

**Приёмы работы
с подвижной картой звёздного неба
в занимательных задачах на поэтическом материале**

*Расширенный вариант статьи,
опубликованной приложением "Физика" к газете "Первое сентября" в N 5 за 2004 г.*

С подвижной звёздной картой знакомы все, кто хотя бы немного занимался астрономией. Это простое устройство помогает изучать звёздное небо и планировать наблюдения.

Работая с учащимися астрономического кружка, я уделяю особое внимание практическим навыкам, в том числе использованию карты. Опыт показывает, что даже самые младшие кружковцы - ученики 5-6 класса - легко овладевают основными приёмами работы с ней. Главное условие успеха - обилие упражнений, разнообразных по форме и уровню сложности.

Предлагаемый материал - часть методического комплекса, разработанного по теме "Звёздное небо. Подвижная карта звёздного неба". Это подборка упражнений для отработки приёмов работы с подвижной картой, которую можно использовать при обучении начинающих астрономов любого возраста.

Подвижная карта звёздного неба позволяет:

- определять вид звёздного неба, расположение созвездий и звёзд, если известны дата и время;
- определять время астрономического явления (восхода, захода, верхней и нижней кульминации звёзд) в заданную дату и наоборот;
- проделывать то же самое и для Солнца, предварительно определив его положение на эклипике в заданную дату, а также для Луны и планет, если известны их текущие координаты.

На что следует обратить внимание учащихся при выполнении упражнений?

Прежде всего, вырезав на накладном круге горизонт по одной из обозначенных линий, мы тем самым задали широту места наблюдения. Вид неба и моменты восхода и захода светил зависят от широты, поэтому результат, полученный при помощи подвижной карты, будет соответствовать действительности только на данной широте. (Используемые стихотворные фрагменты написаны жителями средних широт северного полушария; автор пользовался картой для 55°)

На обресе накладного круга указано местное время; оно, как правило, не совпадает с гражданским временем, по которому живёт наблюдатель. Планируя наблюдения, необходимо это учитывать. Получив с помощью карты местное время некоторого явления, следует внести поправку на долготу, учесть декретный час и летний час. Например, в Москве гражданское время опережает местное примерно на полчаса в зимний период и на полтора часа – в летний.

Положение Солнца среди звёзд по карте можно определить только приблизительно. Ошибка может достигать 4° по прямому восхождению, что позволяет определять время событий, связанных с Солнцем, с точностью до четверти часа, не лучше.

Пример 1. Познакомимся со стихотворением Юрия Верховского из цикла "Ночью":

В небеса из каменных оков
Уносился я мечтой моею.
Я искал её - Кассиопею
За туманом дымных облаков.

Как в плену я любовался ею;
А теперь - широк небесный кров,
И в красе июльских вечеров
Я мечтой свободную лелею -

И по ней - свободный - не грущу;
Здесь она над садом, над водами -
Мне близка; её я не ищущу -

И шесть роскошными звездами
Уж она сияет надо мной -
Старый друг, прекрасный и родной.

Поэт, хорошо знакомый со звёздным небом, описал сезонные изменения положения Кассиопеи. В средних широтах северного полушария это созвездие является незаходящим, и в течение звёздных суток описывает полную окружность вокруг Полярной звезды. Однако часть этого пути приходится на светлое время суток, поэтому в каждый сезон года можно наблюдать Кассиопею только в определённых, соответствующих сезону, положениях.

Выясним, в какой части неба видна Кассиопея вечером в июле. Для этого дату "15 июля" на обрезе карты совместим со штрихом "21" на обрезе накладного круга (в июле темнеет поздно, и звёзды появятся только в 21 час по местному времени). Внутри выреза накладного круга найдём Кассиопею - она действительно расположена низко на северо-востоке; это "летнее" положение созвездия.

Теперь посмотрим, какое положение займёт Кассиопея зимним вечером. В середине января звёзды видны уже в 17 часов. Повернув накладной круг в нужное положение, увидим Кассиопею вблизи зенита - это её "зимнее" положение.

