

Демонстрационная подвижная карта звездного неба.

Школьная программа по астрономии требует от учащихся умения работать с подвижными картами звездного неба. Такие карты являются обязательным пособием курса астрономии в средней школе, и ими комплектуются школьные учебники по астрономии. С помощью подвижных карт звездного неба школьники изучают звездное небо, решают некоторые задачи практической и сферической астрономии и приобретают навыки ориентирования на местности.

Во время объяснения методики решения задач практической и сферической астрономии с помощью подвижной карты звездного неба учителя испытывают значительные затруднения из-за отсутствия демонстрационных подвижных карт звездного неба. При объяснении материала учителю приходится пользоваться небольшими, и в силу этого невыразительными, одноцветными подвижными картами звездного неба из школьного учебника по астрономии.

Предлагаемая подвижная карта звездного неба является демонстрационной картой и призвана решить существующие в этом вопросе трудности. Значительные размеры и цветовое выполнение делают данное пособие достаточно "наглядным" и отвечающим требованиям классной методики.

Новая школьная программа делает основной упор на вопросы астрофизики и звездной астрономии. Поэтому возможности предлагаемой демонстрационной подвижной карты звездного неба были значительно расширены в соответствии с требованиями новой программы. Так, на ней, кроме обычных обозначений, представлены: спектральные классы звезд до третьей звездной величины; галактический экватор со значениями галактических долгот; радианты метеорных потоков и моменты максимумов их действия; галактические полюса; мощные радиоисточники; места и даты вспышек новых и сверхновых звезд с обозначением видимой звездной величины в момент максимума блеска; значительные по своей интегральной яркости скопления, туманности, галактики и т. д.

Кроме того, на эклиптике проставлены положения истинного Солнца на различные даты год, что позволяет определить величину уравнения времени в различные даты года.

Таким образом, предлагаемая демонстрационная подвижная карта звездного неба является пособием для изучения не только вопросов сферической и практической астрономии, но и некоторых вопросов астрофизики и звездной астрономии.

Демонстрационная подвижная карта звездного неба включена в список типового оборудования школьного кабинета астрономии.

При создании подвижной демонстрационной карты звездного неба большое внимание уделялось достижению наибольшей выразительности и наглядности

пособия. С этой точки зрения были внимательно проанализированы имевшиеся в нашем распоряжении подвижные карты звездного неба, как отечественного производства, так и издававшиеся за рубежом. В результате такого анализа, проведенного с позиций требований классной методики к пособиям на печатной основе [43, 90], получены выводы, заставившие нас внести в конструкцию карты некоторые изменения:

1. Диаметры кружков, представляющих на карте звезды, изменяются вдоль всей шкалы не плавно (как это делалось раньше), а скачкообразно. При переходе от звезд 3,5 звездной величины к звездам 3,0 зв. величины произведено резкое увеличение (по сравнению со всей предыдущей шкалой) диаметра изображений звезд. Это было сделано по следующим причинам.

Как показывает опыт, при работе с подвижными картами звездного неба в средней школе в качестве объектов, с которыми решаются те или иные задачи, очень редко выбираются слабые звезды. Обычно в такой роли выступают самые яркие звезды нашего неба. При взгляде на карту с последней парты класса ученик должен не вольно отмечать (как это бывает во время наблюдений на вечернем небе) группировки наиболее ярких звезд и по ним ориентироваться в расположении других объектов. Тем более, что для выполнения большинства задач с подвижной картой звездного неба ученику не обязательно видеть все, в том числе и самые слабые звезды. Разгруженное же поле зрения с максимально выделенными наиболее важными моментами создает благоприятные условия для их восприятия [35, 64].

Поэтому демонстрационная карта должна быть изготовлена таким образом, чтобы ученик во время работы на ней мог видеть только необходимые объекты и обозначения.

Исходя из подобных соображений, были выбраны размеры изображений не только звезд или других объектов звездного неба, но и размеры шрифта различных надписей, толщина главных линий и т. д.

В приложении к диссертации в качестве примера приведена [фотография одного сектора](#) собственно звездной карты, полный диаметр которой 1500 мм.

Можно видеть, что размеры изображений ярких звезд (до третьей звездной величины), даты и названия месяцев, цифры сетки прямых восхождений и ряд других обозначений сделаны достаточно яркими и крупными для того, чтобы ученик мог их видеть даже с последней парты.

