

УДК 520.224

Информационная поддержка наблюдений на 2-м телескопе обсерватории на пике ТерсколН. В. Карпов¹, К. Йокерс²¹Международный центр астрономических и медико-экологических исследований
03680, Киев ГСП, Голосиив²Max-Planck-Institute für Aeronomy
Postfach 20, D-37189, Katlenburg-Lindau, Germany

Описана структура и функции системы информационной поддержки астрономических наблюдений на 2-м телескопе Международного центра астрономических и медико-экологических исследований на пике Терскол. Обоснована эффективность применения системы для разных видов наблюдений.

ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА 2-М ТЕЛЕСКОПІ ОБСЕРВАТОРІЇ НА ПІКУ ТЕРСКОЛ, Карпов М. В., Йокерс К. — Описана структура та функції системи інформаційної підтримки астрономічних спостережень на 2-м телескопі Міжнародного центру астрономічних і медико-екологічних досліджень на піку Терскол. Обґрунтовано ефективність застосування системи для різних видів спостережень.

THE INFORMATION SUPPORT OF OBSERVATION ON THE 2-m TELESCOPE OF OBSERVATORY ON PEAK TERSKOL, by Karpov N. V., Jockers K. — The structure and functions of the system of information support of astronomical observations on the 2-m telescope of the Terskol Peak Observatory is described. The efficiency of the system for different kinds of observation is proved.

Астрономические наблюдения становятся все более дорогостоящими, возросли требования к качеству получаемого материала. Эффективность использования крупного наземного наблюдательного комплекса в большой степени зависит от информационной поддержки всего процесса от подготовки до проведения наблюдений. В высокогорной обсерватории Международного центра астрономических и медико-экологических исследований на пике Терскол (3100 м, Северный Кавказ) установлен 2-м зеркальный телескоп системы Ричи—Кретъена—кудэ производства фирмы «Карл Цейс». Благодаря своей оптической схеме, оригинальной монтажке и системе управления он используется как универсальный астрономический комплекс.

Основными особенностями телескопа являются:

- возможность неограниченного движения телескопа от горизонта к горизонту;

- высокая точность координатной установки;
- большое неискаженное поле зрения — $1.18^\circ \times 1.18^\circ$;
- высокая скорость программного движения телескопа (до $100^\circ/\text{мин}$);
- программное дифференциальное позиционирование по произвольному числу объектов с точностью до 1 с;
- возможность установки тяжелых и крупногабаритных приборов.

Для наведения на исследуемые объекты на телескопе установлены большой гид с полем $1^\circ 10' \times 1^\circ 10'$ и искатель с полем $5^\circ \times 5^\circ$. Чтобы обеспечить доступность телескопа, гида и искателя, вокруг центра поля перемещается гидравлическая подъемная платформа, рассчитанная на двух наблюдателей.

Практика наблюдений показала, что потери времени на комплексе 2-м телескопа могут вызываться следующими причинами:

- необходимостью отождествления участка наблюдений в связи с невысокой точностью исходных эфемерид;
- малым размером окон рабочих ПЗС-камер, что ограничивает возможности отождествления;
- медленным перемещением и подъемом платформы наблюдателя, при этом часто окуляры гида и искателя оказываются в недоступной для наблюдателя зоне;
- большим временем поиска подходящей звезды гидирования в наблюдениях объектов с собственным движением, кроме того, необходимо дополнительно учитывать направление и запас хода гида до конечных ограничителей на все время заданной экспозиции;
- переходом гида в неудобное или недоступное положение во время длительных экспозиций;
- необходимостью соблюдения осторожности при перемещениях платформы наблюдателя в непосредственной близости от прибора и телескопа.

Кроме этого, наблюдатель выполняет работу, требующую точности и постоянного напряжения в довольно тяжелых условиях. Повышение эффективности и расширение возможностей наблюдений на комплексе 2-м телескопа обеспечивает система информационной поддержки астрономических наблюдений (СИАН). СИАН предназначена для поиска, отождествления, слежения и быстрой смены объектов наблюдения, при этом все составные части СИАН согласованы между собой и создают оптимальные условия для подготовки и проведения наблюдений. В состав СИАН входят: искатель с возможностью гидирования; офсетный гид для контроллера и фокального редуктора; система поиска и отождествления на базе астрономического каталога; вспомогательные программы и наборы данных; система визуализации состояния телескопа, управления его движением и регистрации условий проведения наблюдений.

