

Лабораторні роботи з курсу «Методи астрофізичних досліджень»

22 год лаб., 6 семестр, залік

Лабораторні заняття

Лабораторна робота №1 (4 год.) Системи небесних координат

Лабораторна робота №2 (3 год.) Робота з рухомою картою зоряного неба

Лабораторна робота №3 (3 год.) Підготовка до польових спостережень.

Визначення погодних умов і світлового забруднення

Лабораторна робота №4 (4 год.) Візуальні спостереження зоряного неба.

Візуальна оцінка кутової відстані між об'єктами

Лабораторна робота № 5 (4 год.) Будова і основні характеристики телескопів

Лабораторна робота №6 (4 год.) Спостереження в телескопи та визначення їх характеристик

Лабораторна робота №1 (4 год.) Системи небесних координат

Мета роботи: засвоїти знання про горизонтальну, першу і другу екваторіальні системи координат

Обладнання: глобус-модель «Зоряне небо», вільне програмне забезпечення «Stellarium»

Теоретичні відомості

Зеніт — точка на небі, на яку ви дивитесь, якщо ваш погляд спрямовано «точно вгору» відносно поверхні (рис. 1). Точніше кажучи, це точка на небі з висотою рівною $+90$ градусів; ця точка є полюсом горизонтальної системи координат. З геометричної точки зору, це точка на небесній сфері на перетині прямої проведеної з центра Землі, через місце спостереження на поверхні Землі. За означенням, зеніт знаходиться на місцевому меридіані.

Надир — уявна точка перетину прямовисної лінії або нормалі до поверхні земного еліпсоїда з небесною сферою, точка небесної сфери, протилежна зеніту (рис.1). Іншими словами, надир лежить на напрямку прямо вниз від спостерігача, до центру Землі.

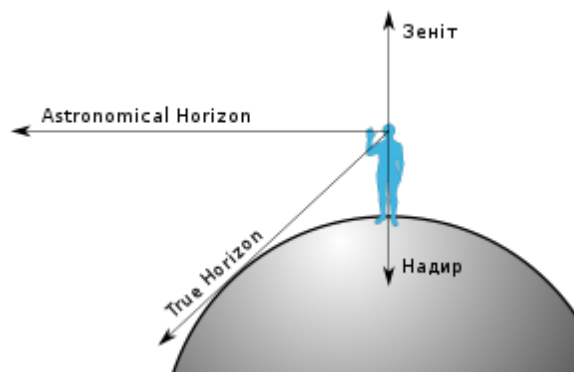


Рис. 1. Зеніт і надир відносно спостерігача

1. Горизонтальна система небесних координат. У цій системі координат використовують азимут A світила M і його висоту над горизонтом h (рис. 2), або зенітну відстань z . За початок відліку координат беруть площину горизонту SN та точку півдня S .

Азимут A світила M відлічують від точки півдня S уздовж горизонту в бік заходу до вертикала світила (велике коло, що проходить через світило, зеніт і надир). Висоту h світила M відлічують від площини горизонту вздовж вертикала до світила. Зенітну відстань z відлічують від зеніту.

Азимут A , висоту h і зенітну відстань z світила вимірюють у градусах: азимут від 0 до 360° , висоту — від 0 до $+90^\circ$ (над горизонтом до зеніту) і від 0 до -90° (під горизонтом до надиру), а зенітну відстань від 0 до $+180^\circ$.

Обидві координати світила в цій системі безперервно змінюється внаслідок обертання небесної сфери. Хоча їх вимірювати відносно просто, для багатьох завдань змінність координат є недоліком.

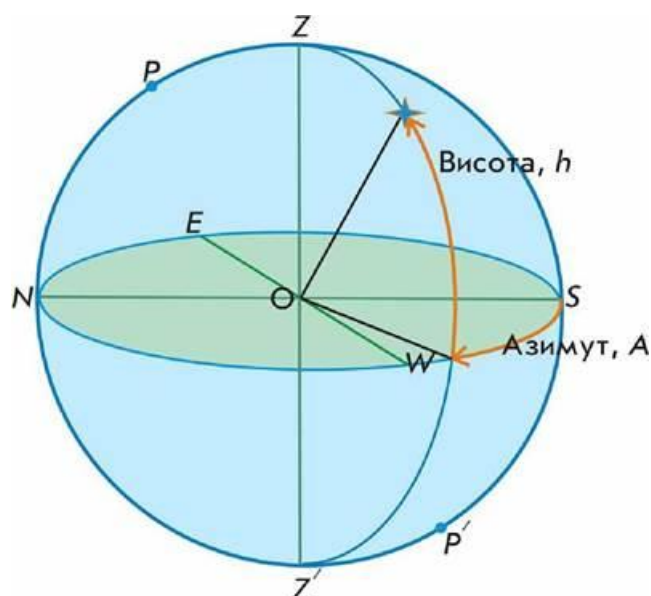


Рис. 2. Горизонтальна система координат

2. Перша екваторіальна система координат. За початок відліку в цій системі координат використовують площину екватора QQ' та найвищу точку небесного екватора Q (точку перетину небесного екватора з небесним меридіаном), а координатами є годинний кут t світила і його схилення δ (рис. 3).

Годинний кут t світила M вимірюють від точки Q уздовж небесного екватора в бік заходу до кола схилення світила (велике коло, що проходить через світило і полюси світу). Інакше кажучи, годинний кут світила t — це час, що минув від верхньої кульмінації світила. Цю особливість годинного кута світила t можна використовувати для вимірювання часу.

Схилення δ світила M відлічують від небесного екватора уздовж кола схилень до світила.

