

Разбор метода исследования блеска затменно-переменных звёзд

Останкова Анастасия Николаевна

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В статье проведён разбор метода исследования затменно-переменных звёзд, включающий анализ изменений светимости в зависимости от времени. Рассматриваются основные техники сбора и обработки фотометрических данных, а также алгоритмы построения и интерпретации световых кривых, на примере звезды CY Aqr. В работе подчёркивается важность точного определения периодов.

Ключевые слова: астрофизика, затменно-переменная звезда, фотометрия

Analysis of the method for studying the brightness of eclipsing variable stars

Ostankova Anastasia Nikolaevna

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The article provides an analysis of the method of studying eclipsing variable stars, including the analysis of changes in luminosity as a function of time. The main techniques for collecting and processing photometric data, as well as algorithms for constructing and interpreting light curves, are considered on the example of the star CY Aqr. The paper emphasizes the importance of accurately determining periods.

Keywords: astrophysics, eclipsing variable star, photometry

1. Введение

1.1. Актуальность исследования

Изучения блеска затменно-переменных звезд, неоспорима в контексте современной астрономической науки. В силу их значимости для понимания физических процессов в звездных объектах, переменные звезды привлекают все большее внимание исследователей.

Анализ изменения блеска позволяет определить размеры, массы, типы звезд и параметры их взаимодействия, что важно для понимания эволюции и динамики двойных систем. Современные технологии наблюдений требуют совершенствования методов обработки световых кривых для повышения точности и информативности данных. Кроме того, результаты исследований затменно-переменных звёзд находят применение в других направлениях астрофизики, включая изучение экзопланет и тестирование теорий

гравитации, что подчёркивает важность и практическую значимость данного метода для развития астрономии.

1.2. Обзор исследований

В обсерватории Сибирского аэрокосмического университета с августа по октябрь 2014 г. было получено более 3 400 ПЗС-снимков участка размером $2.3 \times 2.3^\circ$ (центр поля $\alpha = 22^{\text{h}}50^{\text{m}}$, $\delta = 54^\circ00'$) в созвездии Ящерица на телескопе системы Гамильтон (фокусное расстояние 915 мм, диаметр 400 мм). Телескоп оснащен ПЗС-камерой FLI ML9000 CCD ($3\,056 \times 3\,056$ пикселей, размер пикселя 12 мкм). Все снимки получены в интегральном (белом) свете с экспозицией 30 с. При первичной обработке снимков были учтены темновые токи, токи считывания и неравномерная чувствительность матрицы. Для поиска кандидатов в переменные звезды использовался пакет VAST. Для определения периодов применялся метод Лафлера-Кинмана, реализованный В. П. Горанским в программе WinEfk. На выбранном участке была выявлена переменность у 147 звезд. Из них 85 звезд затменно-переменные, 6 запятненные, 9 звезд с переменностью типа DSCT и 8 звезд типа RR Лиры, а остальные выявленные переменные звезды являются неправильными пульсирующими звездами. Для исследуемых звезд определены периоды, максимумы и минимумы изменения блеска, начальные эпохи и типы переменности [1]. В работе Кочергин А. В. рассмотрены основные методы поиска переменных звезд, выделены наблюдательные характеристики переменных звезд и критерии для построения кривой блеска, описаны условия для изучения переменных звезд [2]. И. В. Афанасьева со своей командой представили результаты тестирования EMCCD-камеры iXon Ultra 888 для определения рабочих параметров короткоэкспозиционной фотометрии звезд. В результате тестирования были выбраны те режимы камеры, в которых нестабильность электронного умножения (ЕМ) заряда не оказывает существенного влияния на кривые блеска. Представлены результаты фотометрии затменно-переменной звезды ZTF J0038+2030, полученные на телескопе Цейсс-1000 САО РАН. На их основе мы показали преимущества и недостатки односекундных экспозиций для исследования переменных звезд. [3]. Р. А. Гайсин и Р. Г. Коримо предоставили предварительные результаты поиска и изучения переменных звезд по данным наблюдений космической миссии TESS в области рассеянного звездного скопления NGC 6819. И изучены кривые блеска переменных звезд различных типов, расположенных в области рассеянного скопления. По данным миссии GAIA DR3 были определены вероятные члены скопления и его фундаментальные параметры, определено вероятное членство выявленных кандидатов в переменные звезды к скоплению NGC 6819 [4]. В обсерватории Сибирского государственного аэрокосмического университета (СибГАУ) получен наблюдательный материал, по которому удалось открыть и исследовать восемь новых затменно-переменных звезд в созвездии Кассиопеи. Идентификационные номера звезд по каталогу USNO-A2.0: 1425-379853, 1425-413000, 1425-243950, 1425-458499, 1425-207145, 1425-238265, 1425-424072, 1425-364307. Для поиска

