

АСТРОНОМИЯ БЕЗ ФОРМУЛ

*«Наука и жизнь» № 4 за 1984 год
(редакция Н.Е.Шатовской, 2006 год)*

Астрономия всегда была и остается наукой наблюдательной. Наблюдения — это главное в деятельности астрономов-любителей. Но как составить программу наблюдений? На каких звездах и созвездиях сосредоточить внимание? Чтобы ответить на эти вопросы, очевидно, надо прежде всего знать, каковы условия видимости небесных светил в интересующее вас время. А это вы сумеете выяснить, располагая подвижной картой звёздного неба и астрономическим календарём (например, «Школьным астрономическим календарём», издаваемым на каждый учебный год издательством «Дрофа»).

Итак, вооружимся подвижной картой звёздного неба, которую вы сами подготовили к работе или приобрели в готовом виде (подвижная карта звёздного неба А. Д. Марленского), и, пользуясь ею, решим несколько задач.

Каким будет вид звёздного неба около полуночи в середине мая и в середине июня?

С помощью подвижной карты звёздного неба задачи такого рода решаются совсем просто. Нужно, вращая накладной круг подвижной карты, совместить дату наблюдения (скажем, 15 мая или 15 июня) с выбранным вами временем наблюдения (например, 23 часа*). Сделав это, вы увидите в вырезе накладного круга те созвездия, которые будут находиться над горизонтом. В 23 часа 15 мая в южной стороне неба проходят через меридиан (кульминируют) звёзды Волопаса (Арктур уже находится западнее меридиана), ещё раньше произошла кульминация звёзд Девы (Спика расположена западнее и ниже, чем Арктур). Пока еще довольно высоко на юго-западе виден Лев с Регулум. Близнецы и Возничий приблизились к северо-западной части горизонта. А на востоке уже отчётливо виден «летне-осенний треугольник» (Денеб - Вега - Альтаир), образованный самыми яркими звёздами Лебеда, Лиры и Орла. Выше Лиры — «голова» Дракона, правее — Геркулес и Северная Корона, под которыми видны Змееносец и Змея. Большая Медведица высоко над горизонтом, западнее небесного меридиана. Кроме двух уже названных зодиакальных созвездий (Лев и Дева), над горизонтом находится (причем вблизи меридиана) созвездие Весов.

** Следует помнить, что на подвижной карте звёздного неба указано местное время событий, которое может существенно отличаться от используемого в быту. В Москве, например, зимнее время опережает местное примерно на полчаса, а летнее — на полтора. 23 часа местного времени в мае или июне в Москве — это 0 часов 30 минут московского летнего времени.*

На условия видимости зодиакальных созвездий всегда следует обращать особое внимание, потому что если планеты видны, то они видны именно в этих созвездиях.

Пройдёт месяц, и вид звёздного неба несколько изменится. В это же время суток (23 часа) 15 июня мы увидим, что созвездие Льва совсем приблизилось к горизонту в его западной части, а низко над южной и юго-восточной частью горизонта показались звёзды таких зодиакальных созвездий, как Скорпион, Стрелец, Козерог. Геркулес и Змееносец видны вблизи меридиана (а это, как известно, и есть наиболее благоприятные условия для наблюдения). «Летне-осенний» треугольник выше, чем месяц назад. Звёзды Волосаса склоняются к западу, а на востоке уже поднимаются звёзды Пегаса и Андромеды. Большая Медведица видна на северо-западе, Кассиопея — на северо-востоке. На севере низко над горизонтом расположилась самая яркая звезда Возничего — Капелла.

Информацию, которую можно получить, рассматривая звёздную карту, дополним данными, содержащимися в астрономическом календаре. Воспользуемся, например, ставшим весьма популярным и издающимся большим тиражом «Школьным астрономическим календарем» («ШАК») на текущий учебный год.