С другой стороны, буквенные обозначения звезд, названия созвездий, деления и обозначения эклиптических и галактических долгот, положения среднего солнца и ряд других обозначений выбраны таким образом, чтобы обеспечить наилучшее восприятие с близкого расстояния. Они позволяют выявить такие подробности, знание которых не является необходимым для решения наиболее

типичных задач. В то же время их нельзя исключить совсем, ибо подобная карта должна нести в себе некоторые сведения справочного характера.

2. Достаточно трудным оказался выбор способа обозначения спектральных классов ярких звезд. В первых вариантах мы пытались идти по пути, используемому методистами ЧССР. На их картах звездного неба звезды в зависимости от спектрального класса обозначаются кружком определенного цвета (красным, голубым, желтым, белым, зеленым), а диаметр кружка соответствует видимой звездной величине изображаемой звезды. При этом мы столкнулись со следующей трудностью.

Пусть две звезды различных спектральных классов имеют одинаковую видимую звездную величину. Мы обозначаем их кружками одинакового диаметра, но различного цвета. На основании законов зрительного восприятия [27, 28, 29, 46, 49] ученик (особенно сидящий на последних партах) по-разному воспринимает изображения звезд. Кружок, например, голубого цвета будет ему казаться более ярким и большего диаметра чем, предположим, желтый. Поэтому при первом взгляде на таким образом выполненную карту ученик не только лишен возможности сравнить видимые звездные величины звезд, но даже не может выделить характерные конфигурации созвездий. Этого можно было избежать путем увеличения диаметров изображений звезд соответствующих спектральных классов до одинаковой "раздражающей" интенсивности для ученика, сидящего на средних партах. Однако это привело бы к нарушению принятой нами шкалы условных обозначений звезд или к принятию целой системы таких шкал (что с практической точки зрения является совершенно неприемлемым).

Поэтому от такого пути пришлось отказаться. После нескольких попыток различного типа была выбрана предлагаемая нами на карте система обозначений. Спектральный класс ярких звезд обозначался соответствующим выцветиванием центральной части черного кружка - изображения звезды. Такой метод, на наш взгляд, является наиболее оправданным. С одной стороны, далеко сидящий ученик сразу видит характерную группу ярких звезд в созвездии. Звезды различных спектральных классов, но одинаковых звездных величин смотрятся одинаково "интенсивно". С другой стороны, далеко сидящий ученик имеет возможность уверенно отмечать различие не только в цветах их, но и в звездных величинах.

Описание карты.

Демонстрационная подвижная карта звездного неба является пособием, служащим для ознакомления с различными объектами звездного неба и позволяющим решать ряд задач сферической и практической астрономии. Карта предназначена для кабинетов астрономии средних школ, педагогических институтов и может быть широко использована на уроках, во время лекций и занятий астрономического кружка.

На карте нанесены все видимые невооруженным глазом звезды (до 5,75 видимой звездной величины), и также наиболее интересные объекты, доступные наблюдениям в небольшой телескоп или светосильный бинокль. Карта охватывает область от северного полюса мира до $d = -45^\circ$ по склонению.

Различные объекты изображены на карте следующими условными обозначениями:

● - звезды; в зависимости от блеска показаны кружками различных диаметров, причем к звездам 1-ой звездной величины отнесены все звезды с видимой звездной величины от $0^m,76$ до $0^m,25$; к звездам $1^m,5$ в пределах от $1^m,26$ до $1^m,75$; к звездам $2^m,0$ - от $1^m,76$ до $2^m,25$ и так далее.

Цветными кружками в центре изображений самых ярких звезд (до третьей звездной величины) обозначены спектральные классы их. Голубым цветом обозначены звезды спектральных классов O, B; белым - A; желтым - F, G; красным - K, M; в скобках рядом показана примерная температура поверхности звезды соответствующего спектрального класса.

● - двойные и кратные звезды; диаметр кружка обозначает суммарную видимую звездную величину соответствующих звезд; за верхний предел углового расстояния между составляющими принято 40. Двойственность таких звезд может быть замечена при наблюдениях в небольшой телескоп или бинокль.

● - близкие звезды, диаметр кружка обозначает суммарную видимую звездную величину составляющих звезд. Масштаб карты не позволяет изобразить такие звезды отдельно, но многие из них разрешаются или невооруженным глазом или с помощью театрального бинокля.