Годинний кут t світила вимірюють у годинах, хвилинах, секундах від 0^h (світило у верхній кульмінації) до 24^h (знову у верхній кульмінації). Якщо годинний кут світила $t = 12^h$, то світило перебуває в нижній кульмінації. Схилення світила δ вимірюють від 0° (світило на небесному екваторі) до $+90^\circ$ у північній півкулі небесної сфери і від 0° до -90° у південній півкулі.

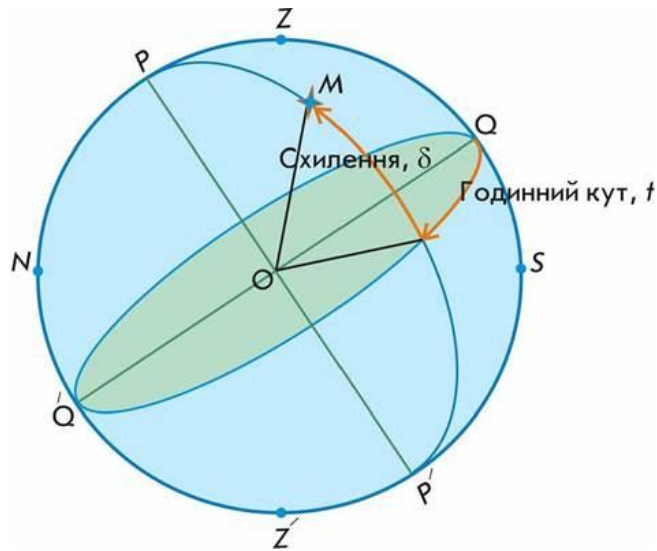


Рис. 3. Перша екваторіальна система координат.

У цій системі одна з координат — схилення світила δ — залишається незмінною під час обертання небесної сфери. Друга координата — годинний кут t — безперервно зростає, бо її відлік ведуть від моменту верхньої кульмінації світила в конкретному пункті Землі.

Таким чином, координата t у першій екваторіальній системі, як і горизонтальні координати A і h світила, мають своє певне значення тільки для деякого моменту часу. Тому, наприклад, використовуючи ці координати, не можна побудувати зоряні карти чи скласти каталог зір для постійного користування. Ця обставина є недоліком зазначеної системи координат.

3. Друга екваторіальна система координат. У цій системі використовують такі координати: пряме піднесення a світила M і його схилення δ (рис. 4). Точкою відліку однієї з координат є точка весняного рівнодення Υ , а другої — площина небесного екватора.

Пряме піднесення a світила M відлічують від точки весняного рівнодення вздовж небесного екватора назустріч видимому обертанню небесної сфери до кола схилення світила. Вимірюють a в годинах h , хвилинах t , секундах s . Схилення δ світила вимірюється так само, як у першій екваторіальній системі небесних координат.

З рис. 4 бачимо, що для кожного світила виконується рівність:

$$a + t = s.$$

Тобто, зоряний час s — це годинний кут точки весняного рівнодення: $s = t$.

Оскільки координати a і δ змінюються з плином часу повільно (причиною є власний рух світила та ін. обставини), то їх використовують для складання каталогів небесних об'єктів, наприклад зір. Цю систему координат наносять на мапи зоряного неба.

Тут і надалі:

* - заповнювати даними, отриманими з допомогою глобус-моделі «Зоряне небо».

** - заповнювати даними, отриманими з допомогою програмного забезпечення «Stellarium».

5. Визначте координати Сонця в день вашого народження поточного року:

- а) оціночно з допомогою глобус-моделі «Зоряне небо»;
- б) з допомогою математичних розрахунків;
- в) точно з допомогою програмного забезпечення «Stellarium».

6. З допомогою програмного забезпечення «Stellarium» визначте, через які сузір'я проходить Молочний шлях.

7. З допомогою програмного забезпечення «Stellarium» визначте, які планети можна буде спостерігати в день вашого народження поточного року. Коли заходять і сходять ці планети цього дня? Яка їхня видима зоряна величина?

8. Для шести об'єктів каталогу Месьє, з допомогою програмного забезпечення «Stellarium» визначених за формулою $N+25 \cdot i$, де N – номер вашого варіанту, $i = 0 \dots 4$, визначте в якому сузір'ї знаходиться об'єкт, що це за об'єкт і відстань до нього.

9. Перевірити передбачення щодо повного сонячного затемнення, яке має відбутися 20 березня 2015 року на території Англії. Якщо затемнення відбулося, то яким воно було на території України? Визначити час початку та тривалість затемнення

Контрольні запитання

- 1) Що таке зеніт і надир?
- 2) Якими координатами описують положення об'єкту в горизонтальній системі небесних координат?
- 3) Якими координатами описують положення об'єкту в першій екваторіальній системі координат?
- 4) Якими координатами описують положення об'єкту в другій екваторіальній системі координат?
- 5) В чому перевага другої екваторіальної системи координат над іншими?
- 6) В яких межах знаходяться значення азимуту, висоти, годинного кута, схилення і прямого піднесення?

7) В якому напрямі відраховують пряме піднесення?

8) Які співвідносяться годинний кут і пряме піднесення?

Використані джерела

1. Андрієвський С. М., Климишин І. А. Курс загальної астрономії: Навчальний посібник. — Одеса: Астропринт, 2007. — 480 с.
2. Боярченко І. Ф., Гулак Ю. К., Раздемаха Г. С., Сандакова Е. В. Астрономія. К., 1976.
33. Андрієвський С. М., Кузьменков С. Г., Захожай В. А., Климишин І. А. Загальна астрономія: підручник — Харків : ПромАрт, 2019. — 524 с.
4. Чепрасов В. Г. Практикум з курсу загальної астрономії. К., 1976.
5. Цесевич В. П. Что и как наблюдать на небе. М., 1984.
6. Климишин І. А. Історія астрономії. 2-ге, виправлене видання.— Івано-Франківськ: “Гостинець”, 2006. — 652 с.

