

Удивительная звезда Алголь

Кулыманова Арина Александровна

9 класс, МБОУ Сосновская СШ № 1, с. Сосновское Нижегородской области

Научный руководитель Дёгтева М.Н.

учитель физики МБОУ Сосновской СШ № 1, с. Сосновское Нижегородской области

Работа посвящена изучению и исследованию весьма распространенных объектов нашей Галактики, двойных звезд, которые меняют свой блеск. Если эти звезды наблюдать, сравнивая их блеск с блеском звезд сравнения, расположенным поблизости, то можно узнать, как менялся блеск звезды с течением времени. Одна из таких звезд - Алголь - кратная (тройная) затменная переменная звезда в созвездии Персея. Из самых распространенных методов визуального определения блеска переменной звезды: метод Аргеландера, Пикеринга и Нейланда-Блажко, я выбрала метод Пикеринга. В работе оценен блеск Алголя по цифровой фотографии, а после проведение наблюдений в течении нескольких дней и вычисления блеска переменной, по мере накопления этих данных построен график, на котором отчетливо заметны колебания яркости.

В наше время сильно возросли как и возможность космических полётов, так и количество технологий, созданных для наблюдения за звёздным небом. Это, без сомнений, «приблизило» к нам звёзды, и теперь даже тем, кто далёк от астрономии, интересно узнать тайны звёздного неба. И первую ступень к будущим открытиям мы, школьники, можем сделать, изучая созвездия и входящие в них звезды

Двойная звезда, или двойная система, – система из двух гравитационно связанных звёзд, обращающихся по замкнутым орбитам вокруг общего центра масс. Различают в зависимости от способа их наблюдений: визуально-двойные, спектрально-двойные, затменно-двойные и астрометрически-двойные звезды. Двойные звёзды весьма распространённые объекты. Примерно половина всех звёзд нашей Галактики принадлежит к двойным системам [9].

Алголь – кратная (тройная) затменная переменная звезда в созвездии Персея. Находится на расстоянии примерно 92,8 св. лет от Солнца. Два компонента, Алголь А и Алголь В, образуют очень тесную двойную систему: расстояние между ними всего 0,063 а.е. Период обращения составляет примерно 2,87 суток. При вращении компоненты поочерёдно затмевают друг друга, что и вызывает эффект переменности. Главная звезда – голубовато-белый гигант с температурой поверхности около 13 000 градусов. Ее поперечное сечение почти в три раза больше, чем у Солнца. Спутник, возможно, чуть больше и холоднее. Это красноватая звезда с температурой около 5000 градусов.

Третья звезда системы Алголь С вращается на расстоянии 2,69 а. е. от центра масс первых двух с периодом 681 день (1,86 года). Общая масса системы приблизительно 5,8 массы Солнца, отношение масс компонентов примерно равно 4:5:1,2 [7].

Еще Гудрайк обратил внимание, что на протяжении двух с половиной суток звезда сохраняет неизменным свой блеск. Но потом в продолжение почти девяти часов блеск ее вначале уменьшается на 1 звездную величину, а затем снова возрастает до прежнего значения. Промежуток времени между двумя последовательными минимумами блеска этой звезды близок к 69 часам, т.е. почти 3 суткам.

Первое, что бросается в глаза — сильное ослабление блеска. Это – главный *минимум блеска*. В этот момент более тусклая звезда закрывает собой более яркую и максимально ослабляет суммарный свет звезды и ее спутника. Между двумя главными минимумами видно еще одно небольшое падение блеска, которое можно измерить только с помощью приборов. Это — *вторичный минимум*, момент, когда спутник Алголя находится уже за главной звездой и также частично им затмевается. И в том, и в другом случаях, правда, в разной степени, общий блеск системы уменьшается.

Чтобы заметить изменения блеска звезды, используются разные методы. Самый доступный – визуальный, когда наблюдатель сравнивает блеск переменной звезды с блеском соседних звезд. Затем на основе сравнения вычисляется блеск переменной и по мере накопления этих данных строится график, на котором отчетливо заметны колебания яркости. Несмотря на кажущуюся простоту, определение яркости на глаз можно производить достаточно точно, и такой опыт приобретает довольно быстро.

