REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 2224-5227
Volume 5, Number 309 (2016), 96 – 101

Zh.Sh. Zhantayev[1], K.S. Kuratov[1,2,3], A.M. Seytimbetov[2], A.T. Mailybayev[1,2], N.Sh. Alimgazinova[1,2], A.B. Manapbayeva[2], A.K. Kuratova[1,2], N.T. Iztleuov[2]

[1]National Center of Space Researches and Technologies, Almaty, Kazakhstan;
[2]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;
[3]Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan
e-mail: kenes_kuratov@mail.ru, Nazgul.Alimgazinova@kaznu.kz

TWO-MATRIX PHOTOMETER CONTROL SYSTEM

Abstract: In this paper astronomical two-matrix photometer is described. It differs from common one CCD camera photometers with application of the second CCD camera. It enables to carry out the light inputs measurements of studied star and standard star simultaneously. The second camera application enables to significantly increase measurements accuracy and to decrease of one star observation time at least twice. The increase of measurements accuracy is reached by carrying out simultaneous observations, and errors caused by the Earth atmosphere fluctuation are the same for both studied star and standard star. Time decrease is reached by carrying out both stars' observation simultaneously.

In this paper photometer's optical mechanics scheme is given. The motion mechanism of receiving and recording block with micrometer screw rotated by stepping motor is described. It is demonstrated that exact coordinates of matrix position attached to clutch on micrometer screw are shoot by absolute magnetic encoder.

The applied electronic equipment of two-matrix photometer control system is described. The algorithm of photometer operation control installed on 1-meter Tien-Shan astronomical observatory telescope is presented.

Keywords: star, telescope, photometer, CCD-matrix, optical mechanics scheme, control system.

УДК 520.3

Ж.Ш. Жантаев[1], К.С. Куратов[1,2,3], А.М. Сейтимбетов[2], А.Т.Майлыбаев[1,2], Н.Ш. Алимгазинова[1,2], А.Б. Манапбаева[2], А.К. Куратова[1,2], Н.Т.Изтлеуов[2]

[1]Национальный центр космических исследований и технологий, Алматы, Казахстан;
[2]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан;
[3]Астрофизический институт имени В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВУХМАТРИЧНЫМ ФОТОМЕТРОМ

Аннотация: В данной статье описывается астрономический двухматричный фотометр. От обычных фотометров с одной CCD камерой отличается тем, что применяется вторая CCD камера. Это позволяет одновременно проводить измерения световых потоков от исследуемой звезды и звезды-стандарта. Применение второй камеры позволяет существенно увеличить точность измерений и как минимум в два раза уменьшить затраты времени на наблюдение одной звезды. Первое достигается за счет того, что наблюдения проводятся одновременно и ошибки, обусловленные флуктуацией в Земной атмосфере одинаковы для исследуемой звезды и звезды-стандарта. Уменьшение затраты времени достигается за счет проведения одновременных наблюдений обеих звезд.

В статье приводится оптико-механическая схема фотометра. Описан механизм перемещения приемно-регистрирующего блока, за основу которого взят микрометрический винт, вращающийся от шагового двигателя. Показано, что точные координаты положения матрицы, прикрепленной к муфте на микрометрическом винте снимаются абсолютным магнитным энкодером.

Описана используемая электронная аппаратура системы управления двухматричным фотометром. Представлен алгоритм управления работой фотометра, установленного на 1-метровом телескопе Тань-Шаньской астрономической обсерватории.

Ключевые слова: звезда, телескоп, фотометр, CCD-матрица, оптико-механическая схема, система управления.

Введение

При проведении астрофотометрических наблюдений важно проводить измерения исследуемой звезды и звезды-стандарта одновременно. Но практически всегда звезда-стандарт находится на некотором расстоянии от исследуемой звезды, что даже при использовании CCD-

камер с максимальными размерами (50х50 мм), она не попадает одновременно на приемник излучения (матрицу). Все известные фотометры (например [1]) применяют одну матрицу. Поэтому приходится проводить наблюдения раздельно (по очередности). Раздельное измерение, во-первых, ухудшает точность измерений за счет всевозможных флуктуаций по времени в атмосфере Земли, а во вторых, увеличивает затраты наблюдательного времени на фотометрию каждого исследуемого объекта по отдельности. Этот недостаток может быть устранен только при одновременном измерении исследуемой звезды и звезды-стандарта, тогда влияние атмосферных флуктуаций будет одинаковым на обе звезды.

Помимо этого, в астрофизике есть круг важных задач, которые невозможно или трудно решить имеющимися фотометрами. Например, при астросейсмологических наблюдениях слабых объектов, поиске экзопланет и ряде других задач, где изменения (колебания) блеска исследуемой звезды малы и флуктуации в земной атмосфере не позволяют производить измерения или сильно их искажают. Чтобы выявить такие изменения блеска проводят длительные ряды наблюдений с применением сложного математического анализа (например, Фурье-анализа). Однако многие такие задачи не могут быть решены при использовании одноматричных фотометров и попросту не решаются. В одноматричных фотометрах эти колебания блеска «тонут» в шумах атмосферных флуктуаций.

