

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра астрономії та космічної інформатики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-
педагогічної роботи

“ _____ ” _____ 2021 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Астрометрія

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ бакалаврський _____
галузь знань _____ 04. Природничі науки _____
(шифр і назва)
спеціальність _____ 104. Фізика та астрономія _____
(шифр і назва)
освітня програма _____ астрономія _____
(шифр і назва)
спеціалізація _____ астрономія _____
(шифр і назва)
вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)
факультет _____ фізичний _____

2021 / 2022 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету (інституту, центру)

“ 31 ” _____ серпня _____ 2021_ року, протокол № 7

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)
Федоров П.М., доктор фіз.-мат наук, ст. наук. співробітник, професор кафедри астрономії та космічної інформатики

Програму схвалено на засіданні кафедри астрономії та космічної інформатики

Протокол від “ 5 ” _____ липня _____ 2021 року № 12

Завідувач кафедри астрономії та космічної інформатики

_____ Шкуратов Ю. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією
_____ фізичного факультету _____
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 31 ” _____ серпня _____ 2021_ року № 1

Голова методичної комісії _____ фізичного факультету _____

_____ Макаровський М. О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Астрометрія” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

бакалавра

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напряму) 104 фізика та астрономія
освітня програма астрономія
спеціалізації: астрономія

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є ознайомлення студентів з основними задачами, поняттями, інструментами та методами астрометрії, з створенням сучасних теоретичних систем відліку та їх практичними реалізаціями

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями дисципліни є вивчення

- 1) астрометричних інструментів і їх обладнання;
- 2) приймачів випромінювання, що використовуються в астрометрії;
- 3) методів спостережень і обробки астрометричних даних;
- 4) методів створення практичних реалізацій систем відліку в різних діапазонах довжин хвиль;
- 5) теорії обертання Землі.

Курс націлений на розвиток наукової ерудиції, фізико-математичної і експериментальної культури студентів, збагачення їх знанням сучасних проблем розвитку астрономії.

1.3. Кількість кредитів: 4

1.4. Загальна кількість годин: 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
3-4-й	-й
Лекції	
48 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
40 год.	год.
Індивідуальні завдання	
16 год.	

1.6. Заплановані результати навчання

- а) Знати основні астрометричні інструменти та їх використання.
- б) Знати основні системи координат та їх застосування при визначенні координат.
- в) Вміти визначати астрометричні параметри об'єктів за даними спостережень на різних астрометричних інструментах, оснащених різними приймачами випромінювання;
- г) Вміти користуватись даними сучасних астрометричних каталогів, що містяться в різних базах даних;
- д) Вміти виконувати їх редуцію та проводити астрометричний, кінематичний та фотометричний аналіз.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Проблема встановлення інерціальної системи відліку.

Тема 1. Основні астрометричні інструменти.

Зміст: Предмет, цілі та проблеми астрометрії. Зв'язок астрометрії із суміжними науками. Сучасні астрометричні телескопи. Астрометричні спостереження на телескопах в різних діапазонах спектру.

Тема 2. Міжнародна небесна система координат ICRS.

Зміст: Проблема встановлення інерціальної системи відліку. Міжнародна небесна система координат ICRS. Її реалізація в радіо діапазоні (ICRF), використання, підтримка і доступність. Інші реалізації (оптичний та близький інфрачервоний діапазон).

Тема 3. Динамічна система координат.

Зміст: Принципові відмінності між кінематичними та динамічними системами відліку. Проблема узгодження динамічної системи відліку з ICRF. Сучасні уявлення про рівень випадкових і систематичних помилок в реалізаціях ICRS.

Розділ 2. Методи визначення астрометричних параметрів світил, що спостерігаються

Тема 4. Визначення координат світил із наземних та космічних спостережень.

Зміст. Абсолютний і відносний методи визначення координат. Меридіанні спостереження і меридіанні інструменти. Специфіка спостережень на неklasичних меридіанних кругах. Спостереження за допомогою астрографів.

Тема 5. Теорія та практика редуції спостережних даних

Зміст: Огляд найбільш уживаних моделей. Помилки астрометричної редуції в загальному вигляді.

Тема 6. Визначення власних рухів зір.

Зміст: Меридіанні, фотографічні та космічні власні рухи зір. Точність власних рухів. Визначення поправок прецесії, кінематичних параметрів та параметрів галактичного обертання із спостережень.

Тема 7. Визначення положень і власних рухів зір із космічних спостережень.

Зміст: Короткий огляд редуційних перетворень в проектах Hipparcos та GAIA.

Розділ 3. Теорія обертання Землі.

Тема 8. Загальні рівняння руху абсолютно твердого тіла.

Зміст: Загальні міркування до побудови теорії. Кінематичні і динамічні рівняння Ейлера. Кінематична картина обертання Землі. Рух полюса і його вплив на визначення географічних координат.

Тема 9. Параметри обертання Землі.

