

## Портфель молодого астронома

**Роза М. Рос**

Международный астрономический союз, Технический университет Каталонии (Барселона, Испания)

### Резюме

Для дальнейшего наблюдения необходимо, чтобы учащиеся имели набор простых инструментов. Предлагается, чтобы они построили некоторые из них, а затем использовали их для наблюдения за небом из самой школы.

Учащиеся должны понимать, как на протяжении веков внедрялись различные инструменты, как они развивались и становились необходимыми. Это важная часть астрономии, отмечая большую способность к их созданию и умение использовать их для проведения наблюдений. Эти требования нелегко разрабатывать вместе со студентами, и поэтому здесь мы предлагаем очень простые приборы.

### Цели

- Понимать важность тщательных наблюдений.
- Понимать использование различных инструментов благодаря тому, что студенты делают их самостоятельно.

### Наблюдения

Мы можем приобрести определенную практику в измерении времени и положения небесных тел со специально подготовленными артефактами. Здесь мы даем некоторую информацию для сбора инструментария для наблюдения в чемодане. Как правило, чемодан и его содержимое изготовлены из картона с использованием клея, ножниц и т.д.. Определенная тема может дать возможность исследовать многие другие древние и современные инструменты.

Художественные и изобретательные способности учащихся позволят им приобрести очень личные чемоданы. Это занятие можно легко модифицировать и адаптировать под нужды учащихся в зависимости от их возраста, используя более или менее сложные инструменты.

В частности, в этом чемодане:

- - Линейка для измерения углов (транспортир)
- - Упрощённый квадрант

- - Горизонтальный гониометр
- - Планисфера
- - Карта Луны
- - Экваториальные часы
- - Спектроскоп

Мы предлагаем чемодан с очень простыми инструментами. Небольшой чемодан можно легко взять с собой в школу или в свободное время, он всегда будет готов к использованию. Важно, чтобы он не был слишком большим или хрупким (особенно, если им будут пользоваться очень маленькие ученики). Подчеркнем, что точность в измерениях - это еще не конец этого вида деятельности.

## Содержание

Очевидно, что мы можем симулировать это только на школьном дворе летом. Идея состоит в том, чтобы попрактиковаться с инструментами, которые мы будем делать здесь сейчас.

Для начала нам понадобится картонный ящик, подобный тому, который вы получите по почте с книгой внутри (это будет чемодан). Нужно только расположить ручку на узкой стороне, чтобы широкая сторона была открыта. Внутри коробки мы выложим следующие инструменты:

- Линейка для измерения углов(транспортир), с помощью которой мы сможем определить угловое расстояние между двумя звездами этого созвездия. Она очень проста в использовании, если мы не хотим вводить координаты.
- Для получения высоты звезд можно использовать упрощенный квадрант. Когда ученики видят объект через видоискатель, строка указывает на угловое положение, связанное с его горизонтом.
- Для определения азимута звезд можно использовать простой горизонтальный гониометр. Очевидно, что для ориентации прибора в направлении Север-Юг необходимо использовать компас.
- Планисфера с созвездиями очень четко отпечатана на диске из белой бумаги и картонном кармане с "дыркой" широты, чтобы поместить диск неба внутрь. Поворачивая диск, мы находим дату и время наблюдения, чтобы распознать основные созвездия на широте "дыры", которые мы используем.
- Спектроскоп для разделения света на семь цветов, которые его составляют.
- Карта Луны с названиями морей и некоторых кратеров, которые легко узнаваемы через бинокль.
- Фонарик (с красным светом), освещающий карты, прежде чем посмотреть на настоящее небо. Яркий белый свет не даст глазам учеников приспособиться к

темноте. Если ученики приносят фонарик в чемодане, необходимо установить красный фильтр спереди. Группа учеников с белыми фонариками может производить большое световое загрязнение, затрудняя наблюдение.

- Компас для настройки различных инструментов.
- И, конечно же, все аксессуары, которые нужны каждому студенту: тетрадь, ручка, часы и, если это возможно, камера.

Следуя инструкциям и чертежам, мы можем получить наши инструменты очень простым способом и использовать их на открытом воздухе. В течение дня мы будем измерять, например, квадрантом положение (высоту) дерева, холм и так далее. Ночью мы можем измерить положение двух разных звезд или Луны, чтобы понять периодический цикл ее фаз. Мы поощряем студентов собирать необходимые данные.

Для первых ночных наблюдений лучше использовать простые карты, подготовленные заранее, чтобы ознакомиться с наиболее важными созвездиями. Конечно, астрономические карты очень точны, но опыт преподавателей подсказывает, что иногда, без посторонней помощи, они поначалу сбивают с толку

## Транспортир

Рассматривая простую пропорцию, мы можем построить базовый инструмент для измерения углов в любой ситуации. Наша главная цель - ответить на следующий вопрос: "Какое расстояние (радиус R) мне необходимо, чтобы получить устройство, которое  $1^\circ$  эквивалентно 1 см?".

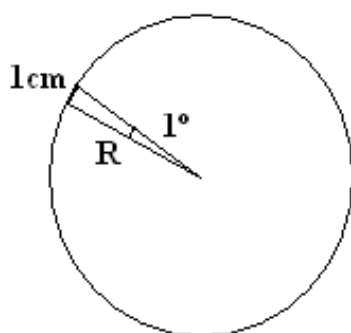


Рис. 1: Радиус R для получения прибора, где  $1^\circ$  эквивалентен 1 см.

На рисунке 1 мы рассматриваем соотношение между окружностью длиной  $2\pi R$  в сантиметрах и  $360$  градусам, с  $1$  см до  $1^\circ$ :

$$\frac{2\pi R \text{ cm}}{360^\circ} = \frac{1 \text{ cm}}{1^\circ}$$

Поэтому,

$$R = 180 / \pi = 57 \text{ см}$$

**Чтобы построить инструмент:** берем линейку, за которую фиксируем веревку длиной 57 см. Очень важно, чтобы веревка не растягивалась.

**Как мы ее используем:**

- Мы смотрим, чтобы конец веревки почти касался нашего глаза "на щеке, под глазом".
- Мы можем измерить, используя правило, и значение 1 см равно 1 градусу, если веревка натянута (рисунок 2).

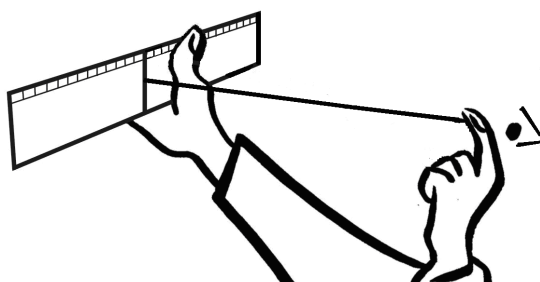


Рис. 2: Используя инструмент (линейку и кусок веревки длиной 57 см), можно измерять углы с точностью  $1 \text{ см} = 1^\circ$ .

**Предлагаемые упражнения:**

**Каково угловое расстояние между двумя звездами одного созвездия? Используйте "линейку для измерения углов", чтобы вычислить расстояние (в градусах) между Мерком и Дубном в созвездии Большой Медведицы.**

**Упрощенный квадрант: квадрант "пистолет".**

Очень упрощенная версия квадранта может быть очень полезна для измерения углов. Здесь мы представляем "пистолетную" версию, которая удобна в использовании и рекомендуется для использования студентами.

**Чтобы построить ее:** Вам нужен прямоугольный кусок картона (около 12x20 см). Мы вырезаем прямоугольную область, как на рисунке 3, чтобы держать инструмент. Поставим два круглых крючка сбоку (рис. 3).

В бумажном квадранте (рис. 4) с указанными углами крючков (рис. 3) так, чтобы один из крючков находился в положении  $0^\circ$  (рис. 3). Свяжите веревку сверху, а на другом конце прикрепите небольшой груз.

