

Название научно-исследовательской работы:

«Звезды на широте поселка Кедровый»

Автор научно-исследовательской работы:

Белова Анастасия Викторовна

Класс: 11

Учебное заведение:

муниципальное казенное общеобразовательное учреждение
Ханты-Мансийского района «Средняя общеобразовательная
школа имени А.С. Макшанцева п. Кедровый»

п. Кедровый

Содержание

Введение	2
I. Методы астрономических наблюдений	
1.1. Небесные координаты	3
1.2. Карты звездного неба	3
1.3. Измерение углов	3
II. Нахождение звезд с использованием АстроВеера	
2.1. Устройство и принцип действия	4
2.2. Предварительная подготовка к наблюдениям	6
2.3. Идентификация звезд	6
2.4. Нахождение планет солнечной системы	8
2.5. Примерный план наблюдений	8
Заключение	10
Литература и интернет источники	10
1. Приложение 1. Карта звездного неба	11
2. Приложение 2. Иллюстративный материал. Применение на практике...	12

Введение

Основным источником информации в астрономии являются наблюдения. Полученные в результате наблюдений сведения о расположении звезд и созвездий фиксируются на звездных глобусах, картах, календарях. Чтобы отыскать на небе светило, необходимо определить, в какой стороне горизонта и на какой высоте оно находится.

Занимаясь поиском того или иного объекта, многие начинающие исследователи задаются вопросом «Это точно он?», особенно, если звезда не является частью узнаваемого созвездия (Большой ковш, Орион и т.п.). Это связано с проблемой мысленного наложения сетки экваториальных координат на видимую часть звездного неба. Взгляд скользит вдоль воображаемых линий, часто сбиваясь. В лучшем случае, мы можем мысленно держать в голове расположение небесного меридиана (плоскость, проходящая через точки зенита, Полярную звезду, точку севера и юга на местности), сторон света. Даже вооружаясь подвижной картой звездного неба, далеко не всегда можно решить эту задачу. К тому же эта карта также привязана к сетке экваториальных координат. Объясняется это не только многочисленностью созвездий, но и сложностью восприятия: схематичное изображение созвездий на плоскости карты, звездного глобуса, необходимо соотнести с объемным и огромным видимым звездным куполом.

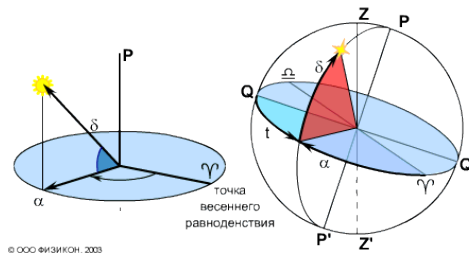
Астрономические наблюдения в наших широтах (п. Кедровый: $61^{\circ}28'$ с.ш. и $68^{\circ}14'$ в.д.) можно проводить непродолжительное время: зимой примерно от 19 до 06 часов утра, ясные, звездные ночи, как правило, сопровождаются повышенным атмосферным давлением и низкой температурой. Даже небольшой ветер может сделать наблюдения невозможными, требуется длительное время для отстоя инструментов (телескоп, бинокль) перед началом наблюдений. Летом процент ясных ночей выше, условия для наблюдений комфортнее, но ночи короткие, поэтому важно быть максимально подготовленным к наблюдениям и быстро находить нужное светило, созвездие, дипскай – объект.

Для достижения этой цели мы создали АстроВеер, который представляет из себя фрагмент сетки экваториальных координат, позволяющий определить прямое восхождение α светила, склонение δ звезд незаходящих созвездий, а также определять угловые расстояния между объектами с точностью до $2,5^{\circ}$. Так как любая планета солнечной системы всегда находится недалеко от линии эклиптики, то, зная прямое восхождение (находим в астрономическом календаре), ее несложно найти с помощью АстроВеера.

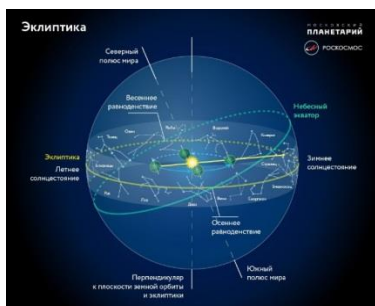
I. Методы астрономических наблюдений

1.1. Небесные координаты

Как известно, для указания положения небесных объектов используют систему экваториальных координат: прямое восхождение α и склонение δ . Прямое восхождение α является аналогом географической долготы (λ), измеряется в часах, минутах и отсчитывается вдоль небесного экватора от точки весеннего равноденствия в сторону, противоположную видимому вращению небесной



сферы. Склонение δ является аналогом географической широты (φ), измеряется в градусах и минутах, отсчитывается по кругу, проведенному через светило и полюса мира (так называемый круг склонения).



Существует также система горизонтальных координат, которая позволяет задать высоту светила h над истинным горизонтом и положение светила относительно сторон горизонта - азимут A . Этот способ не подходит для задания положения светил, так как их координаты в результате вращения Земли будут постоянно меняться.