Пример 2. Советский поэт Альберт Федулов - мастер астрономических пейзажей. Приводим его стихотворение "Звёздный ковш" полностью:

Закат погас. Костёр горит,
Звенят в степи колосья хлеба.
А я гляжу - вот ковш стоит
Среди полуночного неба.
И мнится, он не синевой,
А ключевой налит водою,
И я тянусь к нему рукой,
Полднейной истомлён жарою.

В каком положении наблюдает Большую Медведицу герой стихотворения?

Решение. Очевидно, описано лето, а летние ночи коротки. В период летнего солнцестояния в средних широтах звёзды видны не более четырёх часов - с 22 до 2 часов по местному времени. Будем считать, что наблюдение сделано в местную полночь. Совместив штрихи "22 июня" и "0", увидим, что Большая Медведица миновала зенит и расположена высоко над западным горизонтом.

Пример 3. Восточные поэты - философы, внимательные наблюдатели природы, тонкие ценители небесных красот. У китайца Лу Ю читаем (перевод И.С.Голубева):

Подмёл я двор, ворота на ночь запер...
И мой - он тоже недалёк закат!
Не возвратит согбенный старец силы,
Когда недуг в нём с головы до пят...

Вода скрепила высохшую ряску -
Из крошек драгоценный камень стал!
И незаметно иней пал на землю
И в киновари листьев засверкал.

Вина простого чарку поднимаю
И размышляю около окна:
Когда б, заслуг особых не имея,
Я до Ковша Небесного достал!

Отдав должное стихам, попробуем сообразить, в какую сторону горизонта ориентировано окно в комнате героя стихотворения.

Решение. Герой видит из окна Большую Медведицу поздней осенью вечером, вскоре после заката. Совместив дату "15 ноября" на обрезе карты со штрихом "18 часов" на обрезе накладного круга, увидим, что Большая Медведица расположена в северо-западной части неба, причём довольно низко, и действительно может быть видна через окно.

Пример 4. Стихотворение Якова Козловского "В чебуречной" начинается так:

Когда от станции конечной
Мы направлялись к чебуречной,
Мерцал на небе Водолей,
И голубой, хоть был он млечный,
Летел со стороны заречной
К нам пух июньских тополей.

Задание: установить время наблюдения.

Решение. Герои стихотворения наблюдают созвездие Водолея в июне. Будем поворачивать накладной круг до тех пор, пока созвездие не появится на восточном горизонте. Штрихи на обрезе карты и накладного круга подскажут нам, что в начале июня Водолей восходит около местной полночи, в середине месяца - около 23 часов, в конце - около 22 часов и виден до рассвета. Таким образом, наблюдать созвездие герои в принципе могли, но остается неясным, что они собирались делать в чебуречной в такое позднее время.

Пример 5. В стихотворении Владимира Луговского "Уфа" есть такие строки:

Старый друг, как прежде, как бывало,
Я к тебе, доверившись, иду.
Через золотые перевалы
Осени, бушующей в саду.

На дороге холодно и сыро,
Жёсткий шум ветвей со всех сторон.
Вековечное величье мира.
Над землёй встающий Орион.

В какое время герой стихотворения направляется к другу?

Решение. Герой наблюдает восход Ориона; дата наблюдения - примерно 15 октября. Будем поворачивать накладной круг до тех пор, пока созвездие Ориона не окажется на восточном горизонте. Против даты "15 октября" окажется штрих "22 часа".

Пример 6. Аналогичную задачу находим у Максимилиана Волошина в стихотворении "Блуждания":

Отроком строгим бродил я
По терпким долинам
Киммерии печальной,
И дух мой незрячий
Томился
Тоскою древней земли.

В сумерках,
В складках глубоких заливов,
Ждал я призыва и знака,
И раз пред рассветом,
Встречая восход Ориона,
Я понял
Ужас ослепшей планеты,
Сыновность свою и сиротство...

В каком месяце года герой стихотворения бродил по Крымскому побережью?

Решение. Сохранив предыдущее положение накладного круга (Орион на восточном горизонте), выясним, что созвездие восходит 15 октября в 22 часа, 15 сентября в 0 часов, 15 августа в 2 часа, 15 июля в 4 часа, 15 июня в 6 часов. Таким образом, "перед рассветом" Орион восходит в конце июля - начале августа.

