція	6	1		1		3
Тема 9. Аберация	6	1		1		3
Тема 10 Паралакс	6	1		1		3
Тема 11. Прецесія та нутація.	6	1		2		3
Тема 12. Редукція спостережень	6	2		2		3
Тема 13. Проблеми встановлення інерціальної системи координат	6	1		2		3
Тема 14 Меридіанний метод визначення небесних координат	6	1		2		3
Тема 15. Фотографічний метод визначення небесних координат	6	1		1		3
Тема 16. Каталоги	6	2		2		3
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.	Основні круги та точки на небесній сфері	1
2.	Системи координат	2
3.	Переходи від систем координат	2
4.	Визначення широти і довготи.	2
5.	Визначення впливу рефракції на координати світил	1
6.	Аберация	1
7.	Визначення впливу паралаксу	1
8.	Дослідження впливу прецесії та нутації на координати	2

	світил	
9.	Визначення середнього, істинного та видимого місць зір	1
10.	Перетворення часових шкал.	1
11.	Класифікація небесних тіл	1
12.	Меридіанний метод визначення небесних координат	2
13.	Фундаментальна система небесних координат.	2
14.	Побудова інерціальної системи координат.	2
15.	Фотографічний метод	1
16.	Фундаментальні каталоги та розширення їх систем на більшу кількість зір	1
17.	Наземні та космічні каталоги. Огляд сучасних каталогів.	1
	<b>Усього годин</b>	<b>24</b>

### 8. Завдання для самостійної роботи

№	Назва теми/Питання для підготовки, завдання	Кількість годин
1.	Основні точки та круги небесної сфери	2
2.	Добовий рух світил небесної сфери Схід, захід, кульмінація світил	2
3.	Рух Місяця протягом року на різних широтах	3
4.	Юліанський період	3
5.	Таблиці рефракції	3
6.	Обчислення добової та річної аберації	3
7.	Обчислення паралаксу у Сонячній системі	3
8.	Обчислення прецесії	3
9.	Обчислення нутації	3
10.	Перетворення епохи зоряного каталогу.	3
11.	Редукції спостережуваних положень зір	3

12.	Вивчення фотосфери, хромосфери та корони Сонця	3
13.	Проблеми встановлення інерціальної системи координат	3
14.	Меридіанний метод визначення небесних координат	3
15.	Фотографічний метод визначення небесних координат	3
16.	Каталоги	3
	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.Поняття небесної сфери. Проблема встановлення системи координат.
- 2.Основні круги и точки на небесній сфері.
- 3.Горизонтальна система координат.
- 4.I та II екваторіальні системи координат.
- 5.Екліптична система координат.
- 6.Перехід від I екваторіальної до горизонтальної системи координат.
- 7.Перехід від горизонтальної до I екваторіальної системи координат.
- 8.Перехід від II екваторіальної до екліптичної системи координат.
- 9.Перехід від екліптичної до II екваторіальної системи координат.
- 10.Координати на земній поверхні. Рух полюсів.
- 11.Зоряний час.

12. Істинний та і середній сонячний час.
13. Рівняння часу. Зв'язок середнього сонячного часу з зоряним часом.
14. Системи відліку часу: місцевий, поясний та літній час. Лінія зміни дат.
15. Вимірювання тривалих проміжків часу. Календар. Юліанські дати.
16. Схід та захід світил. Сутінки.
17. Астрономічна рефракція. Наближена формула рефракції. Врахування рефракції.
18. Добова аберація в екваторіальній системі координат.
19. Добова аберація в екваторіальній системі координат.
20. Планетна аберація. Абераційний час.
21. Добовий паралакс в екваторіальній системі координат.
22. Річний паралакс в екваторіальній системі координат.
23. Рух полюса екватора.
24. Рух полюса екліптики.
25. Спільний рух полюсів екватора та екліптики.
26. Нутація.
27. Приведення на видиме місце.
28. Інерціальна та фундаментальна системи координат.
29. Принцип виміру координат в меридіані.
30. Основні похибки меридіанного кола: колімація, азимут та нахил.
31. Основне рівняння редукції - формула Майєра.
32. Формула Бесселя
33. Абсолютне визначення координат.
34. Визначення прямого сходження відносним методом.
35. Визначення схилення відносним методом.
36. Фотографічний метод в астрометрії, астрографи.
37. Математичні основи фотографічної астрометрії.
38. Метод Тернера.
39. Каталоги, їх класифікація.
40. Систематичні похибки каталогів, їх види.
41. Порівняння каталогів.
42. Процедура будування фундаментального каталога.
43. Власний рух, їх визначення фотографічним та меридіанним методом.

## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання										Сума балів			
Змістовний модуль 1 Поточний контроль на лекціях							Контроль на робота	Індивідуальні завдання	Виконання і захист лабораторних робіт		100		
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7							
2	2	2	2	2	2	2	10	–	20				
Змістовний модуль 2 Поточний контроль на лекціях													
Т8	Т9	Т10	Т11	Т12	Т13	Т14	Т15	Т16					
2	2	2	2	2	2	2	2	2	10	8	20		

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		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	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/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](http://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](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/>
- МЕТОДОМ.