Для поиска объектов модернизирован штатный искатель двухметрового телескопа, в котором окулярная часть заменена, и в качестве приемника установлена CCD-камера ST-7 производства фирмы Santa Barbara Instrument Group. Эта камера состоит из двух CCD-приемников, один из которых имеет формат 765×510 пкл размером 9×9 мкм, а второй — 192×164 пкл размера 13.8×16 мкм. Оба приемника имеют термоэлектрическое охлаждение до температуры -30°C . Первый приемник предназначен для съемки широкого поля, а второй — для гидирования изображения во время экспозиции на первом приемнике или во время наблюдений с невысокими требованиями к точности гидирования. Поле первого приемника размером $31.8' \times 21.4'$ позволяет провести отождествление выбранного для наблюдений участка неба, разрешение составляет $2.47''/\text{пкл}$. Для сравнения можно

привести размеры полей рабочих CCD-камер двухканального фокального редуктора Института аэронамики общества Макса Планка, который установлен в фокусе Кассегрена. В «красном» канале это поле составляет $7.8' \times 5.2'$, а у камеры в «синем» канале $8' \times 8'$. Второй приемник камеры ST-7 позволяет гидировать телескоп в случае, если аппаратура, установленная в фокусе Кассегрена или кудэ, не имеет собственного гида. Для установки камеры ST-7 на искатель изготовлен тубус, отобран фильтр для улучшения фокусировки оптической системы, проведены кабели для питания CCD-камеры, интерфейс к компьютеру и системе управления телескопа. Камера ST-7 предназначена для подключения к параллельному порту компьютера и рассчитана на высокую скорость передачи изображений. При нестандартной длине интерфейсного кабеля (более 50 м) необходимая скорость работы интерфейса достигнута установкой передатчиков и приемников сигналов 1488/1489 по кабелю с витыми парами проводов. Правильное кодирование команд движения для системы управления телескопа осуществляется шифратором типа SAA-1050, встроенным в интерфейс камеры. Для получения изображения со звездным полем $13\text{--}14^m$ достаточна экспозиция длительностью около 10 с, при этом большинство используемых астрономических каталогов позволяют провести отождествление поля наблюдения. Искатель особенно эффективен при поиске быстро движущихся объектов, координаты которых недостаточно хорошо известны. Этому способствует встроенный режим блинкования снимков. В изображениях протяженных объектов, таких как кометы, искатель позволяет наилучшим образом выбрать участок для исследования.

При наблюдениях слабых объектов и длительных экспозициях необходимо гидирование телескопа с высокой точностью, в связи с этим на телескопе применяются офсетные гиды. Один из гидов установлен в стандартном контроллере телескопа, изображение звезды попадает на приемник с помощью призмы, перемещающейся в офсетном поле на каретке с микрометрическими винтами (см. рисунок). Каретку по координатам перемещают два шаговых двигателя (sm). Контроллер шаговых двигателей встроен в систему управления телескопа. Для установки каретки в исходное положение служат два концевика и специальная команда системы управления.

Область рабочей части перемещения призмы на рисунке заштрихована. Доступность всего офсетного поля телескопа достигается поворотом позиционного подшипника-ротатора на заданный угол. На рисунке обозначено исходное положение ротатора $PA = 0^\circ$ и направление вращения $+PA$. Фиксированное исходное положение позволяет согласовать координаты телескопа и призмы офсетного гида. Такое согласование обеспечивает быстрый поиск звезды гидирования в офсетном поле и управление слежением телескопа за объектами, имеющими собственное движение. В качестве приемника установлена термоохлаждаемая CCD-камера ST-4 производства фирмы Santa Barbara Instrument Group формата 192×164 пкл размером 13.8×16 мкм, специально предназначенная для режимов гидирования. Интерфейс камеры к компьютеру последовательный типа RS232C. Камера закреплена на контроллере неподвижно, размер окна камеры составляет 2.6×2.6 мм. Для правильного управления движением телескопа в контроллер камеры (CC) установлен шифратор SAA 1050. Программное обеспечение камеры имеет режим «tracking», при котором вычисляются величины смещений центра звезды гидирования и, согласно с установленными начальными параметрами, формируются сигналы тонкой коррекции движения телескопа. Все поле изображения камеры около $1'$, на один пиксел при этом попадает $0.3''$. Такой масштаб выбран с учетом необходимой точности