Долгие годы составителем «ШАК» был известный методист и популяризатор астрономии кандидат педагогических наук Виталий Алексеевич Шишаков, а после его кончины кропотливую работу по составлению календаря взял на себя доцент Московского государственного педагогического института имени В. И. Ленина Михаил Михайлович Дагаев. *В настоящее время школьный астрономический календарь редактируют известные популяризаторы астрономии М.Ю.Шевченко и О.С.Угольников.*

В разделе календаря, который называется «Справочник наблюдателя», указаны условия видимости планет. В каких же созвездиях будут видны планеты? Ответ на этот вопрос вы найдёте в разделе «Планеты», где сообщается об условиях видимости каждой планеты на протяжении текущего учебного года, даются таблицы, содержащие экваториальные координаты каждой планеты, расстояние до неё, видимый угловой диаметр, блеск и т.д., а также приводятся рисунки, на которых изображён видимый путь планеты на фоне созвездий. Воспользовавшись этой информацией, вы узнаете, в каких созвездиях видны планеты, а подвижная карта звёздного неба поможет вам выбрать наиболее благоприятное время для их наблюдения.

Некоторые задачи легко решаются с помощью одного лишь основного круга подвижной карты звёздного неба (накладной круг для их решения не требуется).

1. Воспользовавшись нанесённой на карту системой экваториальных координат, вы можете **определить координаты** (прямое восхождение α и склонение δ) **интересующих вас звёзд**. Определите, например, координаты Арктур, Веги, Денеба, Сириуса, Альдебарана, Бетельгейзе, Капеллы, Спики, Прокциона и сравните полученные вами результаты с табличными данными, содержащимися в астрономических справочниках и календарях.

2. Зная координаты каких-нибудь звёзд (например, $\alpha = 7^{\text{h}} 33^{\text{m}}$ и $\delta = +31^{\circ}57'$; $\alpha = 13^{\text{h}} 24^{\text{m}}$, и $\delta = -11^{\circ}02'$), можно выяснить, что это за **звёзды**.

3. Зная экваториальные координаты планет, можно определить, **в каком созвездии видна планета**, и, следовательно, оценить условия её видимости в данный день и час.

4. Можно **определить положение Солнца на фоне звёзд**, то есть узнать созвездие, в котором Солнце находится, и его экваториальные координаты. Для этого вспомним, что видимый годовой путь Солнца на небесной сфере — эклиптика — изображён на карте звёздного неба в виде эксцентрического овала, пересекающего линию небесного экватора в точках весеннего и осеннего равноденствий. Чтобы определить, в какой точке эклиптики находится Солнце в интересующий вас момент, достаточно найти на карте точку пересечения эклиптики с прямой, проходящей через полюс мира (центр карты), и штрих, который соответствует дате наблюдения. Зная это, вы легко убедитесь, что 15 мая Солнце будет в Тельце, а 25 июня уже окажется в Близнецах. Если бы в эти дни произошло солнечное затмение, то вы увидели бы Солнце на фоне звёзд названных созвездий. Но затмение в это время не предвидится. Поэтому наблюдайте те зодиакальные созвездия, которые находятся в диаметрально противоположных частях эклиптики, то есть кульминируют в выбранные вами даты в полночь. Определите, какие это созвездия.

5. Зная экваториальные координаты Луны (они тоже приводятся в астрономических календарях), можно определить по карте созвездие, в котором находится Луна. Сопоставив положение Луны с положением Солнца, можно сообразить, в какой фазе будет Луна: в полнолунии или в новолунии.

6. По карте звёздного неба можно оценивать звёздные величины звёзд, если указана шкала, поясняющая, каким звёздным величинам соответствуют кружочки, изображающие звёзды на карте. На карте А.Д.Марленского такой шкалы нет, но известно, что на эту карту нанесены звёзды до 4-й звёздной величины. Если знать это, а также звёздные величины некоторых звёзд (например, Полярной $+2,14^{\text{m}}$, Веги $0,14^{\text{m}}$, Альдебарана $+1^{\text{m}}$, Сириуса $-1,6^{\text{m}}$, то такую шкалу можно составить самостоятельно.

