

АСТРОНОМІЯ БЕЗ ФОРМУЛ

*«Наука и жизнь» № 4 за 1984 рік
(редакція Н.Є.Шатовської, 2006 рік)*

Астрономія завжди була і залишається наукою спостережливою. Спостереження — це головне в діяльності астрономів-аматорів. Але як скласти програму спостережень? На яких зірках і сузір'ях зосередити увагу? Щоб відповісти на ці питання, мабуть, треба насамперед знати, які умови видимості небесних світил у цікавий для вас час. А це ви зумієте з'ясувати, користуючись рухомою картою зоряного неба й астрономічним календарем.

Отже, озброїмося рухомою картою зоряного неба, що ви самі виготовили чи придбали в готовому виді і, користаючись нею, розв'яжемо кілька задач.

Яким буде вигляд зоряного неба близько опівночі в середині травня й у середині червня?

За допомогою рухомої карти зоряного неба задачі такого роду розв'язуються зовсім просто. Потрібно, обертаючи накладний круг рухомої карти, сполучити дату спостереження (скажімо, 15 травня чи 15 червня) з обраним вами часом спостереження (наприклад, 23 години*). Зробивши це, ви побачите у вирізі накладного круга ті сузір'я, що будуть знаходитися над горизонтом. О 23 годині 15 травня в південній стороні неба проходять через меридіан (кульмінують) зорі Волопаса (Арктур уже знаходиться на захід від меридіана), ще раніш відбулася кульмінація зір Діви (Спіка розташована на захід і нижче, ніж Арктур). Поки ще досить високо на південному-заході видний Лев з Регулом. Близнюки і Візничий наблизилися до північно-західної частини горизонту. А на сході вже чітко видний «літньо-осінній трикутник» (Денеб - Вега - Альтаір), утворений найяскравішими зорями Лебедя, Ліри й Орла. Вище Ліри — «голова» Дракона, правіше — Геркулес і Північна Корона, під якими видні Змієносець і Змія. Велика Ведмедиця високо над горизонтом, на захід від небесного меридіана. Крім двох уже названих зодіакальних сузір'їв (Лев і Діва), над горизонтом знаходиться (причому поблизу меридіана) сузір'я Терезів.

** Варто пам'ятати, що на рухомій карті зоряного неба зазначений місцевий час подій, що може істотно відрізнятися від використовуваного в побуті. У Запоріжжі, наприклад, зимовий час випереджає місцевий приблизно на 20 хвилин, а літнє — на 1 годину 20 хвилин. 23 години місцевого часу в травні чи червні в Запоріжжі — це 0 годин 20 хвилин київського літнього часу.*

На умови видимості зодіакальних сузір'їв завжди варто звертати особливу увагу, тому що якщо планети видимі, то вони видимі саме в цих сузір'ях.

Пройде місяць, і вид зоряного неба трохи зміниться. У цей же час доби (23 години) 15 червня ми побачимо, що сузір'я Лева зовсім наблизилося до горизонту в його західній частині, а низько над південною і південно-східною частиною горизонту показалися зорі таких зодіакальних сузір'їв, як Скорпіон, Стрілець, Козеріг. Геркулес і Змієносець видні поблизу меридіана (а це, як відомо, і є найбільш сприятливі умови для спостереження). «Літньо-осінній» трикутник вище, ніж місяць назад. Зорі Волопаса схиляються до заходу, а на сході вже піднімаються зорі Пегаса й Андромеди. Велика Ведмедиця видна на північному заході, Кассіопея — на північному сході. На півночі низько над горизонтом розташувалася сама яскрава зірка Візничого — Капела.

