

Расчет фокусного расстояния телескопа, используя ранее полученную фотографию

Болтовский Лев Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью данной статьи является описание методики расчета фокусного расстояния, которое имел телескоп на момент съемки. В ходе данной работы использованы поисковые, аналитические и вычислительные методы исследования, позволившие рассчитать искомую величину для телескопа Sky-Watcher Dob 20". В результате была описана методика расчётов, получено фокусное расстояние.

Ключевые слова: Телескоп, фокусное расстояние, Луна

Calculating the focal length of the telescope using a previously obtained photograph

Boltovskiy Lev Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this paper is to describe the methodology for calculating the focal length of the telescope at the time of imaging. In the course of this work, search, analytical and computational methods of research were used, which allowed to calculate the desired value for the Sky-Watcher Dob 20" telescope. As a result, the calculation methodology was described, and the focal length was obtained.

Keywords: Telescope, focal length, Moon

1. Введение

1.1 Актуальность исследования

Тема является важной как для любителей астрономии, так и для профессионалов. Современные технологии позволяют получать снимки звездного неба даже с любительских телескопов, но без точного знания фокусного расстояния сложно правильно интерпретировать полученные изображения. Этот параметр влияет на масштаб съемки, измерения точности астрономических объектов и возможности обработки изображений, что особенно важно для астрофотографии, научных исследований и оптики.

Кроме того, методы определения фокусного расстояния по снимкам могут быть полезны при измерении различных телескопов, адаптационном оборудовании и технической оптике. Это дает более точное определение

угловых размеров небесных объектов, что критически важно для наблюдения комет, астероидов и других астрономических направлений. В эпоху цифровой астрономии, когда многие наблюдения проводятся удаленно и с использованием автоматизированных систем, возможность точного определения параметров оптики по снимкам становится важным фактором.

Без понимания точного фокусного расстояния астрофотография теряет свою ценность, именно поэтому данная статья является актуальной.

1.2 Обзор исследований

В статье Е. В. Смирновой [1] предложен метод расчета погрешности фокусных расстояний в партии серийно изготавливаемых двухлинзовых ахроматических объективов. В частности, показано, как с помощью разработанного алгоритма можно исследовать влияние технологических погрешностей изготовления двухлинзовых склеенных объективов и обосновать допуски на изготовление его деталей. Представлено описание фокусирующего нейтронного монохроматора. Приводятся результаты экспериментальной проверки работы и анализ возможностей выбранной схемы на примере кристаллического нейтронного спектрометра со сдвоенным монохроматором в исследовании С. А. Борисова [2]. В работе Л. Н. Тимашовой [3] рассматриваются вопросы проектирование двухканальной инфракрасной видеокамеры с одним матричным приемником излучения (МПИ) и дискретно изменяющимся фокусным расстоянием для спектрального диапазона 8–14 мкм. рассматривается усовершенствованный метод Бесселя для измерения фокусных расстояний объективов, главным достоинством которого является независимость измерений исходных величин от положения главных плоскостей объектива в статье А. Г. Егорова [4]. Отмечается тенденция реализации режимов широкого и узкого поля зрения в тепловизионных приборах в исследовании Д. С. Завьялова [5].

1.3 Цель исследования

Целью данной статьи является описание методики расчета фокусного расстояния, которое имел телескоп на момент съемки.

2. Методы исследования

В первую очередь для расчета фокусного расстояния необходимо сфотографировать объект, размер которого нам известен. Используя телескоп Sky-Watcher Dob 20" (рис. 1) в ноябре 2024 года, была получена фотография Луны (рис. 2).



Рисунок 1 – Телескоп Sky-Watcher Dob 20"



Рисунок 2 – Полученное фото Луны

Фокальная плоскость — это плоскость, в которой сходятся лучи, прошедшие через оптическую систему, формируя резкое изображение

объекта. Изображения удалённых объектов формируются именно в ранее упомянутой фокальной плоскости объектива телескопа (рис.3).

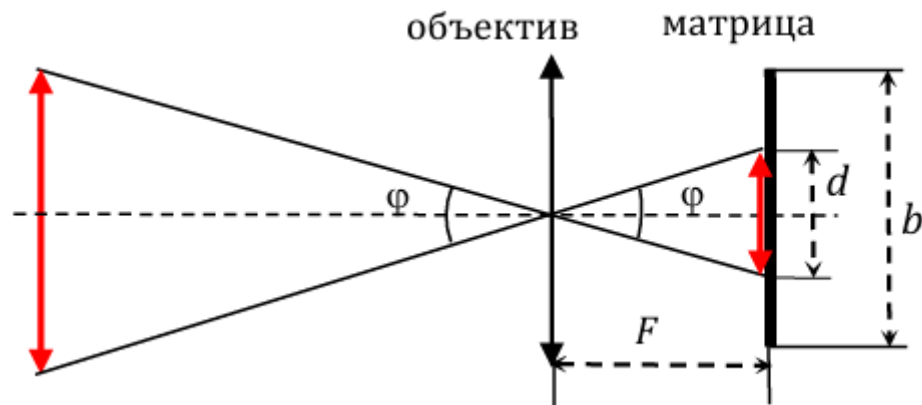


Рисунок 3 - Путь прохождения лучей через объектив телескопа

Обозначим:

- $d1$ — линейный размер Луны на фотоснимке (рис. 4).
- d — линейный размер на матрице;
- $b1$ — высота фотографии;
- b — высота матрицы (равная 22,2 мм);
- F — фокусное расстояние объектива телескопа;
- a — угловой размер Луны.

