

Информация о проекте «Проведение оптических астрономических исследований совместно с научно-исследовательской организацией Республики Куба на 20-см робот-телескопе (соглашение 075-15-2019-1716 от 20.11.2019 г., внутренний номер соглашения: 05.613.21.0093), выполняемом в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

Период выполнения: 20.11.2019 - 30.11.2020 гг.

1 этап: 20.11.2019 - 31.12.2019 г.,

2 этап: 01.01.2020 - 30.11.2020 г.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт астрономии Российской академии наук (Москва, Россия)

Иностраный партнер: Институт геофизики и астрономии (Гавана, Республика Куба)

Ключевые слова: Широкоугольные оптические системы, робот-телескоп, оптическая ПЗС-фотометрия, обработка ПЗС-изображений, астероидно-кометная опасность, мониторинг околоземного пространства, предупреждение космических угроз, космический мусор, переменные звезды, кривые блеска переменных звезд, космические гамма-всплески, оптическое послесвечение космического гамма-всплеска, астроклимат, тестирование астрономических пунктов.

1. Цель проекта

Целью проекта является создание на территории Института геофизики и астрономии (Гавана, Куба) совместной российско-кубинской роботизированной обсерватории. Основным инструментом создаваемой обсерватории является широкоугольный 20-см робот-телескоп. Главной задачей проекта является тестирование и проверка создаваемой роботизированной обсерватории как сегмента Российской системы мониторинга околоземного, околосолнечного и космического пространства, и проведение совместных российско-кубинских оптических астрономических исследований различных космических объектов как в околоземном и околосолнечном пространстве, так и в дальнем космосе. Перечень исследовательских задач, которые предполагается выполнять силами совместной роботизированной обсерватории, включает следующие задачи:

1) Фотометрия объектов, включая объекты южного неба, недоступные для наблюдений с территории РФ, фотометрия запятанных звезд, квази-непрерывные наблюдения активных звезд с территории РФ и Кубы.

2) Фотометрия оптических послесвечений космических гамма-всплесков.

3) Фотометрия и позиционные измерения малых тел Солнечной системы и угрожающих космических объектов (кометы, астероиды, сближающиеся с Землей астероиды и потенциально опасные астероиды).

4) Фотометрия и позиционные измерения техногенных объектов в ближнем (околоземном) космическом пространстве (наблюдения и каталогизация фрагментов космического мусора и т.п.).

5) Метеорологические и астроклиматические исследования.

6) Проведение тестовых наблюдательных сеансов по проверке комплексирования 20см робот-телескопа (Республика Куба) и 1м телескопа Цейсс-1000, установленного в Симеизской обсерватории (Россия).

2. Основные результаты проекта

Цель проекта «Куба-20РТ» является создание и установка на территории Института геофизики и астрономии (Гавана, Республика Куба) роботизированной обсерватории с комплексом широкоугольного 20см робот-телескопа для проведения оптических наблюдений астрофизических объектов в рамках совместного проекта. В период 2019-2020 гг. по проекту были получены такие основные результаты:

- Разработана эскизная конструкторская документация (ЭКД) робот-телескопа на основе широкоугольного телескопа Officina Stellare RH-200, на основе которой создан рабочий образец широкоугольного 20-см робот-телескопа.

- Разработана ЭКД и на ее основе создан макет комплекса исследований климата и астроклимата в месте установки 20-см робот-телескопа.

- Разработаны следующие методики для проведения наблюдений на 20-см робот-телескопе: позиционных измерений и фотометрических исследований малых тел Солнечной системы и потенциально-опасных космических объектов,

позиционных измерений и фотометрических исследований объектов космического мусора, фотометрических исследований запятненных и активных звезд,

фотометрических исследований оптических послесвечений космических гамма-всплесков (методика разработана и создана Иностраннным партнером).

- По материалам исследований подготовлены и опубликованы 2 научные публикации, одна заявка на изобретение и одна заявка на программу ЭВМ.

- Подготовлен груз (комплект научного оборудования) в количестве 9 ящиков и 192 позиций для отгрузки и отправки в Республику Куба.

