

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЁЖИ
РЕСПУБЛИКИ КРЫМ
Республика Крым, Государственное бюджетное общеобразовательное
учреждение дополнительного образования Республики Крым
«Малая академия наук «Искатель»

**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды
им. Б. В. Всесвятского**

**Номинация: «Астрономия и изучение
космического пространства»**

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ САМОДЕЛЬНОГО ТЕЛЕСКОПА-РЕФРАКТОРА
ПО СХЕМЕ КЕПЛЕРА**

Работу выполнил:

Болдырев Родион Геннадьевич,
учащийся 8 класса муниципального
бюджетного общеобразовательного
учреждения «Средняя общеобразовательная
школа – детский сад №36» муниципального
образования городской округ Симферополь
Республики Крым

Научный руководитель:

Макарова Мария Олеговна,
педагог дополнительного образования
государственного бюджетного
образовательного учреждения
дополнительного образования Республики
Крым «Малая академия наук «Искатель»

г. Симферополь – 2025

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| СОДЕРЖАНИЕ | 2 |
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| РАЗДЕЛ 1 | 5 |
| 1.1. История изобретения телескопа | 5 |
| 1.2. Построение телескопа..... | 7 |
| 1.3. Формулы для расчета характеристик телескопа..... | 8 |
| 1.4. Характеристики для самодельного телескопа | 9 |
| РАЗДЕЛ 2 | 10 |
| 2.1. Снимки объектов сделанные самодельный телескоп..... | 10 |
| 2.2. Что такое абберация оптической системы и какие они бывают | 10 |
| 2.2.1. Сферическая абберация..... | 10 |
| 2.2.2. Хроматическая абберация..... | 11 |
| 2.3. Сравнение характеристик самодельного телескопа, моего основного телескопа и бинокля..... | 13 |
| 2.4. Сравнение снимков с разных устройств..... | 14 |
| ВЫВОД..... | 15 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 16 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 17 |

ВВЕДЕНИЕ

Своей работой я хочу доказать, что используя доступные материалы можно самостоятельно изготовить телескоп и добиться качественного изображения, я постараюсь оценить возможности самодельного телескопа

Цель:

Доказать, что из доступных материалов можно построить телескоп-рефрактор по схеме Кеплера.

Задачи:

1. Познакомиться с историей изобретения телескопа и с его современными моделями.
2. Построить телескоп и провести астрономические наблюдения
3. Сравнить характеристики
4. Провести с помощью телескопа астрономические наблюдения и сравнить с моим основным телескопом. Произвести фотосъемку

Методы:

Анализ, сравнения, наблюдения.

Гипотеза:

Возможно ли в домашних условиях построить телескоп-рефрактор, используя легкодоступные материалы, и проводить с его помощью астрономические наблюдения, фотосъемку объектов?

Актуальность работы:

Телескопом называется астрономический оптический инструмент, предназначенный для наблюдения за небесными телами. Слово «телескоп» состоит из греческих слов «теле»- далеко и «скопес» - смотрю. В зависимости от оптической системы, телескопы разделяются на линзовые (рефракторы), зеркальные (рефлекторы) и зеркально – линзовые.

До изобретения телескопа люди имели достаточно скудные представления о космосе и небесных светилах, в основном опираясь на умозрительные выводы. Так, термин «планета» с древнегреческого языка означает «странник» (4. стр.20), т.к. они считали их подобным звездам. Изобретение телескопа позволило людям не только лучше понять устройство солнечной системы, но и заглянуть в глубины космоса, и даже открыть планеты у других звезд. Своим появлением телескопы совершили настоящую революцию в астрономии.

В настоящее время не только профессиональные астрономы делают открытия, но и астрономы-любители. Огромное число любительских телескопов «видят» гораздо больше, чем единичные телескопы ученых, которые просто не могут «уследить» за всем, что происходит в космосе. Астрономы-любители также могут похвастаться своими открытиями, например, кометами.

Таким образом, телескопы используются с применением различными приемниками излучения для визуальных, фотографических, спектральных и прочих наблюдений небесных светил. С 1990 года на орбиту Земли выведен космический телескоп Хаббл.