Лабораторна робота №1 (4 год.) Системи небесних координат

Мета роботи: засвоїти знання про горизонтальну, першу і другу екваторіальні системи координат

Обладнання: глобус-модель «Зоряне небо», вільне програмне забезпечення «Stellarium»

Теоретичні відомості

Зеніт — точка на небі, на яку ви дивитесь, якщо ваш погляд спрямовано «точно вгору» відносно поверхні (рис. 1). Точніше кажучи, це точка на небі з висотою рівною $+90$ градусів; ця точка є полюсом горизонтальної системи координат. З геометричної точки зору, це точка на небесній сфері на перетині прямої проведеної з центра Землі, через місце спостереження на поверхні Землі. За означенням, зеніт знаходиться на місцевому меридіані.

Надир — уявна точка перетину прямовисної лінії або нормалі до поверхні земного еліпсоїда з небесною сферою, точка небесної сфери, протилежна зеніту (рис.1). Іншими словами, надир лежить на напрямку прямо вниз від спостерігача, до центру Землі.

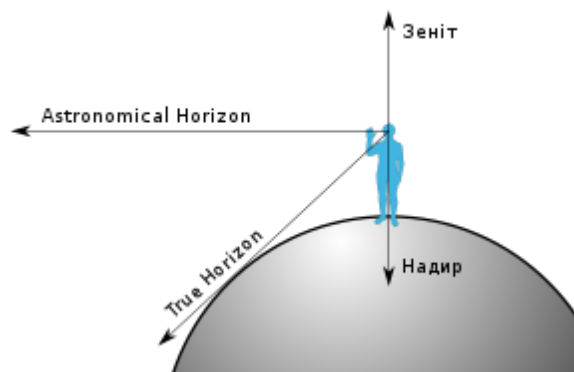


Рис. 1. Зеніт і надир відносно спостерігача

1. Горизонтальна система небесних координат. У цій системі координат використовують азимут A світила M і його висоту над горизонтом h (рис. 2), або зенітну відстань z . За початок відліку координат беруть площину горизонту SN та точку півдня S .

Азимут A світила M відлічують від точки півдня S уздовж горизонту в бік заходу до вертикала світила (велике коло, що проходить через світило, зеніт і надир). Висоту h світила M відлічують від площини горизонту вздовж вертикала до світила. Зенітну відстань z відлічують від зеніту.

Азимут A , висоту h і зенітну відстань z світила вимірюють у градусах: азимут від 0 до 360° , висоту — від 0 до $+90^\circ$ (над горизонтом до зеніту) і від 0 до -90° (під горизонтом до надиру), а зенітну відстань від 0 до $+180^\circ$.

Обидві координати світила в цій системі безперервно змінюється внаслідок обертання небесної сфери. Хоча їх вимірювати відносно просто, для багатьох завдань змінність координат є недоліком.

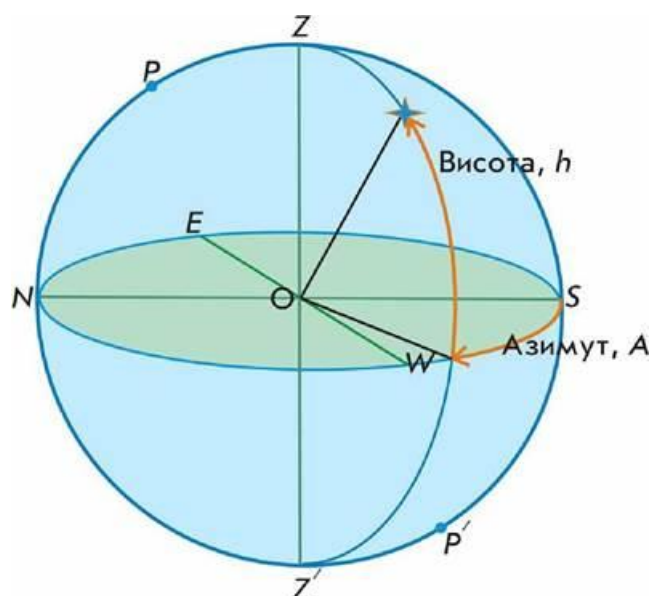


Рис. 2. Горизонтальна система координат

2. Перша екваторіальна система координат. За початок відліку в цій системі координат використовують площину екватора QQ' та найвищу точку небесного екватора Q (точку перетину небесного екватора з небесним меридіаном), а координатами є годинний кут t світила і його схилення δ (рис. 3).

Годинний кут t світила M вимірюють від точки Q уздовж небесного екватора в бік заходу до кола схилення світила (велике коло, що проходить через світило і полюси світу). Інакше кажучи, годинний кут світила t — це час, що минув від верхньої кульмінації світила. Цю особливість годинного кута світила t можна використовувати для вимірювання часу.

Схилення δ світила M відлічують від небесного екватора уздовж кола схилень до світила.

Годинний кут t світила вимірюють у годинах, хвилинах, секундах від 0^h (світило у верхній кульмінації) до 24^h (знову у верхній кульмінації). Якщо годинний кут світила $t = 12^h$, то світило перебуває в нижній кульмінації. Схилення світила δ вимірюють від 0° (світило на небесному екваторі) до $+90^\circ$ у північній півкулі небесної сфери і від 0° до -90° у південній півкулі.