Інформацію, яку можна одержати, розглядаючи зоряну карту, доповнимо даними, що містяться в астрономічному календарі. У розділі календаря, що називається «Довідник спостерігача», зазначені умови видимості планет. У яких же сузір'ях будуть видні планети? Відповідь на це питання ви знайдете в розділі «Планети», де повідомляється про умови видимості кожної планети протягом поточного навчального року, даються таблиці, що містять екваторіальні координати кожної планети, відстань до неї, видимий кутовий діаметр, блиск і т.д., а також приводяться малюнки, на яких зображений видимий шлях планети на тлі сузір'їв. Скориставшись цією інформацією, ви дізнаєтеся, у яких сузір'ях видні планети, а рухома карта зоряного неба допоможе вам вибрати найбільше сприятливий час для їхнього спостереження.

Деякі задачі легко розв'язуються за допомогою одного лише основного круга рухомої карти зоряного неба (накладний круг для їхнього вирішення не потрібно).

1. Скориставшись нанесеною на карту системою екваторіальних координат, ви можете **визначити координати** (пряме сходження α і схилення δ) **цікавлячих вас зірок**. Визначите, наприклад, координати Арктура, Веги, Денеба, Сиріуса, Альдебарана, Бетельгейзе, Капели, Спіки, Проціона і порівняйте отримані вами результати з табличними даними, що містяться в астрономічних довідниках і календарях.

2. Знаючи координати яких-небудь зірок (наприклад, $\alpha = 7^{\text{h}} 33^{\text{m}}$ і $\delta = +31^{\circ}57'$; $\alpha = 13^{\text{h}} 24^{\text{m}}$, і $\delta = -11^{\circ}02'$), можна з'ясувати, що це за **зорі**.

3. Знаючи екваторіальні координати планет, можна визначити, у **якому сузір'ї спостерігається планета**, і, отже, оцінити умови її видимості в даний день і годину.

4. Можна **визначити положення Сонця на тлі зірок**, тобто довідатися про сузір'я, у якому Сонце знаходиться, і його екваторіальні координати. Для цього згадаємо, що видимий річний шлях Сонця на небесній сфері — екліптика — зображена на карті зоряного неба у виді ексцентричного овалу, що перетинає лінію небесного екватора в точках весняного й осіннього рівнодень. Щоб визначити, у якій точці екліптики знаходиться Сонце в цікавлячий вас момент, досить знайти на карті точку перетину екліптики з прямою, що проходить через

полюс світу (центр карти), і штрих, що відповідає даті спостереження. Знаючи це, ви легко переконаєтеся, що 15 травня Сонце буде в Тільці, а 25 червня уже виявиться в Близнюках. Якби в ці дні відбулося сонячне затемнення, то ви побачили б Сонце на тлі зірок названих сузір'їв. Але затемнення в цей час не передбачається. Тому спостерігайте ті зодіакальні сузір'я, що знаходяться в діаметрально протилежних частинах екліптики, тобто кульмінують в обрані вами дати опівночі. Визначите, які це сузір'я.

5. Знаючи екваторіальні координати Місяця (вони теж приводяться в астрономічних календарях), можна визначити по карті сузір'я, у якому знаходиться Місяць. Зіставивши положення Місяця з положенням Сонця, можна зміркувати, у якій фазі буде Місяць: у повні чи в молодика.

6. По карті зоряного неба можна оцінювати зоряні величини зірок, якщо зазначена шкала, що пояснює, яким зоряним величинам відповідають кружечки, що зображують зорі на карті. На карті А.Д.Марленського такої шкали ні, але відомо, що на цю карту нанесені зорі до 4-й зоряної величини. Якщо знати це, а також зоряні величини деяких зірок (наприклад, Полярної $+2,14^m$, Веги $0,14^m$, Альдебарана $+1^m$, Сиріуса $-1,6^m$, то таку шкалу можна скласти самостійно.

Отже, навіть без накладного круга карта дозволила вам одержати чимало корисних відомостей. Можливості її розширяться, коли ви скористаетесь картою в повному комплекті, тобто з обома кругами. Ми вже їх використовували, знайомлячи з видом зоряного неба в заданий момент часу. Але можна розв'язати і деякі інші задачі.