использовалась методика, основанная на том, что переменные звезды выпадают из общей зависимости среднеквадратического отклонения фотометрических измерений блеска звезд [5].

1.3. Цель исследования

Цель исследования – разобрать метод изучения блеска затменно-переменных звёзд и применить на практике.

2. Материалы и методы

Поиск переменных звезд может быть осуществлен различными методами: визуальным методом, фотографическим методом (блинкование, гарвардский метод) и методом, который использует фотометрические ряды звезд за определенный промежуток времени. На сегодняшний день наиболее эффективным считается метод поиска переменных звезд с использованием фотометрических рядов [6].

Для реализации проекта выбран телескоп-рефрактор ахромат Meade LX85 с диаметром объектива 120 мм на экваториальной монтировке немецкого типа. Данная модель наилучшим образом подходит для астрофотосъемки.

Для решения проблем в проекте предлагается вместо громоздкого компьютера или ноутбука использовать одноплатный миникомпьютер на основе Raspberry Pi. Адаптированная под астрономические задачи версия миникомпьютера выпускается китайской фирмой ZWO и называется ASIAIR (Рис.1).



Рисунок 1. Подключение миникомпьютера ASIAIR к гаджету и телескопу

ASI AIR достаточно редко встречается среди российских астрономов любителей, поэтому возможности данного устройства еще не раскрыты полностью. В практической части работы были проведены эксперименты по использованию миникомпьютера для фотографирования различных астрономических объектов. Возможности применения устройства показали его выдающиеся способности в плане мобильности и управляемости, а подключение через Wi-Fi к любому гаджету позволили работать с телескопом удаленно в комфортных для наблюдателя условиях (рис.1). Внутри устройства также имеются астрокаталоги и современный планетарий.

3. Результаты и обсуждения

В данной работе исследована звезда CY Aqr (CY Водолея). Это переменная звезда типа SXPHE (SX Phe – SX Феникса). Звезды данного типа являются пульсирующими субкарликами сферической составляющей или старой составляющей диска Галактики спектральных классов A2-F5. У этих объектов может одновременно наблюдаться несколько периодов колебаний, как правило, от 0,04 до 0,08 d с переменной амплитудой изменения блеска, которая может достигать 0,7 m в полосе V. Также они встречаются в шаровых скоплениях.

По данным Общего каталога переменных звёзд (ОКПЗ) CY Aqr имеет следующие характеристики: тип – SXPHE, Max(V) 10,42 m , Min(V) 11,2 m , Period 0,061038408 d , спектральный класс A2–A8.

В ходе наблюдений было получено и обработано 560 снимков. Фотометрия проводилась в программе MaximDL в инструментальной фотометрической системе данного инструмента.

