

РОССИЯ–АФРИКА: БЕЗОПАСНОСТЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ И ГУМАНИТАРНЫЕ ЦЕННОСТИ

НЕБО, КОТОРОЕ НЕ ВИДНО ИЗ РОССИИ

© 2024 г. А.А. Лутовинов^{a,*}, И.А. Мереминский^{a,*}, В.Н. Назаров^{a,***},
А.Н. Семена^{a,****}

^aИнститут космических исследований РАН, Москва, Россия

*E-mail: aal@cosmos.ru

**E-mail: i.a.mereminskiy@gmail.com

***E-mail: vnazarov@iki.rssi.ru

****E-mail: san@iki.rssi.ru

Поступила в редакцию 09.06.2024 г.

После доработки 17.06.2024 г.

Принята к публикации 19.06.2024 г.

Современные научные исследования невозможны без широкого международного сотрудничества. Иногда его необходимость продиктована экономическими причинами, иногда — тем обстоятельством, что в той или иной стране лучше развита именно та отрасль науки и техники, возможности которой желательнее привлечь для проведения конкретного эксперимента, а иногда сотрудничеству способствует и география. Как известно из школьного курса, из северных широт, в пределах которых располагается Россия, видно далеко не всё небо. Например, российские любители астрономии не могут увидеть Магеллановы облака или знаменитый Южный крест, не совершив путешествие в южное полушарие. Для российских учёных ещё более важны возможности проведения исследований с охватом всего неба, а также непрерывного приёма научных данных с космических аппаратов. Для решения этих задач представляется целесообразным расширить сотрудничество в области астрономии и космических исследований с Южно-Африканской Республикой.

Ключевые слова: наземные телескопы, космические обсерватории, внеатмосферная астрономия, обсерватория “Спектр-РГ”, оптическая спектроскопия, приём данных с космических обсерваторий.

DOI: 10.31857/S0869587324060103, EDN: ECMQCF

Астрофизика — наука, изучающая природу за пределами земной атмосферы. В глубинах космоса мы фиксируем удивительные явления, не имеющие аналогов в земных условиях. Например, в звёздах происходит непрерывное термоядерное горение вещества, не наблюдаемое в природных условиях Земли и пока недостижимое в лабораториях. Вселенная вмещает множество экстремальных объектов, которые ведут себя необычным образом, часто окружены горячей плазмой, потоками быстрых и экзотических частиц и сверхсильными магнитными полями.

Исторически астрофизика зародилась внутри астрономии, то есть наблюдений звёздного неба

вначале невооружённым глазом, затем с помощью телескопов. Такие наблюдения ведутся сегодня с использованием самых передовых технических достижений и позволяют получать огромный объём данных. В результате, несмотря на появление альтернативных инструментов изучения Вселенной — радиотелескопов, предложенных в 1920-х годах, рентгеновских и гамма-телескопов, используемых с 1960-х годов, ультрафиолетовых, микроволновых, созданных в 1980-х, и, наконец, гравитационных телескопов, реализованных в 2010-х, — оптические наблюдения по-прежнему остаются самыми распространёнными, в астрофизике на них тратится наибольшее число часов чистого времени.

ЛУТОВИНОВ Александр Анатольевич — член-корреспондент РАН, заместитель директора по научной работе, заведующий отделом астрофизики высоких энергий ИКИ РАН. МЕРЕМИНСКИЙ Илья Александрович — кандидат физико-математических наук, научный сотрудник отдела астрофизики высоких энергий ИКИ РАН. НАЗАРОВ Владимир Николаевич — руководитель отдела наземных научных комплексов ИКИ РАН. СЕМЕНА Андрей Николаевич — кандидат физико-математических наук, научный сотрудник отдела астрофизики высоких энергий ИКИ РАН.

Прозрачность атмосферы позволяет проводить наблюдения с поверхности Земли, что открывает возможность задействовать в этих целях массивные приборы со стабильными тепловыми режимами функционирования и высоким энергопотреблением. Однако применение оптических телескопов эффективно только в определённых условиях: они должны размещаться в удалённых от городов районах, чтобы исследователи могли наблюдать небо без засветки от уличного освещения. Для минимизации искажения изображений атмосферой эти приборы желательно размещать на больших высотах и в районах с благоприятными погодными условиями — низкой влажностью и редкой облачностью. Поиск таких районов представляет собой очень непростую задачу, она одна из ключевых при установке телескопа [1].

