

Расчёт яркости звёзд и сравнение звёздных величин

Чжоу Валентина Юйляновна

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью исследования является описание методики расчёта относительной яркости звёзд по шкале звёздных величин и выполнение сравнения выбранных звёзд по их видимой звёздной величине. В ходе работы использованы поисковые, аналитические и вычислительные методы исследования. В результате описана логарифмическая природа шкалы звёздных величин, рассчитаны коэффициенты изменения яркости при различной разности звёздных величин, а также выполнено сравнение Сириуса, Веги, Альтаира, Денеба и Полярной звезды.

Ключевые слова: звёздная величина, яркость звёзд, фотометрия, световой поток, шкала Погсона.

Calculation of stellar brightness and comparison of stellar magnitudes

Chzhou Valentina Yuylyanovna

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this study is to describe the method for calculating the relative brightness of stars using the stellar magnitude scale and to compare selected stars by apparent magnitude. This work used exploratory, analytical, and computational research methods. As a result, the logarithmic nature of the magnitude scale was described, brightness change coefficients were calculated for different magnitude differences, and Sirius, Vega, Altair, Deneb, and Polaris were compared.

Keywords: stellar magnitude, stellar brightness, photometry, luminous flux, Pogson scale.

1 Введение

1.1 Актуальность исследования

Актуальность исследования обусловлена тем, что наблюдаемая яркость звёзд является одним из базовых параметров практической астрономии. По внешнему виду звёздного неба человек видит, что одни звёзды заметны сразу, а другие едва различимы, однако для научного описания этого различия необходимо использовать количественную шкалу. Такой шкалой является шкала звёздных величин, применяемая в визуальных наблюдениях,

астрофотографии, обработке данных телескопов и сравнении небесных объектов.

Особенность шкалы состоит в том, что она является логарифмической: уменьшение звёздной величины означает увеличение яркости. Поэтому звезда с величиной 1m не просто немного ярче звезды 2m, а примерно в 2,512 раза ярче. Это важно учитывать при подготовке наблюдений, выборе объектов для демонстрации и объяснении видимости звёзд в городских условиях.

1.2 Обзор исследований

Представлен аналитический обзор современного состояния звёздной астрономии, где рассматриваются задачи изучения звёзд, звёздных скоплений, строения Галактики и наблюдательных данных. Данное направление напрямую связано с необходимостью корректного описания фотометрических характеристик звёзд в работе О. Ю. Малкова Е. В. Поляченко А. С. Расторгуева и Н. Н. Самуся [1]. В статье А. В. Халиковой [2] выполнено определение физических параметров затменно-двойной системы MX Her по данным BVRI-фотометрии. Такой подход демонстрирует, что фотометрические измерения позволяют не только сравнивать видимую яркость, но и получать сведения о физических характеристиках звёздных систем. В работе Н. П. Иконниковой [3] исследуется многоцветная фотометрия и особенности спектра объекта AU Лисички. Для настоящего расчёта этот источник важен как пример применения наблюдений в разных фотометрических полосах, поскольку звёздная величина зависит от выбранной системы фильтров. В статье Е. С. Дмитриенко [4] приведены результаты BVRI-фотометрии DQ Herculis, а в работе Н. З. Исмаилова [5] рассматриваются фотометрические и спектральные наблюдения Ве-звезды Хербига AS 310. Эти исследования подтверждают практическую значимость фотометрии для анализа изменения блеска звёзд и звёздных объектов.

1.3 Цель исследования

Целью исследования является описание методики расчёта относительной яркости звёзд и сравнение звёздных величин на примере нескольких ярких звёзд ночного неба.

2 Материалы и методы

В качестве объекта исследования рассматривается видимая яркость звёзд, выраженная через видимую звёздную величину m . Для расчёта приняты несколько хорошо известных звёзд, различающихся по наблюдаемому блеску. Основной метод исследования – расчётно-аналитический: сначала задаются исходные значения звёздных величин, затем по формуле Погсона определяется отношение световых потоков.