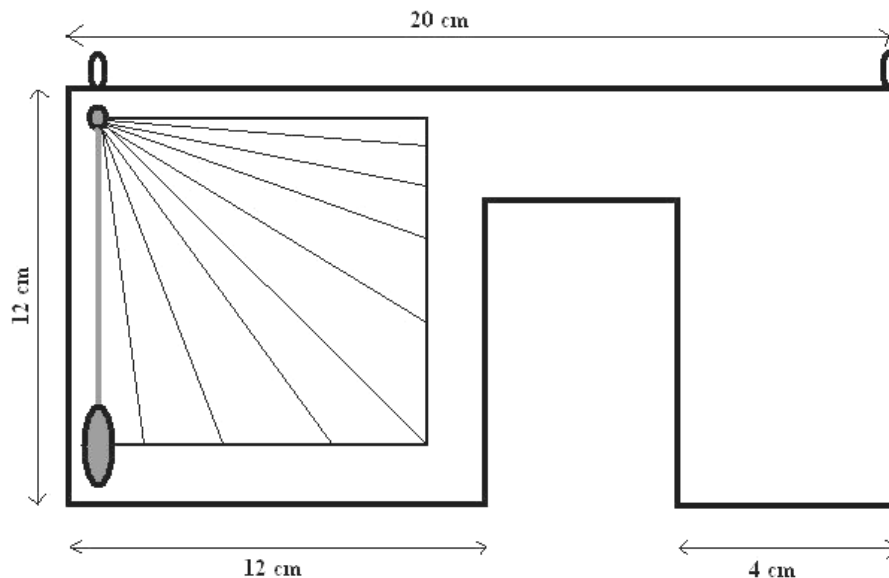


Рис. 3: Квадрант "Пистолет"..

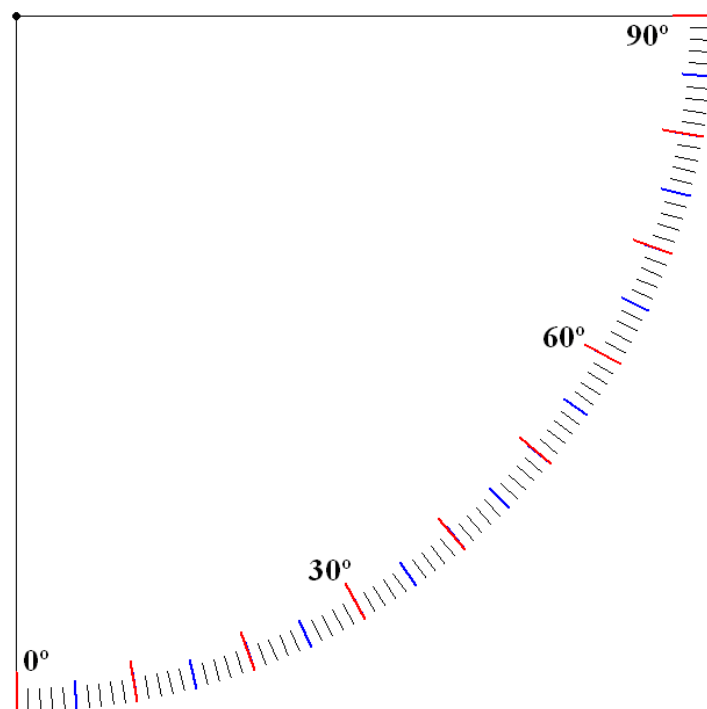


Рис. 4: Градуировка 90° для приклеивания к квадранту.

**Как им пользоваться?**

- При просмотре объекта через два крючка строка указывает на угловое положение 0° по отношению к горизонту (рисунок 5б).
- Соломинка, проходящая через крючки, является отличным средством просмотра, которое позволит нам измерить высоту Солнца, проецируя изображение на кусок белого картона. **ВНИМАНИЕ: НИКОГДА НЕ СМОТРИТЕ ПРЯМО НА СОЛНЦЕ!!!**

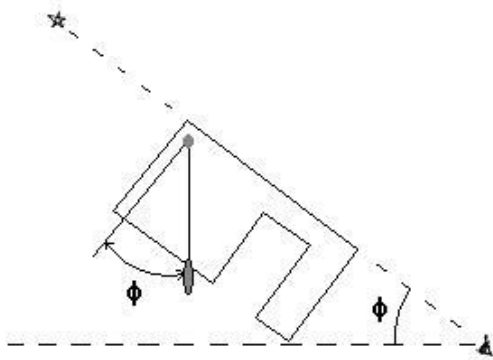


Рис. 5а и 5б: Использование квадранта в стиле "пистолет".

**Предложенные упражнения:**

**Какова широта школы?**

Мы будем использовать квадрант для измерения высоты Полярной звезды. Широта места равна высоте полюса в этом месте (рис. 6).

Вы также можете с помощью этого квадранта вычислить (на уроке математики) высоту школы или другого близлежащего здания.

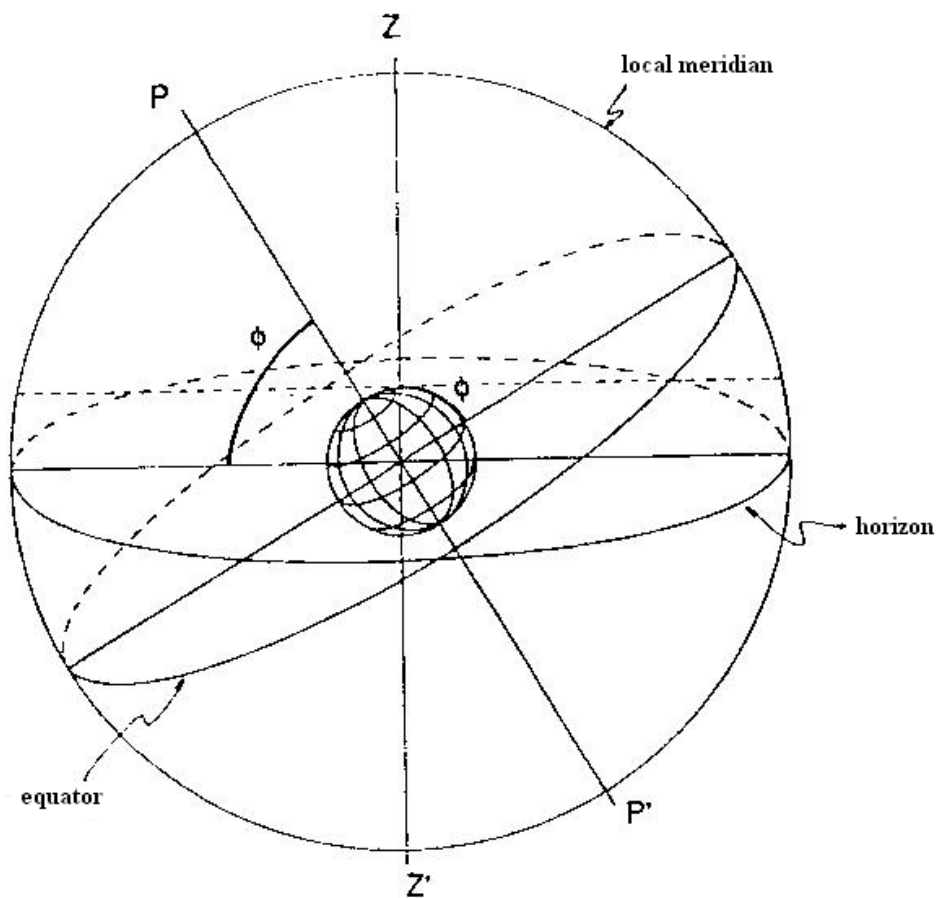


Рис. 6: Широта места  $\phi$  равна высоте Полярного круга.

## Горизонтальный гониометр

Упрощенная версия горизонтального гониометра может быть использована для определения второй координаты, необходимой для определения положения небесного тела.

**Для построения инструмента:** Вырезать картонный прямоугольник размером 12х20 см (рис. 7а). Прикрепим полукруг из бумаги (рис. 8) с указанными углами так, чтобы диаметр полукруга был параллелен самой длинной стороне прямоугольника. Используя 3 "иголки" можно отметить два направления в гониометре (рис. 7б).