Не менее важным фактором, ограничивающим возможности наблюдений с наземных телескопов, выступает сама Земля, за горизонт которой невозможно заглянуть. Лишь часть неба доступна наблюдателю, привязанному к определённой точке Земли в конкретный момент времени, и есть участки неба, для него недоступные. Например, любители астрономии не имеют возможности наблюдать из России потрясающие по своей красоте Магеллановы облака (две ближайшие к нам галактики), не совершив путешествие в южное полушарие (рис. 1).

Эти природные обстоятельства служат преградой, не позволяющей российским учёным проводить оптические наблюдения южного неба. Однако в научной астрономической среде широко распространена практика международного сотрудничества. Российские учёные активно сотрудничали и продолжают взаимодействовать с коллегами из других стран, проводя совместные исследования всего звёздного неба и используя при этом самые современные инструменты. В конце 2000-х — начале 2010-х годов одним из приоритетов развития отечественной астрономии



Рис. 1. Изображение участка южного неба, полученное с территории Южноафриканской астрономической обсерватории (Сазерленд) во время визита сотрудников ИКИ РАН в ЮАР. Хорошо видны Большое и Малое Магеллановы облака

Фото А. Вольнова, ИКИ РАН

было вступление в Европейскую южную обсерваторию (ЕЮО) — European Southern Observatory (ESO), объединяющую учёных 15 европейских стран и Бразилии. Это крупнейшая в мире международная астрономическая организация, в задачи которой, помимо фундаментальных исследований, входят разработка и создание новых телескопов и обсерваторий для европейских астрономов. ЕЮО располагает тремя наблюдательными обсерваториями в высокогорных районах чилийских Анд с лучшим в мире астрономическим климатом. Тесно сотрудничая с ЕЮО, российские учёные одновременно развивали сотрудничество с Южной Африкой, в рамках которого совместно с Южноафриканской астрофизической обсерваторией было выполнено несколько проектов, требовавших участия международной команды. Очевидно, что в современных реалиях развитие этого сотрудничества — крайне актуальная задача для российских астрономов.

ВОЗМОЖНОСТИ ЮАР В ОБЛАСТИ НАЗЕМНОЙ АСТРОНОМИИ

ЮАР располагает развитой инфраструктурой для проведения наблюдений в оптическом и радиодиапазонах. С 1972 г. функционирует Южноафриканская астрономическая обсерватория (ЮААО) — South African Astronomical Observatory (SAAO) [2], размещённая на плато в Сазерленде и обладающая к настоящему времени более чем десятком оптических телескопов, в том числе одним из самых больших в мире, 11-метровым SALT (South African Large Telescope) [3]. На площадке обсерватории размещены также телескопы класса 1.9 и 1.0 м (рис. 2).

Помимо флагманских телескопов ЮААО в Сазерленде размещён ряд других телескопов и инструментов. Часть из них, такие как MeerLICHT [4], управляется ЮААО, часть — другими исследовательскими организациями, в частности, Южноафриканским национальным космическим агентством или международными астрономическими институтами, в том числе из Японии и Южной Кореи. Также на плато расположен один из небольших роботизированных телескопов сети МАСТЕР (МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия). В 2016 г. началось строительство радиотелескопа MeerKAT [5], состоящего из 64 отдельных инструментов. В настоящее время это крупнейший и наиболее чувствительный радиотелескоп в Южном полушарии.

В последние годы ЮААО развивает инфраструктуру интеллектуальной обсерватории — системы, связывающей все её телескопы и координирующей наблюдения в режиме реального времени в соответствии с заданным приоритетом и искомыми продуктами (спектрами, кривыми блеска и фотометрическими изображениями). Такая система имеет высокую ценность для оптической поддержки космических обсерваторий, в том числе



Рис. 2. Вид на Южноафриканскую астрономическую обсерваторию в Сазерленде
Фото с сайта ЮААО. <https://www.sao.ac.za/>

“Спектр-РГ” (о ней речь ниже), которые время от времени обнаруживают на небе вспышки так называемых рентгеновских транзиентов — экстремальных событий, связанных с наиболее мощным энерговыделением, наблюдаемым в нашей и соседних галактиках. Такие события часто оказываются короткоживущими и требуют быстрого реагирования для получения ценных данных.