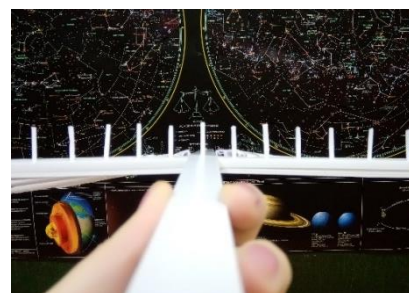
1.2. Карты звездного неба

Все звезды (а их в нашем полушарии около 6000) имеют точные экваториальные координаты, зафиксированные на карте звездного неба (приложение 1).

Большое практическое применение находит подвижная карта звездного неба. Она позволяет определить вид звездного неба в зависимости от выбранной даты, времени суток, географической широты места наблюдения. Для использования АстроВеера необходимо провести предварительную подготовку с использованием карты, чтобы определить, какие звезды в выбранный момент будут находиться над горизонтом, в зените.

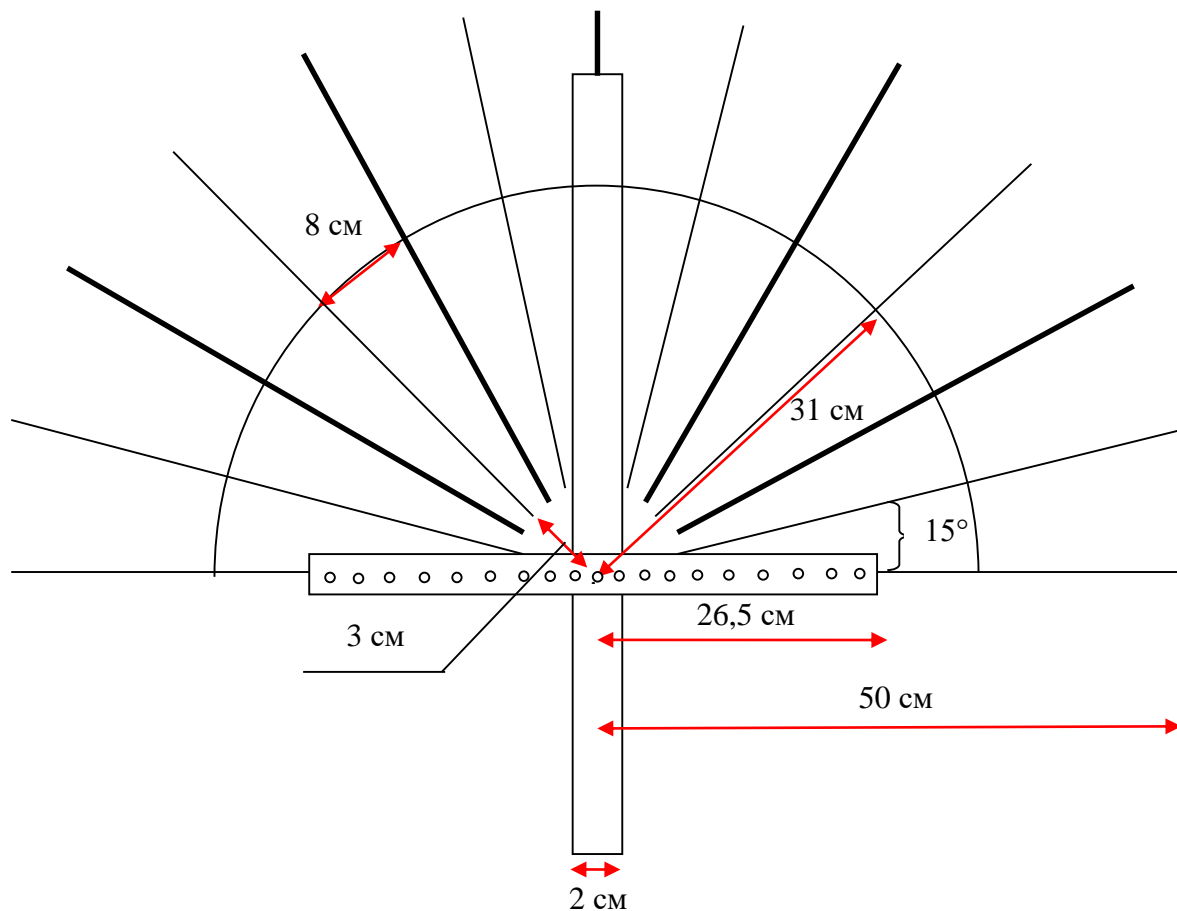
1.3. Измерение углов

Расстояния между звездами на небесной сфере можно выражать только в угловой мере. Эти угловые расстояния измеряются величиной центрального угла между лучами, направленными на одну и другую звезду. АстроВеер совмещен с так называемыми «астрономическими граблями», поэтому позволяет это сделать.



II. Нахождение звезд с использованием АстроВеера

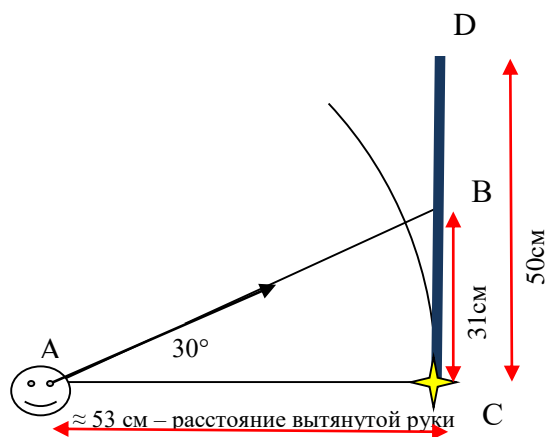
2.1. Устройство и принцип действия



1. Модель изготовлена из общедоступных материалов; легкая, удобная для переноски и хранения; складывается.