Итак, даже без накладного круга карта позволила вам получить немало полезных сведений. Возможности её расширятся, когда вы воспользуетесь картой в полном комплекте, то есть с обоими кругами. Мы уже их использовали, знакомясь с видом звёздного неба в заданный момент времени. Но можно решить и некоторые другие задачи.

1. Можно выяснить, **какие созвездия в данной местности незаходящие**. Очевидно, для этого достаточно посмотреть, какие созвездия при вращении

накладного круга всегда остаются в вырезе карты. Определите, какие созвездия никогда не заходят за горизонт той местности, где вы живёте.

2. Можно **примерно определить время восхода, верхней кульминации и захода любой звезды**. Для этого достаточно последовательно установить изображение выбранной звезды сначала на восточную часть линии горизонта (стороны света определяйте по Полярной звезде!), потом на небесный меридиан (прямая линия на накладном круге) и, наконец, на западную часть линии горизонта, причем каждый раз против даты наблюдений нужно отсчитывать значение момента местного времени.

3. Аналогичным образом можно **определить время восхода, кульминации и захода любой планеты и Луны** (предварительно узнав их экваториальные координаты из справочника). Ещё проще эта задача решается для Солнца (ибо здесь и справочник не нужен). А определив по карте время восхода и захода Солнца, вы тотчас же вычислите продолжительность дня и ночи для выбранной вами даты.

4. **Можно оценить горизонтальные координаты светила** (то есть узнать его высоту h и азимут A) по известным экваториальным координатам (α и δ). Совсем просто эта задача решается, если нужно определить в данный момент времени координаты какой-нибудь из нанесенных на карту звёзд. Например, вы захотели узнать горизонтальные координаты Спика 30 мая в 22 часа. Прежде всего устанавливаем подвижную карту на эти дату и время. Затем находим интересующую нас звезду — α Девы. На линии, начерченной на накладном круге и изображающей небесный меридиан, проставлены деления высот (от 0° до 90°). Очевидно, высота Спика в выбранный момент около 28° (то есть $h=28^\circ$). Вдоль выреза накладного круга нанесены значения азимутов (от 0° до 360°). По ним определяем, что азимут Спика примерно 17° (то есть $A=17^\circ$). Точно так же решается задача, если интересующее нас светило — Солнце. В этом случае можно проследить, **как в течение года изменяется полуденная высота Солнца и азимуты мест восхода и захода нашего дневного светила**. Если интересующее нас светило — Луна или какая-нибудь планета, то для определения h и A нужно сначала по взятым из справочника α и δ нанести на карту точку, соответствующую положению светила на небе в данный момент, а потом проделать с этой точкой все те манипуляции, которые мы только что проделали со звездой α Девы.

Проверить, насколько хорошо вы научились работать с подвижной картой звёздного неба, вы можете, решив следующие задачи:

1. Видно ли созвездие Малого Пса в вашей местности 15 июня в 21 час?
2. Когда восходит Капелла в вашей местности 25 июня?
3. Сколько звёзд ярче 2-й звёздной величины не заходят за горизонт в вашей местности?
4. Какое созвездие будет вблизи зенита в вашей местности 20 мая в 23 часа?

5. Вы приступаете к наблюдениям звёздного неба 30 мая в 22 часа. Какие созвездия в этот момент восходят, какие находятся вблизи меридиана, а какие заходят?

6. В каком созвездии сегодня расположено Солнце и какое созвездие кульминирует над точкой юга в полночь?

7. С помощью подвижной карты звёздного неба оцените продолжительность дня и ночи сегодня.

8. Какова полуденная высота Солнца сегодня? А какой она будет в вашей местности в дни равноденствий и солнцестояний?

9. Определите горизонтальные координаты Арктура 18 мая в 21 час.

10. В котором часу и на какой высоте произойдёт верхняя кульминация Юпитера 13 июня?