- Организовано и проведено российско-кубинское мероприятие: международная дистанционная 1-дневная видеоконференция ИНАСАН-ИГА 27 ноября 2020 г.

- Проведены работы Иностраннным партнером (см. ниже).

- Подготовлены и сданы заказчику два отчета: промежуточный отчет по 1 этапу работ и заключительный отчет по проекту в целом.

Основные результаты, полученные по 1 этапу проекта:

1. Выполнен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему в рамках выполнения проекта.

2. Проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТР 15.011-96.

3. Разработана эскизная конструкторская документация на макет комплекса исследований климата и астроклимата.

4. Создан макет комплекса исследований климата и астроклимата.

5. Разработан макет роботизированной обсерватории с комплексом широкоугольного 20-см робот-телескопа 20РТ.

По результатам работ 1 этапа подготовлен и сдан заказчику промежуточный отчет, в котором выполнены обобщение и оценка полученных по 1 этапу результатов исследования. Перечень проведенных работ и научных результатов соответствует требованиям Технического задания. Созданные на 1 этапе технические решения оптических комплексов мониторинга околоземного пространства могут быть использованы для создания дополнительных пунктов наблюдений. Внедрение результатов проекта на 1 этапе не осуществлялось. Коммерциализация результатов проекта на 1 этапе не осуществлялась. Соисполнители на 1 этапе отсутствуют.

Основные результаты, полученные по 2 этапу проекта:

1. Разработана методика позиционных измерений и фотометрических исследований малых тел Солнечной системы и потенциально-опасных космических объектов.

2. Проведены фотометрические исследования и позиционные измерения малых тел Солнечной системы и потенциально-опасных космических объектов.

3. Проведение тестовых наблюдательных сеансов по проверке комплексирования 20см робота-телескопа и 1м телескопа Цейсс-1000 перенесено на 2021 год.

4. Разработана методика позиционных измерений и фотометрических исследований объектов космического мусора на робот-телескопе 20РТ.
5. Проведены фотометрические и позиционные измерения техногенных объектов в ближнем (околоземном) космическом пространстве.
6. Создан макет роботизированной обсерватории с комплексом широкоугольного 20-см робота-телескоп 20РТ.
7. Проведены исследования особенностей климата и астроклимата в месте размещения совместной Российско-Кубинской роботизированной обсерватории с комплексом широкоугольного 20-см робота-телескоп 20РТ.
8. Разработана методика фотометрических исследований запятненных и активных звезд.
9. Проведены фотометрические исследования объектов, включая объекты южного неба, недоступные для наблюдений с территории РФ, фотометрические исследования запятненных звезд и квази-непрерывные наблюдения активных звезд с территории РФ и Кубы.
10. Перечислены и описаны основные работы и достигнутые результаты ИГА (Иностранного партнера) за отчетный период.
11. В отчетный период были подготовлены, сданы и приняты в печать две публикации по теме ПНИ.
12. В отчетный период в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки были получены два охраноспособных результата интеллектуальной деятельности (РИД).
13. В отчетный период в рамках ПНИ проведено одно мероприятие по демонстрации и популяризации результатов и достижений проекта.

По результатам работ 2 этапа подготовлен и сдан заказчику заключительный отчет по проекту, в котором выполнены обобщение и оценка полученных в целом по проекту результатов исследования. Перечень проведенных работ и научных результатов по 2 этапу и в целом по проекту соответствуют требованиям Технического задания. В заключительном отчете разработаны и изложены предложения и рекомендации по реализации (внедрению) результатов исследований 2 этапа и проекта в целом. Коммерциализация результатов проекта на 2 этапе и по проекту в целом не осуществлялась. Соисполнители на 2 этапе и по проекту в целом отсутствуют.

3. Описание полученных основных результатов проекта

1. Разработана методика позиционных измерений и фотометрических исследований малых тел Солнечной системы и потенциально-опасных космических объектов. В методике обсуждена актуальность проблемы, изложены принципы проведения позиционных измерений и фотометрических исследований малых тел Солнечной системы и потенциально-опасных космических объектов и на конкретных примерах (двух наблюдавшихся астероидах Солнечной системы) разъяснены физические, математические, программно-аналитические и методические процедуры, применяемые в рамках предложенной методики.