Итак, телескоп является профессиональным научным инструментом, который нашел самое широкое применение в астрономии. Но и среди астрономов-любителей он получил самое широкое распространение и позволяет им не только изучать астрономию, но и наравне с профессиональными учеными делать открытия

РАЗДЕЛ 1

1.1. История изобретения телескопа

Кто был первым изобретателем прибора, установить сложно. Существует несколько версий. Еще в XIII веке, ученый и мыслитель Роджер Бекон утверждал, что он изобрел такую комбинацию линз, с помощью которой удаленные предметы на расстоянии кажутся близкими. Чертежи простейшего линзового телескопа были обнаружены и в записях Леонарда да Винчи, датируемых 1509-м годом.

В начале XVII века свой телескоп представил оптик и торговец очками из Голландии Захарий Янсен. Он же считается одним из изобретателей микроскопа. Но есть упоминание о том, что, представляя свою модель, Янсен использовал разработки неизвестного изобретателя, проживающего ранее в Италии.

Годом изобретения зрительной трубы принято считать 1608 год – время, когда подзорные трубы стали распространены по Европе, как игрушки для взрослых. Заинтересовавшись новым изобретением, профессор математики университета итальянского города Падуи Галилео Галилей в 1609 году построил свой первый телескоп. Термин телескоп ввёл в науку тоже именно он. В своем телескопе Галилей применял собирающий объектив и рассеивающий окуляр. Он смог добиться увеличения до 30 крат. Галилей сделал много открытий: фазы Венеры, четыре спутника Юпитера, рельеф Луны, увидел, что млечный путь состоит из множества звезд. Но система Галилея имеет малое поле зрения и небольшую светосилу.

Иоганн Кеплер усовершенствовал телескоп Галилея. Он использовал собирающий объектив и собирающий окуляр. Все современные телескопы – рефракторы создаются именно по этой системе, но с более совершенными объективами, состоящими из двух или трех линз.

В 1668 году Исаак Ньютон предложил новую схему, где применил вогнутое зеркало. Данная схема получила название телескопов – рефлекторов. Телескопостроение быстро развивалось. В 1781 году английский астроном Уильям

Гершель открыл планету Уран. Он построил телескоп с диаметром зеркала 1,2 м и длиной 12 метров. Для своего времени это был самый большой телескоп в мире. В наше время телескопы получили очень широкое распространение среди не только профессиональных ученых, но и среди любителей астрономии. Телескопы стали намного доступнее, а использование новых материалов в изготовлении линз позволило снизить искажения. Современные телескопы используются с применением различных приемников излучения для визуальных, фотографических, спектральных и прочих наблюдений небесных светил. С 1990 года на орбиту Земли выведен космический телескоп, названный в честь американского астронома Эдвина Хаббла. Наблюдения на нем проводятся в оптической, инфракрасной и ультрафиолетовой области спектра. Этот телескоп передает на Землю фото галактики и звезд, расположенных так далеко, что их свет достигает земли за 10 миллиардов лет.

У нас дома есть телескоп. Когда есть возможность, мы проводим астрономические наблюдения. Иногда мы выходим на улицу и уходим подальше от фонарей, чтобы они не мешали своей засветкой. За все время мы посмотрели множество ШЗС, РЗС, галактики, туманности, Луну, Марс, Венеру, Юпитер, Сатурн, метеорные потоки. Один раз мы ходили на наблюдения Солнца. Мы смогли посмотреть солнечные пятна и вспышки.