□ - переменные звезды; размер внутреннего кружка показывает видимую звездную величину переменной звезды в момент ее наименьшего блеска, а размер внешнего - в момент наибольшего блеска. На карте обозначены только такие переменные звезды, амплитуда изменения блеска которых не менее одной звездной величины, а видимая звездная величина в момент минимального блеска не больше $4^m,0$;




1901 - новые и сверхновые звезды, размер кружка показывает видимую звездную величину в момент наибольшего блеска. На карте рядом с этим знаком проставлен год вспышки этой звезды,



21.9 - радианты метеорных потоков; на карте рядом с этим знаком проставлена дата максимума действия данного метеорного потока;

 - источники радиоизлучения;

 - рассеянные звездные скопления;

/- шаровые звездные скопления; на карте рядом со знаком скопления (шарового или рассеянного) стоит число с буквой М (например М 13), показывающее номер объекта по каталогу Мессье.

 - планетарные туманности;

 - диффузные туманности;

 - галактики;

Ⓐ- апекс движения Солнца;

Ⓐ_N Ⓐ_S - северный и южный галактические полюса.

Голубоватой полосой изображен Млечный Путь, а жирная синяя линия, проходящая вдоль его, - галактический экватор. На нем проставлены значения галактических долгот от 0 до 360 градусов.

Тонкими синими линиями проведена сетка экваториальных координат. Линии сетки проведены через 1 час по прямому восхождению и через 15 градусов по склонению.

На круге склонений, проходящем через 0 часов, проставлены величины склонений в градусах. Жирная синяя линия, проходящая через 0^ч - небесный экватор. На линии небесного экватора, так же как и на круге равных склонений, проходящем через $d = -45^{\circ}$ (край карты), проставлены величины прямых восхождений в часах и минутах. Цена наименьшего деления равняется 10 минутам.

Эксцентрично к экватору проходит эклиптика - жирная красная линия. На эклиптике отмечены значения эклиптических долгот и даты, указывающие время нахождения Солнца в отмеченных точках.

Границы созвездий отмечены тонкими пунктирными красными линиями, а наиболее яркие звезды в созвездиях объединены тонкими синими линиями в характерные конфигурации созвездий.

Карта отпечатана на четырех листах. Для того чтобы с картой можно было работать, все четыре сектора карты нужно обрезать по внешней границе и наклеить на большой лист плотного картона или фанеры таким образом, чтобы

все линии точно продолжили друг друга. Лист картона необходимо точно обрезать по внешней окружности карты.

С картой можно работать уже в таком виде, но в целях более полного использования данного наглядного пособия карту нужно сделать "подвижной". Для этого необходимо самостоятельно изготовить основание для карты и накладной круг.

Основанием карты служит квадратный лист фанеры со стороной, равной диаметру карты. В центре основания укрепляется ось. На этой оси будет вращаться звездная карта. Для того, чтобы центральное отверстие карты не изнашивалось, в него вставляется небольшая металлическая втулка, диаметр отверстия в которой соответствует диаметру оси основания.

Диаметр накладного круга немного меньше диаметра карты. Накладной круг не должен закрывать даты года, проставленные по внешнему краю карты. Для решения некоторых задач в нижней части необходимо сделать небольшой вырез, позволяющий видеть значения прямых восхождений, проставленных у края карты. Длина выреза должна равняться 15-20 градусам дуги окружности, а ширина - высоте цифр, которыми проставлены значения прямых восхождений.

Внешний край накладного круга разбивается по окружности на 24 части, соответствующие 24 часам в сутках. Против каждой отметки проставляется соответствующее ей число. Цифры 0 часов и 12 часов должны находиться на краю круга против точек "севера" и "юга" соответственно. Для более точного решения задач каждый час нужно разбить на более мелкие деления по 5 минут.

На карте проведен ряд еле заметных линий желтого цвета. Это линии математического горизонта для различных географических широт. На всех линиях желтыми кружками небольшого диаметра отмечены те точки линии горизонта, азимуты которых равны 0°, 10°, 20°, ... 350°. Около каждой линии горизонта проставлено соответствующее ей значение географической широты места положения наблюдателя.

На лист фанеры, предназначенный для изготовления накладного круга, переносится линия для широты, наиболее близкой к широте данного места. По этой линии делается вырез. По краям выреза проставляются стороны света, а на свободном месте над точкой "севера" приклеивается вырезанная шкала условных обозначений. На линии горизонта против отмеченных точек азимутов проставляются цифры 0, 10, 20, ... 350 градусов, соответствующие значениям их. Полученный накладной круг с помощью выступов для креплений и подкладок закрепляется таким образом, чтобы звездная карта вращалась на своей оси свободно. Готовая карта укрепляется на стене.

Упражнения с демонстрационной подвижной картой звездного неба.