Пример 7. Вот фрагмент из стихотворения Ивана Бунина "Плеяды":

Стемнело. Вдоль аллея, над сонными прудами
Бреду я наугад.
Осенней свежестью, листвою и плодами
Благоухает сад...
И звонок каждый шаг среди ночной прохлады,
И царственным гербом
Горят холодные алмазные Плеяды
В безмолвии ночном.

Сколько времени продолжалась прогулка героя стихотворения?

Решение. В стихотворении описан один из вечеров ранней осени вблизи равноденствия, следовательно, Солнце заходит в 18 часов. Ещё через час закончатся сумерки и появятся первые звёзды. Используя звёздную карту, установим, что 22 сентября Плеяды взойдут только в 20 часов. Следовательно, герой стихотворения, вышедший в сад в сумерках, должен гулять как минимум час-полтора, прежде чем можно будет увидеть Плеяды.

Пример 8. У китайского средневекового поэта (или поэтессы?) Вэй Ин-У читаем (перевод Михаила Басманова):

Млечный Путь,
Млечный Путь
Льёт в предрассветную пору
Свет на осенний город.

В печали наверх поднимаюсь
И вдаль
Смотрю с мечтой о тебе.
На юг и на север
Нас развести
Угодно было судьбе.

Нас развести,
Нас развести...
Млечный Путь в ясном небе,
А нам нет друг к другу пути!

Какой месяц года описан?

Решение. Повернём накладной круг так, чтобы Млечный Путь оказался ориентирован с юга на север. В середине сентября это бывает в 8 часов, уже после восхода Солнца, в середине октября - в 6 часов, когда уже светает, в конце октября - в 5 часов, в середине ноября - в 4 часа. Скорее всего, имеется в виду конец октября - начало ноября.

Пример 9. Средневековый китайский поэт Су Ши в одном из своих стихотворений описывает такой астрономический пейзаж (перевод Михаила Басманова):

"Который час ночи теперь?" - я спросил.
"Три стражи прошло," - сказали в ответ.
Ковш звёздный над самой землёю висит,
И месяц бледнеет, и близок рассвет.

При помощи подвижной звёздной карты определите, в каком месяце года происходит действие.

Решение. В тексте однозначно указано, что Большая Медведица находится в нижней кульминации. Повернём накладной круг так, чтобы созвездие оказалось низко над северным горизонтом, и выясним, что это положение бывает в декабре около 18 часов, в сентябре около полуночи, в июне около 6 утра, а в начале августа - около 3 часов утра. Первая половина августа - единственно возможный правильный

ответ, поскольку в конце августа нижняя кульминация Большой Медведицы происходит раньше, в 1-30, что сложно назвать предрассветным временем, а в середине июля - позже, в 4-30, когда звёзд уже не видно.

Пример 10. У Ивана Бунина есть такие строки:

Далеко на севере Капелла
Блещет семицветным огоньком,
А оттуда, с поля, тянет ровным
Ласковым полуночным теплом...

В каком месяце сделано это наблюдение?

Решение. С помощью подвижной карты звёздного неба приблизительно оценим дату наблюдения. Итак, в полночь Капелла видна на севере. Повернём накладной круг таким образом, чтобы Капелла оказалась на небесном меридиане со стороны указателя "С". Такое положение повторяется каждые звёздные сутки, но в разное время, и только один раз в году оно приходится на полночь. Нужную дату найдём на обресе карты напротив штриха "0" на обресе накладного круга - это 13 июня.

Пример 11. В стихотворении Сергея Шервинского "Коктебельские октавы" есть такой фрагмент:

Бывало, ночь едва сойти успела,
Со всех дворов уж льётся лай собак.
Над Кок-кая заблещет нам Капелла,
Над Сююрю - семиалмазный знак
Медведицы. Уж море почернело,
И под веслом его бездонный мрак
Фосфоресцирует слегка - и всё же
Я искорку ловлю на мокрой коже.

Пользуясь подвижной звёздной картой, приблизительно определите дату наблюдения.