Я захотел сделать самодельный телескоп по системе Кеплера. Нашел подходящую схему (см. приложение 1.0) и решил изготовить телескоп-рефрактор с объективом из линзы от лупы с фокусным расстоянием 125 мм и окуляром с фокусным расстоянием 10 мм

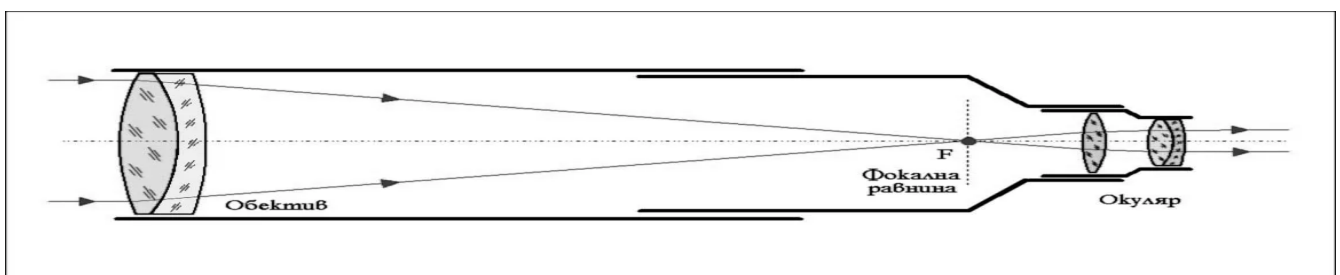


Рис. 1.1.1

1.2. Построение телескопа.

1.Снял с лупы линзу диаметром 5.8 см и фокусным расстоянием 125 мм.

2.Очень трудно было найти трубу подходящего диаметра для линзы, но я решил использовать картонную втулку от салфеток с диаметром 6. 3. Купил старый окуляр за 350 рублей с фокусным расстоянием 10 мм

4.Купил пластиковую трубу диаметром 4 см, чтобы закрепить окуляр в



Рис. 1.2.1

картонной втулке.

5.Взял картон для уплотнения пластиковой трубы в картонной втулке.

6.Все собрал и склеил



Рис. 1.2.2

7.Взял фотоштатив

8.Взял ремешок для затяжки, чтобы закрепить трубу на фотоштатив

1.3. Формулы для расчета характеристик телескопа

Предельная звездная Или Проницающая сила – это звёздная величина наиболее слабых звёзд, видимых с помощью телескопа при наблюдении в зените. Рассчитывается по упрощенной формуле Боуэна:

$$m=7.1+5*\lg D \quad (1.2.1)$$

где m - предельная звездная величина, D - диаметр телескопа (объектива, линзы) в см.

Кратность или увеличение телескопа (Γ)

$$\Gamma=F/f. \quad (1.2.2)$$

где F - фокусное расстояние объектива, f - фокусное расстояние окуляра.

F вы изменить чаще всего не можете, но имея окуляры с разным f , вы сможете менять **кратность или увеличение телескопа Γ** .

Светосила телескопа определяется в виде отношения **$D:F$** . (1.2.3)

Разрешающая способность телескопа:

Разрешение – это способность телескопа различать близко расположенные объекты. $a = 140 / D$ (1.2.4)

1.4. Характеристики для самодельного телескопа

Характеристики для самодельного телескопа




| | |
|--|-------------------------|
| | Самодельный телескоп |
| Предельная звездная | 10.9^m |
| Кратность или увеличение телескопа (Г) | 12.5x |
| Светосила | 0.464 |
| Разрешающая способность телескопа | 2.5'' |

1.4.1. Реальные характеристики

| | |
|---------------------|------------|
| Предельная звездная | 6.2 |
|---------------------|------------|

РАЗДЕЛ 2

2.1. Снимки объектов, сделанные в самодельный телескоп

| | Юпитер | М45 Плеяды | Луна |
|-------------------------------|---|--|---|
| Снимки в самодельный телескоп |  |  |  |

2.2. Что такое aberrация оптической системы и какие они бывают

Аберрация оптической системы — ошибка или погрешность изображения в оптической системе, вызываемая отклонением луча от того направления, по которому он должен был бы идти в идеальной оптической системе.