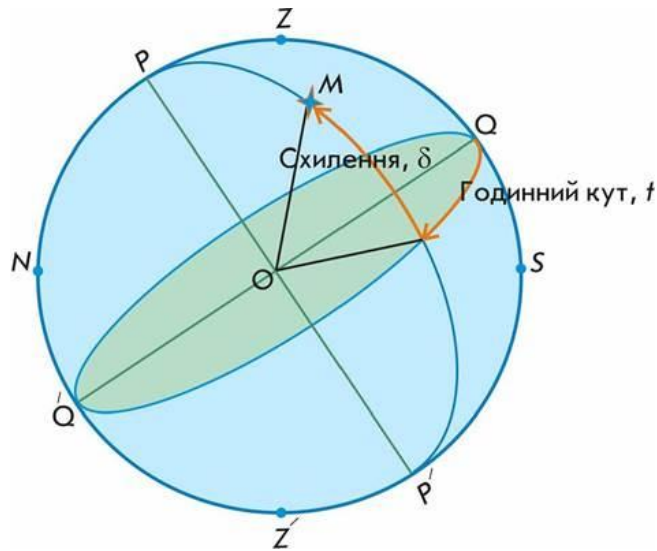


Рис. 3. Перша екваторіальна система координат.

У цій системі одна з координат — схилення світила δ — залишається незмінною під час обертання небесної сфери. Друга координата — годинний кут t — безперервно зростає, бо її відлік ведуть від моменту верхньої кульмінації світила в конкретному пункті Землі.

Таким чином, координата t у першій екваторіальній системі, як і горизонтальні координати A і h світила, мають своє певне значення тільки для деякого моменту часу. Тому, наприклад, використовуючи ці координати, не можна побудувати зоряні карти чи скласти каталог зір для постійного користування. Ця обставина є недоліком зазначеної системи координат.

3. Друга екваторіальна система координат. У цій системі використовують такі координати: пряме піднесення a світила M і його схилення δ (рис. 4). Точкою відліку однієї з координат є точка весняного рівнодення Υ , а другої — площина небесного екватора.

Пряме піднесення a світила M відлічують від точки весняного рівнодення вздовж небесного екватора назустріч видимому обертанню небесної сфери до кола схилення світила. Вимірюють a в годинах h , хвилинах t , секундах s . Схилення δ світила вимірюється так само, як у першій екваторіальній системі небесних координат.

З рис. 4 бачимо, що для кожного світила виконується рівність:

$$a + t = s.$$

Тобто, зоряний час s — це годинний кут точки весняного рівнодення: $s = t$.

Оскільки координати a і δ змінюються з плином часу повільно (причиною є власний рух світила та ін. обставини), то їх використовують для складання каталогів небесних об'єктів, наприклад зір. Цю систему координат наносять на мапи зоряного неба.

Тут і надалі:

* - заповнювати даними, отриманими з допомогою глобус-моделі «Зоряне небо».

** - заповнювати даними, отриманими з допомогою програмного забезпечення «Stellarium».

5. Визначте координати Сонця в день вашого народження поточного року:

- а) оціночно з допомогою глобус-моделі «Зоряне небо»;
- б) з допомогою математичних розрахунків;
- в) точно з допомогою програмного забезпечення «Stellarium».

6. З допомогою програмного забезпечення «Stellarium» визначте, через які сузір'я проходить Молочний шлях.

7. З допомогою програмного забезпечення «Stellarium» визначте, які планети можна буде спостерігати в день вашого народження поточного року. Коли заходять і сходять ці планети цього дня? Яка їхня видима зоряна величина?

8. Для шести об'єктів каталогу Месьє, з допомогою програмного забезпечення «Stellarium» визначених за формулою $N+25 \cdot i$, де N – номер вашого варіанту, $i = 0 \dots 4$, визначте в якому сузір'ї знаходиться об'єкт, що це за об'єкт і відстань до нього.

9. Перевірити передбачення щодо повного сонячного затемнення, яке має відбутися 20 березня 2015 року на території Англії. Якщо затемнення відбулося, то яким воно було на території України? Визначити час початку та тривалість затемнення

Контрольні запитання

- 1) Що таке зеніт і надир?
- 2) Якими координатами описують положення об'єкту в горизонтальній системі небесних координат?
- 3) Якими координатами описують положення об'єкту в першій екваторіальній системі координат?
- 4) Якими координатами описують положення об'єкту в другій екваторіальній системі координат?
- 5) В чому перевага другої екваторіальної системи координат над іншими?
- 6) В яких межах знаходяться значення азимуту, висоти, годинного кута, схилення і прямого піднесення?

7) В якому напрямі відраховують пряме піднесення?

8) Які співвідносяться годинний кут і пряме піднесення?

Використані джерела

1. Андрієвський С. М., Климишин І. А. Курс загальної астрономії: Навчальний посібник. — Одеса: Астропринт, 2007. — 480 с.
2. Боярченко І. Ф., Гулак Ю. К., Раздемаха Г. С., Сандакова Е. В. Астрономія. К., 1976.
33. Андрієвський С. М., Кузьменков С. Г., Захожай В. А., Климишин І. А. Загальна астрономія: підручник — Харків : ПромАрт, 2019. — 524 с.
4. Чепрасов В. Г. Практикум з курсу загальної астрономії. К., 1976.
5. Цесевич В. П. Что и как наблюдать на небе. М., 1984.
6. Климишин І. А. Історія астрономії. 2-ге, виправлене видання.— Івано-Франківськ: “Гостинець”, 2006. — 652 с.

Лабораторна робота №3 (3 год.)