Решение. По условию задачи и Медведица, и Капелла (альфа Возничего) видны невысоко над горизонтом. Подберём соответствующее положение накладного круга: Капелла миновала нижнюю кульминацию и поднимается на северо-востоке, Медведица опускается на северо-западе. Теперь посмотрим, в каком месяце года такое положение светил наблюдается в начале ночи. Получаем сентябрь: 22 часа по местному времени в начале месяца, 21 час - в середине и 20 часов - в конце.

Пример 12. Прочитаем ещё одно стихотворение Ивана Бунина:

Враждебных полон тайн на взгорье спящий лес.
Но мирно розовый блистает Антарес
На южных небесах, куда прозрачным дымом
Нисходит Млечный Путь к лугам необозримым.
С опушки на луга гляжу из-под ветвей,
И дышит ночь теплом, и сердце верит ей, -
Колосьям божьих нив,
на гнёздах смолкшим птицам,
Мерцанию кротких звёзд и ласковым зарницам,
Играющим огнём вокруг немой земли
Пред взором путника, звенящего вдали
Валдайским серебром, напевом беззаботным
В просторе полевом, спокойном и дремотном.

Установите по тексту дату наблюдения.

Решение. Итак, Антарес виден на юге, в верхней кульминации. Наилучшие даты для наблюдения астрономических объектов - это те даты, в которые объект кульминирует в местную полночь. Установим накладной круг так, чтобы Антарес оказался на небесном меридиане, напротив отметки "Ю". При этом штрих "0 часов" совместится с датами в конце мая-начале июня. Это же положение звезды будет в начале мая в 2 часа, в начале апреля в 4 часа, но весенние месяцы нам не подойдут: поэт описал именно летнюю ночь. Месяцем позже, в конце июня, Антарес будет на юге в 22 часа, сразу же после наступления темноты, а ещё через месяц, в конце июля, минует верхнюю кульминацию в 20 часов, то есть ещё до наступления сумерек. Таким образом, наблюдение могло быть сделано только в июне.

Пример 13. Какую астрономическую ошибку допустил Генрих Сапгир в строках:

Кто смотрел на купол звёздный
Поздней осенью морозной,
Тот видал, как звёздный Лебедь
Поднимается в зенит,
Тот слышал, как в синем небе
Лира звёздная звенит.

Решение. Наблюдение сделано примерно 15 ноября; звёзды появятся не ранее 17 часов по местному времени. Совместив штрихи "15 ноября" и "17", выясним, что созвездие Лебеда уже миновало зенит, причём его голова - звезда Альбирео - ориентирована вниз; Лебедь летит в сторону юго-западного горизонта. Далее в

суточном движении созвездие будет опускаться, всё более удаляясь от зенита. Таким образом, поздней осенью увидеть Лебеда поднимающимся в зенит невозможно.

Пример 14. Найдём астрономическую ошибку у Александра Блока:

Окрай небес - звезда омега,
Весь в искрах, Сириус цветной.
Над головой - немая Вега
Из царства сумрака и снега
Оледенела над землей.

Решение. Звезда Вега (альфа Лиры) севернее 52 параллели не заходит за горизонт и видна в любое время года. Сириус (альфа Большого Пса), наоборот, расположен южнее небесного экватора и в средних широтах северного полушария бывает виден только зимой. С помощью подвижной звёздной карты убедимся, что зимой эти две звезды могут быть видны одновременно: Вега низко над северным горизонтом, Сириус - невысоко над южным. Однако над головой, в зените, Вега можно наблюдать только летом, когда Сириус не виден. Возможно, поэт перепутал Вега с Капеллой (альфой Возничего), которая бывает видна вблизи зенита зимой.

Пример 15. В детском стихе говорится:

Глянешь на небо в ночные часы -
В небе Медведица, Гончие Псы,
Ворон и Рыбы, Рак и Дракон...
Сколько созвездий, столько имён...

Можно ли наблюдать все перечисленные созвездия в нашей местности одновременно?