2. Расход материалов: кабель-канал 1 м, бумага А4 – 13 листов, скотч 1,5 см, иголка, нитки белые толстые (подойдет «Ирис»)

Расчет размеров «Астровеера»:



C – Полярная звезда

AC= 53 см – расстояние от глаза наблюдателя до центра T – образного соединения веера;

CB – расстояние между центром T – образного соединения веера и дугой полуокружности;

$$\operatorname{tg}30^\circ = \frac{BC}{AC}; \quad 0,577 = \frac{BC}{0,53} \rightarrow BC \approx 0,31 \text{ м};$$

CD – расстояние между центром T – образного соединения веера и концом луча;

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{DC}{AC}; \quad \operatorname{tg}\alpha = \frac{0,5}{0,53} \rightarrow \operatorname{tg}\alpha \approx 0,9434 \text{ м}; \quad \angle\alpha \approx 43^\circ; \text{ - угловое расстояние между T –}$$

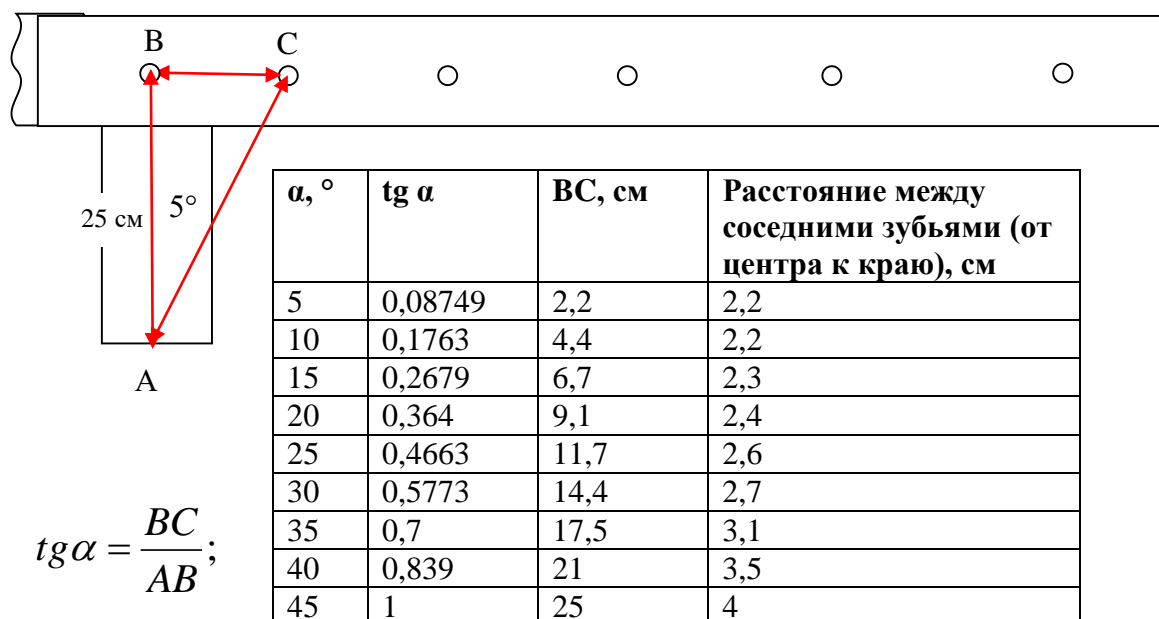
образным скрещением планок и кончиком луча на расстоянии вытянутой руки.

Вычислим расстояние между лучами на расстоянии R=31 см от центра веера:

$$L=2\pi R/24; \quad L_1=0,08111 \text{ м} \approx 8 \text{ см}$$

Расчет расстояния между зубьями астрономических грабель:

Поскольку устройство АстроВеера не позволяет расположить зубья полукругом на одинаковом расстоянии от визира (классическое устройство астрограбель), зубья на приборе расположены по прямой линии, но на разном расстоянии друг от друга. При этом угловое расстояние от визира (кончик ручки АстроВеера) остается постоянным и равным примерно 5° .



Используя эту модель, можно легко идентифицировать все основные звезды и созвездия Северного полушария звездного неба до 3^m звездной величины.

Схема устройства «АстроВеера» проста: 13 спиц делят полуокружность на 12 секторов, каждый примерно по 15° . Количество спиц выбрано не случайно: именно такому количеству градусов равна длина дуги, которую опишет при своем движении любая звезда за $1/24$ часть окружности, т.е. за 1 час.

Форма веера (плоская) не оказывает значительного искажающего влияния на результаты наблюдения, т.к. целью исследования являются не точные измерения,

а нахождение и идентификация наиболее ярких звезд (α , β величины), астеризмов, созвездий.

