

ПЕРВЫЙ ТЕЛЕСКОП РОССИЙСКО-КУБИНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

© 2022 г. Д. В. Бисикало^{1, *}, М. Е. Сачков¹, М. А. Ибрагимов^{1, **}, И. С. Саванов¹,
М. А. Наливкин¹, С. А. Нароенков¹, А. М. Фатеева¹, А. С. Шугаров¹,
Руди Монтеро Мата², Омар Родригес Понс², Марта Р. Родригес Урацука³

¹ Институт астрономии Российской академии наук, Москва, Россия

² Институт геофизики и астрономии, Гавана, Республика Куба

³ Агентство по окружающей среде, Гавана, Республика Куба

*E-mail: bisikalov@inasan.ru

**E-mail: mansur@inasan.ru

Поступила в редакцию 18.06.2021 г.

После доработки 01.11.2021 г.

Принята к публикации 01.11.2021 г.

Сообщается о начале работы первого телескопа Российско-Кубинской обсерватории – широкоугольного 20-см робот-телескопа, установленного на оптической станции наблюдательного пункта в Гаване, Республика Куба. Показан общий вид телескопа, описано его навесное оборудование. Продемонстрирован и кратко обсужден “первый свет”, полученный на 20-см телескопе. Описаны многозадачные наблюдательные проекты, в которых предполагается использовать упомянутый телескоп РКО. Описана схема комплексирования РФ-Куба и кратко обсуждены ее отличительные особенности.

Ключевые слова: астрономическая обсерватория, робот-телескоп, астрометрия, фотометрия

DOI: 10.31857/S0004629922020013

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время идет процесс возобновления российско-кубинского научно-технического сотрудничества. Международное сотрудничество осуществляется в рамках основополагающего Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Куба о научно-техническом и инновационном сотрудничестве от 03.10.2019 г. [1]. В рамках этого сотрудничества исследования в области астрономии рассматриваются как одно (из пяти) приоритетных направлений.

Современное российско-кубинское астрономическое сотрудничество представлено следующими тремя ведущими учреждениями: Институт астрономии РАН (ИНАСАН, Москва, Россия), Институт прикладной астрономии РАН (ИПА РАН, Санкт-Петербург, Россия) и Институт геофизики и астрономии (ИГА, Гавана, Республика Куба). Целью сотрудничества является создание Российско-Кубинской обсерватории (РКО) (см., напр., [2]). Создание РКО предполагается осуществить в два этапа. На первом этапе создается небольшой наблюдательный пункт, расположенный на территории ИГА в Гаване. На втором этапе предполагается создать полнофункциональную действующую обсерваторию в местечке Пикаду-

ра, расположенном в 80 км на юго-восток от Гаваны. Наблюдательный пункт и обсерватория будут включать в свой состав две основные станции – оптическую станцию (создается совместно ИНАСАН и ИГА) и колоцированную геодинимическую станцию (создается совместно ИПА РАН и ИГА).

О проектах создания двух упомянутых станций в составе наблюдательного пункта на территории ИГА в Гаване сообщалось в работах [3, 4]. В настоящей работе сообщается о вводе в строй первого оптического телескопа РКО – широкоугольного 20-см телескопа на оптической станции в ИГА. Ниже кратко обсуждается техническое оснащение оптической станции в ИГА, приведено описание 20-см телескопа и его навесного оборудования. Также дано краткое описание наблюдательных проектов и схемы комплексирования РФ-Куба, согласно которым предполагается использовать 20-см телескоп в РКО.

2. ОПТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ В ИГА: 20-СМ ТЕЛЕСКОП, ПЕРВЫЙ СВЕТ

Общий вид наблюдательного пункта в ИГА приведен на рис. 1. На изображении показаны 1-этажное помещение на территории ИГА,



Рис. 1. Слева: общий вид российско-кубинского наблюдательного пункта в ИГА. На крыше 1-этажного помещения размещаются автоматизированный купол с 20-см телескопом оптической станции (в правой части крыши) и приемник колоцированной геодинимической станции (на бетонном столбике в левой части крыши). Справа: снимок широкоугольного 20-см робот-телескопа, установленного в куполе оптической станции.

предоставленное для создания наблюдательного пункта (левая панель рис. 1) и широкоугольный 20-см робот-телескоп, установленный в куполе оптической станции (правая панель рис. 1). Сама оптическая станция наблюдательного пункта представляет собой компактную роботизированную обсерваторию. В состав этой обсерватории входят: а) автоматизированный купол, б) широкоугольный телескоп, в) опорно-поворотное устройство (монтажка) телескопа, г) модуль регистрации изображений, д) управляющее, вычислительное, сетевое и метеорологическое оборудование. Для максимальной роботизации наблюдательных работ в техническое оснащение оптической станции включено следующее основное оборудование:

- 3-х метровый автоматизированный купол ScoreDome 3M;
- 20-см широкоугольный телескоп Officina Stellare Veloce RH200 с полем зрения $3.5^\circ \times 3.5^\circ$;
- высокоточная экваториальная монтажка 10 Micron GM1000 HPS с нагрузочной способностью 25 кг и абсолютными датчиками положения;
- ПЗС-приемник излучения FLI PL16803 4K CCD с автоматизированным узлом фокусировки FLI ATLAS, автоматизированным колесом фильтров на 7 позиции FLI CFW5-7 и комплектом оптических светофильтров для реализации широкополосной фотометрической системы *UBVRI*.