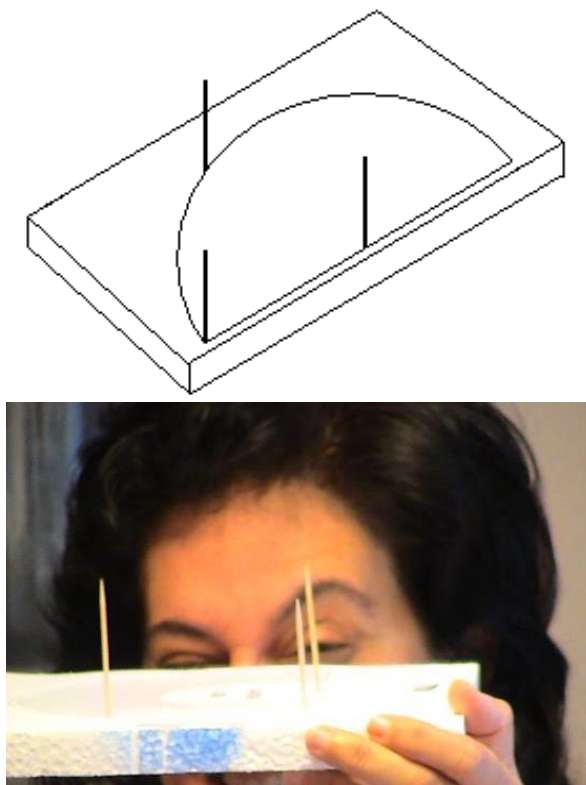


Рис. 7а и 7б: Использование горизонтального гониометра.

### Как он используется:

- Если мы хотим измерить азимут звезды, то выровниваем стартовую линию полукруга в направлении Север-Юг.
- Азимут - это угол между линией Север-Юг и линией, проходящей через центр окружности и направление тела.

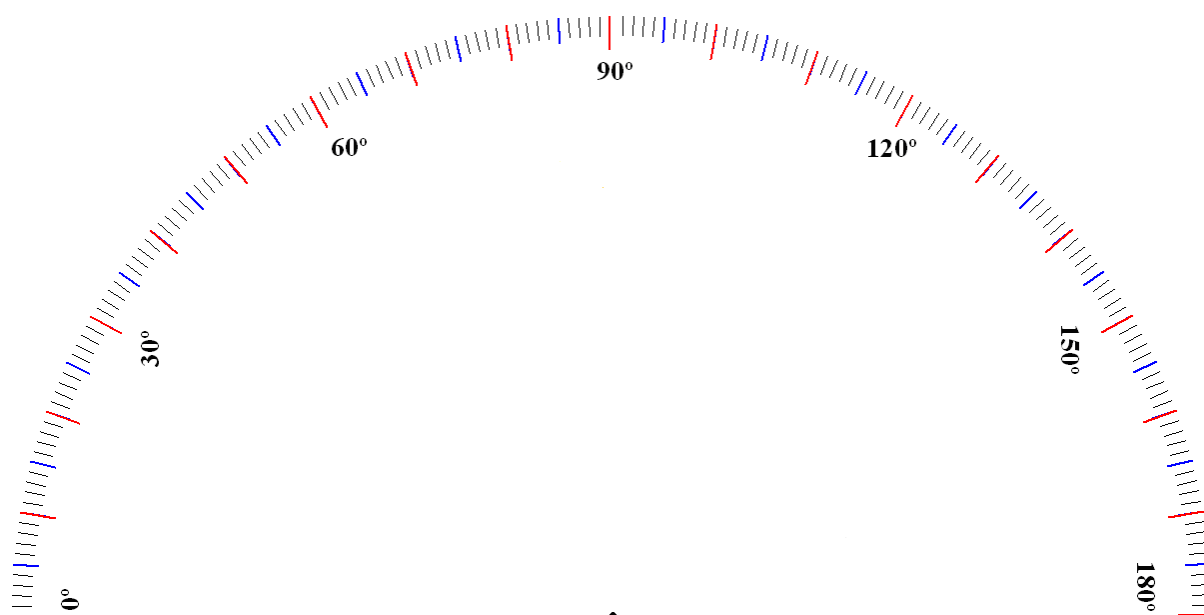


Рис. 8: Градуировка 180 градусов для приклеивания к горизонтальному гониометру.

### Предлагаемые упражнения:

#### Каково положение луны сегодня вечером?

*Используйте квадрант и горизонтальный гониометр для вычисления высоты и азимута Луны. Для изучения движения Луны ночью, вы можете определить две координаты три раза в час. Таким образом, можно сравнить движение Луны со звездами на небе.*

### Планисфера

Для распознавания созвездий мы используем карты звезд - в зависимости от широты. Мы строим одну из них, но рекомендуем расширить ее с помощью ксерокса.

**Чтобы построить план-сферу:** Мы используем ксерокопию созвездий неба на "белом" диске и поместим ее в держатель в зависимости от вашей широты, близкой к экватору.

#### Северное полушарие

Для мест в северном полушарии с широтами от 0 до 20 градусов необходимо подготовить две плоскости, по одной на каждый горизонт. Для построения северного горизонта вырежем окно рис. 9а непрерывной линией соответствующей широты и сложим его по пунктирной линии, чтобы образовался карман. Внутри разместим звездную карту фигуры 10а. Теперь у нас есть плоскость северного горизонта. Продолжим по аналогии строить плоскость южного горизонта. Разрезая и сгибая, как и прежде, окно фигуры 9б в размещении внутри звездной карты на рисунке 10а. Будем



использовать обе плоскости по мере того, как будем смотреть на горизонт северный или южный.

Когда мы хотим наблюдать в северном полушарии с широтами от 30 до 70 градусов, достаточно вырезать окно на рисунке 9д по сплошной линии и согнуть пунктирную линию, чтобы получить карман, в котором разместим круг звезд, который мы вырезали выше (рисунок 10а).

### ***Южное полушарие***

Для мест в южном полушарии с широтами от 0 до 20 градусов необходимо подготовить две плоскости, по одной на каждый горизонт. Сначала мы строим северный горизонт. Вырезаем окно фигуры 9в непрерывной линией соответствующей широты и складываем его пунктирной линией, образуя карман. Внутри разместим звездную карту фигуры 10б. С помощью этой операции мы получим плоскость северного горизонта. Аналогично строим плоскость южного горизонта. Разрезая и сгибая, как и прежде, окно рис. 9г в размещении внутри звездной карты на рис. 10б. Будем использовать обе плоскости по мере того, как будем смотреть на горизонт северный или южный.

Когда мы хотим видеть в южном полушарии с широтами от 30 до 70 градусов, достаточно вырезать окно на рис. 9е сплошной линией и согнуть пунктирную линию, чтобы получить карман, в который поместится круг звезд, который мы вырезаем выше (рис. 10б).

### **Как пользоваться:**

- Поместите дату того дня, когда мы будем смотреть в соответствии со временем наблюдения, вращая круг звезд, и используйте карту мира, глядя на небо в указанном направлении. Отобразится та часть неба, которая видна на небе.
- Примечание: В качестве зонтика используется плоскость. Это карта неба, и вы помещаете её над головой, чтобы распознать созвездия.