«АстроВеер» ориентируется только по северному полюсу мира (Полярной звезде), расстояние от глаза до центра модели – около 53 см, что соответствует расстоянию вытянутой руки. Если прямое восхождение звезд примерно одинаковое, то идентифицировать их можно по угловому расстоянию от Полярной звезды (определяем по карте звездного неба).

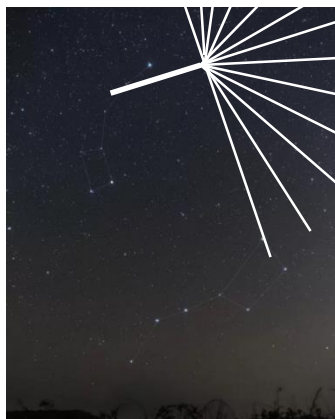
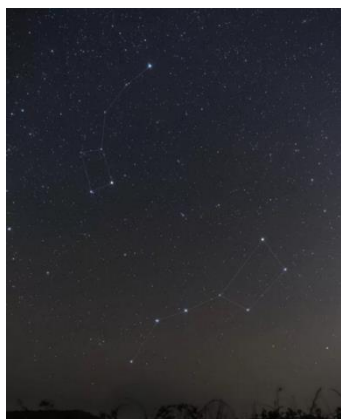
Прибор разбирается и складывается, что позволяет легко транспортировать его к месту наблюдений, несмотря на довольно большой размер.

2.2. Предварительная подготовка к наблюдениям

- 1) Изучить прогноз погоды (в течение зимнего месяца в нашем климате в среднем 5,6 ночей пригодны для наблюдений);
- 2) Составить план наблюдений, ориентируясь на вид звездного неба в выбранный период на подвижной карте звездного неба;
- 3) Определить прямое восхождение планет солнечной системы по астрономическому календарю (если в план входит их нахождение);
- 4) Выбрать возвышенное место с чистым горизонтом с низкой степенью засветки неба (особенно если предстоит воспользоваться телескопом).

2.3. Идентификация звезд

- 1) Найдем на небе Полярную звезду по известному астеризму Большой ковш. С помощью АстроВеера определим угловое расстояние 25° от Дубхе вдоль прямой, соединяющей Дубхе и Мерак.
- 2) Расположим «АстроВеер» перпендикулярно в вытянутой руке так, чтобы Т – образное скрещение планок закрывало собой Полярную звезду.
- 3) Луч № 11 (второй справа, выделенный красным) проходит через α (Дубхе) и β (Мерак) Большой Медведицы. (Далее в тексте это положение модели называется «Основное»).



4) Номер луча АстроВеера соответствует прямому восхождению звезды. Склонение «+» соответствует звездам северного полушария звездного неба, «-» - южного. Для нахождения звезд $\alpha = 12 - 23$ часов прибор переворачивается на 180° относительно лучей №0 и №12.

Крайний левый луч №0 укажет **прямое восхождение** $\alpha = 0$ ч (24ч) и пройдет через звезду Каф (γ - астеризм, β - Кассиопеи), центральный луч укажет прямое восхождение $\alpha = 6$ ч, крайний правый $\alpha = 12$ ч. (Номер положения и номера лучей указаны на лучах).

5) Найдем с его помощью звезды:

Звезда	Прямое восхождение, α	Склонение, δ	№ луча	Примечание
Сириус (α Б. Пес)	6 ^h 45 ^m	-16°44'	Между 6 и 7	За пределами веера (у горизонта)
Вега (α Лира)	18 ^h 37 ^m	+38°48'	Между 18 и 19	Угловое расстояние 50° от Полярной звезды.
Денеб (α Лебедь)	20 ^h 41 ^m	+45°19'	Между 20 и 21	Угловое расстояние 45° от Полярной звезды.
Процион (α М. Пес)	7 ^h 40 ^m	+05°12'	Между 7 и 8	Низко над горизонтом, не всегда видна
Бетельгейзе (α Ориона)	5 ^h 55 ^m	+07°24'	Вдоль 6 луча	Низко над горизонтом, не всегда видна. (Правое плечо охотника Ориона)
Ригель (β Ориона)	5 ^h 15 ^m	-08°11'	Между 5 и 6, ближе к 5	Низко над горизонтом, не всегда видна. (Левая нога охотника Ориона)
Шедар (α Кассиопеи)	0 ^h 40 ^m	+56° 32'	Между 0 и 1	Угловое расстояние от Полярной звезды 34°. Расположена рядом с концентрической полуокружностью АстроВеера. Входит в γ – астеризм. Если продолжить линию дальше к горизонту, то увидим галактику Андромеды (M31), около 50° от Полярной звезды.
Каф (β Кассиопеи)	00 09 ^m	+59° 08'	Точно по №0	Угловое расстояние от Полярной звезды 31°. Расположена рядом с концентрической полуокружностью АстроВеера. Входит в γ - астеризм

Альдебаран (α Тельца)	4 ^h 35 ^m	+16° 30'	Между 4 и 5	Низко над горизонтом, не всегда видна
Кастор (α Близнецов)	7 ^h 35 ^m	+31° 52'	Между 7 и 8	Низко над горизонтом в наших широтах в летние месяцы. 58° от Полярной звезды.
Поллукс (β Близнецов)	7 ^h 45 ^m	+28° 01'	Между 7 и 8	Кастор ближе Полярной звезде, находится над Поллуксом относительно горизонта.
Капелла (α Возничего)	5 ^h 17 ^m	+46° 00'	Между 5 и 6, ближе к 5	На момент наблюдения находится в зените.
Альдерамин (α Цефея)	21 ^h 18 ^m	+62° 35'	Между 7 и 8, ближе к 8	Незаходящая звезда, расположена внутри концентрической полуокружности. Угловое расстояние от Полярной звезды 27°
Регул (α Льва)	10 ^h 08 ^m	+11° 58'	Вдоль 10 луча	Угловое расстояние примерно 80° от Полярной звезды у самого горизонта.