2. Проведены фотометрические исследования и позиционные измерения малых тел Солнечной системы и потенциально-опасных космических объектов:

На конкретных примерах (двух наблюдавшихся астероидах Солнечной системы) разъяснены принципы проведения фотометрических исследований и позиционных измерений малых тел Солнечной системы и потенциально-опасных космических объектов с освещением и анализом полученных физических результатов (периодов вращения астероидов и результатов определения их таксонометрических классов).

3. Проведены тестовые наблюдательные сеансы по проверке комплексирования 20см робота-телескопа и 1м телескопа Цейсс-1000 перенесено на 2021 год:

Тестовые наблюдательные сеансы по проверке комплексирования 20см робота-телескопа и 1м телескопа Цейсс-1000 перенесены на 2021 год по объективным причинам, которые указаны и проанализированы в разделе 3 Отчета.

4. Разработана методика позиционных измерений и фотометрических исследований объектов космического мусора на робот-телескопе 20РТ:

В методике обсуждена актуальность проблемы, изложены принципы проведения позиционных измерений и фотометрических исследований объектов космического мусора на робот-телескопе 20РТ и на конкретных примерах (двух наблюдавшихся фрагментах космического мусора - точечном и движущемся) показаны и разъяснены физические и программно-аналитические процедуры, применяемые в рамках предложенной методики.

5. Проведены фотометрические и позиционные измерения техногенных объектов в ближнем (околоземном) космическом пространстве:

На конкретных примерах (двух наблюдавшихся фрагментах космического мусора - точечном и движущемся) разъяснены принципы проведения фотометрических и позиционных измерений техногенных объектов в ближнем (околоземном) космическом пространстве с разъяснением получаемых физических результатов.

6. Создан макет роботизированной обсерватории с комплексом широкоугольного 20-см робота-телескоп 20РТ:

Представлен и описан состав макета роботизированной обсерватории с комплексом широкоугольного 20-см робота-телескоп 20РТ. Макет полностью готов к транспортировке к месту установки на территории ИГА (Иностранный партнер). Ожидаемое время ввоза и установки макета на территории ИГА - первая половина 2021 года.

7. Проведены исследования особенностей климата и астроклимата в месте размещения совместной Российско-Кубинской роботизированной обсерватории с комплексом широкоугольного 20-см робота-телескоп 20РТ:

Представлены и проанализированы исследования особенностей климата и астроклимата в месте размещения совместной Российско-Кубинской роботизированной обсерватории с комплексом широкоугольного 20-см робота-телескоп 20РТ. Представленные данные будут использоваться в планировании и корректировке при разработке конкретных наблюдательных проектов с использованием роботизированной обсерватории с комплексом широкоугольного 20-см робота-телескоп 20РТ.

8. Разработана методика фотометрических исследований запятненных и активных звезд:

В методике обсуждена актуальность проблемы, изложены принципы проведения фотометрических исследований запятненных и активных звезд и на конкретных примерах (активных и запятненных звездах, наблюдавшихся миссией Кеплер и TESS) разъяснены физические, математические, программно-аналитические и методические процедуры, применяемые в рамках предложенной методики.

9. Проведены фотометрические исследования объектов, включая объекты южного неба, недоступные для наблюдений с территории РФ, фотометрические исследования запятненных звезд и квази-непрерывные наблюдения активных звезд с территории РФ и Кубы:

На конкретных примерах (активных и запятненных звездах, наблюдавшихся миссией Кеплер и TESS, а также известной переменной звезды FK Com) разъяснены принципы проведения фотометрических исследований объектов, включая объекты южного неба, недоступные для наблюдений с территории РФ, фотометрические исследования запятненных звезд и квази-непрерывные наблюдения активных звезд с территории РФ и Кубы с освещением и анализом полученных физических результатов (периодов вращения звезд, оценкой запятненной области и эволюции запятненных областей по поверхности звезды).