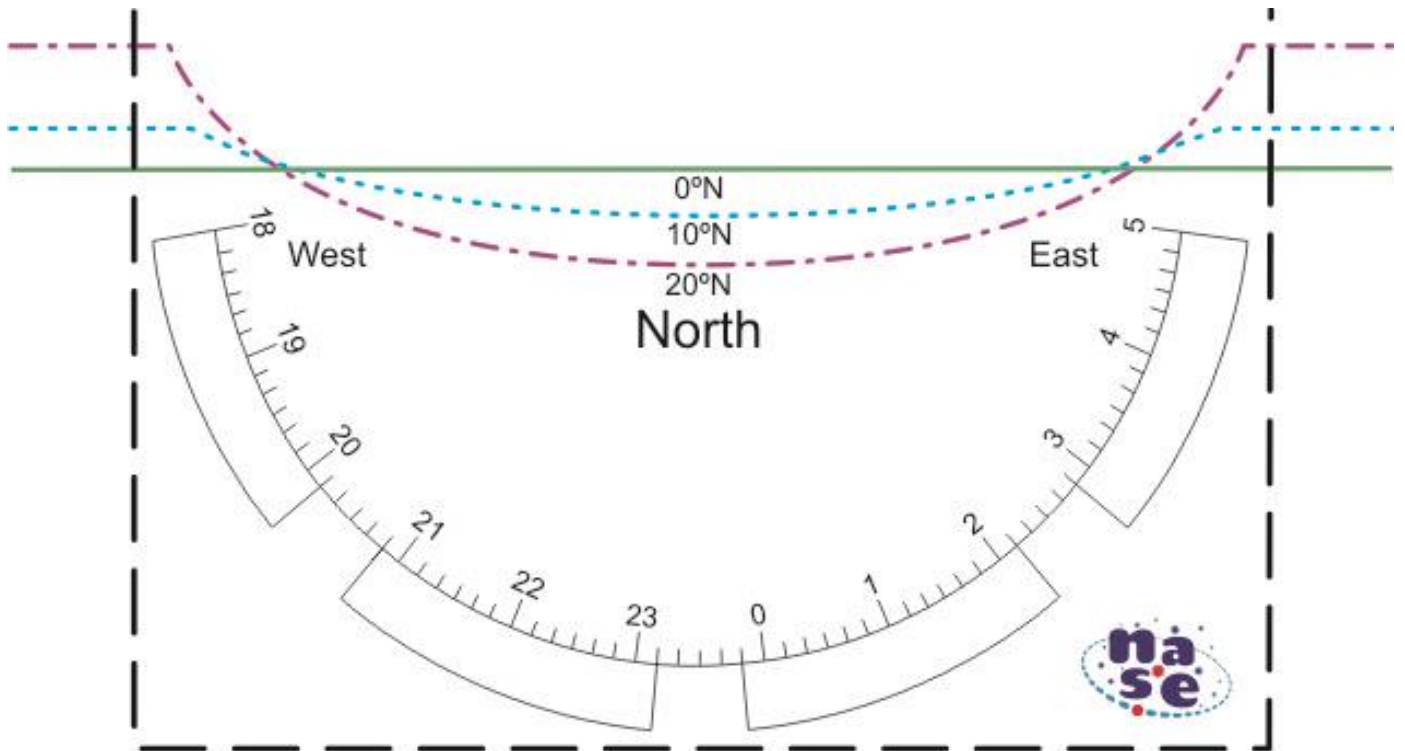


Рис. 9а: Карман северного горизонта в северном полушарии (0, 10 и 20 северная широта).

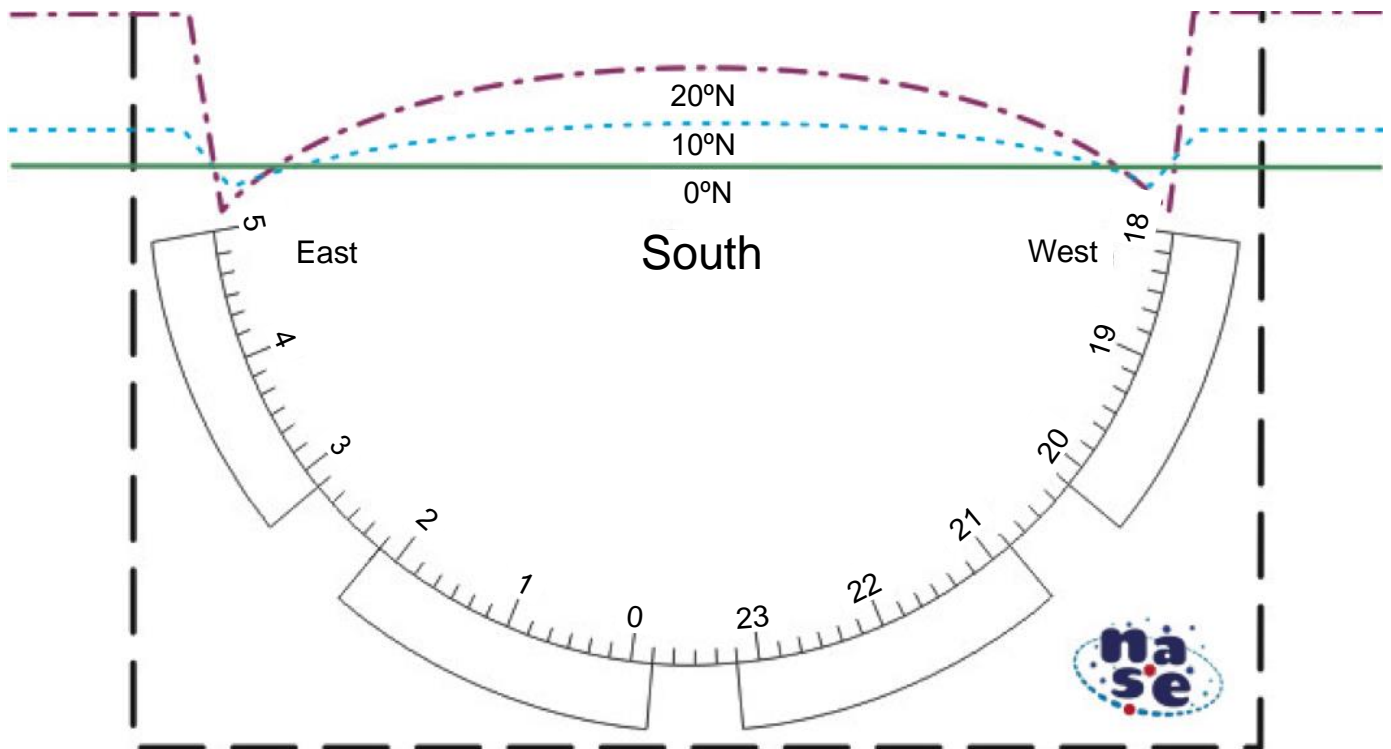


Рис. 9б: Карман южного горизонта в северном полушарии (0, 10 и 20 северной широты).