Роботизированные наблюдения на оптической станции осуществляются следующим образом. 20-см широкоугольный телескоп Officina Stellare Veloce RH200 обеспечивает прием, фокусировку и перенаправление на светоприемное устройство поступающих оптических потоков.

Опорно-поворотное устройство (монтажка) с абсолютными энкодерами 10 Micron GM1000 HPS обеспечивает наведение на объект по заданным координатам и сопровождение объекта. Модуль регистрации изображений, включающий ПЗС-приемник, фокусирующее устройство и устройство смены светофильтров, обеспечивает получение *UBVRI* мультицветных ПЗС-изображений неба и их передачу на устройства хранения и обработки данных. Управление всеми описанными устройствами осуществляется по USB интерфейсу с управляющего компьютера.

Служба времени роботизированной обсерватории обеспечивает временную привязку получаемых кадров и координатной/фотометрической информации к временным сигналам, поступающим от GPS и ГЛОНАСС. Модуль управления куполом отвечает за функционирование укрытия телескопа и оперативное закрытие купола по сигналу с метеомодуля. Модуль управления электропитанием включает в себя источник бесперебойного питания, 8-портовое Ethernet/SNMP устройство управления электропитанием, IP и GPRS интерфейсы, системы грозозащиты. Обмен данными между описанными выше устройствами и модулями оптической станции обеспечивается модулем обмена данными, куда входят роутер с Ethernet и оптоволоконными интерфейсами, удлинители USB, устройства грозозащиты. Функционирование в целом всего оборудования оптической станции обеспечивается стандартными программами и драйверами устройств, которые используются в комплекте специального программного обеспечения, созданного в ИНАСАН

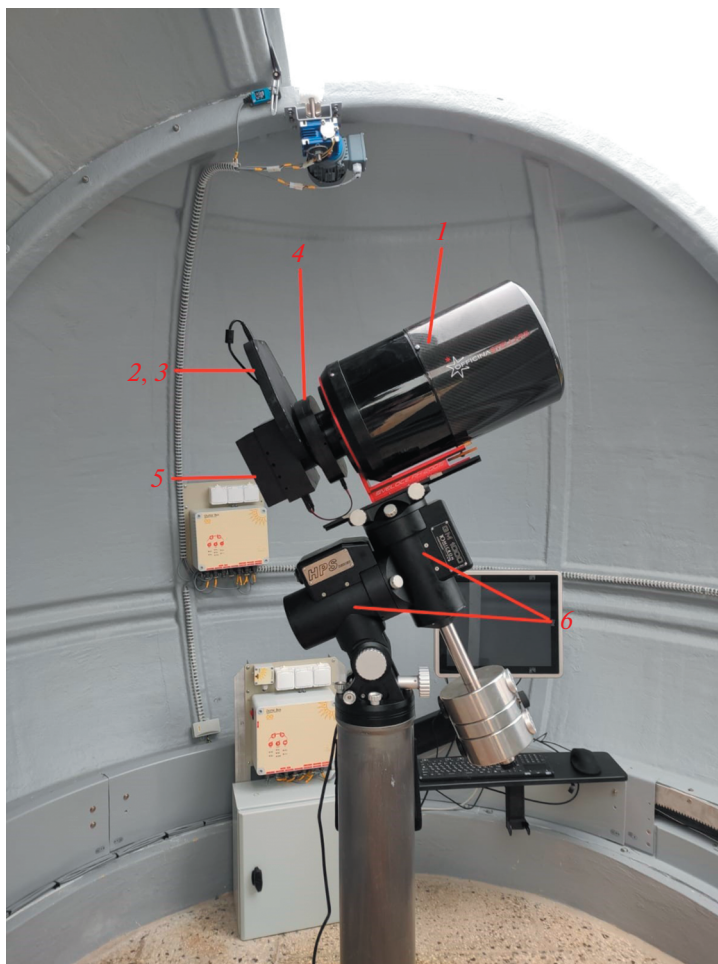


Рис. 2. Общий вид широкоугольного 20-см робот-телескопа с комплектом навесного оборудования. Обозначены: 1 – зеркально-линзовый телескоп Officina Stellare Veloce RH200 (апертура 200 мм, фокальное расстояние 600 мм, поле зрения $3.5^\circ \times 3.5^\circ$); 2 – колесо светофильтров FLI CFW5-7 на 7 позиций; 3 – комплект фотометрических светофильтров системы *UBVRI* Джонсона-Кузинса (размер 50×50 мм, установлены внутри колеса фильтров FLI CFW5-7); 4 – фокусер FLI ATLAS ($3''$, 105 000 шагов, 85 нм/шаг, ход 8.9 мм); 5 – ПЗС-камера FLI PL16803 4K CCD; 6 – опорно-поворотное устройство 10 Micron GM1000 HPS.