Підготовка до польових спостережень. Визначення погодних умов і світлового забруднення

Мета роботи: засвоєння методів визначення погодних умов і світлового забруднення для планування польових астрономічних спостережень.

Обладнання: програмне забезпечення «Clear Outside»

Теоретичні відомості

Шкала Бортля (англ. Bortle scale) являє собою дев'ятирівневу шкалу, яка вимірює яскравість нічного неба в певному місці. Джон Е. Бортль створив шкалу і опублікував її в журналі *Sky&Telescope* в лютому 2001 року, щоб, по-перше, допомогти астрономам-любителям оцінити світлове забруднення місця спостереження, а по-друге, порівняти світлове забруднення різних місцевостей. Шкала побудована від Класу 1, найтемнішого неба, до Класу 9 – міська засвітка. Слід розуміти, що шкала була створена любителем для любителів і вимагати багато від неї не можна.



Рис. 1. Ілюстрація шкали Бортля

NELM (naked-eye limiting magnitude) – передбачувана максимальна видима зоряна величина об'єкта, який ще можна побачити неозброєним оком.

SQM (sky quality meter) – величина, виміряна інструментом для визначення світлового забруднення. Представляє собою зоряну величину фону (неба) з квадратної секунди.

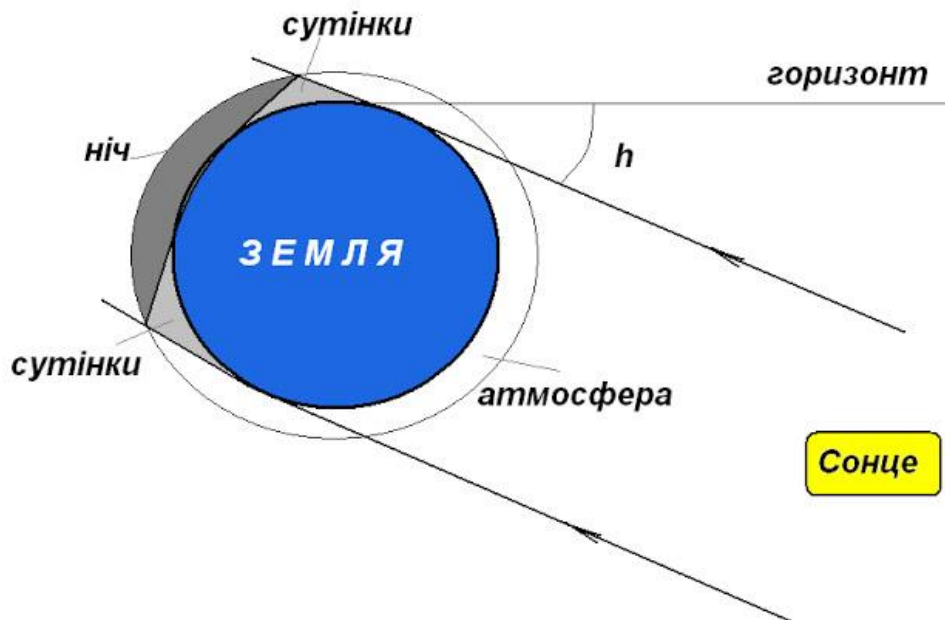


Рис. 2. Пояснення поняття сутінок

Проміжок часу між заходом Сонця і настанням повної темноти називають вечірніми сутінками. Проміжок часу з моменту, коли небо на сході починає світліти і до сходу світила називають ранковими сутінками.

Розрізняють

- цивільні,
- навігаційні,
- астрономічні сутінки.

Цивільні сутінки тривають протягом часу, коли висота Сонця знаходиться в діапазоні від 0° до -6° . В кінці цивільних сутінок вмикають освітлення, а на небі з'являються найяскравіші зірки.

Навігаційні сутінки тривають протягом часу, коли висота Сонця знаходиться в межах від -6° до -12° . В цей час на небі видно достатню кількість зірок, щоб легко впізнавати сузір'я, тобто здійснювати орієнтацію за допомогою зірок – навігацію.

Астрономічні сутінки – це та частина доби, коли висота Сонця знаходиться в межах від -12° до -18° . В кінці астрономічних сутінок на небі зникають останні сліди вечірньої заграви і настає можливість побачити найслабші (6^m) зірочки.

Влітку, на достатньо великих широтах, Сонце може не опускатись нижче -6° , а вечірні цивільні сутінки плавно переходять в ранкові. Це явище називають суцільними цивільними сутінками. По-іншому це явище називають білі ночі.

Хід роботи

1. У вкладці Locations додайте три місця розташування: один з обласних центрів України, один з районних центрів західної України, село чи селище Івано-Франківської області.

2. Для вибраних населених пунктів заповніть таблицю:

№	Назва населеного пункту	Значення SQM для вибраного населеного пункту	Клас за шкалою Бортля	Короткий опис класу	NELM	SQM для класу	Характеристики неба з світловим забрудненням даного класу
1							
2							
3							

3. На основі SQM порахувати значення зоряної величини фону (неба) з квадратного градуса і сумарну величину всього світлового фону неба для трьох вибраних населених пунктів.

4. На основі значення SQM для вибраних населених пунктів оцініть NELM для цього пункту.

5. Визначте час сходу, заходу Сонця і Місяця в даний день. Визначте тривалість астрономічних і цивільних сутінок.

7. Визначте час проходження по небі Міжнародної космічної станції в даний день. Яка буде її видима зоряна величина?

8. Виберіть оптимальний час для польового астрономічного спостереження. Рішення обґрунтуйте.

Контрольні запитання

1) Що таке шкала Бортля?

2) Що таке NELM?