1. Ознакомление учащихся с картой следует начать с показа условных обозначения, принятых на карте. Это необходимо сделать особенно тщательно, объясняя содержание каждой буквы, цифры и условного знака. В дальнейшем в процессе работы с картой эти объяснения должны уточняться.

Отсутствие такого предварительного ознакомления может привести к некоторым недоразумениям во время решения задач и упражнений с помощью карты.

2. Вслед за этим учащиеся должны быть познакомлены с некоторыми из основных точек и линий небесной сферы, которые могут быть показаны на карте, а именно:

а) точка "северный полюс мира" - центр звездной карты. В настоящее время полюс мира лежит вблизи Полярной Звезды - α Малой Медведицы. Учащиеся должны знать, что угловое расстояние между ними порядка 1 градуса.

б) линия небесного экватора - жирная синяя линия, проходящая через 0 градусов по склонению. Звезды в созвездиях внутри этой окружности находятся на поверхности северной полусферы. Остальная часть звездной карты изображает часть южной полусферы до $d = -45^\circ$.

в) линия эклиптики - жирная красная линия, проходящая эксцентрично по отношению к линии небесного экватора.

г) точки весеннего и осеннего равноденствий — точки пересечения линии небесного экватора и линии эклиптики.

д) точки зимнего и летнего солнцестояний - точки пересечения эклиптики с кругами склонений, проходящими через 6 и 18 часов.

ж) точки "севера", "юга", "запада", "востока" - проставлены на накладном круге.

з) небесный меридиан - мысленная прямая, проходящая через точки "север" и "юг" накладного круга. Для более удобной работы с картой небесный меридиан можно обозначить шнурком, натянутым между названными точками.

и) точка "зенита" - примерно находится как центр выреза накладного круга. Более точно "зенит" находится как точка небесного меридиана, имеющая склонение, равное географической широте места положения наблюдателя.

3. Карта позволяет познакомить учащихся с характерными конфигурациями, которые образуют яркие звезды в созвездиях и с взаимным расположением созвездий. Такие упражнения являются хорошей тренировкой перед последующим изучением звездного неба на вечерних занятиях и хорошим средством проверки знаний учащихся. При этом необходимо подчеркнуть, что в силу законов проекции (а звездная карта есть проекция части небесной сферы на

плоскость) относительные размеры созвездий южной полушеры сильно увеличены по сравнению с созвездиями северной полушеры.

4. С помощью карты можно определять с достаточной для школьных визуальных наблюдений точностью видимые величины звезд. Для этого достаточно сравнить изображение звезды со шкалой условных обозначений, которая должна быть наклеена на накладной круг. Например, необходимо отметить и определить видимую звездную величину ν Овна. Выбираем в приведенной шкале кружок, равный изображению звезды на карте и находим, что видимая звездная величина ν Овна по карте равна $2^m.5$, хотя в действительности она равняется $2^m.72$.

5. Карта позволяет приближенно определять спектральные классы ярких звезд (до третьей звездной величины) и температурных их поверхностей. Для этого необходимо сравнить цвет внутреннего штрихованного кружка, обозначающего интересующую нас звезду, с принятыми на шкале условными обозначениями звезд различных спектральных классов. Рядом (в скобках) приведено примерное значение температуры поверхности звезды.

6. Карта позволяет определять экваториальные координаты звезд. Для того, чтобы определить прямое восхождение звезды (или другого, нанесенного на карту объекта звездного неба) - α - необходимо провести прямую линию через интересующую нас звезду и северный полюс мира до пересечения с линией небесного экватора или с краем звездной карты. На основании нанесенных деления производится отсчет величины прямого восхождения.

Для определения склонения звезды - δ - с помощью линейки или циркуля измеряем расстояние от звезды до линии небесного экватора. Откладываем эту величину на нулевом круге склонений в соответствующем направлении от небесного экватора. Нанесенная градусная шкала дает возможность произвести отсчет величины склонения.

Например, определяя экваториальные координаты Веги (α Лиры), находим, что прямое восхождение Веги $\alpha = 18^h 35^m$, а склонение $\delta = + 39^\circ$.

7. Карта позволяет определить приблизительно экваториальные координаты истинного Солнца в интересующую нас дату. Для этого на эклиптике находим точку с интересующей нас датой. В найденной точке находится Солнце. Определяем экваториальные координаты этой точки так, как мы ранее определяли экваториальные координаты звезд (см. п. 6).