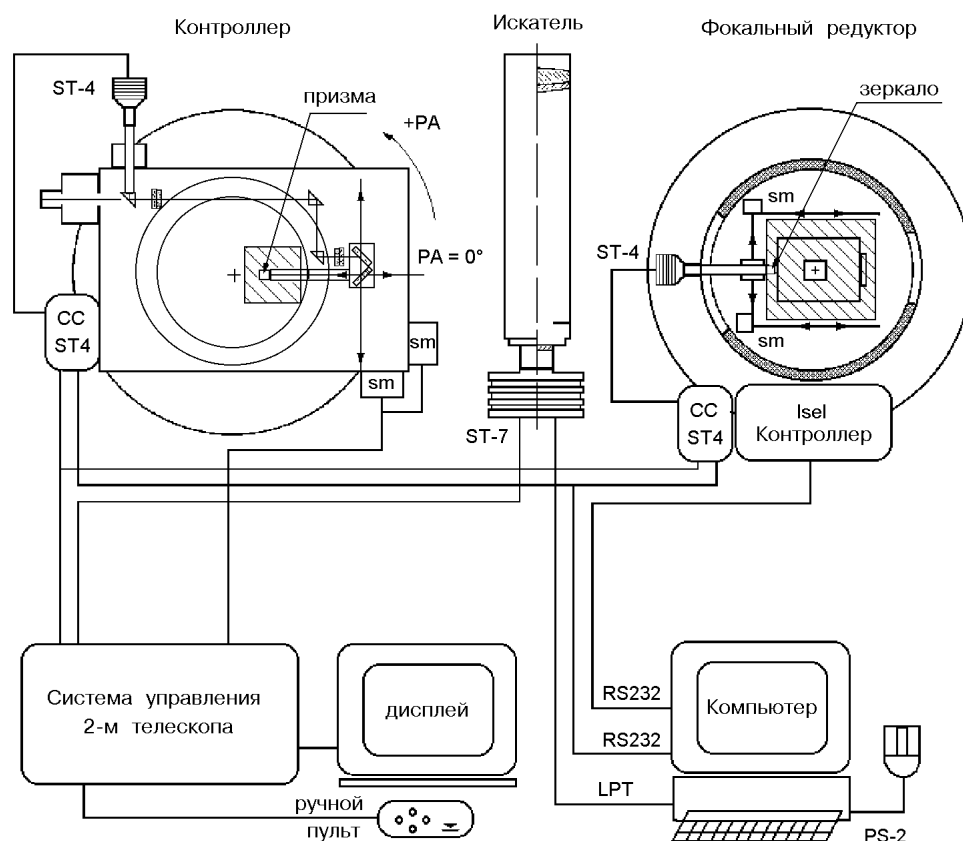


Схема аппаратной части системы информационной поддержки наблюдений на 2-м телескопе.

гидирования, более быстрого поиска звезды в поле и характеристик механических приводов кареток.

Второй офсетный гид установлен в двухканальном фокальном редукторе Института аэронауки Общества Макса Планка (Германия). В качестве приемника используется та же CCD-камера ST-4, которая закреплена на подвижной каретке (см. рисунок). Изображение на приемник направляется в том же масштабе с помощью диагонального зеркала (может быть заменено дихроичным зеркалом), закрепленного на камере, расположенной над фокальной плоскостью. Для выбора звезды гидирования в этом случае доступно все поле телескопа (на рисунке эта область заштрихована), и нет необходимости изменять ориентацию фокального редуктора с помощью ротатора для ее поиска. Движение каретки с офсетным гидом обеспечивают два шаговых двигателя (sm), управляемых контроллером фирмы «Isel». Для перемещения офсетного гида в исходное положение служит команда «home» и установлены пары специальных концевиков, обеспечивающие высокую точность. Это также позволяет согласовать координаты установки телескопа с координатами положения зеркала офсетного гида, быстро найти по каталогу и навестись на подходящую звезду гидирования. Контроллер шаговых моторов может быть запрограммирован на медленные скорости относительного движения по координатам во время экспозиции. Это позволяет сопровождать объекты Солнечной системы, которые имеют собственное движение.