2.4. Нахождение планет солнечной системы

- 1) Находим по астрономическому атласу информацию о конфигурации планеты и условиях видимости, определяем прямое восхождение планеты.
- 2) Определяем (мысленно) линию эклиптики на момент наблюдения. (Например, 12.02.21 в 20.30 максимальное угловое расстояние от Полярной звезды дуги эклиптики составляло около 65° вдоль луча №6, опиралась дуга точно на точки востока и запада). Планеты солнечной системы всегда находятся вблизи этой линии.
- 3) Планета отличается от звезды тем, что светит ровным, немигающим светом (если в атмосфере нет больших возмущений) и движется на фоне звезд.

2.5. Примерный план наблюдений

(составлен на 12 февраля 2021 года 20.00 – 21.00)

1. Приведем АстроВеер в основное положение.
2. Найдем Каф и Шедар, звезды α и β в созвездии Кассиопея. На Каф указывает крайний левый луч №0 (прямое восхождение звезды 0ч 09 минут), Шедар находится между лучами №0 и №1.
3. Мысленно проведем прямую вдоль ручки АстроВеера вниз к горизонту и найдем звезду Вега (α Лиры) она находится на угловом расстоянии 50° от Полярной звезды точно на севере (на момент наблюдения).

4. Переместим взгляд вдоль горизонта на запад и на угловом расстоянии 45° от Полярной звезды увидим Денеб (α Лебеда). Звезда расположена между лучами № 20 и 21. Денеб входит в узнаваемый астеризм «Северный крест».

5. Примерно в зените, на угловом расстоянии 45° от Полярной звезды в направлении луча №5 (прямое восхождение 5ч 16 минут на юг, практически в зените) находится Капелла (α Возничего). Ее можно найти, если мысленно провести линию вдоль ручки Малой Медведицы.

6. Найдем звезду Регул (сердце Льва) в созвездии Льва. Она расположена в направлении луча № 10 (склонение $10\text{ч } 08'$) на угловом расстоянии примерно 80° от Полярной звезды у самого горизонта.

7. Исследуем звезды южной части неба, опираясь на узнаваемые астеризмы созвездия Ориона (Меч Ориона и Пояс Ориона).

Звезда Бетельгейзе (α Ориона) имеет насыщенный красный цвет, она находится в левом верхнем углу созвездия Ориона (если считать, что охотник Орион повернут лицом к нам, то Бетельгейзе будет его правым плечом). Это направление вдоль луча №6.

8. Мысленно продлим линию пояса Ориона к горизонту и увидим самую яркую звезду на северном полушарии - Сириус (α Большого Пса), она переливается разными цветами и расположена невысоко над горизонтом. Продлим линию от пояса в обратную сторону и увидим Альдебаран (α Тельца) и далее созвездие Плеяды (маленький ковшик).

9. Измерим угловое расстояние между Бетельгейзе и Сириусом. Оно составляет примерно 25 градусов. На таком же угловом расстоянии к востоку (левее вдоль горизонта) найдем звезду Процион (α Малого Пса). Процион, Бетельгейзе и Сириус образуют астеризм «Зимний треугольник».

10. Между лучами №7 и 8 на юго-востоке на угловом расстоянии 60° от Полярной звезды расположены звезды Кастор и Поллукс (α и β Близнецов). Если повернуться лицом к югу, то Кастор расположен выше.

11. Известно, что географическая широта места наблюдения равна высоте Полярной звезды. Определим высоту Полярной звезды над уровнем горизонта. (Она составляет примерно 60°). В нашем поселке в направлении севера линия горизонта неровная и покрыта лесом, поэтому с этими измерениями есть сложности.

12. Найдем точку весеннего равноденствия (точка Овна). Это точка пересечения небесного экватора с эклипстикой, (экваториальные координаты 0 часов 0 минут,

склонение 0°) в настоящее время находится в созвездии Рыбы. Мысленно продолжим линию вдоль луча №0 до пересечения с линией горизонта, свяжем эту точку с рельефом местности. Точка весеннего равноденствия находится на угловом расстоянии 90° от Полярной звезды в этом направлении.

13. Найдем планеты солнечной системы (на момент наблюдения):

Меркурий ($\alpha=21^h 08^m$, $\delta= -12^\circ 37'$) - ниже уровня горизонта, невозможно наблюдать.

Венера - также ниже горизонта, склонение -16° , невозможно наблюдать.