8. Карта позволяет определять вид звездного неба в интересующий нас момент времени и дату. Например, нужно определить вид звездного неба 5 марта в 21 час по местному времени. Находим на внешнем крае карты дату 21 марта, а на накладном круге 21 час. Вращаем карту до тех пор, пока эти две цифры не встанут друг против друга. В вырезе накладного круга получим вид звездного неба в интересующий нас момент времени. В южной части неба видны

созвездия Б. Пса, М. Пса, Ориона и т. д., в северной части - Лирь, Лебедя, Геркулеса и т. д.

9. Карта позволяет определить время восхода, кульминации и захода светил. Для того, чтобы определить время восхода светила (звезда, Солнце), вращаем центральный круг до тех пор, пока звезда или точка, отмечающая положение Солнца, не попадут на математический горизонт (край выреза накладного круга) в восточной части неба. Против интересующей нас даты отсчитываем время восхода этого светила. Совершенно аналогично определяем время захода или кульминации светила, только в первом случае изображение помещается на краю выреза в западной части неба, а во втором случае изображение светила устанавливается под шнурком, на небесном меридиане. При этом следует помнить, что для незаходящих светил, мы можем определять время как верхней, так и нижней кульминаций.

Например, определим, во сколько часов по местному времени кульминирует Сириус (а Б. Пса) 31 декабря. Вращением центрального круга помещаем Сириус на небесный меридиан и против даты 31 декабря отсчитываем на накладном круге время. Сириус кульминирует вблизи полуночи.

Если известно время восхода и захода звезды (Солнца), то можно рассчитать промежуток времени, в течение которого звезда находится над или под горизонтом (продолжительность дня или ночи).

10. Карта позволяет определять часовые углы интересующих нас светил в любой момент времени. Для этого устанавливаем карту на заданное время и дату и определяем (в часовой мере) угол между меридианом и прямой линией, проведенной через полюс мира и светило. Необходимо помнить, что часовые углы отсчитываются от меридиана в направлении суточных движений светил. Например, в местную полночь 20 февраля часовой угол Кастора (а Блинецов) около $2^{\text{h}} 30^{\text{m}}$

11. Карта позволяет определять азимуты восхода и захода любого интересующего нас светила при условии, что для данной географической широты это светило является заходящим и что нам известно положение этого светила. Для этого необходимо найти азимуты точек пересечения суточной параллели светила с математическим горизонтом в восточной и западной частях неба. Для этого вращением звездной карты помещаем светило на край выреза накладного круга и, пользуясь нанесенными значениями азимутов, производим отсчет искомой величины. Следует обратить внимание учащихся на то, что азимуты точек восхода и захода звезд остаются неизменными на протяжении года.

Для того чтобы определить, азимуты точек восхода и захода Солнца, необходимо найти ту точку эклиптики, в которой находится Солнце в данную дату (см. п. 7). После этого определяем азимуты восхода и захода этой точки так, как мы это делали в случае звезд. Совершенно аналогично решается данная

задача и в случае любого другого светила (Луна, планета, комета и т.д.). Предварительно по известным экваториальным координатам его на данную дату, которые можно взять из "Школьного астрономического календаря", отмечается положение интересующего нас светила среди звезд. После этого определяем азимуты точек восхода и захода этого светила так, как это делалось в случае звезд.

12. Карта позволяет проследить, как на данной широте изменяются азимуты точек восхода и захода Солнца в течение года. Для этого вращаем звездную карту и наблюдаем смещение точки пересечения эклиптики с линией выреза накладного круга. Одновременно фиксируем изменяющиеся азимуты и некоторые даты, в которые Солнце восходит и заходит на определенных азимутах. Целесообразно обратить внимание школьника на даты, в которые азимуты точек восхода и захода Солнца равны соответственно 270° и 90° (дни равноденствий). Можно показать также, что в дни солнцестояний азимуты точек восхода и захода Солнца достигают своих предельных (для данной широты) значений. Например, 22 декабря на широте Москвы Солнце восходит в точке с азимутом 30° градусов.

13. Карта позволяет проследить изменение высоты кульминации Солнца на данной географической широте на протяжении года. Для этого вращаем собственно карту и следим за точкой пересечения эклиптики с меридианом. Учащиеся будут видеть, что положение этой точки по отношению к горизонту (высота её) в разные даты года будут различными. Особо необходимо отметить, что в дни солнцестояний высоты принимают экстремальные значения.

14. Карта позволяет определять приближенные значения прямого восхождения среднего экваториального Солнца в любую, интересующую нас дату. Для этого достаточно произвести отсчет величины a против интересующей нас даты на краю звездной карты.