СОВМЕСТНЫЕ ПРОЕКТЫ РОССИИ И ЮАР В ОБЛАСТИ АСТРОНОМИИ

Помимо упоминавшегося роботизированного телескопа системы МАСТЕР с середины 2010-х годов российскими организациями было реализовано несколько совместных проектов с астрономами

ЮАР. В частности, Институтом космических исследований РАН (ИКИ РАН) проведены совместные работы в рамках грантов Российского фонда фундаментальных исследований, а также совместного проекта России, ЮАР и Индии, поддержанного Рамочной программой БРИКС в сфере науки, технологий и инноваций (рис. 3).

В результате реализации этих проектов сложилась кооперация российских и южноафриканских учёных, позволившая получить ряд важных научных результатов. В частности, благодаря привлечению телескопа SALT российско-южноафриканской группе астрофизиков удалось надёжно определить геометрию аккреционного течения вещества вблизи поверхности белого карлика с сильным магнитным полем.



Рис. 3. Профессор Д. Бакли (ЮАР) знакомит российских коллег из ИКИ РАН во время их визита в ЮААО в ноябре 2017 г. с устройством и принципами работы Южноафриканского большого телескопа (SALT)
Фото А. Вольнова, ИКИ РАН

Подобные системы, в которых белый карлик перетягивает вещество с поверхности своего менее массивного компаньона — звёзды главной последовательности — называют катаклизмическими переменными. Эти системы служат очень удобными природными лабораториями для изучения процессов аккреции — переноса вещества на компактный объект. В большинстве из них перетекающее вещество образует протяжённую структуру вокруг белого карлика, называемую аккреционным диском. Именно аккреционные диски оказываются источником невероятно разнообразного поведения тесных двойных систем. В частности, они ответственны за огромные изменения яркости, наблюдаемые в некоторых катаклизмических переменных, таких как карликовые новые. При этом, если белый карлик обладает мощным магнитным полем, то вблизи него вещество будет течь не в плоскости диска, а “зацепится” за линии магнитного поля, образовав при этом причудливую структуру — “колонку” или “шторку”. Исследуя быструю оптическую переменность одной из известнейших катаклизмических переменных — EX Гидры, по форме спектра мощности учёным удалось продемонстрировать, что вещество течёт именно в “шторке”, причём её толщина составляет всего около 10 км при радиусе белого карлика примерно 9000 км [6].

Значительная часть совместных работ касалась проведения комплексного анализа гамма-всплесков¹, в том числе коротких, их послесвечений и родительских галактик, с использованием широкого набора оптических инструментов, доступных участникам проекта как в России, так и в ЮАР. Получены оценки верхних пределов потоков от нескольких возможных килоновых, связанных с короткими гамма-всплесками. В результате кампании по наблюдению и мониторингу гамма-всплеска GRB 181201A получены свидетельства появления сверхновой, ассоциированной с этим гамма-всплеском. С помощью телескопа SALT удалось определить тип родительской галактики, её свойства и поглощение в ней, что, в свою очередь, позволило определить несмещённые параметры светимости сверхновой в максимуме кривой блеска [7].

Среди задач, решаемых в настоящее время совместно российскими и южноафриканскими астрономами, особое место занимает сотрудничество в наземной поддержке работы российской космической обсерватории “Спектр-РГ”, главное

предназначение которой состоит в построении самой детальной карты Вселенной в рентгеновских лучах [8, 9].

В этой связи важно отметить, что, несмотря на стремительное развитие внеатмосферной астрономии за последние полвека и многочисленные запуски космических обсерваторий, наземные телескопы по-прежнему остаются незаменимыми во всём диапазоне длин электромагнитных волн — от радио до гамма-лучей, за исключением рентгеновского и ультрафиолетового диапазонов, наблюдениям в которых препятствует атмосфера. С недавнего времени на Земле реализуются и инструменты, регистрирующие другие переносчики сигналов — такие как нейтрино или гравитационные волны. Большинство этих установок на данный момент невозможно реализовать в космосе, а значит, по упоминавшимся причинам для большинства из них будет доступна для наблюдений только часть неба.