1. Можна з'ясувати, **які сузір'я в даній місцевості не заходять**. Очевидно, для цього досить подивитися, які сузір'я при обертанні накладного круга завжди залишаються у вирізі карти. Визначте, які сузір'я ніколи не заходять за горизонт тієї місцевості, де ви живете.

2. Можна **приблизно визначити час сходу, верхньої кульмінації і заходу будь-якої зорі**. Для цього досить послідовно установити зображення обраної зорі спочатку на східну частину лінії горизонту (сторони горизонту визначайте по Полярній зорі!), потім на небесний меридіан (пряма лінія на накладному крузі) і, нарешті, на західну частину лінії горизонту, причому щораз проти дати спостережень потрібно відраховувати значення моменту місцевого часу.

3. Аналогічним чином можна **визначити час сходу, кульмінації і заходу будь-якої планети і Місяця** (попередньо довідавшись їхні екваторіальні координати з довідника). Ще простіше ця задача розв'язується для Сонця (тому що тут і довідник не потрібний). А визначивши по карті час сходу і заходу Сонця, ви негайно ж обчислите тривалість дня і ночі для обраної вами дати.

4. **Можна оцінити** горизонтальні **координати світила** (тобто довідатися його висоту h і азимут A) по відомих екваторіальних координатах (α і δ). Зовсім просто ця задача розв'язується, якщо потрібно визначити в даний момент часу координати якої-небудь з нанесених на карту зірок. Наприклад, ви захотіли довідатися горизонтальні координати Спіки 30 травня в 22 години. Насамперед установлюємо рухому карту на ці дату і час. Потім знаходимо цікавлячу нас зорю — α Діви. На лінії, накресленій на накладному крузі і яка зображує небесний меридіан, проставлені розподіли висот (від 0° до 90°). Очевидно, висота Спіки в обраний момент близько 28° (тобто $h=28^\circ$). Уздовж вирізу накладного круга нанесені значення азимутів (від 0° до 360°). По них визначаємо, що азимут Спіки приблизно 17° (тобто $A=17^\circ$). Точно так само розв'язується задача, якщо цікавляче нас світило — Сонце. У цьому випадку можна простежити, **як протягом року змінюється полуденна висота Сонця й азимуті місць сходу і заходу нашого денного світила**. Якщо цікавляче нас світило — чи Місяць яка-небудь планета, то для визначення h і A потрібно спочатку по узятим з довідника α і δ нанести на карту точку, що відповідає положенню світила на небі в даний момент, а потім проробити з цією точкою всі ті маніпуляції, що ми тільки що проробили із зорею α Діви.

Перевірити, наскільки добре ви навчилися працювати з рухомою картою зоряного неба, ви можете, розв'язавши наступні задачі:

1. Чи видно сузір'я Малого Пса у вашій місцевості 15 червня в 21 годині?
2. Коли сходить Капела у вашій місцевості 25 червня?
3. Скільки зірок яскравіше 2-й зоряної величини не заходять за обрій у вашій місцевості?
4. Яке сузір'я буде поблизу зеніту у вашій місцевості 20 травня в 23 години?
5. Ви приступаєте до спостережень зоряного неба 30 травня о 22 годині. Які сузір'я в цей момент сходять, які знаходяться поблизу меридіана, а які заходять?
6. У яким сузір'ї сьогодні розташовані Сонце і яке сузір'я кульмінує над точкою півдня опівночі?
7. За допомогою рухомої карти зоряного неба оцініть тривалість дня і ночі сьогодні.
8. Яка полуденна висота Сонця сьогодні? А якою вона буде у вашій місцевості в дні рівнодень і сонцестоянь?
9. Визначите горизонтальні координати Арктура 18 травня о 21 годині.
10. У котрій годині і на якій висоті відбудеться верхня кульмінація Юпітера 13 червня?