15. Карта позволяет определять величину уравнения времени в интересующую нас дату. Для этого необходимо определить прямые восхождения среднего экваториального и истинного солнц. Об этом было сказано в пунктах 7 и 14. Уравнение времени находится как разность между найденными величинами: $h = a_{cp} - a_{\alpha}$

Например, необходимо определить величину уравнения времени 20 сентября. По карте определяем, что $a_{\alpha} = 13^h 37^m$, а $a_{cp} = 13^h 52^m$
Тогда $h = 13^h 52^m - 13^h 37^m = 0^h 15^m$

16. Карта позволяет определять величину звездного времени в любой момент звездного времени. Для этого карта устанавливается на интересующее нас время и дату. Звездное время равняется прямому восхождению кульминирующих светил. Его величину можно отсчитать по шкале прямых восхождений против цифры 12 часов накладного круга.

В процессе создания опытного экземпляра карты и в процессе подготовки её к изданию был выполнен комплекс вычислительных работ. В результате получены данные, которые могут оказаться полезными учителям и методистам. Это:

1. Вычислены экваториальные координаты точек линии математического горизонта, имеющих азимуты 0° , 10° , 20° ... 350° , для географических широт 40° , 45° , 50° , 55° , 60° и 65° на момент времени $S=0$. Точность расчетов $0^m,01$ по прямому восхождению и $0^\circ,01$ по склонению. Вычисления производились на основании формул преобразований небесных координат, взятых из "Курса общей астрономии" [136]. Результаты вычислений приведены в таблицах 1,2, 3, 4, 5, 6 [приложения к диссертации](#).

2. Вычислены экваториальные координаты точек эклиптики, эклиптические долготы которых 0° , 10° , 20° ... 350° . Точность расчетов $0^m,01$ по прямому восхождению и $0^\circ,01$ по склонению. Вычисления производились на основании формул преобразования эклиптических координат в экваториальные [136]. Результаты вычислений представлены в таблице 7 приложения к диссертации.

3. Рассчитаны значения экваториальных координат точек галактического экватора, галактические долготы которых равняются 0° , 10° , 20° ... 350° . Вычисления производились на основании формул преобразования галактических координат в экваториальные [143]. Точность вычислений $0^m,01$ по прямому восхождению и $0^\circ,01$ по склонению. Результаты вычисления представлены в таблице 8 [приложения к диссертации](#).

4. Сделана выборка ярких звезд (до 3,26 зв.вел) из каталога Бечваржа до склонения $d = -45^\circ$. Её результаты представлены в таблице 9 [приложения](#). В таблице приводятся следующие данные:

1 колонка - номер звезды в порядке возрастания прямого восхождения её.

2 колонка - прямое восхождение звезды. (час., мин.).

3 колонка - склонение звезды (град., мин.).

4 колонка - звездная величина звезды, причем:

к 1 зв. вел. относятся звезды от 0,76 до 1,25 зв. вел.

к 1,5 зв. вел. относятся звезды от 1,26 до 1,75 зв. вел.

.....

к 3 зв. вел. относятся звезды от 2,76 до 3,25 зв. вел.

5 колонка - цвет, которым выщечивается центральная часть звезды на карте, причем звезды спектральных классов O, B выщечиваются голубым цветом, A - белым, F, G - оранжевым, K, M - красным.

6 колонка - буква греческого алфавита, которой звезда обозначается в созвездии.

Приведены данные о 150 звездах.

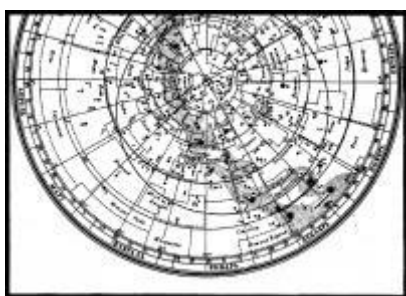
5. Прямые восхождения дат года, проставляемых по краю карты. Фактически это прямые восхождения среднего солнца в местную полночь. Исходным материалом для их выборки послужили данные астрономического ежегодника на определенный год високосного цикла. Эти данные приведены на четыре числа каждого месяца - 1, 10, 20, 30. Результаты выборки представлены в таблице 10 [приложения](#).

6. Проведена аналогичная выборка прямых восхождений истинного Солнца на такие же даты того же года високосного цикла. Исходным материалом послужили данные того же астрономического ежегодника. Результаты выборки представлены в таблице 11 [приложения](#) к диссертации.