2.2.1. Сферическая aberrация

Сферическая aberrация — aberrация оптических систем; нарушение гомоцентричности пучков лучей от точечного источника, прошедших через оптическую систему без нарушения симметрии строения этих пучков (в отличие от комы и астигматизма). Как и другие aberrации третьего порядка, сферическая aberrация зависит от кривизны поверхностей и оптической силы линзы. Поэтому применение оптических стёкол с высокими показателями преломления позволяют уменьшить сферическую aberrацию, посредством увеличения радиусов поверхностей линзы при сохранении ее оптической силы. Заметное влияние на сферическую aberrацию оказывает диафрагмирование объектива (или иной оптической системы), так как при этом отсекаются краевые лучи широкого пучка. Достаточно успешно сферическая aberrация исправляется при помощи комбинации из положительной и отрицательной линз. Причём, если линзы не склеиваются, то, кроме кривизны поверхностей компонентов, на величину сферической aberrации будет влиять и величина воздушного зазора (даже в том

случае, если поверхности, ограничивающие этот воздушный промежуток, имеют одинаковую кривизну).

Небольшая величина сферической aberrации может быть исправлена за счёт некоторой дефокусировки объектива. При этом плоскость изображения смещается к «плоскости лучшей установки», находящейся, как правило, посередине, между пересечением осевых и крайних лучей, и не совпадающей с самым узким местом пересечения всех лучей широкого пучка (диском наименьшего рассеяния).

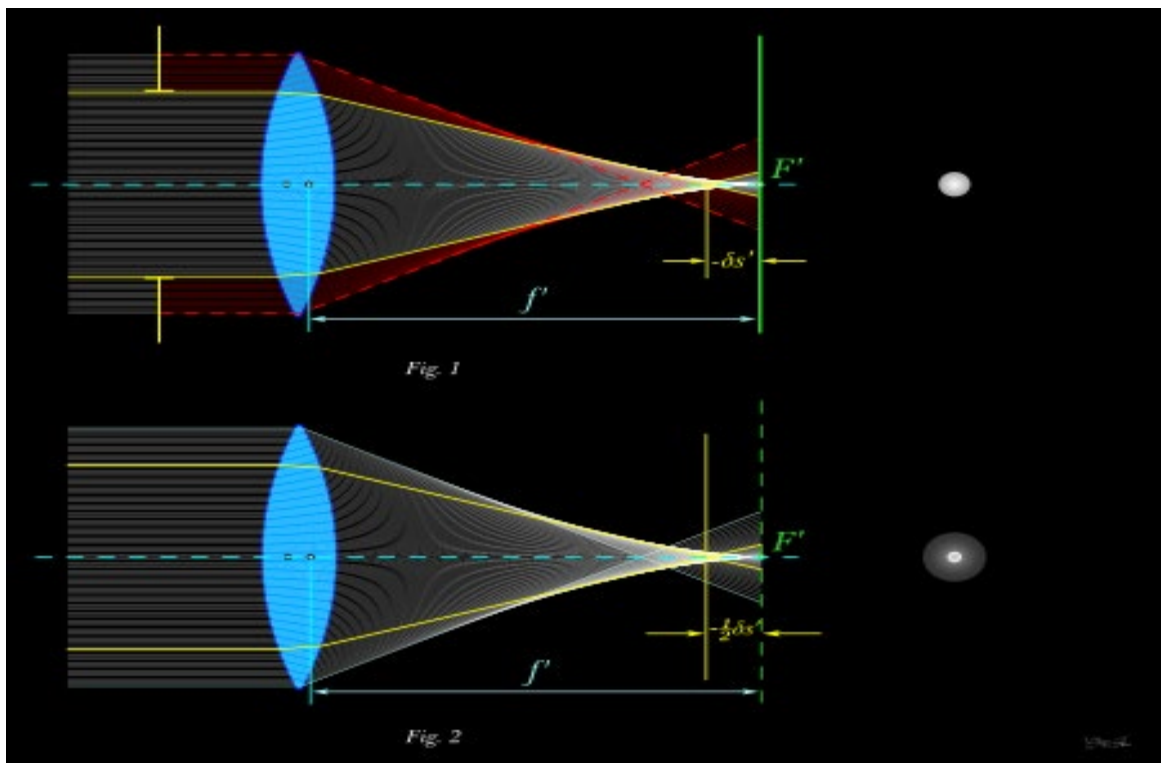


Рис. 2.2.1 Уменьшение влияния сферической aberrации

2.2.2. Хроматическая aberrация

Хроматическая aberrация— это нарушение цветопередачи, которое проявляется в виде «бахромы» (контура) на контрастных объектах.