Таким образом, разработка двухматричного фотометра и введение его в процесс астрономических наблюдений позволит:

1. существенно увеличить точность фотометрических измерений, за счет проведения одновременных наблюдений исследуемой звезды и звезды-стандарта;
2. уменьшить в два раза время наблюдений, а, следовательно, более чем в два раза улучшить эффектность наблюдательного времени на телескопе;
3. решить ряд задач, которые невозможно произвести с помощью одноматричного фотометра и расширить круг исследуемых объектов.

1. Структура аппаратуры и алгоритмы управления

Для создания астрономического двухматричного фотометра потребовалась разработка, изготовление и отладка его оптико-механического узла, электронных схем управления и программного обеспечения.

Два однометровых телескопа Тань-Шаньской астрономической обсерватории (ТШАО) имеют систему Ричи-Критьена, которые позволяют создавать большое неискаженное поле в фокусе телескопа, что дает дополнительные преимущества для работы двухматричного фотометра.

На главной оптической оси телескопа устанавливается одна из ПЗС-матриц (основная), с которой проводят измерения исследуемой звезды. Световой поток от звезды-стандарта с помощью диагонального зеркала «выводится» на боковую поверхность фотометра с поворотом на 90 градусов. Узел, состоящий из диагонального зеркала, фильтров и CCD-матрицы собран в единый оптический блок и имеет возможность перемещаться в фокальной плоскости телескопа по одной из координат. Перемещение по второй координате обеспечивается поворотом фотометра на поворотном круге телескопа. Это обусловлено тем, что стандартные звезды могут располагаться относительно исследуемой звезды на разных расстояниях и на разных позиционных углах. Перемещая вторую CCD-матрицу в двух направлениях, можно практически всегда вывести (навестись) по координатам на звезду-стандарт.

Оптическая схема основного канала фотометра (для наблюдений исследуемой звезды) с CCD-камерой Apogee U10 представлена на рисунке 1.

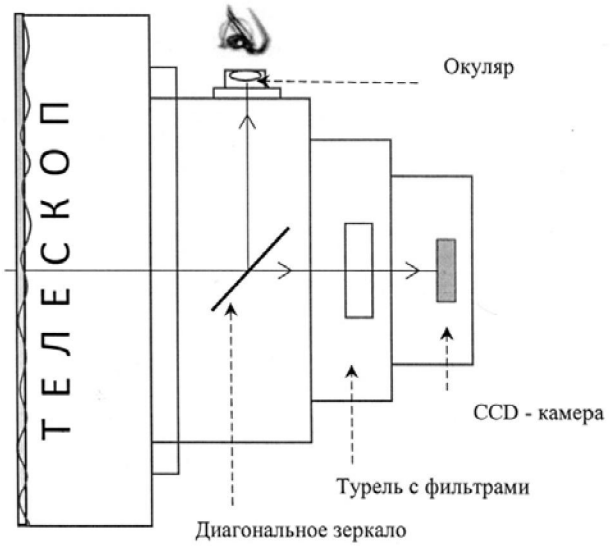

Рисунок 1 – Оптическая схема основного канала фотометра

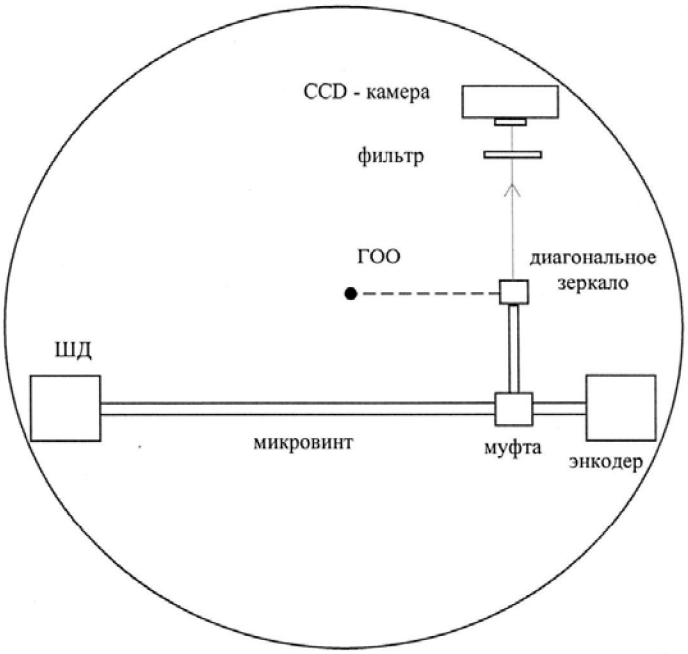

Рисунок 2 – Оптико-механическая схема второго канала фотометра

Во втором канале может использоваться простая матрица без охлаждения. Так как яркость звезды-стандарта всегда гораздо выше, то можно применять менее чувствительные CCD приемники, которые имеют небольшие габариты и вес. Небольшие габариты и вес существенны, так как оптический блок с матрицей должен перемещаться внутри (относительно) фотометра. Принцип работы механизма перемещения матрицы второго канала следующий: с помощью микровинта, который имеет червячную передачу и вращается шаговым двигателем (ШД) перемещает оптический блок с диагональным зеркалом, фильтрами и CCD-матрицей в одном направлении до 14 см с возможностью пересечения главной оптической оси (ГОО) телескопа. При пересечении ГОО телескопа появляется возможность тестирования обоих матриц и определить инструментальные поправки. Точные координаты положения оптического блока определяются абсолютным магнитным энкодером, который жестко связан с микровинтом (соединен с микровинтом с противоположной стороны от ШД).