У телескопов, выведенных за пределы земной атмосферы, возможности шире, им для наблюдений открыто всё небо. Например, запущенная в 2019 г. российская обсерватория “Спектр-РГ” уже к середине 2020 г. составила первую полную карту неба, а всего их должно быть получено восемь, как в мягком рентгеновском диапазоне (по данным немецкого телескопа eROSITA), так и в более жёстком диапазоне (по данным российского телескопа ART-XC им. М.Н. Павлинского) [10]. И вскоре перед российскими астрофизиками встал вопрос о том, как исследовать объекты, доступные наблюдателю в Южном полушарии, до которых невозможно “дотянуться” оптическими телескопами, расположенными в Евразии. При этом следует отметить, что подобная оптическая поддержка рентгеновских наблюдений крайне важна, так как именно использование развитых методов оптической и инфракрасной астрономии позволяет классифицировать и исследовать рентгеновские объекты, открываемые телескопом ART-XC при обзоре всего неба. Например, для активных ядер галактик — гигантских чёрных дыр в соседних галактиках, массой в миллиарды масс Солнца каждая, питающихся пылью и газом, а иногда и звёздами, — удаётся измерять расстояния, массы и свойства родительских галактик, а для рентгеновских двойных систем, в которых рентгеновское излучение рождается при перетекании вещества с обычной звезды на компактный объект, будь то уже упоминавшиеся белые карлики, нейтронные звёзды или чёрные дыры, по оптическим данным часто удаётся установить класс оптической звезды, период орбитального обращения в системе и множество других важных характеристик.

Как отмечено выше, ещё до запуска обсерватории “Спектр-РГ” между российскими и южноафриканскими научными группами установилось тесное взаимодействие, поэтому исследование южного неба и источников, обнаруженных на нём обсерваторией

¹ Гамма-всплески — одни из наиболее мощных вспышечных событий во Вселенной, природа которых долгое время оставалась неясной. В настоящее время считается, что длинные гамма-всплески длительностью в десятки и сотни секунд связаны со вспышками сверхновых, происходящими в результате коллапса массивной звезды, в то время как короткие гамма-всплески длительностью порядка секунды связаны со слиянием нейтронных звёзд или нейтронной звезды и чёрной дыры и последующим формированием так называемой килоновой.

“Спектр-РГ”, стало логичным продолжением этого сотрудничества. Например, в ходе третьего обзора всего неба телескопом ART-XC был открыт новый яркий рентгеновский источник на южном небе, получивший имя SRGA J124404.1-632232 (аббревиатура SRGA означает, что объект был открыт телескопом ART-XC обсерватории “Спектр-РГ”). А уже спустя три дня после этого открытия с помощью телескопа SALT был получен оптический спектр рентгеновского источника (рис. 4), в нём удалось обнаружить мощную и уширенную линию излучения водорода, указывающую на присутствие ионизованного газа в объекте [11]. Такие спектры характерны для рентгеновских двойных, в которых присутствует молодая голубая звезда с мощным экваториальным истечением вещества, так называемым декреционным диском, и нейтронная звезда с мощным магнитным полем и быстрым вращением, которая и поглощает вещество из декреционного диска. И действительно, последовавшие рентгеновские наблюдения позволили обнаружить, что излучение от этого объекта пульсирует с периодом в 538 с. Таким образом, оказалось, что телескоп ART-XC нашёл ещё один рентгеновский пульсар в нашей Галактике, а с помощью телескопа SALT удалось определить природу обычной звезды в двойной системе.

В настоящее время сотрудничество учёных двух стран в рамках проекта “Спектр-РГ” продолжается, в частности ведутся оптические наблюдения новых источников, обнаруживаемых телескопом ART-XC, с целью определения их природы.

Ещё одно направление сотрудничества в области астрономии между Россией и ЮАР реализуется в “Проекте создания глобальной наземной сети телескопов стран БРИКС для наблюдений астрономических транзиентных источников”, являющимся

флагманским в области астрономии для стран объединения. Цель проекта – создание и поддержание функционирования сети оптических телескопов, предназначенных для скоординированных наблюдений в целях поиска и исследования ярчайших вспыхивающих небесных источников, включая электромагнитные составляющие гравитационно-волновых событий, космические гамма-всплески, сверхновые, компоненты быстрых радиовсплесков, вспыхивающие источники других классов. Проект предполагает также создание системы общего доступа к данным, накапливаемым сетью [12].