Хроматические aberrации заключаются в паразитной дисперсии света, проходящего через оптическую систему (фотографический объектив, бинокль, микроскоп, телескоп и т.д.). При этом белый свет разлагается на составляющие его цветные лучи, в результате чего изображения предмета в разных цветах не совпадают в пространстве изображений. Хроматические aberrации ведут к

снижению чёткости изображения, а иногда также и к появлению на нём цветных контуров, полос, пятен, которые у предмета отсутствуют. Дифракмирование несколько её уменьшает. Хроматизм положения может быть исправлен путем комбинирования собирающей и рассеивающей линз из стёкол с различной дисперсией. На этапе конструирования хроматические aberrации также могут быть уменьшены, если в конструкции оптического прибора применяются такие оптические элементы, как линзы из особых оптических стёкол (курцфлинт, лангкрон), зеркала или зонные пластинки. Хроматизм положения (1) и его уменьшение с помощью ахроматической линзы (2)

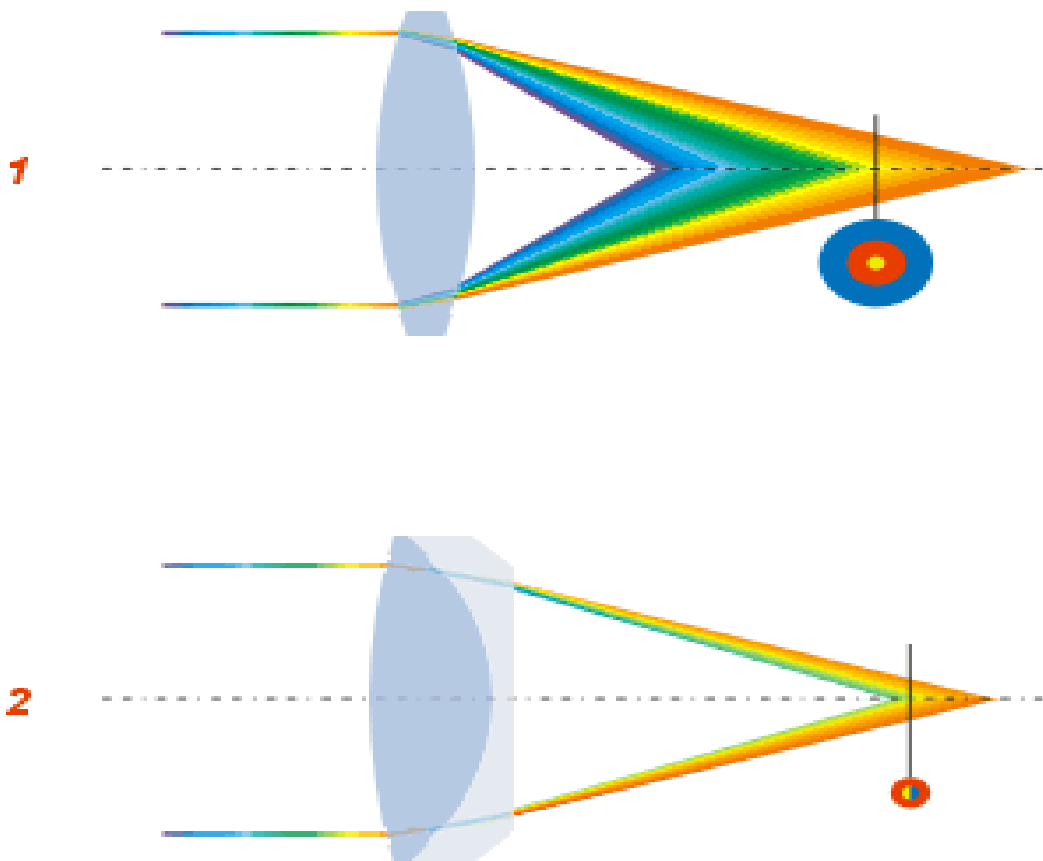


Рис. 2.2.2 Уменьшение хроматической aberrации

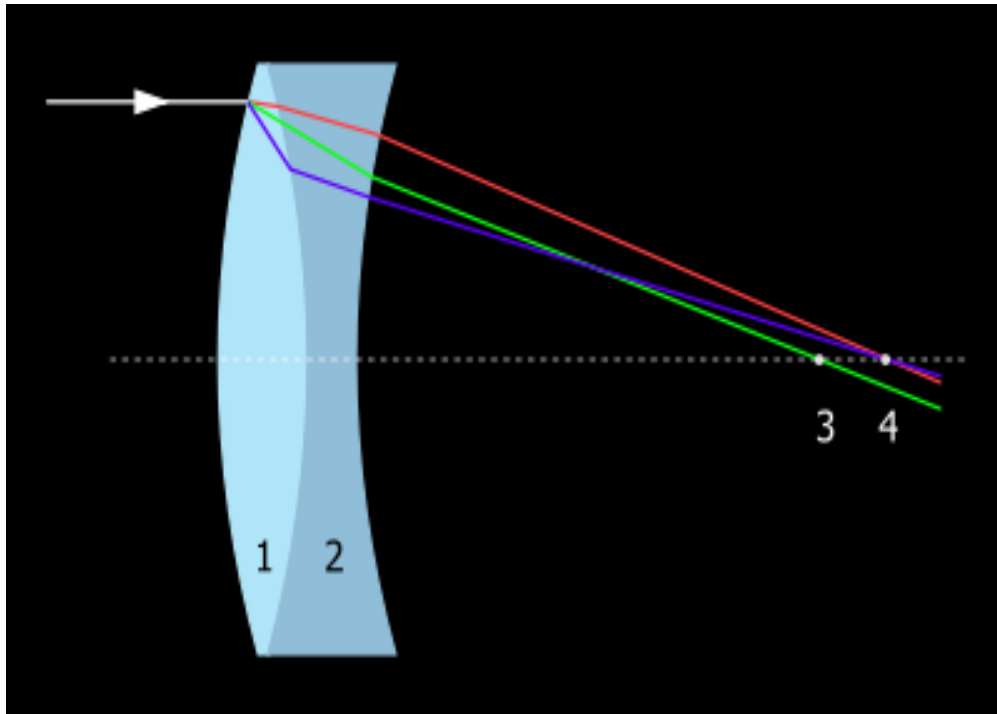


Рис. 2.2.3 Схема исправления хроматизма положения: 1 — крон, 2 — флинт, 3 — зелёный луч, 4 — точка сведения синего и красного лучей.


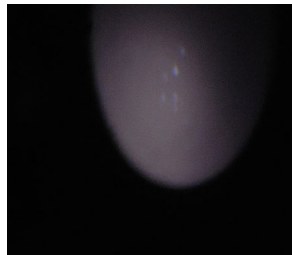


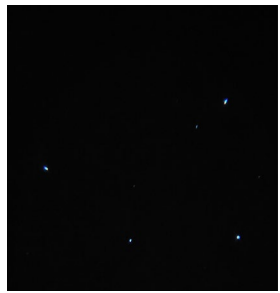

Все вышеперечисленные виды aberrаций оптических систем называются геометрическими или aberrациями Зейделя. В реальных системах отдельные виды геометрических aberrаций можно встретить крайне редко. Куда чаще мы можем наблюдать симбиоз всех aberrаций. А метод выделения отдельных видов aberrаций является искусственным приемом, призванным облегчить анализ явления.

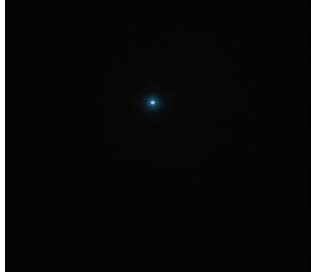


2.3. Сравнение характеристик самодельного телескопа, моего основного телескопа и бинокля.