3) Що таке SQM?

4) Як визначити оптимальний час для польових астрономічних спостережень з допомогою програмного забезпечення «Clear Outside»?

5) Як визначити клас по шкалі Бортля і SQM для даного місця з допомогою програмного забезпечення «Clear Outside»?

6) Які бувають сутінки? Охарактеризуйте їх.

7) Поясніть явище білих ночей.

Використані джерела

1. Курс загальної астрономії: навч. посіб. / С. М. Андрієвський, І. А. Климишин; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, Прикарпат. нац. ун-т ім. В. Стефаника. — О.: Астропринт, 2007. — 480 с
2. Дагаев М. М. , Демин В. Г. , Климишин И, Чаругин В.М. Астрономия. М., 1983.
3. Bortle, John E. Gauging Light Pollution: The Bortle Dark-Sky Scale. Sky & Telescope. Sky Publishing Corporation (18.06.2006).

Лабораторна робота №4 (4 год.)

Візуальні спостереження зоряного неба. Візуальна оцінка кутової відстані між об'єктами

Мета роботи: засвоїти на практиці знання про основні лінії і точки небесної сфери, навчитися розпізнавати сузір'я на небі, здобути навички візуальної оцінки кутової відстані між об'єктами

Обладнання: рухома карта зоряного неба

Теоретичні відомості

Умовно небо можна представити у вигляді сфери, на яку спроектовані зображення космічних об'єктів, а спостерігач завжди знаходиться в її центрі. У зв'язку з цим вимірювання на небі цілком розумно виражати в градусній мірі. Тому якщо у нас є дві точки на небі, то відстань між ними буде представляти із себе кут, утворений прямими, проведеними з цих точок в очі спостерігача.

Тільки два світила - Сонце і Місяць - ми бачимо як диски. Кутові діаметри цих дисків майже однакові - близько $30'$ або 0.5° . Кутові розміри планет і зірок значно менше, тому ми їх бачимо просто як точкові світила. Для неозброєного ока об'єкт не виглядає точкою в тому випадку, якщо його кутові розміри перевищують $2 - 3'$. Це означає, зокрема, що наше око розрізняє кожну зірку окремо в тому випадку, якщо кутова відстань між ними більше цієї величини.

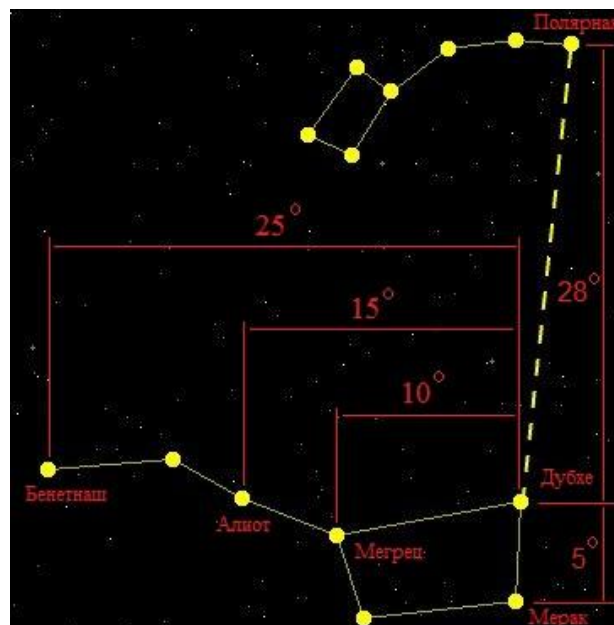


Рис. 1. Відстані між деякими зірками в сузір'ях Великої і Малої Ведмедіць

При відсутності інструментів оцінку кутових відстаней між світилами можна проводити, порівнюючи відстань між ними з відомими відстанями на небесній сфері (рис. 1) або з допомогою руки. При цьому середні значення, представлені на рисунку 2, варто відкалібрувати на основі вже відомих відстаней. Варто зазначити, що оскільки кути, які вимірюють, є достатньо малими (значно менші за 1 радіан), то $\text{tg } \alpha \approx \alpha$ (рад), тобто $l \propto \alpha$ (рис. 3).