Марс ($\alpha=2^h 57^m$, $\delta= +18^\circ 14'$) - Луч №3, вблизи линии горизонта. Постепенно поднимется над горизонтом и в апреле достигнет высоты 24° , вблизи Бетельгейзе, но выше.

Юпитер – ниже горизонта, склонение -17 , невозможно наблюдать.

Сатурн - ниже горизонта, склонение -19 , невозможно наблюдать.

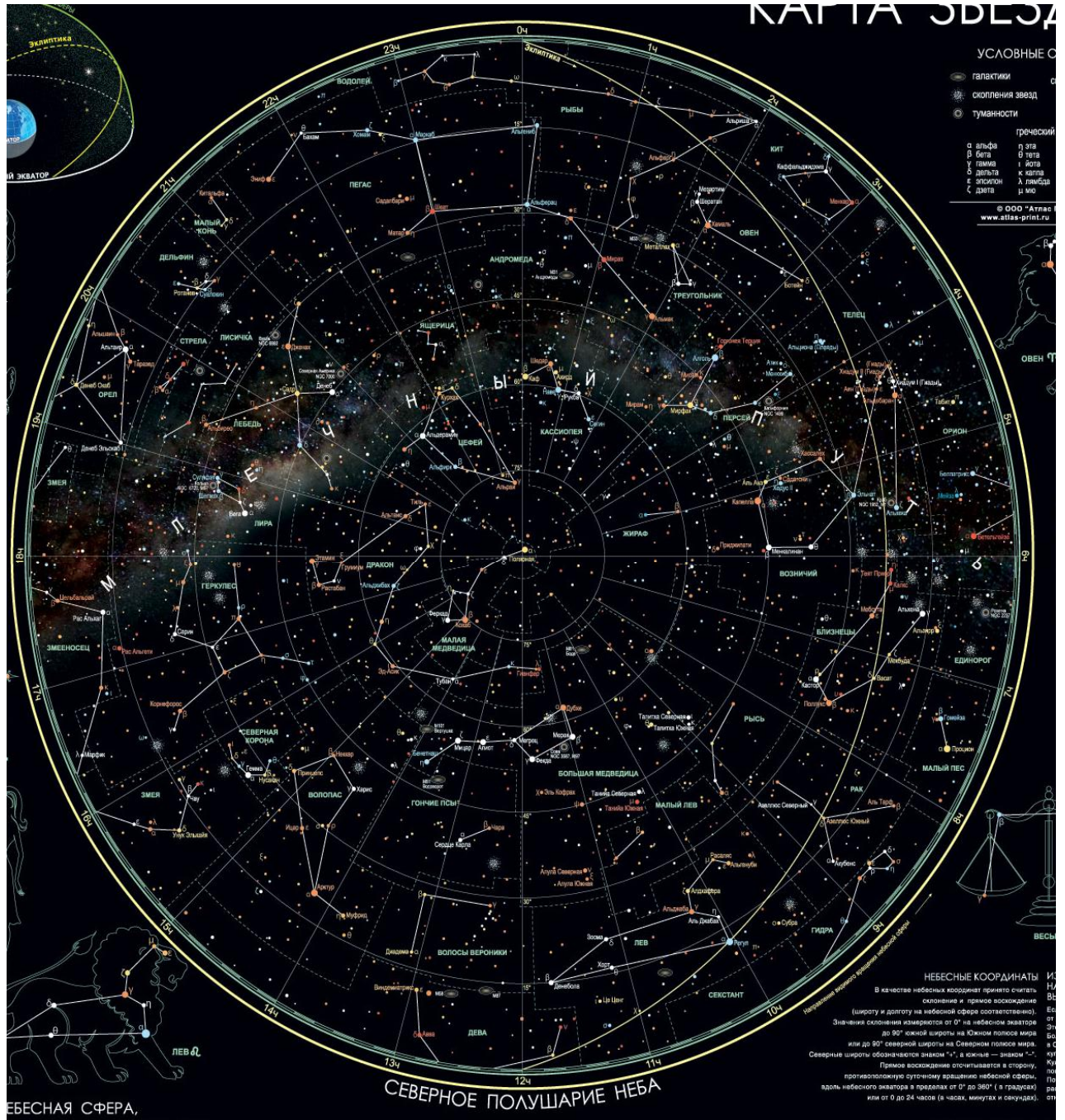
Заключение

Астрономические наблюдения на наших широтах возможны непродолжительное время в силу климатических особенностей, поэтому применение АстроВеера облегчает задачу быстрого нахождения нужного небесного объекта. Прибор может быть использован начинающими любителями астрономии, учениками школ в качестве дополнения к подвижной карте звездного неба. Таким образом, поставленная в начале исследования цель достигнута, задачи решены.