Анализируя снимок Плеяд с самодельного телескопа, я обнаружил, что предельная звездная величина очень отличается из-за городской засветки.

| | Самодельный телескоп | Основной телескоп | Бинокль |
|--|----------------------|-------------------|-------------------|
| Предельная звездная величина | 6.2 ^m | 12.7 ^m | 10.6 ^m |
| Кратность или увеличение телескопа (Г) | 12.5x | 260x | 10x |
| Светосила | 0.464 | 0.144 | 0.372 |
| Разрешающая способность телескопа | 2.5'' | 1.07'' | 2.8'' |

2.4. Сравнение снимков с разных устройств.

| | Юпитер | M45 "Плеяды" | Луна |
|----------------------|---|--|---|
| Самодельный телескоп |  |  |  |
| Основной телескоп |  |  |  |

| | | | |
|-----------------------|---|--|---|
| <p>Бинокль</p> |  |  |  |
|-----------------------|---|--|---|

ВЫВОД

В результате проделанной работы я познакомился с историей создания телескопа и с его современными моделями.

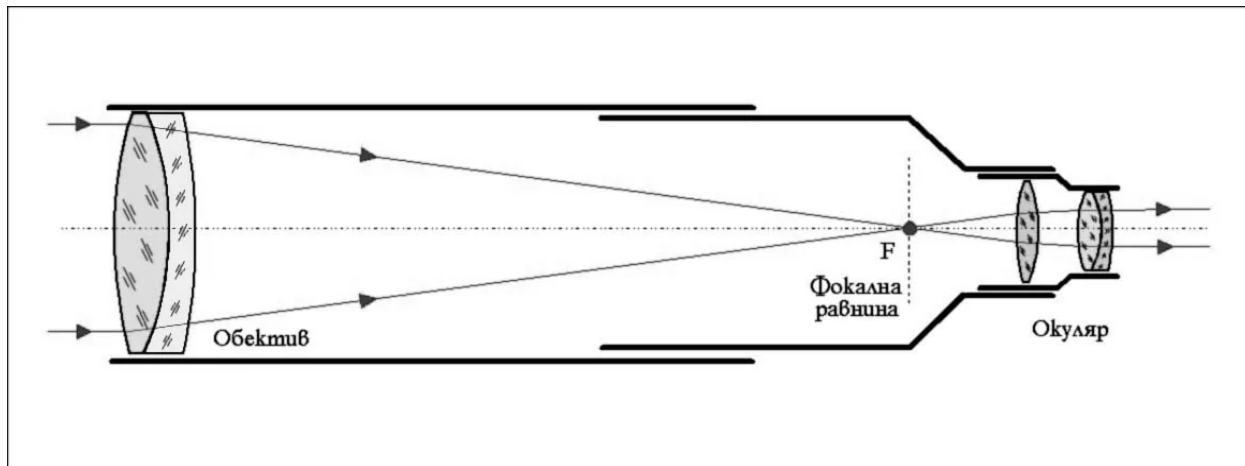
Из доступных материалов смог построить телескоп-рефрактор по схеме Кеплера. Также определил его характеристики, провел астрономические наблюдения и сравнил его с моим основным телескопом и биноклем. Я смог самостоятельно и из доступных материалов изготовить недорогой телескоп не только для проведения визуальных наблюдений, но и для фотосъемки. Я могу рекомендовать ребятам собрать свой телескоп и начать свои наблюдения за планетами солнечной системы и другими объектами космоса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия: 10 класса средней школы, издание 17-е переработанное, Москва “Просвещение” 1987г.
2. Документация на Sky-Watcher <https://www.sky-watcher-russia.ru/produkti/sky-watcher-teleskop-bk-1309eq2/>
3. Документация на Veber <https://veber.ru/product/veber-classic-binocular-10x50-wide-angle-bpsc-vrwa-gray/>
4. Энциклопедический словарь юного астронома Э61/ Сост. Н.П. Ерпылев. - 2-е изд., перераб. И доп. - М.: Педагогика, 1986. - 336 с. Ил.
5. Документация на Wikipedia “Абберация оптической системы”

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Схема оптической системы Кеплера



Приложение 2. Отпиливаю трубу нужного размера



Приложение 3. Все составляющие трубы



Приложение 4. Труба в собранном виде



Приложение 4. Фотоштатив



Приложение 5. Телескоп в собранном виде



