

УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
СПЕЦИАЛЬНАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ РАН

Рег. номер 01200962254

УДК 520; 523.3; 523.9; 524

УТВЕРЖДАЮ

Директор САО РАН

член-корр. РАН Балегу Ю.Ю.



21 сентября 2010 г.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

«Проведение поисковых научно-исследовательских работ в области модернизации крупнейших российских телескопов (БТА и РАТАН-600) в центре коллективного пользования научным оборудованием «Специальная астрофизическая обсерватория РАН»»

по государственному контракту от 02 октября 2009 г. № 02.552.11.7057

Шифр 2009-07-5.2-00-08-063

4-ый этап

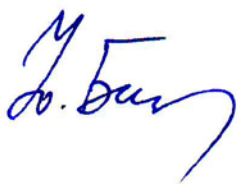
«Проведение дополнительных исследований, обобщение и оценка результатов выполненных исследований»

Нижний Архыз

2010

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы, директор, д-р
физ.-мат. наук, член-корр. РАН



Ю.Ю.Балега (введение,
заключение, раздел 1,3,4,5)

Исполнители темы:

Зам. директора, канд. физ.-мат. наук



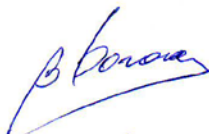
В.В.Власюк (введение,
заключение, раздел 1, 4-6)

Зам. директора, докт. физ.-мат. наук



М.Г.Мингалиев (раздел 2, 4,
5)

Руковод. СПб филиала,
д-р физ.-мат. наук




В.М. Богод (раздел 2-5)

Главный научный сотрудник, д-р
физ.-мат. наук



В.Л.Афанасьев (раздел 3-5)

Вед. науч. сотр., канд. физ.-мат. наук



В.Г.Хайкин (раздел 2, 4)

Ведущий научный сотрудник, докт.
физ.-мат. наук



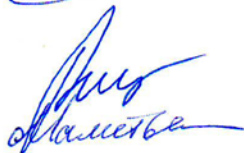
И.И.Романюк (раздел 4,5)

Ведущий научный сотрудник, канд.
физ.-мат. наук



А.В.Моисеев (раздел 1, 3-5)

Главный инженер



В.С.Рябуха (раздел 2, 4-5)

Начальник СЭК БТА



Ю.М.Маметьев (раздел 1, 4)

Начальник СЭК РАТАН-600



П.В. Призов (раздел 2, 4)

Зав. лаб.



Г.В.Жеканис (раздел 2,4)

Старший научный сотрудник, канд.
физ.-мат. наук



Е.К.Майорова (раздел 4,5)

Старший научный сотрудник, канд.
физ.-мат. наук



Н.В.Борисов (раздел 1,4)

Старший научный сотрудник, канд.
физ.-мат. наук



О.А.Галазутдинова (раздел
5)

Старший научный сотрудник, канд.
физ.-мат. наук



Е.В.Малоголовец (раздел 3-
4)

Научный сотрудник, канд. физ.-мат.
наук



А.А.Смирнова (раздел 3,5)

Научный сотрудник, канд. техн.
наук

Г.В.Якопов (раздел 1,5))

Младший н.с.

А.Ф.Валеев (раздел 3-4)

Младший н.с.

А.Марухно (раздел 5)

Ведущий инженер

С.В.Драбек (раздел 2, 4)

Ведущий инженер

А.А.Гречкин (раздел 2, 4)

Ведущий инженер

В.А.Капранов (раздел 2)

Зам.зав отделом информатики

Н.А.Калинина (раздел 4,5)

Ученый секретарь, канд. физ.-мат.
наук

И.П.Костюк (раздел 4,5)

Аспирант

В.В.Дьяченко (раздел 3,4,5)

Аспирант

А.С.Москвитин (раздел 3-5)

Экономист,
нормоконтролер

Т.Ф.Труфанова

РЕФЕРАТ

Отчет 78 стр., 42 рис., 4 таблицы, 4 приложения

Ключевые слова: астрономические оптические телескопы, методы астрономических наблюдений.

Объектом исследования являются космические объекты и методы их наблюдений.

Цель работы – проведение комплексных исследований астрофизических объектов методами радио и оптической астрономии, научно-методическое и приборное обеспечение наблюдений на телескопах САО РАН в режиме ЦКП в соответствии с утвержденным программным комитетом расписанием наблюдений, модернизация телескопов и методов наблюдений на них.

В процессе работы проводилось совершенствование и разработка методов модернизации телескопов, развитие материально-технической базы ЦКП, астрофизические наблюдения астрономических объектов на телескопах ЦКП в оптическом и радио диапазонах, обработка текущих и ранее полученных данных наблюдений и подготовка на их основе публикаций, привлечение аспирантов и студентов к научно-исследовательской работе, оказывались услуги сторонним организациям.

В результате выполнения работ по контракту:

Обеспечены наблюдения на телескопах ЦКП в соответствии с расписанием. На четвертом этапе 23 сторонних организации проводили наблюдения на телескопах ЦКП. Завершены работы по разработке методики реконструкции узлов вакуумной камеры для алюминирования рабочей поверхности 6-м зеркала телескопа БТА, системы контроля параметров атмосферы в месте установки телескопа БТА, системы мониторинга температур подкупольного пространства и зеркала телескопа БТА, методики контроля качества оптических поверхностей в процессе обработки заготовки 6-м зеркала телескопа БТА. На РАТАН-600 завершены работы по разработке методики повышения качества поверхности антенны радиотелескопа РАТАН-600. Приобретено оборудование на сумму 1550 тыс.руб. Обеспечен мониторинг солнечной активности. Проведены исследования Солнца, звезд, галактик. Опубликовано 23 научные статьи в ведущих мировых научных журналах. Подготовлены 9 дипломных работ и 3 диссертации с использованием результатов, полученных на телескопах ЦКП. Собраны заявки (и проведена их экспертиза) наблюдений на 1-ое полугодие 2011 года. Проведены осеннее заседание комитета по большим телескопам и распределение на конкурсной основе наблюдательного времени на первое полугодие 2011 года. Постоянно обновляется информация о работе телескопов ЦКП САО РАН на домашней странице. Поддерживалось издание журнала. Проведены международная и всероссийская астрономические

конференции.

