

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ДВУХМАТРИЧНЫЙ ФОТОМЕТР

К.С.Куратов^{1,2,3}, А.М.Сейгимбетов², А.К.Куратова^{1,2}, А.Т.Майлыбаев^{1,2,3},
Н.Ш.Алимгазинова^{1,2}, А.Б.Манапбаева¹, Н.Т.Изтлеуов¹

¹Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

²Национальный центр космических исследований и технологий, Алматы, Казахстан

³Астрофизический институт имени В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан

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.

При проведении астрономических наблюдений желательно проводить измерения исследуемой звезды и звезды-стандарта одновременно. Практически всегда звезда-стандарт находится на некотором расстоянии от исследуемой звезды, и даже при использовании ПЗС с максимальными размерами (на сегодняшний день размеры 50*50 мм), не попадают одновременно на приемник излучения (матрицу). Поэтому приходится проводить наблюдения отдельно (по очереди: исследуемая звезда – звезда стандарт в каждом фильтре). Раздельное измерение, во-первых, ухудшает точность измерений за счет всевозможных флуктуаций происходящих в атмосфере Земли со временем, 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, где влияния атмосферных флуктуаций, оказываемых на измерения, одинаковы.

Для проведения одновременных наблюдений исследуемой звезды и звезды-стандарта нами был разработан двухматричный фотометр [1,2], который установлен на однометровом телескопе Тань-Шаньской астрономической обсерватории (ТШАО). Телескоп имеет систему Ричи-Критъена, которая позволяет создавать большое неискаженное поле в фокусе телескопа, что дает дополнительные преимущества для работы двухматричного UBVRI фотометра.

Структура аппаратной части двухматричного фотометра включает в себя следующие составные части:

1. Центральным звеном управления служит микроконтроллерная платформа типа ARDUINO UNO, который для удобства обращения просто называют микроконтроллером (МК). Модуль Arduino Uno - это устройство на основе микроконтроллера ATmega328, который обеспечивает связь приемопередатчика с USB-портом компьютера, и при подключении к ПК позволяет Arduino определяться как виртуальный COM-порт. Прошивка микросхемы 16U2 использует стандартные драйвера USB-COM, поэтому установка внешних драйверов не требуется. На платформе Windows необходим только соответствующий .inf-файл.

2. Электромеханический узел (ЭМУ) состоит из микровинта длиной 25см, который перемещает оптический блок, состоящий из диагонального зеркала, турели с фильтрами и матрицы CCD-2. Перемещение осуществляется шаговым двигателем (ШД), который вращает микровинт, перемещает оптический блок со второй матрицей с точностью установки до 0.05

мкм. Управление ШД осуществляется драйвером A3967 EasyDriver V4.4. Управление драйвером осуществляется от Arduino контроллера с помощью специальных программ.

3. Так как все электронные узлы телескопа связаны распределенной сетью и находятся на значительном расстоянии, то все узлы связаны конверторами RS-485[4]. RS-485 выбран нами, так как он может вести до 32 приемников со скоростью связи по спецификации до 10 Мбод/сек на расстояние до 1200 м.

4. В системе управления двухматричным фотометром (СУДФ) для осуществления правильного позиционирования и осуществления контроля за передвижением оптического блока со второй матрицей применен датчик угла поворота микровинта (энкодер).

В качестве датчика угла поворота применен абсолютный магнитный энкодер BaumerElectricCH-8501, особенностью которого является сохранение данных угла поворота при падении или исчезновении напряжения, или при перезагрузке компьютера.

Если в обесточенном состоянии вал энкодера был провернут на определенный угол или какое-то количество оборотов, то при появлении напряжения энкодер сразу выдаст новое, фактическое угловое положение вала и фактический номер оборота. Благодаря этому, не требуется после каждого включения системы производить движение механических частей машины на стартовую позицию, что является неоспоримым преимуществом абсолютных энкодеров.

5. Схема защиты включает в себя механизм концевых выключателей по обеим границам разрешенного перемещения оптического блока по микровинту, который предотвращает механические поломки и дает сигнал МК о достижении границ перемещения.

6. Схема ручного управления позволяет осуществлять кнопочный сброс в начальное положение, задает команды на перемещение и выбор направления движения в тестовом режиме.

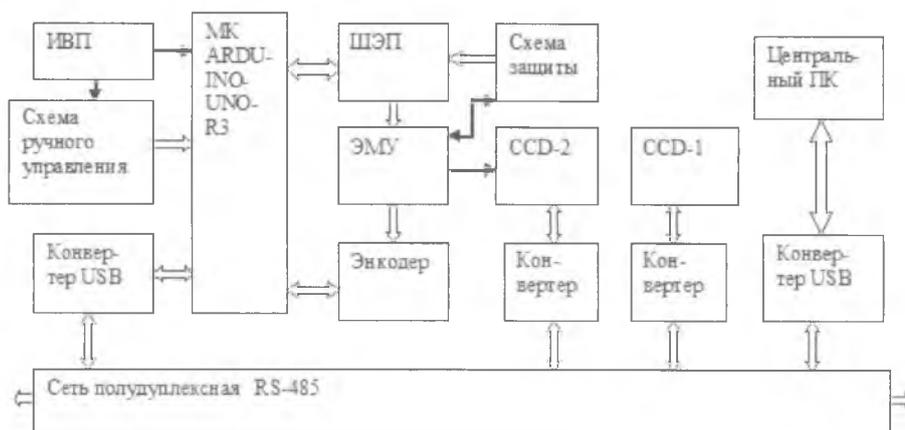


Рисунок 1 - Структура системы управления двухматричным фотометром

Литература

1. Лютый В. М., Абдуллаев Б. И., Алекперов И. А., Гюльмалиев Н. И., Микаилов Х. М., Рустамов Б. Н. I. Согласования ПЗС-фотометра с оптикой Цейсс-600 // Azerbaijani astronomical journal. – 2009. – № 3-4. – С. 36-41.

2. Патент на изобретение № 2015/1443.1 «Астрономический двухматричный фотометр». Авторы: Ж.Ш. Жантаев, К.С. Куратов, Н.Ш. Алимгазинова, А.К. Куратова, А.Б. Манапбаева.