для удаленного управления, наблюдений, хранения и обработки данных.

Автоматизированный 3-м купол и главный инструмент обсерватории – широкоугольный 20-см робот-телескоп с полем зрения $3.5^\circ \times 3.5^\circ$, установлены на крыше помещения (рис. 1). Телескоп расположен в куполе на массивной, развязанной от общего фундамента бетонной колонне высотой 4.2 м. Управляющее, вычислительное и сетевое оборудование обсерватории размещено внутри помещения.

Изображение широкоугольного 20-см робот-телескопа вместе с кратким описанием технических характеристик телескопа и его навесного оборудования приведены на рис. 2 и в подписи к нему. На рис. 3 приведено изображение “первого света” с 20-см робот-телескопа, в подписи к

рисунку даны пояснения к снимку с “первым светом”.

Многостадийная юстировка широкоугольной оптики 20-см робот-телескопа была проведена в оптической лаборатории ИНАСАН в течение 2020 г. на специальном испытательном стенде по разработанной в ИНАСАН оригинальной методике. Достигнутое качество изображения, с учетом естественных ограничений из-за атмосферных условий, составляет $FWHM \sim 5''$ по всему полю зрения при масштабе изображения $3.08''$ на пиксель для ПЗС-камеры FLI PL16803 4K CCD.

3. ПЕРВЫЙ ТЕЛЕСКОП РКО КАК МНОГОЗАДАЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Первый введенный в строй телескоп РКО – широкоугольный 20-см робот-телескоп – пред-

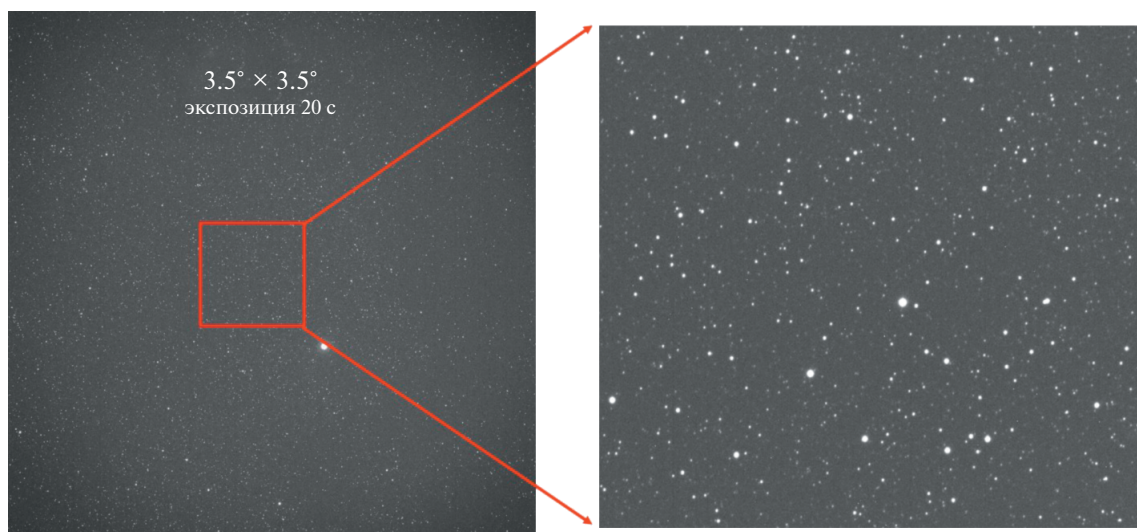


Рис. 3. Изображение “первого света”, полученное на широкоугольном 20-см робот-телескопе: снимок звездного поля, центрированный на двойном скоплении η и χ Персея (NGC 869/864, координаты центра скопления $RA = 02^{\text{h}}20^{\text{m}}08^{\text{s}}$, $DEC = +57^{\circ}19'35''$). Снимок получен в интегральном свете с экспозицией 20 с (север вверху, восток слева). Слева – снимок всего поля размером $3.5^{\circ} \times 3.5^{\circ}$. Справа – центральная часть снимка размером $1^{\circ} \times 1^{\circ}$.