Оговариваясь сразу, эта статья не для профессионалов. Она предназначена для тех, кто только начинает делать первые шаги в астрономии, и для кого вопрос: "С чего начать?" — самый что ни на есть актуальный. Вопрос этот не простой, и каждый любитель решает его для себя по-своему. Как правило, для многих он выливается в знакомство со звездным небом, его жителями и обитателями. Конечно, можно любоваться звездами и не ведая, как они называются. Но когда знаешь о них хоть немного, это во сто крат приятнее.

Для того чтобы сориентироваться на местности или в городе мы пользуемся картами и атласами. Со звездным небом ситуация аналогична. Изобретать велосипед не стоит, достаточно лишь только взять карту... и в путь. "О какой карте идет речь?" — спросите вы. Подвижная карта звездного неба — вот тот путеводитель, с которым начинали знакомиться со звездным небом практически все любители.

Как найти на небе ту или иную звезду, созвездие? Как узнать, что за звезды будут светить над нашей головой сегодня вечером или завтра утром? С помощью подвижной карты вы без особого труда сможете найти ответы на эти вопросы. Более того, с ее помощью вы также сможете решить ряд практических задач по определению условий видимости различных небесных светил. Но сначала посмотрим как она устроена.



[Звездная карта](#)

Подвижная карта состоит из двух частей — собственно самой карты звездного неба и специального накладного круга. На карте звездного неба показаны наиболее яркие звезды. Именно они и формируют привычные нам фигуры созвездий. Размеры черных кружков, которыми изображены звезды, соответствуют их блеску: чем звезда ярче, тем он больше. Полоса в виде точек, проходящая через всю карту — это наш Млечный Путь (стоит, однако, заметить, что увидеть его в городе с сильной засветкой не так-то просто). Также на карте отображены наиболее яркие и заметные звездные скопления (группами тесно расположенных точек) и туманности (штриховкой).

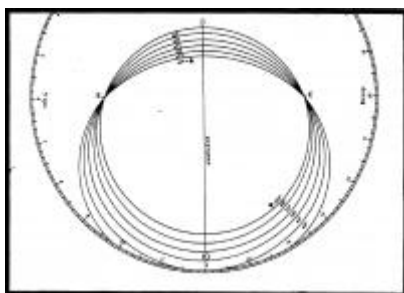
Теперь пару слов о линиях. Пунктирные линии указывают на карте границы созвездий, а

непрерывные, в виде концентрических колец и прямых, — сетку экваториальных координат. Напомню, что эта система координат аналогична той, что используется на Земле: то, что мы называем долготой, на небе — прямое восхождение, а то, что у нас широта — там склонение.

В самом центре карты изображен Северный полюс мира. Рядом с ним — Полярная звезда. Расположенные вокруг Северного полюса окружности — круги склонений. Третий из них, если считать от полюса, — небесный экватор. Он делит нашу небесную сферу на два полушария: северное и южное. Стоит заметить, что в используемой в подвижной карте проекции вид созвездий южного звездного неба довольно сильно искажен.

Овал, несколько смещенный относительно центра карты, — эклиптика. Эта линия построена на небесной сфере движением Солнца, перемещающимся по ней в течение года. На эклиптике легко выделить четыре точки. Первые две, на пересечении с небесным экватором — точки весеннего и осеннего равноденствия. Они обозначаются Т и О соответственно. Две другие — точки летнего и зимнего солнцестояния. В самой близкой их них к Северному полюсу мира Солнце бывает 20-22 июня, а в самой далекой — 20-22 декабря.

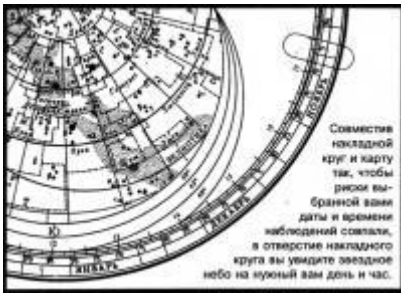
По краям карты нанесены даты и названия месяцев. Они нам потребуются в дальнейшем для определения вида звездного неба.



[Накладной круг](#)

Теперь кратко о накладном круге. По его краям нанесен часовой лимб (циферблат), а в центре находится система пересекающихся овалов. Эти овалы показывают положение линии горизонта на различных географических широтах. Буквами С, В, Ю и З обозначены стороны горизонта.

Итак, мы познакомились с тем, как устроена подвижная карта. Теперь приступим к ее сборке и работе с ней. Сперва саму карту, а также накладной круг наклейте на картон. Затем аккуратно в накладном круге сделайте вырез по линии, соответствующей широте, близкой к той, на которой вы проживаете. Также советую вам между точками Ю и С натянуть темную нить. Она будет обозначать небесный меридиан.