В настоящее время основой системы информационной поддержки наблюдений является пакет программ GUIDE 7.0 по проекту «Pluto». Он обеспечивает работу с большим числом специализированных астрономических каталогов и применение наиболее полного на сегодняшний день каталога USNO-A V2.0, содержащего данные для 530 млн звезд на эпоху J2000, записанные на 11 CD-дисках. Каталог содержит достаточно точные положения объектов и цветовую информацию для звезд. Пакет GUIDE позволяет подключать оперативную базу данных по телам Солнечной системы из MPC и рассчитывать достаточно точные эфемериды для их наблюдения. Дополнительную информацию можно получить с подключением к GUIDE Паломарского обзора неба RealSky, сжатого с кратностью 100 на восьми CD-дисках. Обзор покрывает небо до 15° ниже небесного экватора и дает угловое разрешение положений звезд $19''$ до $1.7''$.

Только с применением каталога USNO-A V2.0 стала возможна эффективная информационная поддержка наблюдений, поиск новых объектов и правильный выбор звезд для гидирования. Для вновь обнаруженных объектов с помощью программы FindObj можно определить параметры орбиты для слежения за ними в последующие ночи. При планировании наблюдений есть возможность составить и наложить на исследуемый участок overlay-изображения, отмечающие области интереса или трассу наблюдаемого объекта, положение окон рабочих CCD-камер красного и синего каналов фокального редуктора можно отметить на звездном поле для каждого момента наблюдений. GUIDE 7.0 автоматически подсчитывает величины дифференциальных смещений от исходной точки к звезде, выбранной для гидирования в этом сеансе наблюдения. Во время наблюдений астроном отождествляет участок неба и отмечает характерную звезду в поле пробного снимка с помощью курсора. В режиме измерения положения курсора и отсчета интенсивностей он вводит координаты центра этой звезды в программу управления офсетным гидом. Положение зеркала гида в фокальной плоскости телескопа уже известно после установки в начало координат или предыдущей рабочей установки. На поле экрана GUIDE наблюдатель проводит линию от данной звезды к выбранной звезде для гидирования и регистрирует величины дифференциальных смещений по координатам. Изображение, в котором можно выбирать звезды для гидирования, ограничено либо устанавливаемым программно размером экрана, либо нанесенным оверлеем в соответствии с доступным для данного гида полем. После этого программа управления перемещает офсетный гид на звезду и переходит в режим «tracking».

Отметим, кроме того, что для поддержки наблюдений в фокусе кудэ и настройки эшелле-спектрографа используется атлас солнечного спектра, а калибровка наблюдений обычно осуществляется с помощью таблиц и регистрации спектральных, фотометрических и поляризационных стандартов в этом же поле. Для поиска объектов с неизвестными характеристиками, таких, например, как оптического послесвечения гамма-всплесков и др. разработан пакет программ, обеспечивающий блинкование зарегистрированных кадров в различных режимах. Такие режимы позволяют достаточно быстро обнаружить характерное изменение послесвечения объекта.

Для визуализации положения телескопа и его узлов в аппаратной установлен дополнительный дисплей, а для управления движениями телескопа в аппаратной и помещении кудэ подключены дополнительные ручные пульты управления. Наблюдатель регистрирует условия, при которых были выполнены наблюдения — температуру, влажность, давление, скорость ветра и другие по датчикам, установленным под куполом и внутри телескопа.

ВЫВОДЫ

Информационная поддержка наблюдений существенно улучшила их подготовку и повысила эффективность использования рабочего времени 2-м телескопа. Применение специализированных CCD-камер и режимов гидирования позволяет получать наблюдения более высокого качества и в полной мере реализовать преимущества установки телескопа в высокогорье. Стал возможным быстрый поиск, слежение и регистрация слабых и обладающих собственным движением объектов. Расширились возможности постановки новых наблюдательных программ.

Мы благодарим К. Бурлова-Васильева за предоставленную CCD-камеру ST-7 и Ю. С. Иванова за оказанную помощь.

Поступила в редакцию 11.0500