Видимая звёздная величина характеризует освещённость, создаваемую объектом у наблюдателя. При сравнении двух звёзд абсолютное значение светового потока можно не знать: достаточно знать разность их звёздных величин.

$$\frac{F_A}{F_B} = 10^{0,4 \cdot (m_B - m_A)}$$

где F_A и F_B – световые потоки от двух звёзд; m_A и m_B – их видимые звёздные величины. Если m_A меньше, чем m_B , то объект А ярче объекта В.

Для перехода от отношения яркостей к разности звёздных величин используется обратная формула

$$m_B - m_A = 2,5 \cdot \lg \left(\frac{F_A}{F_B} \right)$$

Данные для расчёта приведены в таблице (Табл. 1). Значения видимых звёздных величин используются как справочные и округлены до сотых долей величины, поскольку для учебного сравнительного расчёта такой точности достаточно.

Таблица 1 – Исходные данные для расчёта

Звезда	Видимая звёздная величина m	Примечание
Сириус	–1,46	самая яркая звезда ночного неба
Вега	0,03	яркая звезда созвездия Лиры
Альтаир	0,76	яркая звезда созвездия Орла
Денеб	1,25	яркая звезда созвездия Лебедя
Полярная звезда	1,98	звезда, близкая к северному полюсу мира

3 Результаты и обсуждение

Сначала рассчитаем, во сколько раз изменяется яркость при различной разности звёздных величин. Для этого примем разность величин Δm и используем формулу

$$K = 10^{(0,4 \cdot \Delta m)}$$

где

K – отношение яркостей

Δm – разность звёздных величин между более слабым и более ярким объектом.

Таблица 2 – Изменение яркости при разности звёздных величин

Разность звёздных величин Δm	Во сколько раз отличается яркость K
1	2,51
2	6,31
3	15,85
4	39,81

5	100,00
6	251,19

Из таблицы видно, что отличие на одну звёздную величину соответствует изменению яркости примерно в 2,512 раза. При разности в 5 звёздных величин отношение яркости становится равным 100. Именно поэтому звёзды первой величины воспринимаются существенно ярче звёзд шестой величины, хотя численно разность величин кажется небольшой.

Расчёт яркости Сириуса относительно Веги

Для Сириуса $m = -1,46$, для Веги $m = 0,03$. Найдём разность звёздных величин

$$\Delta m = 0,03 - (-1,46) = 1,49$$

$$\frac{F_{\text{Сириус}}}{F_{\text{Вега}}} = 10^{(0,4 \cdot 1,49)} = 10^{0,596} \approx 3,94$$

Следовательно, Сириус наблюдается примерно в 3,94 раза ярче Веги.

Расчёт яркости Сириуса относительно Полярной звезды

Для Полярной звезды $m = 1,98$. Разность звёздных величин между Полярной звездой и Сириусом равна

$$\Delta m = 1,98 - (-1,46) = 3,44$$

$$\frac{F_{\text{Сириус}}}{F_{\text{Полярная}}} = 10^{(0,4 \cdot 3,44)} = 10^{1,376} \approx 23,77$$

Таким образом, Сириус примерно в 23,77 раза ярче Полярной звезды. Этот пример хорошо показывает, что привычно заметная Полярная звезда не относится к самым ярким звёздам неба по видимой яркости.

Сравнение нескольких звёзд

Аналогичным способом рассчитаем яркость нескольких звёзд относительно Полярной звезды. За единицу принимается световой поток Полярной звезды. Тогда для каждой звезды используется выражение

$$K = 10^{(0,4 \cdot (m_{\text{Полярная}} - m_{\text{звезда}}))}$$

Таблица 3 – Относительная яркость звёзд при $F_{\text{Полярная звезда}} = 1$

Звезда	m	Относительная яркость K
Сириус	-1,46	23,77
Вега	0,03	6,03
Альтаир	0,76	3,08
Денеб	1,25	1,96
Полярная звезда	1,98	1,00

Полученные результаты показывают, что даже среди звёзд, хорошо заметных невооружённым глазом, различия в яркости могут быть

значительными. Вега примерно в 6 раз ярче Полярной звезды, Альтаир – примерно в 3 раза, Денеб – примерно в 2 раза, а Сириус – почти в 24 раза.