10. Работы и достигнутые результаты ИГА (Иностранного партнера) за отчетный период заключаются в следующем:

а) согласовано и выделено отдельное строение для установки комплекса широкоугольного 20-см робота-телескоп 20РТ,

б) разработана предпроектная документация на выполнение работ по созданию роботизированной обсерватории,

в) проведены ремонтные и другие работы по подготовке инфраструктуры под размещение указанной обсерватории,

г) проведены ремонтные и другие работы по подготовке выделенного под размещение роботизированной обсерватории помещения,

д) разработана и создана методика фотометрических исследований оптических послесвечений космических гамма-всплесков,

е) проведено одно мероприятие по демонстрации и популяризации результатов и достижений проекта.

Результаты работ Иностранного партнера представлены в Аннотационном отчете иностранного партнера (представлен в составе отчетной документации отдельным документом с переводом на русский язык).

11. В отчетный период были подготовлены, сданы и приняты в печать две публикации по теме ПНИ:

1) A. Alonso Diaz, M.R. Rodriguez Uratsuka, O. Pons Rodriguez, Z. Barcenas Fonseca, R. Zaldivar Estrada, N. Paula Acosta, M.A. Ibrahimov, D.V. Bisikalo, M.E. Sachkov, A.M. Fateeva, I.S. Savanov, M.A. Nalivkin, S.A. Naroenkov, A.S. Shugarov, Russian-Cuban Observatory: Optical Observation Station // Revista Cubana de Fisica, 2020, Vol. 37, No. 2, pp. 162-164. (издание индексируется в системах WoS и Scopus).

2) Shugarov Andrey, Shmagin Vladimir, Shustov Boris, Ibrahimov Mansur, Nalivkin Mikhail, Omar Pons Rodriguez, Wide field telescope with 1 m aperture and 9x9 k CMOS detector // in: Ground-Based Astronomy in Russia. 21st Century." Proceedings of all-Russian conference, September 21-25, 2020 Nizhny Arkhyz, 2020 at Special Astrophysical Observatory of RAS, Eds: I.I. Romanyuk, I.A. Yakunin, A.F. Valeev, D.J. Kudryavtsev, 2020, pp. 177-181 (издание индексируется в системе РИНЦ, издание направлено для индексирования в WoS).

12. В отчетный период в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки были получены два охраноспособных результата интеллектуальной деятельности (РИД):

а) Программа для ЭВМ «Программа сбора и хранения данных MeteoControl», Свидетельство государственной регистрации № 2020661151 от 18.09.2020.

б) Изобретение «Графеновый пленочный светоделиТЕЛЬ», Заявка ФИПС № 2020134471 от 21.10.2020.

13. В отчетный период в рамках ПНИ проведено одно мероприятие по демонстрации и популяризации результатов и достижений проекта:

Проведено одно мероприятие по демонстрации и популяризации результатов и достижений Проекта. Мероприятие проведено в рамках международной 1-дневной дистанционной видео-конференции, организованной ИГА и ИНАСАН и проходившей 27.11.2020 г. На конференции докладывались и обсуждались результаты российско-кубинского сотрудничества в 2019-2020 гг. в области совместных оптических астрономических исследований. В проведении мероприятия приняли участие 27 специалистов. Была согласована и разослана программа проведения мероприятия. Было подготовлено и заслушано 4 устных научных доклада на мероприятии. Подробный отчет о мероприятии можно найти в Аннотационном отчете Иностранного партнера.

В ходе работ было выполнено обобщение основных результатов по проекту в целом с указанием оценки новизны полученных результатов. Обобщение основных результатов по проекту в целом описывается следующим образом. Проведены и выполнены работы по созданию на территории Иностранного партнера, Института геофизики и астрономии Республики Куба, совместной роботизированной обсерватории. (Примечание: часть работ, выполненных в частичном объеме, перенесена на 2021 год, пояснения приведены в итоговом отчете по проекту.) Собран, отъюстирован и протестирован по реальному звездному небу макет основного инструмента создаваемой обсерватории - широкоугольный 20-см робот-телескоп. Проведены работы по подготовке помещения для размещения роботизированной обсерватории на территории ИГА. Макет подготовлен к транспортировке в Республику Куба. Ожидаемое время размещения и пусконаладочных работ по запуску роботизированной обсерватории - первая половина 2021 года. С запуском обсерватории в 2021 году будет достигнута и реализована главная цель проекта - тестирование и проверка создаваемой роботизированной обсерватории как сегмента Российской системы мониторинга околоземного, околосолнечного и космического пространства, и проведение совместных оптических астрономических исследований различных космических объектов как в околоземном и околосолнечном пространстве, так и в дальнем космосе.