Зміст: Вимірювальна апаратура та спостережні величини. Астро оптичні спостереження. Спостереження штучних супутників Землі. Доплерівський метод, лазерна дальнометрія, GPS (глобальна система позиціонування) та радіо-інтерферометричні методи.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Проблема встановлення інерціальної системи відліку.												
Тема 1.	12	4	0		1	7						
Тема 2.	10	4	0		1	5						
Тема 3.	11	4	0		2	5						
Разом за розділом 1	33	12	0		4	17						
Розділ 2. Методи визначення астрометричних параметрів світил, що спостерігаються												
Тема 4.	14	6	2		2	4						
Тема 5.	14	6	2		2	4						
Тема 6.	14	6	2		2	4						
Тема 7.	14	6	2		2	4						
Разом за розділом 2	56	24	8		8	16						
Розділ 3. Теорія обертання Землі.												
Тема 8.	16	6	4		2	4						
Тема 9.	15	6	4		2	3						
Разом за розділом 3	31	12	8		4	7						
Усього годин	120	48	16		16	40						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення параметрів орієнтування меридіанного кола за допомогою лабораторних методів (колімація, азимут та нахил горизонтальної осі)	2
2	Знайомство з методами визначення положень, власних рухів і паралаксів зір. Знаходження опорних зір і визначення їх вимірних координат.	3
3.	Знайомство з базою астрометричних даних на основі SQL. Формування різноманітних запитів до бази даних.	3
4	Знайомство з універсальним інструментом. Визначення за його допомогою зенітних відстаней та азимутів.	3
5	Вирішення однорідних рівнянь Ейлера для знаходження вільного обертання Землі.	3
6	Знайомство з методами спостереження штучних супутників Землі.	2
	Разом	16

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Фундаментальні поняття астрометрії. Системи координат в Ньютонівській, СТВ та ЗТВ.	7
2	Фундаментальні поняття астрометрії. Системи координат в Ньютонівській, СТВ та ЗТВ.	5
3	Спостережні засоби астрометрії. Цілі і задачі астрометричних проєктів Hipparcos та GAIA.	5
4	Аналіз астрометричних каталогів зір і позагалактичних об'єктів.	4
5	Модель жорсткого взаємного обертання двох систем відліку.	4
6	Вивчення систематичних різниць каталогів сучасними методами.	4
7	Систематичні різниці каталогу ХРМ та каталогів системи Hipparcos	4
8	Моделі Оорта-Лінблада та Огороднікова- Мілна.	4
9	Кінематичний аналіз зір каталогів.	3
	Разом	40

6. Індивідуальні завдання (Назви курсових робіт)

1. Проблеми сучасної астрометрії. Побудова ICRS.
2. Радіоінтерферометрія з наддовгими базами. Система ICRF, ICRF.ext, ICRF2, ICRF3.
3. Космічна астрометрія. Місія "HIPPARCOS" та її результати.
4. Космічна астрометрія. Місія "GAIA" та її результати станом на 2018 рік.
5. Космічна астрометрія. Каталог TGAS та його характеристики.
6. Сучасні каталоги положень і власних рухів зір.
7. Лазерні і доплерівські спостереження ШСЗ.
8. Позиційні спостереження за допомогою ПЗЗ - пристроїв.
9. Вивчення нерівномірності обертання Землі навколо своєї осі.
10. Вивчення руху полюсів по поверхні Землі.
11. Використання сучасних телескопів, для астрометричних цілей.

7. Методи контролю

Поточне тестування на лекціях, контрольні за розділами, залік.

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання											Залікова робота	Сума		
Розділ 1			Розділ 2			Розділ 3			Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання			Разом	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	1					
4	3	3	3	4	3	3	3	4	10		20	60	40	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Павленко П.П. Методичні вказівки до навчальної практики з астрометрії. Харків: ХНУ, 2002.
2. Киселев А.А. Теоретические основания фотографической астрометрии. М. Наука. 1989
3. Маррей К.Э. Векторная астрометрия. Киев: Наукова, Думка. 1986.
4. Ковалевский Ж. Современная астрометрия. Фрязино., 2004.
5. Огородников К.Ф. Динамика звездных систем, М. 1958.
6. Подобед В.В. Общая астрометрия. М., 1982.
7. Блажко С.Н. Курс практической астрономии. М., 1979.

Допоміжна література

1. Иванов В.В., Кривов А.В., Денисенков П.А. Парадоксальная Вселенная. 175 задач по астрономии. Санкт-Петербург., 1997.
2. Жаров В.Е. Сферическая астрономия. Фрязино., 2006.
3. Витязев В.В. Курс общей астрометрии (Дополнительные главы). <http://bakalavr.astro.spbu.ru/materials/courses/GenAstrometry.pdf>. М., 2008.
4. Губанов В.С. Финкельштейн А.М., Фридман П.А. М. Наука. 1983.
5. Перриман и др., - Perryman M.A.C., et al., The Hipparcos and Tycho Catalogues, vol. 1-17, ESA. 1997.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <http://www.astron.kharkov.ua/> - Сайт НДІ астрономії ХНУ імені В.Н. Каразіна.
2. Електронна бібліотека НДІ астрономії ХНУ імені В.Н. Каразіна.
3. Вікіпедія – електронна бібліотека.
4. <http://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat> – Міжнародна база даних в Страсбурзі.
5. <http://www.usno.navy.mil/usno/astrometry> (США). Сайт астрометричних даних в USNO.