ПРИЁМ НАУЧНЫХ ДАННЫХ С КОСМИЧЕСКИХ ОБСЕРВАТОРИЙ

Помимо совместных научных исследований астрономических объектов большой интерес представляет использование инструментов, расположенных в ЮАР, для приёма научных данных с космических обсерваторий как уже действующих, так и планируемых к реализации. В последние годы одним из наиболее привлекательных мест для размещения астрофизических миссий становится окрестность точки либрации (точки Лагранжа) L2 системы Солнце–Земля, которая находится на удалении примерно 1.5 млн км от Земли. В этой области неба уже отработали обсерватории *Planck* и *Herschel* (Европейское космическое агентство, ЕКА), а в настоящее время действуют обсерватории *Gaia* (ЕКА), *Спектр-РГ* (Россия), телескоп им. Дж. Уэбба (НАСА). Привлекательность окрестностей точки либрации обусловлена рядом причин, среди которых особенно стоит отметить тот факт, что, с одной стороны, эта область сравнительно свободна от шумовых воздействий, мешающих измерениям, а с другой стороны, затраты на поддержание орбиты космического аппарата (КА) в окрестности точки L2 сравнительно невелики. При этом эта область находится сравнительно недалеко от Земли, чтобы обеспечить хорошие условия для радиосвязи. Тем не менее возникает проблема – периодическое появление неоптимальных зон видимости КА с наземных станций космической связи. Это обусловлено тем, что ось вращения Земли наклонена по отношению к плоскости эклиптики на 66.5 градусов. Таким образом, для отечественных наземных станций, расположенных в средних широтах северного полушария, при наблюдении точки L2 зимой складываются наиболее оптимальные условия наблюдения, а летом наоборот.

Следует отметить, что такая проблема характерна для всех КА, работающих в области эклиптики, но особенно ярко проявляется для аппаратов, запущенных в область L2. Дело в том, что такие КА расположены не строго в точке L2, а выполняют определённые маневры в её окрестности. Это позволяет экономить топливо для поддержания заданных

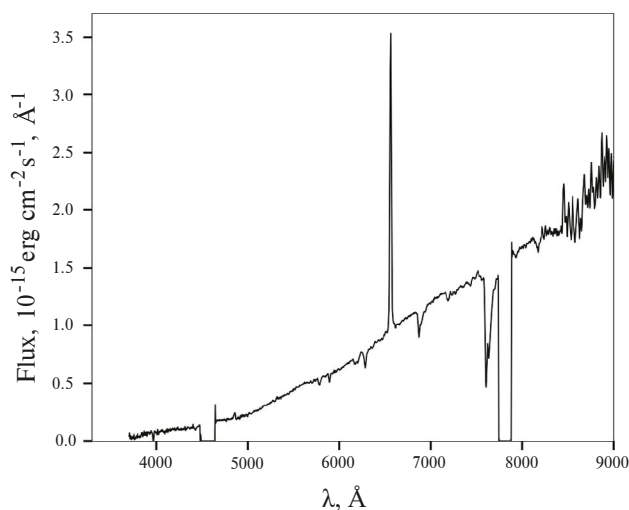


Рис. 4. Оптический спектр источника SRGA J124404.1-632232, полученный с помощью телескопа SALT Южноафриканской астрономической обсерватории [11]

параметров орбиты, но в то же время ведёт к тому, что КА периодически оказывается выше (севернее) или ниже (южнее) плоскости эклиптики. В те периоды времени, когда КА находится ниже плоскости эклиптики (ситуация усугубляется в летний период), зона видимости для наземных станций, расположенных в северном полушарии, минимальна, а в некоторых случаях может вообще отсутствовать. Такая ситуация складывается, например, для обсерватории “Спектр-РГ” в апреле–мае для пункта дальней космической связи, расположенного в Медвежьих Озёрах, недалеко от Москвы [8].

Решить эту проблему можно, организовав приём научной информации в южном полушарии. В этом случае формируется взаимодополняющая система: неоптимальные зоны видимости окрестности точки L2 для станции, расположенной в северном полушарии, в летние месяцы компенсируются станцией, расположенной в южном полушарии, и наоборот.