Оценка новизны полученных результатов по проекту в целом характеризуется следующим образом. Впервые через треть столетия со времени приостановки советско-кубинского сотрудничества в области астрономии (90-е годы XX столетия) произошло важное и поворотное событие в научно-техническом партнерстве между РФ и Республикой Куба - создана новая и первая совместная российско-кубинская наблюдательная база на территории Кубы и подготовлен первый современный многозадачный роботизированный наблюдательный инструмент (20-см робот-телескоп) для проведения конкурентных исследований мирового уровня в области прикладной и фундаментальной астрономии. Создаваемая первая совместная российско-кубинская роботизированная обсерватория в Кубе хотя и не является событием мирового уровня, но бесспорно является новым, актуальным и исключительно востребованным событием в истории современного научного партнерства между двумя странами.

Перечень проведенных работ и полученных научных результатов соответствует требованиям Технического задания. Разработаны предложения и рекомендации по реализации (внедрению)

результатов исследований. Можно ожидать, что результаты проекта будут востребованы организациями, подведомственными Министерству чрезвычайных ситуаций РФ, Роскосмосу, МО РФ и Минобрнауки РФ. Результаты проекта будут освещаться на международных конференциях, рабочих семинарах, проводимых в Институте астрономии РАН, в рамках работы Экспертной рабочей группы по космическим угрозам Совета по космосу РАН, КНТС Роскосмоса. Ожидаемые области внедрения обсуждаемых РИД связаны с их высоким социальным значением, сферой их применения являются совместные образовательные и научно-технические программы Российской Федерации и Республики Куба. Результаты, полученные на отчетном этапе, полностью решают поставленные задачи. Работы, выполненные по проекту, удовлетворяют условиям Соглашения, Технического задания, Плана-графика. Отчетная документация оформлена в надлежащем порядке.

4. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД) по проекту

Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности, полученные по проекту:

а) Программа для ЭВМ «Программа сбора и хранения данных MeteoControl», Свидетельство государственной регистрации № 2020661151 от 18.09.2020 г.

б) Изобретение «Графеновый пленочный светоделитель», Заявка ФИПС № 2020134471 от 21.10.2020 г.

5. Назначение и область применения результатов проекта

По результатам проведенных исследований можно обозначить следующие назначения, области применения и способы использования полученных результатов:

1) Результаты, полученные в рамках работ по астрометрическим и фотометрическим наблюдениям малых тел Солнечной системы и работ по астрономическим исследованиям объектов космического мусора в околоземном пространстве, будут использованы при создании полнофункциональной совместной Российско-Кубинской обсерватории. Созданные макет роботизированной обсерватории с комплексом широкоугольного 20-см робот-телескопа и проработанные технические решения для оптических комплексов мониторинга околоземного пространства могут быть использованы для создания новых (дополнительных) пунктов наблюдений.

2) Результаты, полученные в рамках работ по исследованиям переменных и запятанных звезд, а также в рамках работ по исследованиям активности звезд, найдут широкое применение при изучении проявлений магнитной активности звезд в излучении в широком диапазоне длин волн - от рентгеновского и УФ до видимого, связи вспышечной и пятенной активности, а также при изучении связи между проявлениями магнитной активности маломассивных холодных звезд карликов и циклами их активности. Результаты будут востребованы при проведении и анализе спектрополяриметрических наблюдений для обнаружения и исследования магнитных полей у карликов поздних спектральных классов.