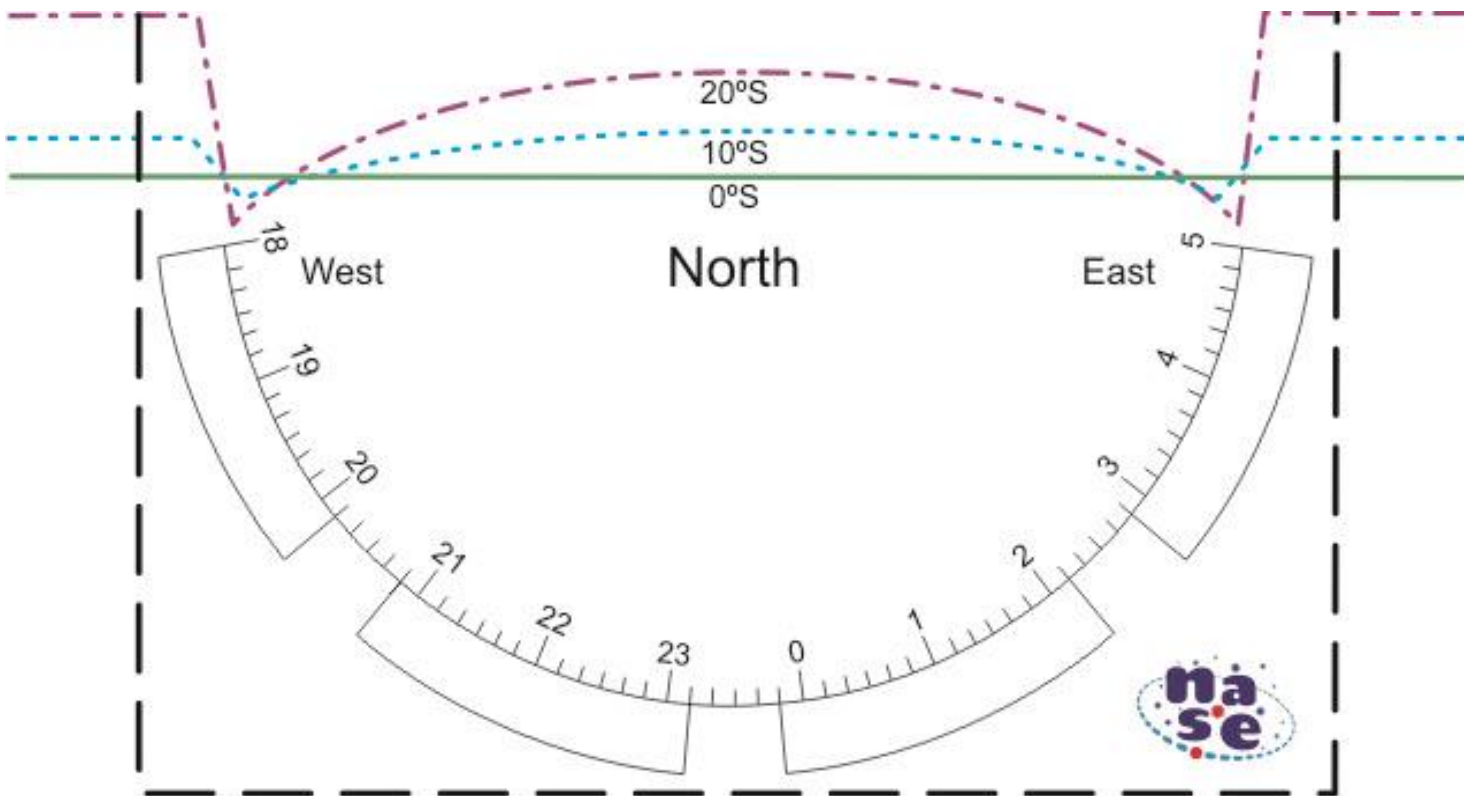


Рис. 9в: Карман северного горизонта в южном полушарии (широта 0, 10 и 20 ю. ш.).

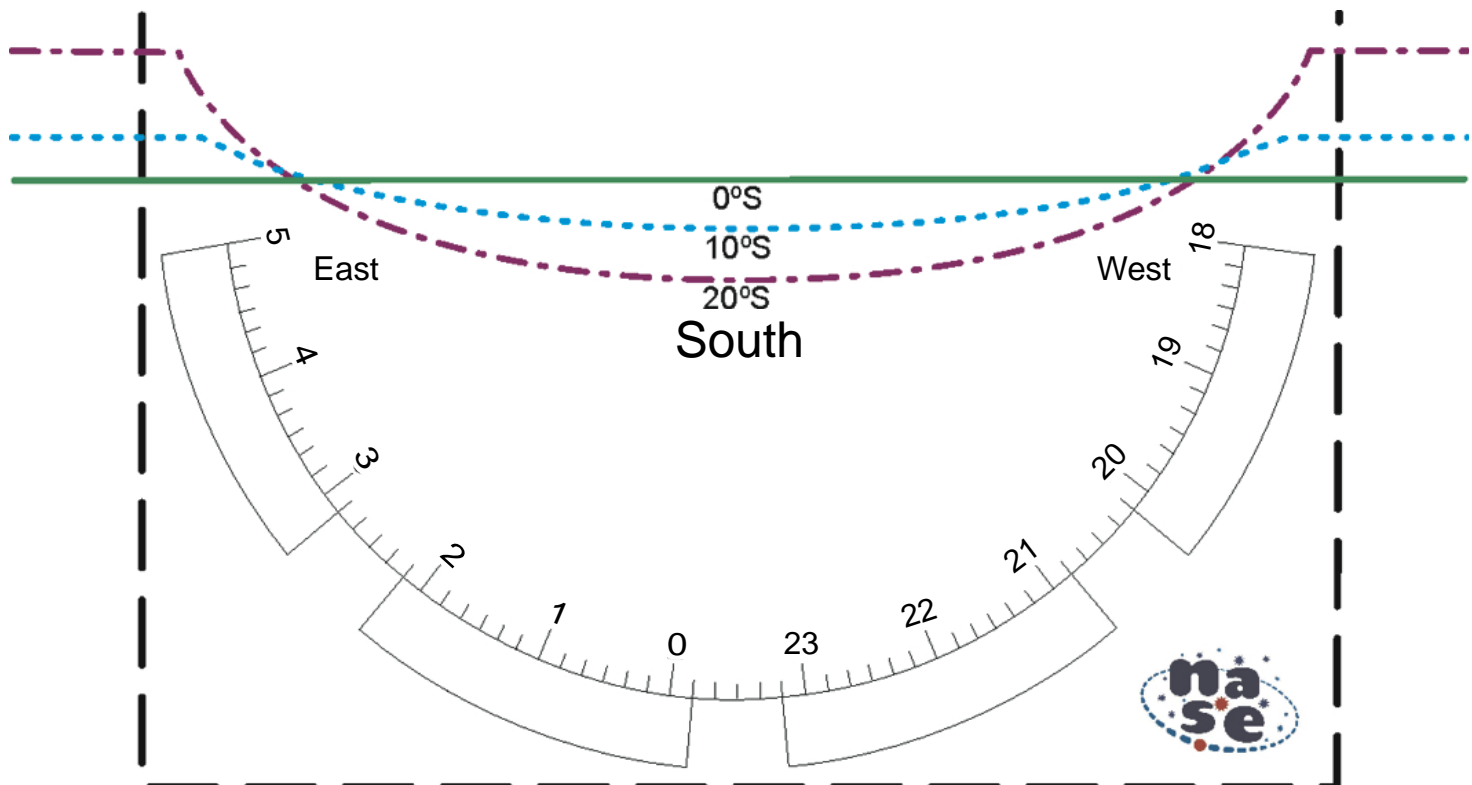


Рис. 9г: Карман южного горизонта в южном полушарии (широта 0, 10 и 20 Юг).