полагается использовать как многозадачный астрометрический и фотометрический инструмент. Широкоугольный телескоп с более чем 3-градусным полем способен детектировать на ПЗС-изображениях звездных полей, полученных в широкополосной фотометрической системе *UBVRI*, большое количество как уже известных, так и новых (некаталогизированных и/или транзиентных) космических объектов естественного и техногенного происхождения. Рабочего масштаба изображений, создаваемых телескопом, достаточно для получения научно значимых астрометрических и фотометрических измерений с целью их использования в дальнейших исследованиях. Предполагается, что спектр решаемых исследовательских задач будет достаточно широким – от задач ближнего околоземного и околосолнечного космоса (космический мусор и его фрагменты, астероидно-кометная опасность и др.) до решения астрофизических задач дальнего космоса (наблюдения активных и запятанных переменных звезд, детектирование и/или “подхватывающие” наблюдения оптических послесвечений гамма-всплесков и др.).

Описанная выше многозадачность первого в РКО 20-см робот-телескопа предполагает его использование (или “комплексирование”) на постоянной основе совместно с 1-м Цейсс-1000 и 2-м Цейсс-2000 телескопами Симеизской и Терскольской обсерваторий Центра коллективного пользования ИНАСАН [5, 6]. Комплексирование предполагает совместное использование разнотипных оптических телескопов (длиннофокус-

ных прецизионных, к числу которых принадлежат упомянутые 1- и 2-м телескопы Цейсса, и короткофокусных обзорных, к числу которых относится 20-см телескоп РКО) в рамках единого наблюдательного проекта на краткосрочной, среднесрочной или долгосрочной основе. Очевидно, что осуществление комплексирования расширяет возможности как отдельных телескопов, так и распределенных оптических сетей телескопов. Согласно имеющимся договоренностям, в описанную выше схему комплексирования будут также включены 0.5-м телескоп Уссурийского отдела ИПА РАН и 0.5–1.5-м телескопы астрономических институтов Академии наук Республики Узбекистан и Республики Таджикистан.

Реализация комплексирования РФ-Куба с участием указанных пунктов в рамках описанной выше схемы предоставляет возможность получать реальные алертные (см., напр., [7, 8]) и регулярные программные оптические астрономические наблюдения, разнесенные по дуге размером в 214° (или 14.3^{h}) в северном полушарии неба. С учетом естественной продолжительности наблюдательной ночи (от 6 до 12 ч для задействованных наблюдательных пунктов) описанная схема комплексирования даст возможность осуществлять квазикруглосуточные мониторинги программных и алертных астрофизических объектов в ближнем и дальнем космическом пространстве.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе сообщается о вводе в строй и начале наблюдений на первом телескопе Российско-Кубинской обсерватории — широкоугольном 20-см робот-телескопе, установленном на оптической станции наблюдательного пункта в Институте геофизики и астрономии (Гавана, Республика Куба). Приведены общие виды наблюдательного пункта и 20-см телескопа, описано навесное оборудование телескопа. Продемонстрирован и кратко обсужден “первый свет”, полученный на 20-см телескопе. Описаны многозадачные наблюдательные проекты, в которых предполагается использовать этот телескоп РКО. Описана схема комплексирования РФ-Куба и кратко обсуждены ее отличительные особенности.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение № 075-15-2019-1716 от 20 ноября 2019 г., уникальный идентификатор проекта RFMEFI61319X0093).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Министерство иностранных дел Российской Федерации. Двусторонние договоры. Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Куба о научно-техническом и инновационном сотрудничестве, https://www.mid.ru/foreign_policy/international_contracts/2_contract/-/storage-viewer/bilateral/page-11/59096.
2. Д. В. Бусикало, И. С. Саванов, С. А. Нароенков, М. А. Наливкин, и др., *Астрон. журн.* **95**(6), 389 (2018).
3. *Alonso Diaz, M. R. Rodriguez Uratsuka, O. Pons Rodriguez, Z. Barcenas Fonseca, et al., Rev. Cubana Fisica* **37**, 162 (2020).
4. *D. Marshalov, O. Pons Rodriguez, Yu. Bondarenko, V. Suvorkin, I. Bezrukov, and S. Serzhanov, Rev. Cubana Fisica* **37**, 73 (2020).
5. Институт астрономии Российской академии наук, ЦКП “Терскольская обсерватория и УНУ Цейсс-2000”, <http://www.inasan.ru/divisions/terskol/ckp/>.
6. И. В. Николенко, С. В. Крючков, С. И. Барабанов, И. М. Волков, *Научные труды Института астрономии РАН*, **4**, 85 (2019).
7. *M. Ibrahimov, S. Naroenkov, I. Nikolenko, and O. Pons, GCN Cir.* № 29 895, 1 (2021).
8. *M. Ibrahimov, M. Nalivkin, I. Nikolenko, and O. Pons, GCN Cir.* № 30 226, 1 (2021).