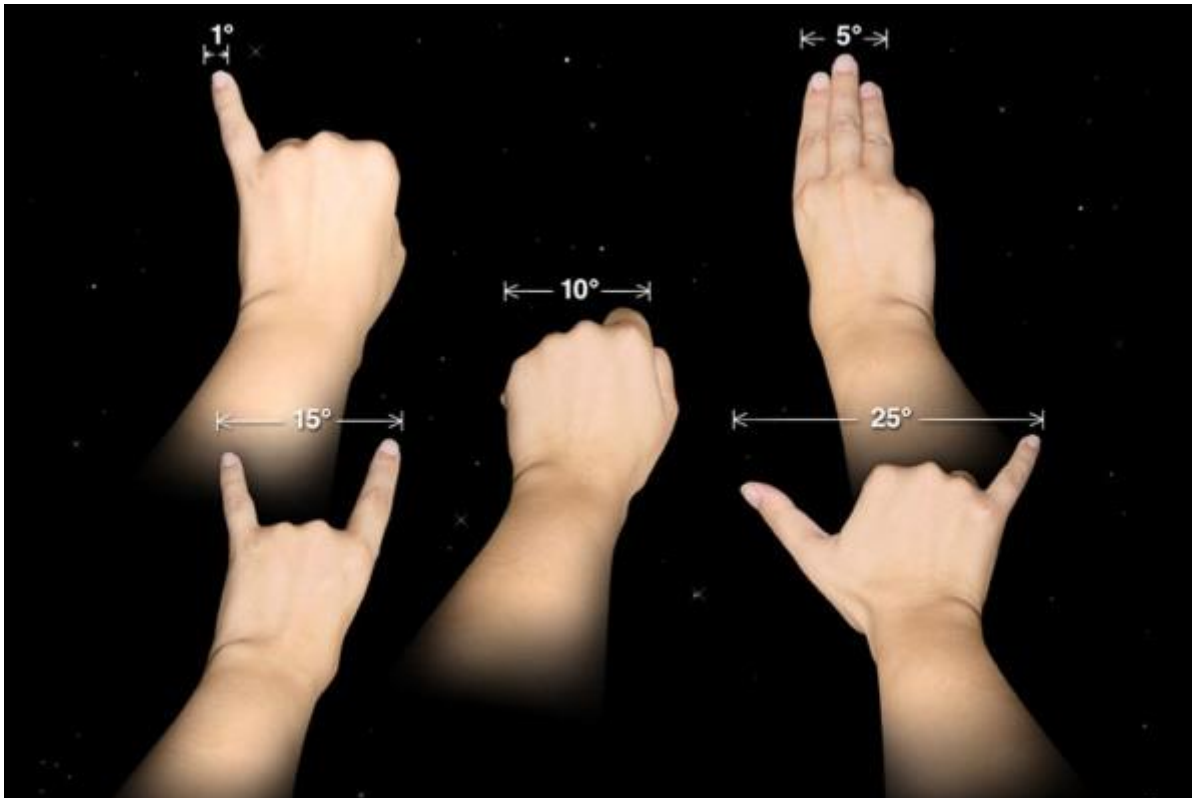


Рис. 2. Оцінка кутової відстані між небесними об'єктами з допомогою руки



Рис. 3. Залежність кута від видимої довжини

Хід роботи

- 1) Вкажіть сузір'я, які чітко можна ідентифікувати на момент спостереження. Зарисуйте п'ять таких сузір'їв.
- 2) Визначте напрямок на зеніт і надир. Визначте сузір'я в зеніті. Порівняйте результати спостережень з даними, отриманими за допомогою рухомої карти зоряного неба.
- 3) Знайдіть полярну зорю. Визначте меридіан. Вкажіть, які сузір'я спостерігаються у верхній чи нижній кульмінації. Порівняйте результати

спостережень з даними, отриманими за допомогою рухомої карти зоряного неба.

4) Визначте екватор і екліптику. Вкажіть, через які видимі сузір'я проходять ці великі кола небесної сфери. Порівняйте результати спостережень з даними, отриманими за допомогою рухомої карти зоряного неба.

5) Проведіть оцінку 10 кутових відстаней між світилами. Дані представте в табличному вигляді.

Контрольні запитання

- 1) Опишіть зручний для вас порядок визначення сузір'їв на небі.
- 2) Опишіть знаходження небесного меридіана на небі.
- 3) Опишіть знаходження небесного екватора на небі.
- 4) Опишіть знаходження екліптики на небі.
- 5) Що таке кутова відстань?
- 6) Як проводити оцінку кутових відстаней з допомогою стандартних відстаней?
- 7) Як проводити оцінку кутових відстаней з допомогою рук?

Використані джерела

1. Андрієвський С. М., Климишин І. А. Курс загальної астрономії: Навчальний посібник. — Одеса: Астропринт, 2007. — 480 с.
2. Боярченко І. Ф., Гулак Ю. К., Раздемаха Г. С., Сандакова Е. В. Астрономія. К., 1976.
33. Андрієвський С. М., Кузьменков С. Г., Захожай В. А., Климишин І. А. Загальна астрономія: підручник — Харків : ПромАрт, 2019. — 524 с.
4. Чепрасов В. Г. Практикум з курсу загальної астрономії. К., 1976.
5. Цесевич В. П. Что и как наблюдать на небе. М., 1984.
6. Климишин І. А. Історія астрономії. 2-ге, виправлене видання. — Івано-Франківськ: "Гостинець", 2006. — 652 с.
7. Климишин І. А. Календар і хронологія. - 5-е видання, доповнене. Івано-Франківськ, Гостинець, в-во Івано-Ф ранківської Теологічної Академії, 2002. - 232 с

Лабораторна робота № 5 (4 год)

Тема роботи. БУДОВА І ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕЛЕСКОПІВ

Мета роботи. Вивчення характеристик невеликих телескопів і набуття навичок в користуванні приладом.

Обладнання, посібники і матеріали. Малий телескоп рефрактор типу "РТ", малий телескоп шкільного типу "РТМ", менісковий телескоп "ТМШ", метрична лінійка, математичні таблиці.

Завдання для теоретичної підготовки

- З'ясувати такі питання:
 - будова двох основних груп телескопів: *рефракторів і рефлекторів*;
 - зарисувати хід променів у *рефракторному, рефлекторному та менісковому телескопах*.
- Описати будову меніскового телескопа.
- Записати в звіт основні характеристики телескопів (означення і числові дані досліджуваних телескопів):
 - збірна здатність телескопа (W);
 - фокусна віддаль об'єктива (F);
 - відносний отвір об'єктива (B);
 - збільшення телескопа (N);
 - роздільна здатність телескопа (m);
 - поле зору телескопа (d).

Контрольні питання

- Накресліть схему ходу променів в телескопах: *рефракторному, рефлекторному та менісковому*.
- Поясніть механічну будову телескопа і правила користування приладом.
- Від яких характеристик залежить збільшення телескопа.
- Перелічіть основні характеристики телескопа.
- Які переваги меніскового телескопу над іншими системами телескопів.
- На окулярах телескопу вказані їх кратності збільшення: 40^{\times} , 70^{\times} ... Чому рівні фокусні віддалі цих окулярів?