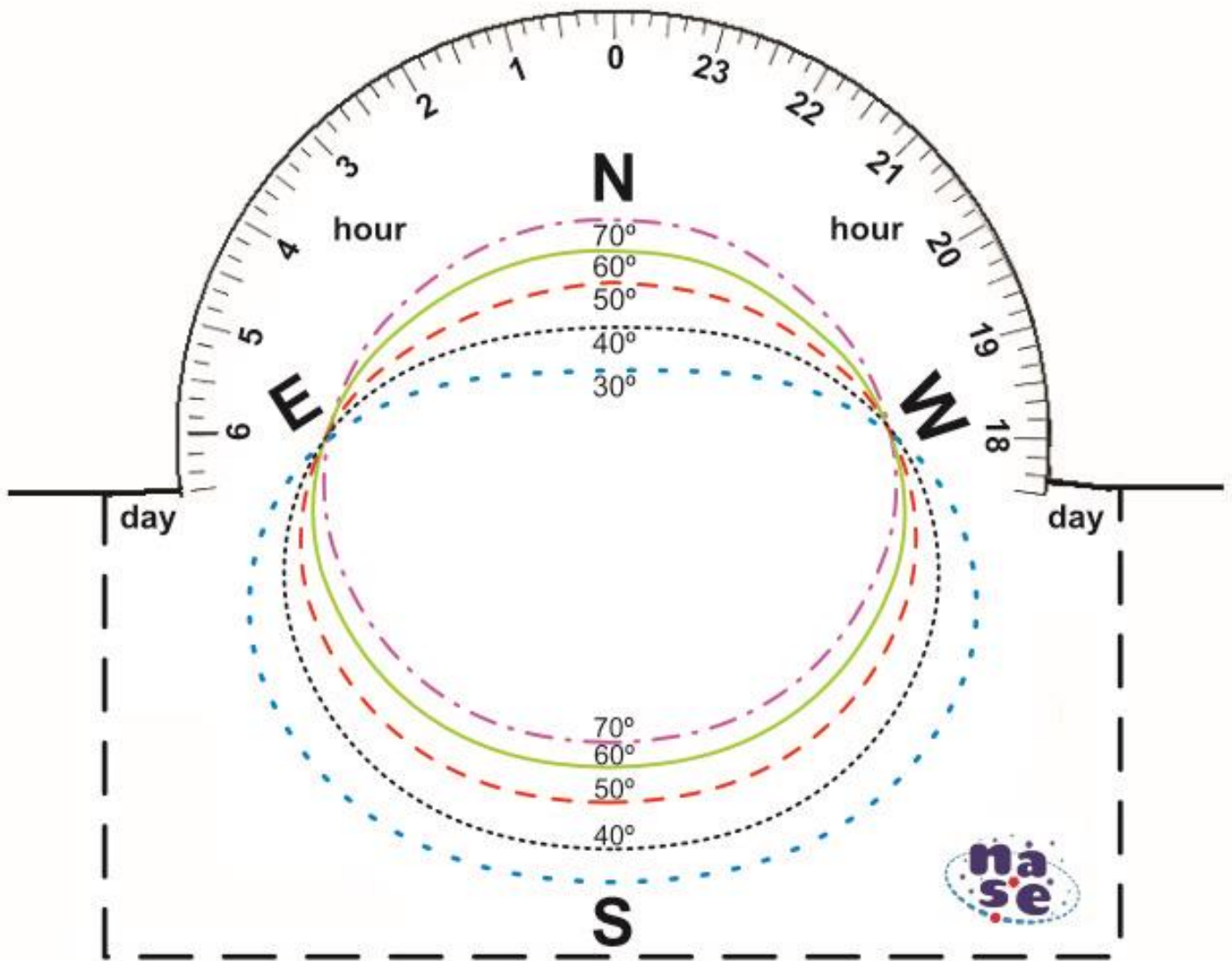


Рис. 9д: Карман для обоих горизонтов в северном полушарии. Широты 30, 40, 50, 60 и 70 северной широты.

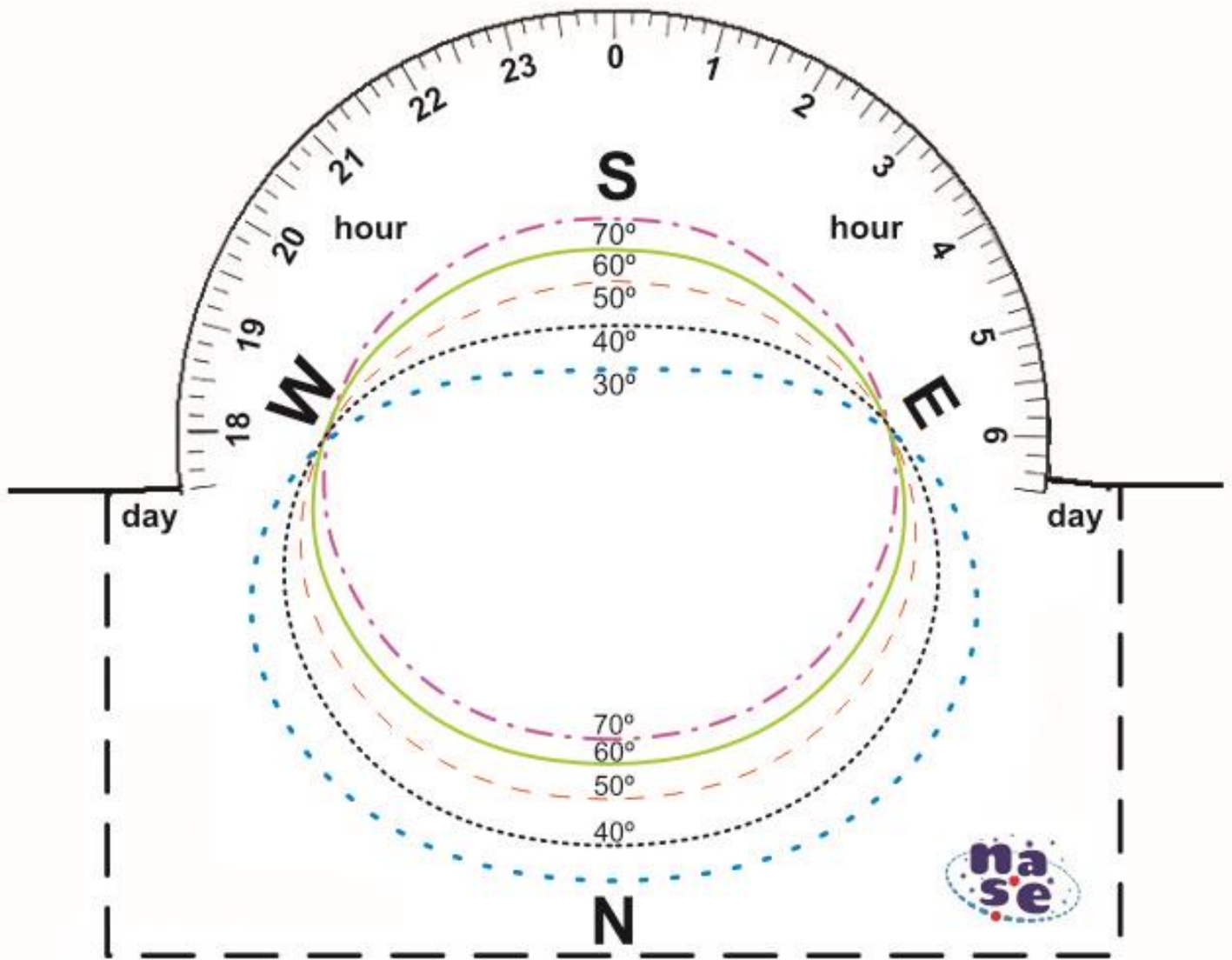


Рис. 9е: Карман для обоих горизонтов в южном полушарии. Широты 30, 40, 50, 60 и 70 южного полушария.