Методов визуального определения блеска переменной звезды существует несколько. Самые распространенные из них – метод Аргеландера, Пикеринга и Нейланда-Блажко. Мне больше всего понравился метод Пикеринга. Он заключается в следующем:

Подбираются две звезды сравнения, одна из которых ярче, а другая слабее переменной. Интервал блеска между этими звездами делится на десять равных частей, а блеск переменной оценивается по "положению" на этом интервале. Оценка блеска имеет вид $aPvQb$, где P и Q – целые числа и $P+Q=10$, в соответствии с соотношением блеска переменной и звезд сравнения. Примеры оценок: $a=v$, $a1v9b$, ... $a9v1b$, $v=b$. Если v становится ярче a или слабее b , то вводится новая звезда сравнения.

Для определения блеска переменной необходимо знать величины блеска звезд сравнения и интерполировать между ними. Поэтому метод Пикеринга называют интерполяционным. Этот метод достаточно точный, однако необходимо знание точного блеска звезд сравнения. [8].

Для начала, я решила протестировать метод, оценить блеска Алголь по этой фотографии:

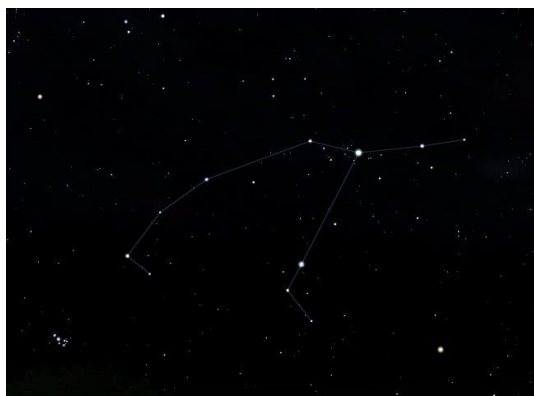


Рис. Созвездие Персея

В моём случае блеск Алголь был немного слабее звезды a , и намного ярче звезды b . За звезду a я взяла альфу Персея, Мирфак, а за звезду b – зету Персея. У меня получилась оценка блеска $a3V7b$. Звёздная величина Мирфака – 1,89, а зеты Персея – 2,72, их разница – 0,83. Теперь нужно разделить эту разницу на 10 частей. Получаем, что одна часть равна 0,083. После нужно умножить это число на количество частей, разделяющих переменную и одну из звёзд, и вычесть или прибавить получившееся число к звёздной величине звезды, которую решили взять. Например, я решила взять звезду a . Я умножила 0,083 на количество частей, разделяющие переменную и выбранную звезду. Получилось примерно 0,249. Теперь, так как переменная слабее звезды a , нужно прибавить (т.к. чем слабее свет, излучаемый звездой, тем больше ее звёздная величина) это число к звёздной величине звезды a . Получаем, что примерная звёздная величина Алголь равна 2,139. Из этого следует, что фото сделано вне затмения. По аналогии будут сделаны все дальнейшие измерения.

Для дальнейших наблюдений и измерений мне пришлось использовать другую звезду вместо звезды b , так как яркость переменной во время затмений была гораздо меньше, чем яркость звезды b . Вместо нее я решила взять звезду Менкиб (звёздная величина 4,0), тоже находящуюся в созвездии Персея.