Таблица 4 – Итоговое сравнение яркости звёзд

Сравнение	Δm	Отношение яркостей
Сириус / Вега	1,49	3,94
Сириус / Альтаир	2,22	7,73
Сириус / Денеб	2,71	12,13
Сириус / Полярная звезда	3,44	23,77
Вега / Полярная звезда	1,95	6,03
Альтаир / Полярная звезда	1,22	3,08
Денеб / Полярная звезда	0,73	1,96

Проверочный расчёт для предельной видимости

Для проверки логики шкалы рассмотрим звезду первой величины и звезду шестой величины. Разность между ними составляет 5 звёздных величин

$$\Delta m = 6 - 1 = 5$$

$$K = 10^{0,4 \cdot 5} = 10^2 = 100$$

Следовательно, звезда первой величины в 100 раз ярче звезды шестой величины. Это объясняет, почему слабые звёзды быстро исчезают из видимости при засветке неба: даже небольшое ухудшение условий наблюдения приводит к потере объектов с малым световым потоком.

Сравнение Солнца и Сириуса как иллюстрация масштаба

Для иллюстрации можно сравнить видимую яркость Солнца и Сириуса. Видимая звёздная величина Солнца около $-26,74$, а Сириуса $-1,46$. Тогда

$$\Delta m = -1,46 - (-26,74) = 25,28$$

$$\frac{F_{\text{Солнце}}}{F_{\text{Сириус}}} = 10^{(0,4 \cdot 25,28)} \approx 1,29 \cdot 10^{10}$$

То есть по видимой яркости с Земли Солнце примерно в 12,9 миллиарда раз ярче Сириуса. Это сравнение не означает, что Солнце физически мощнее Сириуса; оно показывает влияние расстояния на наблюдаемую яркость.

4 Выводы

В ходе работы была рассмотрена методика расчёта относительной яркости звёзд по их видимым звёздным величинам. Установлено, что шкала звёздных величин является логарифмической: разность в одну звёздную величину соответствует изменению яркости примерно в 2,512 раза, а разность в 5 величин – изменению яркости в 100 раз.

На основании расчётов получено, что Сириус примерно в 3,94 раза ярче Веги, в 7,73 раза ярче Альтаира, в 12,13 раза ярче Денеба и в 23,77 раза ярче Полярной звезды. Вега, в свою очередь, примерно в 6,03 раза ярче Полярной

звезды. Практическая значимость работы заключается в том, что представленная методика может использоваться при учебных астрономических занятиях, подготовке наблюдений, объяснении видимости звёзд и оценке влияния светового загрязнения на наблюдение слабых объектов

Библиографический список

1. Малков О. Ю. Поляченко Е. В. Расторгуев А. С. Самусь Н. Н. Современная звездная астрономия // Научные труды Института астрономии РАН. 2020. Т. 5, №. 3. С. 103-124. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44093128> (Дата обращения 23.06.2026).
2. Халикова А. В. Гайнуллина Э. Р. Эгамбердиев Ш. А. Физические параметры затменно-двойной системы MX Her, полученные из BVRI фотометрии // Научные труды Института астрономии РАН. 2023. Т. 8, №. 3. С. 150-154. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54997214> (Дата обращения 23.06.2026).
3. Иконникова Н. П. Шенаврин В. И. Комиссарова Г. В. Многоцветная фотометрия и особенности спектра кандидата в post-AGB объекты аи лисички (IRAS 20160+2734) // Письма в Астрономический журнал. 2021. Т. 47, №. 7. С. 505-524. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?doi=10.31857%2FS0320010821070056> (Дата обращения 23.06.2026).
4. Дмитриенко Д. С. Ибрагимов М. А, Саванов И. С. фотометрия DQ HERCULIS в 2014 г // Астрономический журнал. 2015. Т. 92, №. 9. С. 751. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?doi=10.7868%2FS0004629915090042> (Дата обращения 23.06.2026).
5. Исмаилов И. С. Алышов С. А. Исмаилова Ш. К. Гусейнова Ф. С, Фотометрические и спектральные наблюдения Ве звезды Хербига AS 310 // Научные труды Института астрономии РАН. 2023. Т. 8, №. 3. С. 124-130. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54997210> (Дата обращения 23.06.2026).