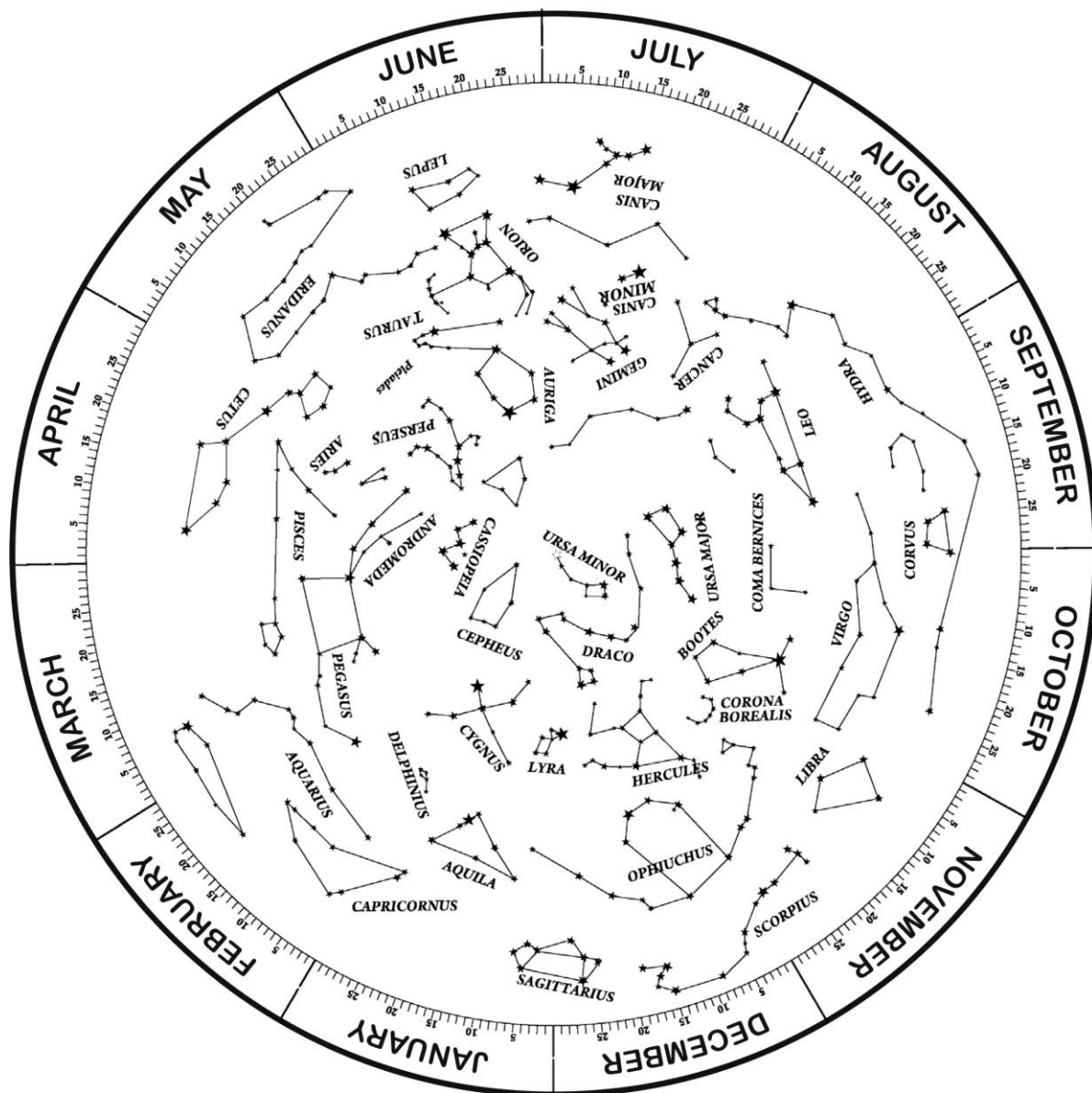


Рис. 10а: Диск или карта звезд, которая находится в кармане. Северное полушарие.

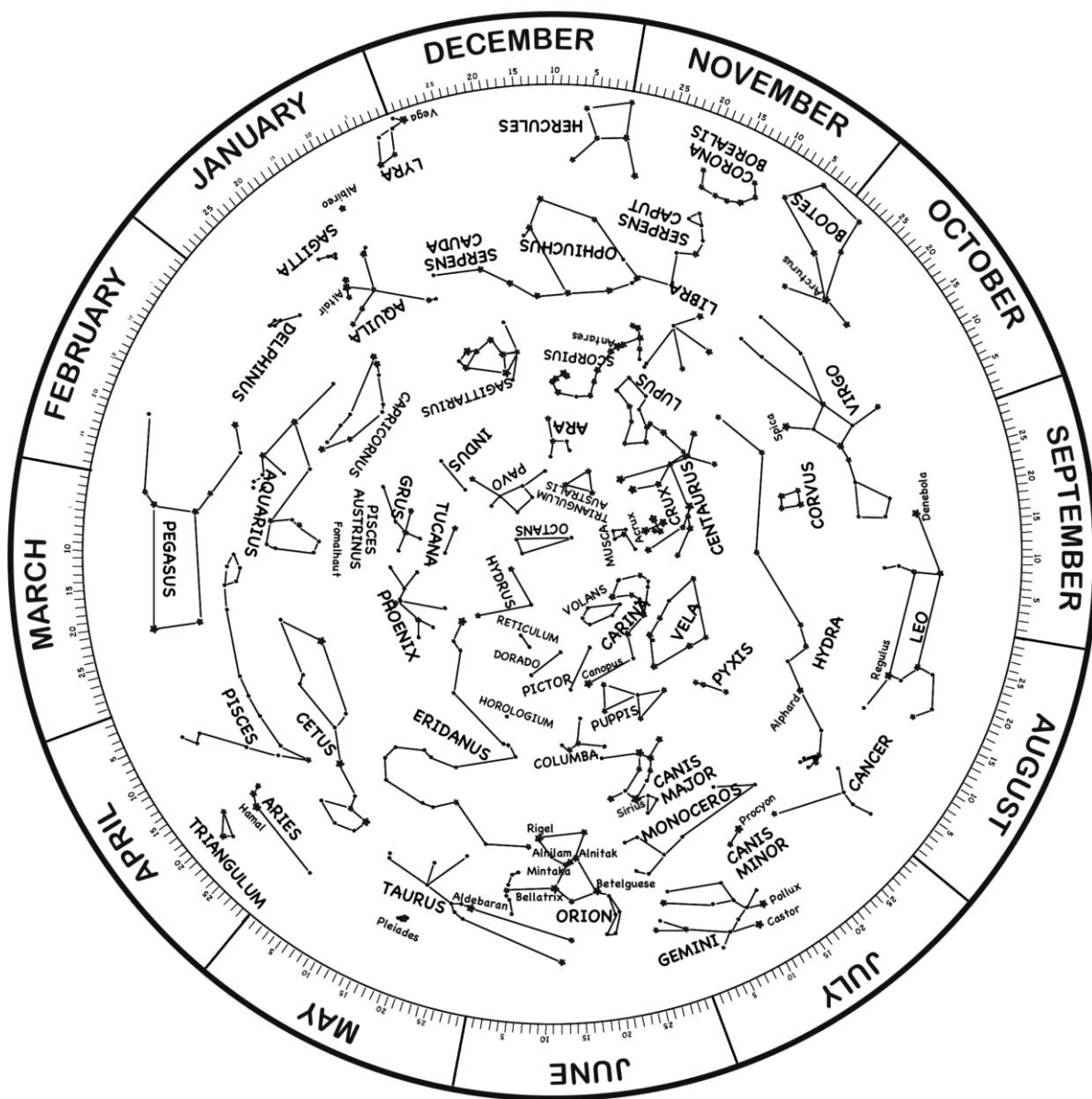


Рис. 10б: Диск или карта звезд, которая находится в кармане. Южное полушарие..



**Предлагаемые упражнения:****Какое небо мы можем увидеть сегодня вечером?**

*Используя созданную вами план-сферу для широты вашей школы, поворачивайте звездный диск до тех пор, пока сегодняшняя дата не совпадет со временем, когда вы планируете выйти на улицу и понаблюдать.*

Обратите внимание, что план-сфера - это "карта звезд", и вы должны поднять ее над головой "как зонтик" (это не карта вашего города!).

**Спектроскопия**

Пропуская свет солнца через этот чувствительный инструмент, студент сможет визуализировать спектральное разложение света. Это простой способ для студентов наблюдать за звездным спектром с помощью инструмента, созданного их собственными руками.

**Как сделать спектроскоп:** Нарисуйте интерьер большой спичечной коробки (такого размера, который обычно используется на кухне). Сделайте продольный разрез (рис. 11б), через который студент может наблюдать за спектром. Разрежьте поврежденный (или иным образом непригодный) компакт-диск на 8 равных частей и поместите одну из частей внутри коробки, на дне, записываемой поверхностью вверх. Закройте коробку, оставив открытой только небольшую часть, напротив которой вы построили просмотровую щель.

**Как его использовать:**

- Ориентируйте спичечный коробок так, чтобы солнечный свет падал через открытую секцию, и наблюдайте через просмотровую щель (рис. 11а).
- Внутри спичечной коробки вы увидите, как солнечный свет расщепляется на цвета ее спектра.

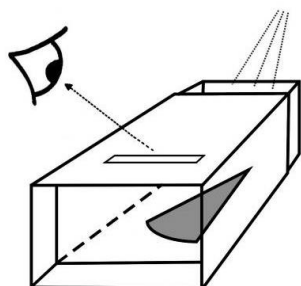


Рис. 11а и 11б: Как использовать спектроскоп.

**Предлагаемые упражнения:**

**Сравните солнечный спектр с флуоресцентными или другими лампами, находящимися в школе. Вы сможете наблюдать вариации, которые появляются в спектре в зависимости от типа лампы, которую вы просматриваете.**



## Карта Луны

Хорошо бы включить в ваш портфель упрощенную версию лунной карты, которая включает названия морей и некоторых кратеров, которые можно увидеть с помощью бинокля или маленького телескопа.

**Чтобы построить ее:** Вам понадобится квадратный кусок картона (около 20x20 см) (рис. 12 или 13).

### Как его использовать?

- Имейте в виду, что ориентация будет меняться в зависимости от того, используете ли вы бинокль невооруженным глазом, используете ли вы бинокль или телескоп (инвертированное изображение) и смотрите ли вы из Северного или Южного полушария. Проще всего начать с определения морей, проверить правильность положения, а затем продолжить определение других особенностей Луны.