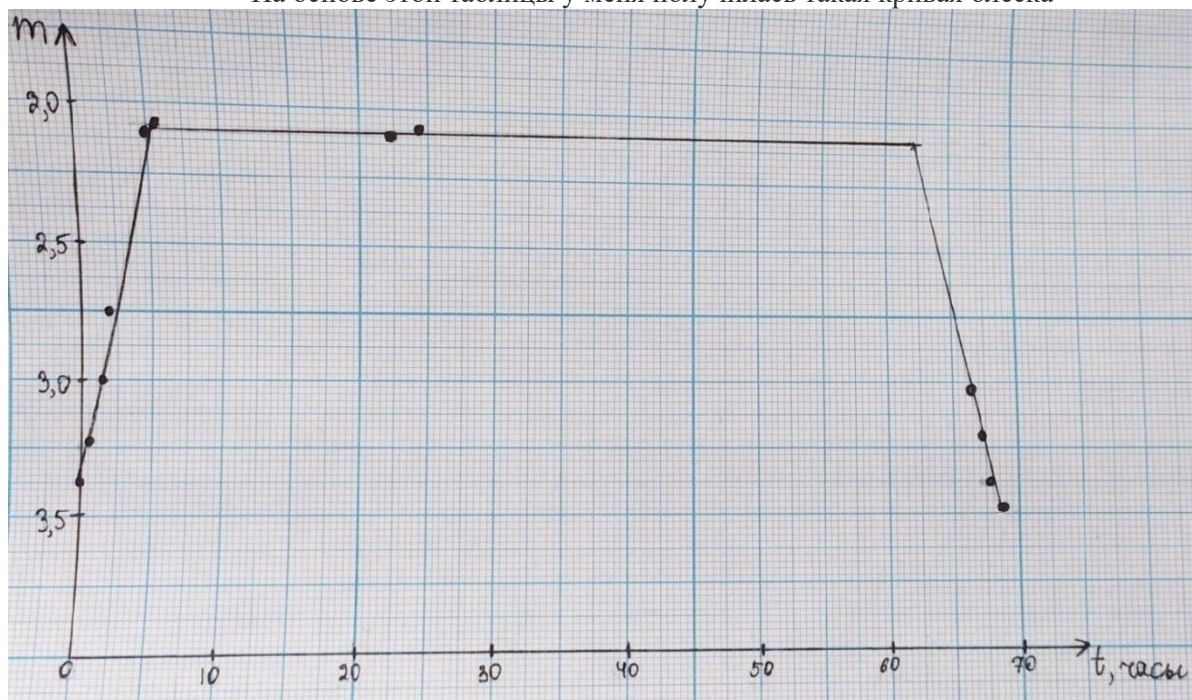
В течении трёх дней я наблюдала за изменением блеска звезды Алголь и с помощью визуального метода определения блеска переменной звезды Пикеринга, я измеряла звёздную величину звезды в разные промежутки времени.

У меня получилась такая таблица:

Таблица. Наблюдения и оценки блеска переменной

Дата	Время	Оценка блеска	Звёздная величина
08.03.21	00:01	$a7V3b$	3,37
08.03.21	00:30	$a7V3b$	3,21
08.03.21	01:03	$a6V4b$	3,00
08.03.21	01:30	$a6V4b$	2,85
08.03.21	05:05	$a1V9b$	2,10
08.03.21	05:20	$a1V9b$	2,10
08.03.21	22:08	$a1V9b$	2,10
09.03.21	00:02	$a1V9b$	2,10
10.03.21	19:00	$A6V4b$	3,06
10.03.21	19:34	$A7V3b$	3,20
10.03.21	20:01	$a7V3b$	3,35
10.03.21	20:45	$A8V2b$	3,48

На основе этой таблицы у меня получилась такая кривая блеска



По вертикальной оси звёздная величина, по горизонтальной – время в часах.

Работа по данной теме для меня была увлекательной и познавательной, собираюсь продолжить свои исследования, ведь я собственными глазами убедилась в переменности звезды, оценила блеск звезды на глаз, без всяких инструментов, поначалу было сложно, уловить разницу в яркости для пары звёзд без практики не так просто, но со временем у меня это начало получаться. Чем больше наблюдений сделано, тем больше будет точек для построения графика и тем точнее он получится, а математическая обработка кривой изменения блеска даст возможность получить ценную информацию о двойной системе и звёздах, входящих в нее.

Литература

1. Зигель Ф.Ю. Сокровища звездного неба. Путеводитель по созвездиям и Луне. – М: Наука, 1976.
2. Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии. – М.: URSS, 2014.
3. Цесевич В.П. Что и как наблюдать на небе. – М.: Наука, 1984.
4. Цесевич В.П. Переменные звезды и их наблюдение. – М: Наука, 1980.
5. Миттон С. и Ж. Астрономия. Оксфордская библиотека. – М.: РОСМЭН, 1998.
6. <http://www.astronet.ru/>;
7. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Алголь>;
8. http://www.hypernova.ru/zvezd/observer/visual_estimates_of_brightness_of_variable_stars
9. <http://www.biguniverse.ru/>;
10. https://ru.wikipedia.org/wiki/Двойная_звезда;
11. <https://stellarium.org/ru/>.