Завдання для самостійної роботи

- Розгляньте схеми оптичних систем і механічну будову телескопів. З'ясуйте в чому полягає азимутальна і екваторіальна системи установки телескопів. Як за допомогою саморобного приводного пристрою здійснити обертання труби телескопа навколо осі світу синхронно добовому руху зір.

2. Опануйте прийоми наведення телескопа на об'єкт. Виробіть тренувальними вправами уміння утримувати чітке зображення світила в полі зору телескопа засобами керування.
3. Визначте характеристики кожного телескопа.
4. Заповніть таблицю.

№ з/п	1	2	3
Тип телескопу			
Діаметр об'єктива (в мм) D			
Фокусна віддаль (в мм) F			
Відносний отвір об'єктива B			
Граничний кут роздільної здатності R			
Проникна сила (в зоряних величинах) m			
Фокусна віддаль окуляра (в мм) f ₁			
Збільшення телескопа N ₁			

Використані джерела

1. Андрієвський С. М., Климишин І. А. Курс загальної астрономії: Навчальний посібник. —Одеса: Астропринт, 2007. — 480 с.
2. Боярченко І. Ф., Гулак Ю. К., Раздемаха Г. С., Сандакова Е. В. Астрономія. К., 1976.
33. Андрієвський С. М., Кузьменков С. Г., Захожай В. А., Климишин І. А. Загальна астрономія: підручник — Харків : ПромАрт, 2019. — 524 с.
4. Чепрасов В.Г. Практикум з курсу загальної астрономії. К., 1976.
5. Цесевич В. П. Что и как наблюдать на небе. М., 1984.
6. Климишин І. А. Історія астрономії. 2-ге, виправлене видання.— Івано-Франківськ: “Гостинець”, 2006. – 652 с.
7. Мозговий О. В. Лабораторний практикум з астрономії / О. В. Мозговий, В. П. Думенко, О. В. Кузьминський. – Вінниця: ФОП Костюк Н.П., 2018. – 84 с.

Лабораторна робота №6 (4 год.)

Спостереження в телескопи та визначення їх характеристик

Мета роботи: вивчення характеристик невеликих телескопів і набуття навичок робіт із ними

Обладнання: рухома карта зоряного неба, телескоп, програмне забезпечення «Star Walk 2 Free»

Теоретичні відомості

Важливими характеристиками телескопу є:

- діаметр об'єктиву D ;
- фокусна відстань F ;
- відносний отвір телескопу $A=D/F$;
- максимальне допустиме збільшення $W_{\max}=2D$ (безрозмірна величина);
- роздільна здатність телескопу $P = 140''/D$ (в кутових секундах);
- проникна здатність телескопу $m= 2.1^m + 5lg D$ (в зоряних величинах).

Збільшення телескопу залежить від вибраного окуляру і визначається за формулою

$$W=F/f$$

Лінійний діаметр d світила у фокальній площині телескопу визначається за формулою

$$d \text{ (рад.)} = F \cdot \operatorname{tg} d',$$

де d' – кутовий діаметр світила.

Діаметр поля зору N телескопу, виражений в кутових хвилинах, може бути визначений теоретично за формулою

$$N = 2000/W,$$

де W – використовуване збільшення.

На практиці діаметр N можна визначити за часом проходження зірки в полі зору нерухомого телескопу. Для цього зірка, з відомим схиленням δ , встановлюється на край поля зору так, щоб при нерухомому телескопі вона пройшла по всьому діаметрі. Відмітивши на секундомірі моменти появи T_1 і зникнення T_2 зірки в полі зору телескопу, шукають

$$N = \frac{T_2 - T_1}{4} \cdot \cos \delta,$$

де $T_2 - T_1$ виражено в секундах, а N – в кутових хвилинах.

Хід роботи

- 1) Обчислити значення максимально допустимого збільшення, роздільної і проникної здатностей лабораторного телескопу;
- 2) Визначити на практиці діаметр поля зору телескопу для двох окулярів і порівняти з теоретичними значеннями;
- 3) Провести спостереження доступних планет. Зарисувати їх.
- 4) Навести телескоп на зоряне скупчення χ і h Персея та Туманність Андромеди М31.
- 5) Визначити на практиці реальну проникну здатність телескопу з урахуванням погодних умов і засвітки.

Контрольні запитання

- 1) Дати визначення відносному отвору телескопу.
- 2) Як обчислюється збільшення і максимальне збільшення телескопу?
- 3) Як теоретично обчислити поле зору телескопу?
- 4) Опишіть метод визначення поля зору телескопу на практиці.
- 5) Як теоретично визначити максимальну проникну здатність телескопу?
- 6) Опишіть спосіб практичного визначення максимальної проникної здатності телескопу.

Використані джерела

1. Андрієвський С. М., Климишин І. А. Курс загальної астрономії: Навчальний посібник. — Одеса: Астропринт, 2007. — 480 с.
2. Боярченко І. Ф., Гулак Ю. К., Раздємаха Г. С., Сандакова Е. В. Астрономія. К., 1976.
33. Андрієвський С. М., Кузьменков С. Г., Захожай В. А., Климишин І. А. Загальна астрономія: підручник — Харків : ПромАрт, 2019. — 524 с.
4. Чепрасов В. Г. Практикум з курсу загальної астрономії. К., 1976.
5. Цесевич В. П. Что и как наблюдать на небе. М., 1984.
6. Климишин І. А. Історія астрономії. 2-ге, виправлене видання.— Івано-Франківськ: “Гостинець”, 2006. — 652 с.