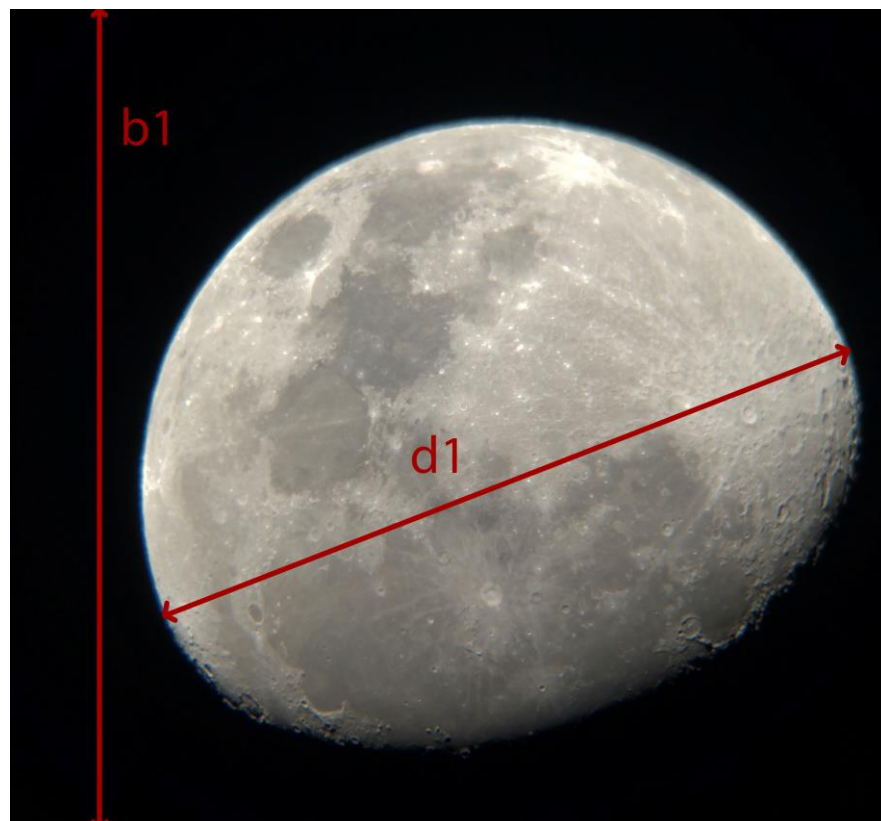


Рисунок 4 – Обозначения $d1$ и $b1$

Чтобы определить диаметр Луны на фотографии, необходимо провести линию между двумя крайними точками её терминатора — они всегда располагаются на одном диаметре, независимо от ориентации лунного диска на изображении.

Линейный размер изображения Луны на матрице уменьшен по сравнению с фотографией во столько раз, во сколько высота матрицы меньше высоты снимка:

$$\frac{b1}{b} = \frac{d1}{d}$$

Откуда:

$$d = \frac{d1 \cdot b}{b1}$$

$$d = 0,78 \cdot 22,2\text{мм} \approx 17,3$$

Из приведенной выше схемы (рис. 3), следует что

$$\operatorname{tg} \frac{a}{2} = \frac{d/2}{F}; F = \frac{d}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{a}{2}} \approx \frac{d}{a[\text{рад}]}$$

Поскольку угол a мал, для приближённых вычислений тригонометрических функций можно воспользоваться упрощённой формулой:

$$\operatorname{tga} \approx a$$

Примем угловой размер Луны равным $30'$. В этом случае фокусное расстояние объектива телескопа можно определить по соответствующей формуле:

$$F = \frac{17,3\text{мм}}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{30'}{2}} \approx 1900\text{мм} \approx 2\text{м}$$

3. Выводы

В результате была описана методика расчётов, рассчитано фокусное расстояние телескопа Sky-Watcher Dob 20", которое равно 2м

Библиографический список

1. Смирнова Е. В. Расчет погрешности фокусных расстояний двухлинзовых склеенных объективов с учетом клея методом статистических испытаний // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2006. №. 26. С. 246–250.
2. Борисов С. А., Вахрушев С. Б., Набережнов А. А. [и др.] Фокусирующий нейтронный монохроматор с переменным фокусным расстоянием // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Физико-математические науки. 2010. №.

-
- 4(109). С. 118–127.
3. Тимашова, Л. Н. Двухканальная инфракрасная видеокамера с одним приемником излучения и дискретным изменением фокусного расстояния / Л. Н. Тимашова, В. А. Чуканова // Контенант. 2024. Т. 23. №. 2. С. 81–93.
 4. Егоров А. Г. Тестирование и усовершенствование метода Бесселя для изменения фокусных расстояний объективов // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2006. №. 26. С. 134–138.
 5. Завьялов Д. С., Хацевич Т. Н. Анализ перепада фокусных расстояний в объективах тепловизионных приборов // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2020. Т. 6. №. 1. С. 138–142.