[Накладной круг и карта](#)

Первое, для чего в основном используют подвижную карту — для определения вида звездного неба. Для этого выберите на карте дату наблюдений, а на накладном круге — время. Затем концентрично совместите накладной круг с картой так, чтобы эти риски оказались рядом. В отверстие накладного круга вы увидите картину звездного неба на выбранные вами день и час. Вращая же накладной круг по часовой стрелке вы сможете посмотреть, как в течение времени изменяется вид звездного неба.

Во время наблюдений для того, чтобы отождествить звезды на карте с теми, что мы видим на небе, поднимите карту над головой. При этом учтите, что она должна быть ориентирована по сторонам горизонта.

При работе с картой необходимо учесть одну важную деталь: часовой лимб, нанесенный по краю накладного круга, изображает часы суток по так называемому среднему солнечному времени ($T_{\text{сред}}$). И оно несколько не соответствует тому, что показывают наши часы. Поэтому, для того, чтобы получить картину звездного неба, соответствующую тому, что указывают ваши часы ($T_{\text{реал}}$), необходимо поставить карту на время равное: $T_{\text{сред}} = T_{\text{реал}} - \Delta T$, где $\Delta T = n - \lambda + 1^{\text{h}}$ или $\Delta T = n - \lambda + 2^{\text{h}}$ (для зимнего или летнего времени соответственно); здесь n — номер вашего часового пояса, а λ — долгота вашего пункта наблюдения. Например: вы хотите узнать вид звездного неба в Москве 20 августа в 20 часов. В этом случае по карте надо смотреть вид звездного неба на $T_{\text{сред}} = 20^{\text{h}} - \Delta T$, где $\Delta T = 2^{\text{h}} - 2^{\text{h}}30^{\text{m}} + 2^{\text{h}} = 1^{\text{h}}30^{\text{m}}$, то есть на $T_{\text{сред}} = 18^{\text{h}}30^{\text{m}}$ (долгота Москвы — $2^{\text{h}}30^{\text{m}}$, номер часового пояса — 2). Я советую вам учитываемые поправки вычислить заранее и записать на обратной стороне карты — тогда они будут всегда под рукой.

Но показать вид звездного неба на данный день и час — это далеко не все, что может подвижная карта. С помощью нее также легко определить время кульминации, восхода или захода небесных светил над горизонтом. Для этого достаточно их подвести на нужную линию и у необходимой даты определить искомое время. Однако и здесь нужно учесть поправку, о которой было сказано чуть выше. Конечно, не стоит считать, что таким образом вы сможете определить момент кульминации, восхода или захода с точностью до минуты, но, если карта сделана добросовестно, то точность $\pm 10-15$ минут вам гарантирована.

Аналогичные задачи по расчету условий видимости можно решать также для Солнца и планет. Однако, если положение Солнца на карте определить достаточно просто (для этого проведите от нужной даты к северному полюсу мира отрезок, тогда точка пересечения между ним и эклиптической и укажет положение Солнца), то положения планет придется отмечать на карте по координатам. Делайте это мягким карандашом, чтобы потом легко было стереть ненужные точки. А вот для Луны проделывать такие процедуры бессмысленно, так как в течение дня она смещается на значительное расстояние, и это не позволяет надежно определить время ее восхода или захода.

Еще несколько деталей, касающихся Солнца: вычитая из времени его захода время восхода, вы легко узнаете продолжительность дня. Также обратите внимание, через какие созвездия проходит эклиптика. Вы увидите, что в разных созвездиях Солнце пребывает разное количество дней, а всего таких созвездий тринадцать.

Теперь самый главный вопрос: где же взять подвижную карту. Во-первых, она ежегодно печатается в "Школьном астрономическом календаре", во-вторых, прилагается к каждому учебнику по астрономии и, кроме того, она опубликована в некоторых книгах, как, например, "Наблюдение звездного неба в телескоп" О. А. Ивлева ("Космоинформ", 1994 г.). А если широта места вашего наблюдения близка к 55 градусам, я бы посоветовал вам приобрести пластиковую подвижную карту, распространяемую нашим журналом. Эта карта примечательна, во-первых, тем, что в отличие от бумажных она практически вечна, а во-вторых, ее накладной круг прозрачный, что позволяет наблюдать за движением светил под горизонтом. Кроме того, у нее по краям горизонта нанесены азимуты — они помогут вам более точно сориентироваться на местности.