3) Область применения результатов, полученных в рамках работ по фотометрическим исследованиям оптических послесвечений космических гамма-всплесков, достаточно широка - от конкретных модельных интерпретаций для отдельного феноменологического типа (длинного, короткого или продленного) гамма-всплеска до разнообразных статистических обобщений феномена коротких транзиентных событий, наблюдающихся в гамма-диапазоне.

4) Результаты исследования особенностей климата и астроклимата в месте размещения совместной российско-кубинской роботизированной обсерватории могут использоваться в планировании и корректировке при разработке конкретных наблюдательных проектов с использованием роботизированной обсерватории с комплексом широкоугольного 20-см робототелескоп 20РТ, размещенного на территории Кубы, и при проведении сеансов комплексирования между инструментами на территориях Кубы и РФ.

5) Разработанные в рамках Проекта 4 методических пособия могут использоваться при обучении студентов, аспирантов и других специалистов и, в первую очередь, из Республики Куба и РФ в целях проведения конкретных исследований по фотометрическим и позиционным измерениям широкого класса астрофизических и околоземных объектов естественного и техногенного происхождения.

6. Эффекты от внедрения результатов проекта

По результатам выполненных работ в рамках проекта можно сформулировать следующие предложения и рекомендаций по реализации (внедрению) результатов проведенных исследований:

1) Возможными потребителями полученных результатов являются организации, подведомственные Министерству науки и высшего образования РФ, Министерству чрезвычайных ситуаций РФ, Министерству обороны РФ, Роскосмосу.

2) В целях доведения до потребителя полученных результатов, в том числе на международной арене, результаты Проекта предполагается докладывать и освещать на международных и всероссийских конференциях, рабочих семинарах, проводимых в Институте астрономии РАН, в рамках работы Экспертной рабочей группы по космическим угрозам Совета по космосу РАН, КНТС Роскосмоса. Достигнутые в ходе реализации Проекта результаты 2019-2020 гг. уже направлены и приняты в печать и будут опубликованы в 2020 году в виде двух научных статей в престижных научных изданиях, индексируемых в системе Web of Sciences и Scopus. Также результаты по Проекту 2019-2020 гг. уже были доложены в одном устном докладе на одной всероссийской конференции и подробно обсуждены во время международной видеоконференции, организованной ИГА и ИНАСАН и проходившей 27.11.2020 г.

3) В целях внедрения результатов проведенных исследований будет создан специализированный сайт в сети Интернет на сайте ИНАСАН, с постоянно пополняемым банком данных и обновлением результатов по проведенным исследованиям. На базе этого сайта предполагается создать постоянно действующую платформу для обучения российских и иностранных студентов, аспирантов и специалистов, а также пополняемый и обновляемый банк данных по астрофизическим и техногенным объектам.

7. Приложения

Приложение 1:

В рамках работ по проекту опубликована статья A. Alonso Diaz et al, Russian-Cuban Observatory: Optical Observation Station // Revista Cubana de Fisica, 2020, Vol. 37, No. 2, pp. 162-164.

На обложке данного журнала был размещен рисунок из упомянутой работы. На рисунке схематично изображено помещение, выделенное на территории Института геофизики и астрономии (Гавана, Республика Куба) под создание роботизированной обсерватории. Главный инструмент обсерватории (автоматизированный купол с 20-см робот-телескопом внутри него) будет расположен в правой части крыши выделенного помещения.



Рисунок - Обложка журнала Revista Cubana de Fisica, 2020, Vol. 37, No. 2 с рисунком из статьи А. Alonso Diaz et al, Russian-Cuban Observatory: Optical Observation Station // Revista Cubana de Fisica, 2020, Vol. 37, No. 2, pp. 162-164. Перевод надписи обложки «К ВОЗОБНОВЛЕНИЮ АСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА КУБЕ».

Приложение 2:



Рисунок – Фотография основного инструмента роботизированной обсерватории 20-см робот-телескопа, созданного на основе широкоугольного телескопа Officina Stellare RH-200. Робот-телескоп показан в полной сборке - на колонне, с экваториальной монтировкой и навесным оборудованием (фокусер, колесо фильтров, светоприемная ПЗС-камера).