Одним из наиболее привлекательных вариантов решения указанной выше проблемы нам представляется использование ресурсов Южноафриканского национального космического агентства – SANSА (South African National Space Agency). Несмотря на то, что оно было организовано относительно недавно, в декабре 2010 г., на сегодня работы в области космических операций в нём бурно развиваются. Кооперация SANSА в области космических исследований достаточно широка и предполагает долгосрочные партнёрские отношения с российскими организациями, такими как ГК “Роскосмос” и ИКИ РАН (рис. 5).

Говоря о привлечении SANSА к приёму научной информации, получаемой при осуществлении отечественных космических миссий, следует рассмотреть два варианта: размещение отечественной наземной станции на территории ЮАР и привлечение собственных наземных станций SANSА к приёму научной информации с отечественных космических

аппаратов. Первый вариант наиболее целесообразен в том случае, если планируется непрерывное использование наземной станции. Таким путём пошло, например, НАСА при реализации американской лунной программы Артемис. Этот же подход был использован Госкорпорацией “Роскосмос” для установки в ЮАР наземных станций непрерывного наблюдения за космическим мусором.

Для проведения периодических кампаний по приёму научной информации, например в условиях неоптимальных условий видимости с российских наземных пунктов, более предпочтителен второй вариант – привлечение собственных средств SANSА для приёма научной информации с отечественных космических аппаратов. SANSА обладает целой сетью наземных станций, в неё входят 19 антенных систем, предназначенных в основном для околоземных космических аппаратов, размещенных в Хартебестхукке (рис. 7). Этот антенный полигон расположен на высоте 1553 м над уровнем моря в районе хребта Магалисберг и функционирует в комфортных погодных условиях, позволяющих вести практически непрерывную работу.

На основе положительного опыта, полученного в Хартебестхукке, в октябре 2023 г. SANSА приняло решение о строительстве нового антенного полигона в Матьесфонтейне примерно в 240 км от Кейптауна по дороге к обсерватории Сазерленд, где расположен Большой южноафриканский телескоп. Средства антенного полигона в Матьесфонтейне планируется использовать в первую очередь для наземной поддержки различных международных проектов по исследованию Луны и дальнего космоса.

Проведённый анализ показывает высокую привлекательность реализации совместных с Южноафриканским национальным космическим агентством проектов наземной поддержки научных космических миссий. Наиболее целесообразным представ-

SANSА SO Global SpaceOps Partners



Рис. 5. Кооперация SANSА в области космических операций
Источник: составлено по материалам SANSА



Рис. 6. Генеральный директор ГК «Роскосмос» Ю.И. Борисов принял участие в открытии в ЮАР российского комплекса обнаружения и контроля космического мусора. 2023 г.
Фото ГК «Роскосмос»

ляется сценарий, предполагающий на начальном этапе привлечение собственных средств SANSА для приёма научной информации отечественных космических проектов, отработку операционного и организационного взаимодействия, а параллельно проработку вариантов размещения российских наземных средств на антенных полигонах SANSА.

* * *

Подводя итог, отметим следующее. Расширение сотрудничества России и ЮАР в области астроно-

мии и космических исследований имеет хорошие перспективы. Помимо решения научных задач как в рамках отдельных научных групп, так и в рамках «Проекта создания глобальной наземной сети телескопов стран БРИКС для наблюдений астрономических транзиентных источников» необходимо рассмотреть возможность организации приёма данных с российских научных спутников, в первую очередь обсерватории «Спектр-РГ», на радиотелескопы, расположенные в ЮАР. Ввиду того, что орбита обсерватории в окрестности точки L2 имеет вытянутую форму, в течение года возникают вре-



Рис. 7. Наземные станции SANSА в Хартебестхуке
Фото SANSА

меньше промежутки с ограничением её видимости с территории России и потенциальными сложностями приёма данных. До 2022 г. этот вопрос решался с использованием в качестве резервных принимающих антенн Европейского космического агентства, расположенных в Южном полушарии. В настоящее время такая возможность отсутствует. Проработка вопроса об использовании территории и ресурсов ЮАР для приёма научных данных важна, принимая во внимание не только текущую работу обсерватории “Спектр-РГ”, но планируемые Россией запуски обсерваторий в точку L2 в следующем десятилетии (проекты Спектр-М, Спектр-РГН).