Литература и интернет источники

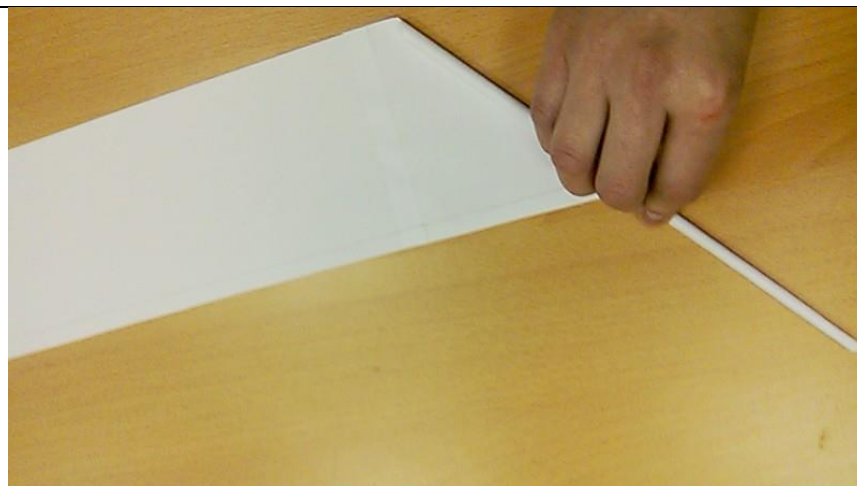
1. Астрономия. Базовый уровень. 11 класс: учебник /Б.А. Воронцов – Вельяминов, Е.К. Страут. – 5-е изд., пересмотренное. – М.: Дрофа, 2018.
2. Подготовка астрономических наблюдений. <http://www.astro-talks.ru/forum/viewtopic.php?t=628>
3. Прямое восхождение (Википедия) https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D1%8F%D0%BC%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B6%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5
4. Методы астрономии https://spravochnick.ru/astronomiya/metody_astronomii/
5. Наблюдения звездного неба <https://obuchalka.org/2011060955562/nabludeniya-zvezdnogo-neba-v-binokl-i-podzornuu-trubu-e-vajorov.html>
6. Астрономический календарь 2021 http://images.astronet.ru/pubd/2020/02/26/0001619749/ak_2021_2.pdf

Карта звездного неба



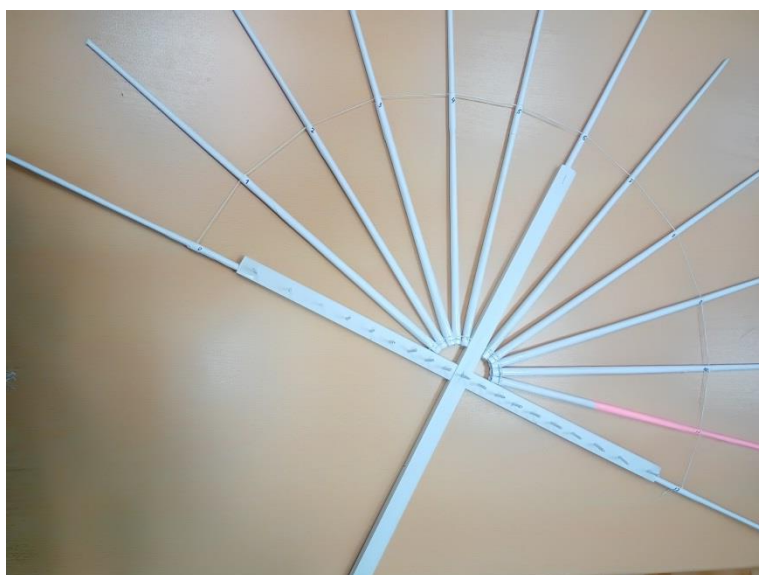
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**Иллюстративный материал.
Применение на практике.**