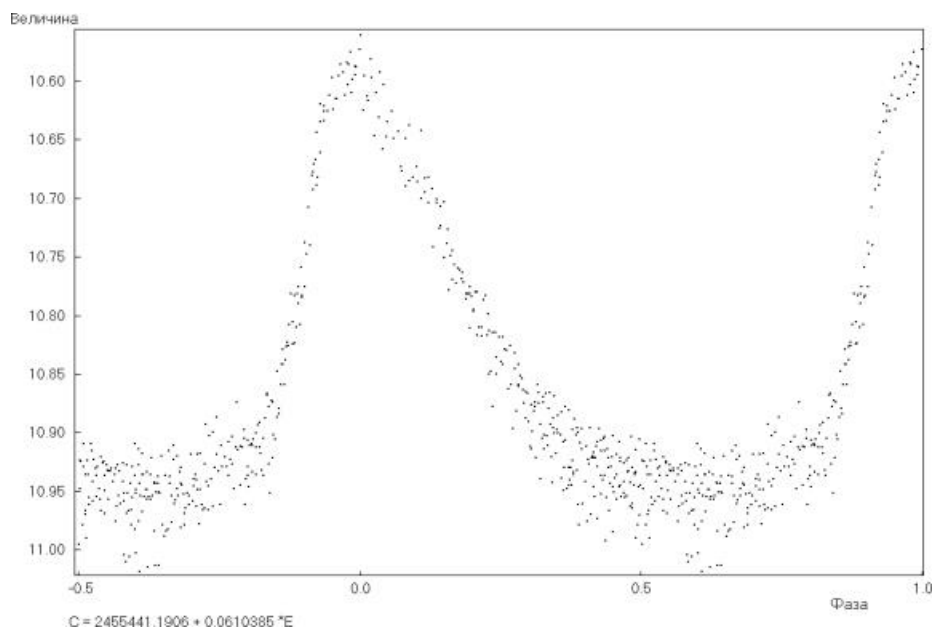


Рисунок 2 Фотометрические измерения CY Aqr , в один период

Получены следующие параметры и кривая блеска CY Aqr : Max(V) 10,96 m , Min(V) 10,59 m , P 0,0610385 d . Эфемерида максимумов блеска CY Aqr

имеет вид $C = 245544,191 + 0,0610385 \cdot E$. Отклонения максимумов и минимумов блеска переменной вызвана использованием инструментальной фотометрической шкалы. На данный момент в инструменте не представляется возможным использование узкополосных светофильтров. Отклонение периода от указанного в ОКПЗ составляет $9 \cdot E - 08$ d. Данное отклонение возможно вызвано эволюцией кривой блеска звезды. Для определения истинной причины изменения периода необходимо провести наблюдения в течение более длительного времени. (Рис.2)

4 Выводы

В результате разобран метод исследования затменно-переменной звезды и проведены наблюдения за звездой CY Aqr.

Библиографический список

1. Крюкова Е. А. Новые переменные звезды в созвездии Ящерица // Физика Космоса: труды 46-й Международной студенческой научной конференции, Екатеринбург, 30 января – 03 2017 года. Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2017. С. 180.
2. Кочергин А. В. Методы поиска переменных звёзд // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. 2017. С. 20-22.
3. Афанасьева И. В., Орлов В. Г., Ардиланов В. И., Мурзин В. А., Опарин Д. В., Буренков А. Н. Фотометрическая стабильность ЕМССD-камеры при секундных экспозициях // Астрофизический бюллетень. 2025. №2. С. 324-333.
4. Гайсин Р. А., Каримов Р. Г. Переменные звезды в области рассеянного звездного скопления NGC 6819 // Научные труды института астрономии РАН. 2023. №3. С. 114-118.
5. Веселков С. А., Лапухин Е. Г., Самусь Н. Н. Восемь новых затменно-двойных систем в созвездии Кассиопеи // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М. Ф. Решетнева. 2011. №4(37). С. 118-121.
6. Шендель А. С., Веселков С. А., Лапухин Е. Г. Две новые затменно-переменные звезды в созвездии Цефея // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М. Ф. Решетнева. 2014. №3(55). С. 168-171.