Решение. При помощи накладного круга убедимся, что три из упомянутых созвездий - Медведица, Гончие Псы и Дракон - в средних широтах северного полушария не заходят за горизонт. Вопрос сводится к тому, можно ли одновременно наблюдать Ворона, Рака и Рыб.

Найдём эти созвездия на карте. В созвездии Рыб находится точка весеннего равноденствия, Ворон же расположен немного южнее точки осеннего равноденствия. Созвездия противоположны друг другу на небесной сфере и поэтому одновременно наблюдаться не могут.

Проверим себя, применив накладной круг. Одновременно над горизонтом могут находиться Медведица, Гончие Псы, Дракон,

Рак и Рыбы либо Медведица, Гончие Псы, Дракон, Ворон и Рак.

Пример 16. Что неправильно в стихотворении Анатолия Полякова "Ноябрь"?

Не сетуй все ночи подряд
на трезвую грусть в ноябре.
Красиво деревья стоят
в дешёвом своём серебре...

Ноябрь безжалостно мудр.
А ты ни в кого не влюблён.
Повсюду блестит перламутр.
А в небе висит Скорпион...

Решение. Поэт, вероятно, слышал о соответствии зодиакальных созвездий и месяцев года, но не разобрался в этом. На самом деле созвездие, соответствующее определённому месяцу, в этом месяце видеть нельзя - потому что именно в этом созвездии находится Солнце. Видимый годичный путь Солнца среди звёзд - эклиптика - на звёздной карте обозначен как окружность, центр которой смещён относительно центра карты. Чтобы найти положение Солнца на эклиптике в определённую дату, нужно мысленно соединить указатель даты с центром карты прямой линией; Солнце находится в точке, где эта линия пересекает эклиптику. Применяв этот способ, установим, что 1 ноября Солнце находится в созвездии Весов, неподалёку от его главной звезды, в середине месяца переходит в созвездие Скорпиона, а в конце оказывается рядом с его главной звездой Антаресом. Следовательно, в ноябре Скорпион не виден: он восходит и заходит вместе с Солнцем.

Пример 17. Русский поэт XIX века Лев Мей в "Песне про княгиню Ульяну Андреевну Вяземскую" описывает картину полного солнечного затмения:

Было в городе во Новом во Торгу,
Об вечернях, в самый Духов день случилось...
Ай люли-люли! - льётся песенка,
Ай люли-люли! - хороводная.
Заплетися, плетень, расплетися,
Веселися, народ, оглянися -
По земле весна переходчива,
В небе солнышко переменчиво.
Вот тускнеет оно, будто к осени,

Вот венец-лучи с себя скинуло,
Вот убрус, шитый золотом, сбросило,
Стало месяцем малым, сумЕречным, -
И рога у него задымилися,
И легла по земле тень багровая,
И проглянули звёзды, что в полночи...

Какие именно созвездия и яркие звёзды увидели новоторжане?

Решение. Во время полного солнечного затмения на несколько минут появляются звёзды, которые не видны в данное время года. Чтобы воспользоваться подвижной звёздной картой, нужно уточнить дату и время затмения.

Духов день, согласно православному календарю - это первый понедельник после Троицы, то есть пятьдесят первый день после Пасхи. Православная Пасха приходится на даты с 4 апреля по 5 мая (по новому стилю), поэтому наблюдение сделано не ранее 25 мая и не позднее первой декады июня, которую новоторжане, жившие по старому стилю, относили ещё к весне. Итак, мы не сильно ошибёмся, приняв дату наблюдения 1 июня.

Затмение произошло "об вечернях", то есть после 17 часов, когда в церквях служат вечерню, но, естественно, до захода солнца, который в средних широтах России в эту дату происходит около 20 часов по местному времени. Поэтому можно считать, что полная фаза затмения наблюдалась около 19 часов.

Совместив штрихи "1 июня" и "19 часов", увидим в западной части неба заходящую зимнюю группу созвездий, на юге - Льва, на юго-востоке Арктур и Спикку, на северо-востоке - Веги и Лебеда, в зените - Большую Медведицу.

Чтобы ответить на второй вопрос, мы, сохраняя положение накладного круга, найдём штрих "0 часов" на его обресе. Он совместился с датой "15 марта".