Развитие сотрудничества между Россией и ЮАР в области астрономии и космических исследований должно включать в себя и его кадровую составляющую, предполагающую научный обмен молодыми учёными, студентами, обучение по совместным программам, совместные аспирантуры, что станет основой будущих коллективных работ и проектов.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Раулю К. Ходжесу (SANSА) за предоставленный иллюстративный материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Merle F. Walker*. The California site survey // Publications of the Astronomical Society of the Pacific. 1970, vol. 82, no. 487, pp. 672. DOI: 10.1086/128945
2. *Harding G.A.* A new South African astronomical observatory // Monthly Notes of the Astron. Soc. Southern Africa, 1970, vol. 29, p. 123
3. *Stobie R.S., Jacobus M., Buckley D.A.* Design of the Southern African Large Telescope (SALT) // Proceedings of the SPIE. 2000, vol. 4003, pp. 355–362. DOI: 10/1117/12.391525
4. *Bloeman S. et.al.* MeerLICHT and BlackGEM: custom-built telescopes to detect faint optical transients // Proceedings of the SPIE. 2016, vol. 9906, id. 990664. DOI: 10.1117/12.2232522
5. *Jonas J.L.* MeerKAT – The South African Array With Composite Dishes and Wide-Band Single Pixel Feeds // Proceedings of the IEEE. 2009, vol. 97, is. 8, pp.1522–1530. DOI: 10.1109/JPROC.2009.2020713
6. *Semena A. et.al.* On the area of accretion curtains from fast aperiodic time variability of the intermediate polar EX Hya // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2014, vol. 442, is. 2, pp. 1123–1132. DOI: 10.1093/mnras/stu897
7. *Belkin S. et.al.* Multiwavelength Observations of GRB 181201A and Detection of Its Associated Supernova // Astronomy Letters. 2020, vol. 46, is. 12, pp. 783–811. DOI: 10.1134/S1063773720120014
8. *Sunyaev R. et.al.* SRG X-ray orbital observatory. Its telescopes and first scientific results // Astronomy & Astrophysics. 2021, vol. 656, id. A132. DOI: 10.1051/0004-6361/202141179
9. *Сюняев Р.А.* Орбитальная обсерватория “Спектр-РГ”: карта неба в рентгеновских лучах // Вестник РАН. 2021. № 11. С. 1048–1062.
Sunyaev R.A. Orbital observatory “Spektr-RG”: maps of the sky in X-rays // Vestnik RAN. 2021, no. 11, pp. 1048–1062.
10. *Pavlinisky M. et.al.* The ART-XC telescope on board the SRG observatory // Astronomy & Astrophysics. 2021, vol. 650, id. A42. DOI: 10.1051/0004-6361/202040265
11. *Doroshenko V. et.al.* SRGA J124404.1-632232/SRGU J124403.8-632231: New X-ray pulsar discovered in the all-sky survey by the SRG // Astronomy & Astrophysics. 2022, vol. 661, id. A21. DOI: 10.1051/0004-6361/202141147
12. *Buckley D. et al.* Towards a BRICS Optical Transient Network (BRICS-OTN) // An. Acad. Bras. Ciênc. 2021, vol. 93, suppl. 1, id.e20200917. DOI: 10.1590/0001-3765202120200917

THE SKY THAT IS NOT VISIBLE FROM RUSSIA

A.A. Lutovinov^{a,*}, I.A. Mereminskiy^{a,**}, V.N. Nazarov^{a,***}, A.N. Semena^{a,****}

^a*Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

**E-mail: aal@cosmos.ru*

***E-mail: i.a.mereminskiy@gmail.com*

****E-mail: vnazarov@iki.rssi.ru*

*****E-mail: san@iki.rssi.ru*

Modern scientific research is impossible without a broad international cooperation. Sometimes its necessity is dictated by economic reasons, sometimes by the fact that different countries have developed different branches of science and technology needed for a specific experiment, and sometimes the geography also contributes to the cooperation. As you know from the school curriculum, from our northern latitudes, where Russia is located, not the entire sky is visible. For example, Russian astronomers will not be able to see the Magellanic Clouds or the famous Southern Cross without traveling to the southern hemisphere. It seems even more important to provide Russian scientists with the opportunity to conduct research throughout the entire sky, as well as the ability to continuously receive scientific data from spacecrafts both current and future. To solve these problems, it seems appropriate to expand cooperation in the field of astronomy and space research with the South African Republic.

Keywords: ground-based telescopes, space observatories, extra-atmospheric astronomy, Spektr-RG observatory, optical spectroscopy, data reception from space observatories.