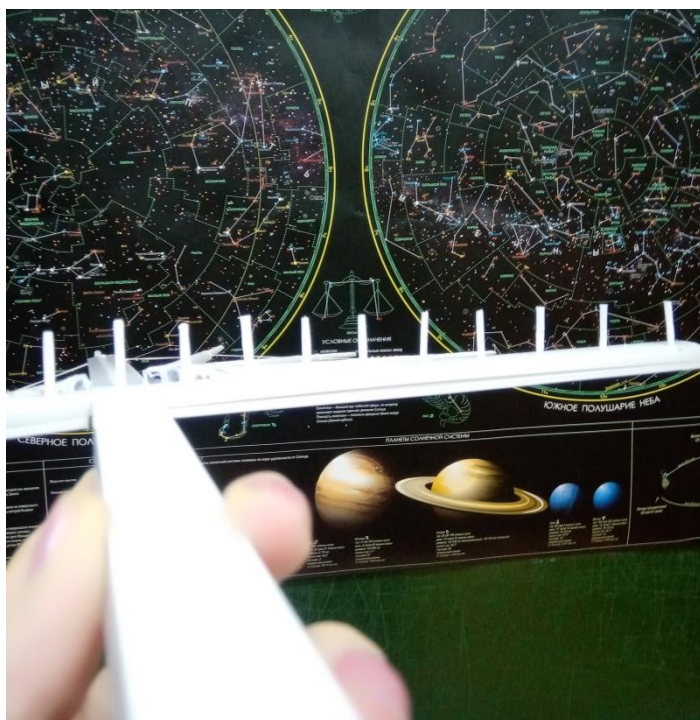
АстроВеер,
внешний вид

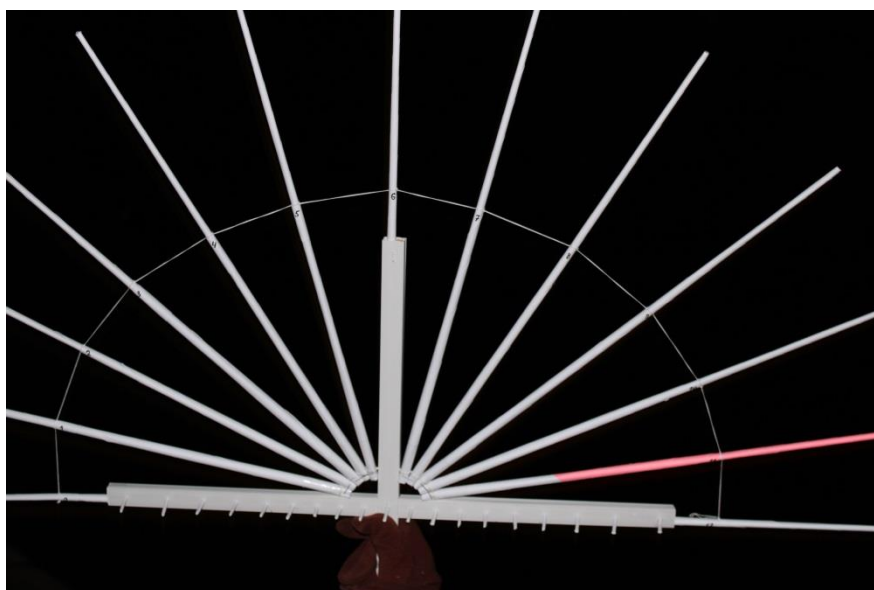
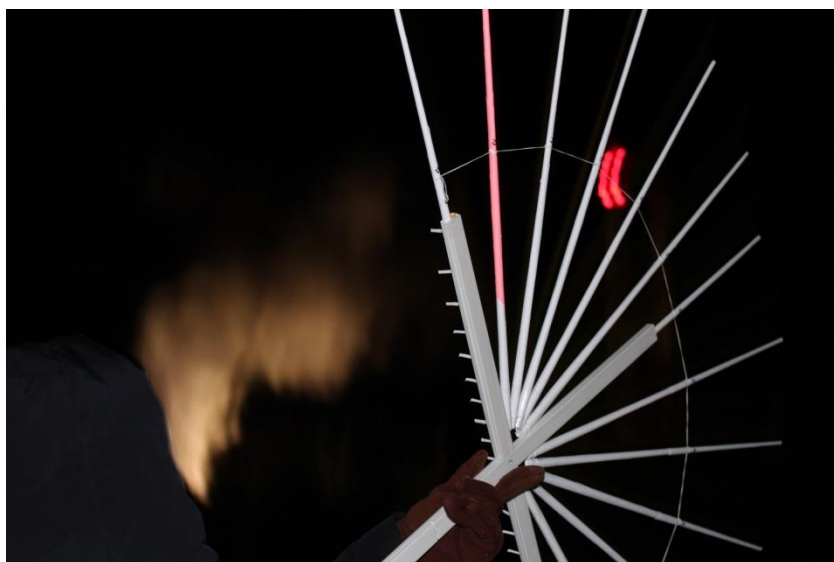
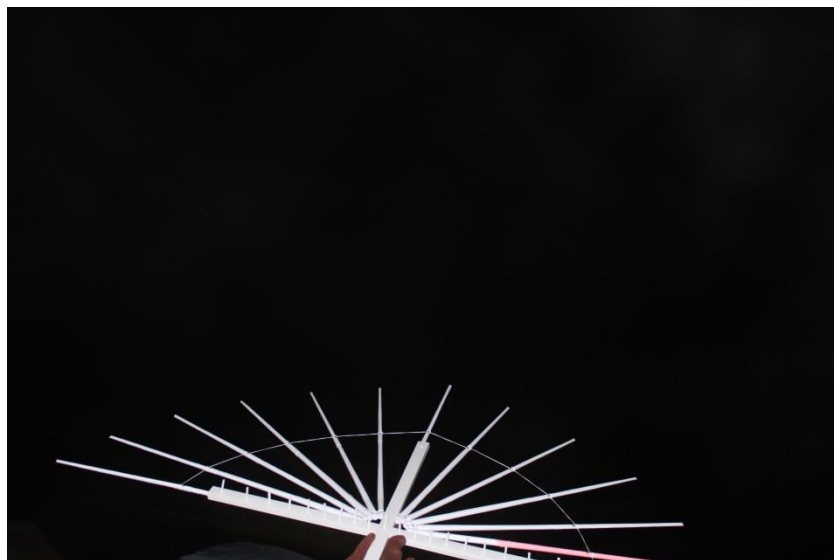
Изготовление
модели из
подручных
средств





Измерение угловых расстояний. В качестве визира используется кончик ручки АстроВеера. Между соседними зубьями угловое расстояние около 5°





Применение прибора на практике (основное положение). *Разрешение фотоаппарата не позволяет заснять вид звездного неба.* Положение на момент



наблюдения
12.02.21 20.30
Центр совмещен
с Полярной
звездой, луч №
11 (выделен
розовым)
направлен вдоль
Дубхе и Мерак
(Б.Медведица).
Луч №0
указывает на
Каф
(Кассиопея).