### Предлагаемое упражнение:

**Что такое кратер Тихо?** Посмотрите на Луну, когда она более чем наполовину освещена, и определите в центральной зоне кратер с большой системой лучей (линии, которые оставляют кратер и голову во всех направлениях по всей поверхности спутника).

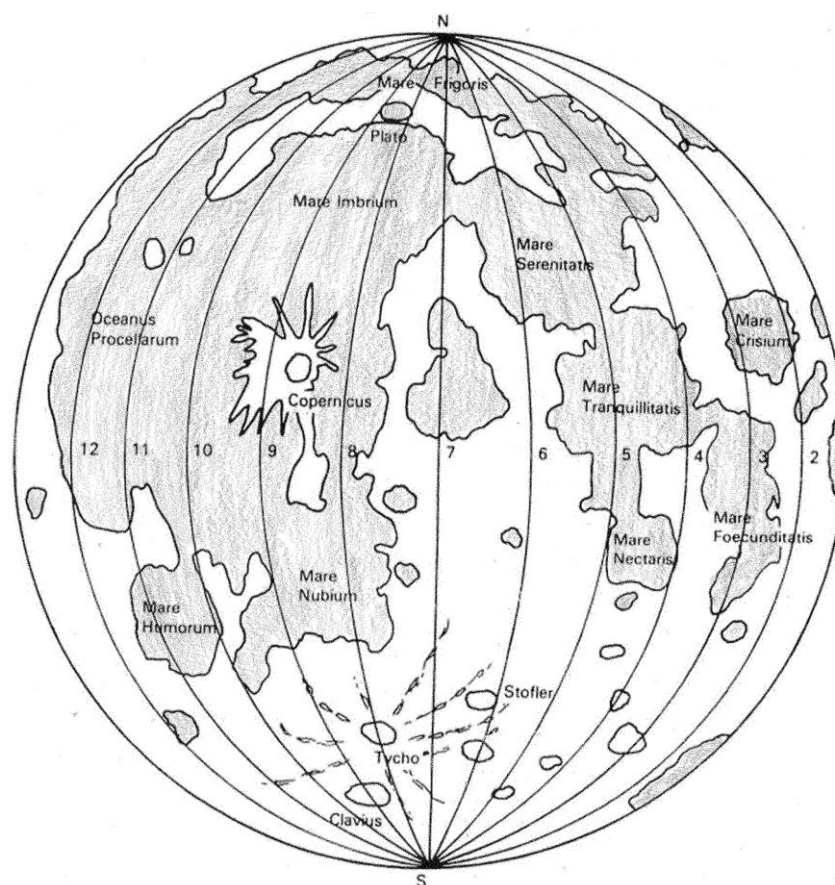


Рис. 12: Схематическая карта Луны.

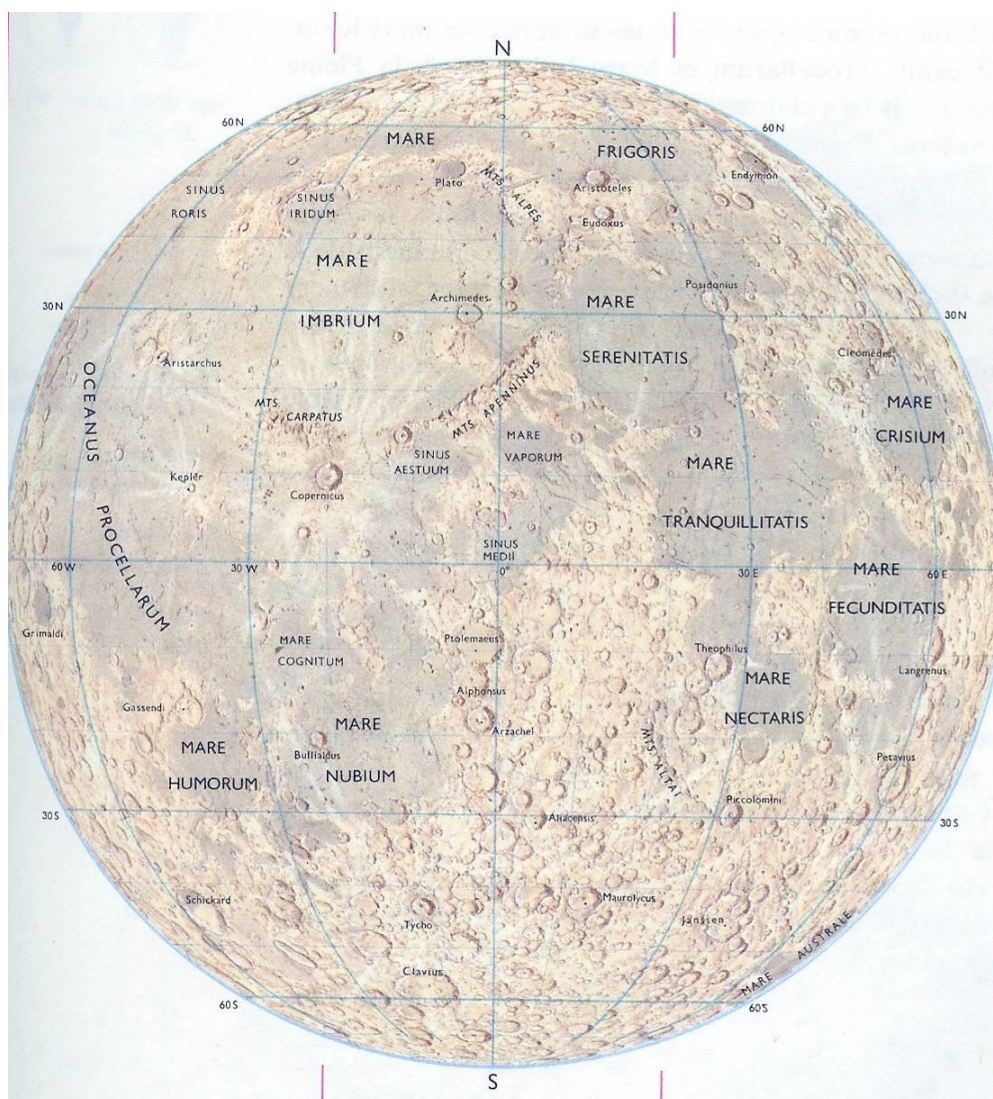


Рис. 13: Упрощенная карта Луны.

## Организация вашего портфеля

Поместите бумажный пакет с листом на верхней стороне открытого ящика (рис. 14) для хранения плана-сферы, карты Луны, солнечных часов и т.д.

В глубокой части коробки поместите инструменты так, чтобы они не могли двигаться, используя скрепки, булавки и небольшие ремни. Винт квадранта должен быть установлен вокруг центра, потому что чемодан содержит тонкие инструменты и может быть сбалансирован при обращении с ним. Группа студентов предложила поместить на внешней стороне чемодана список с указанием его содержимого, так что мы были бы уверены, что собрали все в конце мероприятия. Кроме того, конечно же, было указано ваше имя и любые украшения, которые вы можете придумать, чтобы настроить чемодан на свой вкус.



Рис. 14: Портфель.

## Выводы

Наблюдение за тем, как движется небо ночью, днем и в течение года, является обязательным для молодых астрономов. С такими проектами студенты смогут:

- обрести уверенность в измерениях;
- взять на себя ответственность за свои собственные приборы;
- развивать свои творческие способности и умение работать руками;
- Понимать важность систематического сбора данных;
- Облегчить понимание более сложных инструментов;
- Признать важность наблюдения невооруженным глазом, тогда и сейчас.

## Библиография

- Palici di Suni, C., First Aid Kit. *What is necessary for a good astronomer to do an Observation in any moment?*, Proceedings of 9<sup>th</sup> EAAE International Summer School, 99, 116, Barcelona, 2005.
- Palici di Suni, C., Ros, R.M., Viñuales, E., Dahringer, F., *Equipo de Astronomía para jóvenes astrónomos*, Proceedings of 10<sup>th</sup> EAAE International Summer School, Vol. 2, 54, 68, Barcelona, 2006.
- Ros, R.M., Capell, A., Colom, J., *El planisferio y 40 actividades más*, Antares, Barcelona, 2005.