Степень внедрения – опубликованы результаты исследований на основе оригинальных наблюдений на телескопах ЦКП; результаты мониторинга Солнца постоянно обновляются на сайте САО РАН (<http://www.sao.ru/hq/sun/>).

Модернизация телескопов позволит повысить эффективность наблюдений на телескопах ЦКП – крупнейших наземных телескопах России.

Полученные результаты можно применять для решения актуальных задач в области наблюдательной астрофизики. Проведенные исследование космических объектов и дальнейшая модернизация телескопов ЦКП, несомненно, внесет ощутимый вклад в эту область науки.

	ВВЕДЕНИЕ	7
1	МОДЕРНИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА БТА	9
1.1	Методика реконструкции узлов вакуумной камеры для алюминирования рабочей поверхности 6-м зеркала телескопа БТА	9
1.2	Система мониторинга температур подкупольного пространства и зеркала телескопа БТА.	14
1.3	Система контроля параметров атмосферы в месте установки телескопа БТА.	17
1.4	Методика контроля качества оптических поверхностей в процессе обработки заготовки 6-м зеркала телескопа БТА	19
2	МОДЕРНИЗАЦИЯ РАДИОТЕЛЕСКОПА РАТАН-600	28
3	ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕЛЕСКОПАХ ЦКП	43
3.1	Внегалактические исследования	43
3.2	Исследование звезд	50
3.3	Алертные наблюдения астрономических объектов	47
3.4	Исследование Солнца	52
3.5	Вовлечение в научно-исследовательский процесс студентов, подготовка кадров высшей квалификации	52
4	СФЕРА УСЛУГ ЦКП	56
5	ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦКП	58
6	МЕРОПРИЯТИЯ ПО ДООСНАЩЕНИЮ ЦКП СОВРЕМЕННЫМ НАУЧНЫМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ	60
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
	ПРИЛОЖЕНИЯ	63
А	Список молодых специалистов, принявших участие в работах по контракту в 2010 году	64
Б	Расписание наблюдений на телескопах ЦКП САО РАН	65
В	Перечень организаций-пользователей оборудованием ЦКП САО РАН	74
Г	Перечень методов наблюдений на телескопах ЦКП САО РАН	78

ВВЕДЕНИЕ

Специальная астрофизическая обсерватория РАН является крупнейшим центром наземной астрономии в России. В радио и оптическом диапазонах обсерватория оснащена телескопами мирового уровня - оптическим с диаметром главного зеркала 6 метров (БТА) и радиотелескопом с диаметром кольцевой антенны 600 метров (РАТАН-600). Она создавалась в 1966 году как центр коллективного пользования под строящиеся крупнейшие (того времени) в мире телескопы и остается таковым (с крупнейшими телескопами в России) и в настоящее время. Все телескопы работают в режиме коллективного пользования с 1976 года (безвозмездно) и оснащены современной навесной аппаратурой. Телескопы и методы наблюдений на них постоянно модернизируются.

Цель выполнения научно-исследовательской работы

- Модернизации крупнейших российских телескопов (БТА и РАТАН-600) в центре коллективного пользования научным оборудованием «Специальная астрофизическая обсерватория РАН». Должны быть разработаны: Метод повышения качества поверхности антенны радиотелескопа РАТАН-600. Методика реконструкции узлов вакуумной камеры для алюминирования рабочей поверхности 6-м зеркала телескопа БТА. Система мониторинга температур подкупольного пространства и зеркала телескопа БТА. Система контроля параметров атмосферы в месте установки телескопа БТА. Методика контроля качества оптических поверхностей в процессе обработки заготовки 6-м зеркала телескопа БТА.
- Проведение исследований астрофизических объектов методами радио и оптической астрономии на телескопах ЦКП.
- Обеспечение научно-исследовательских работ, проводимых сторонними пользователями на телескопах ЦКП.

Содержание работ по контракту на третьем этапе выполнения госконтракта:

Испытание методик модернизации телескопов РАТАН-600 и БТА. Привлечение аспирантов и студентов к НИР на оборудовании ЦКП. Оказание услуг на телескопах ЦКП. Подготовка расписания наблюдений на 2-ое полугодие 2010 года. Информационная поддержка интернет-сайта ЦКП. Приобретение недостающего спецоборудования.

Работы, проводимые за счет внебюджетных источников: Приобретение материалов. Привлечение аспирантов и студентов. Проведение исследований на телескопах ЦКП.

Актуальность работ, проводимых по контракту. В области фундаментальных исследований наблюдательная астрофизика обеспечивает получение новейших знаний о происхождении и эволюции объектов Вселенной. Этот вопрос является самым важным в

естествознании. Исследование макромира (Вселенной как целого) позволяют проводить тестирование физических моделей микромира (теория Великого Объединения и др.). Результаты астрофизических исследований, полученных сегодня, составят основу для развития физических наук человечества в XXI веке.

Новизна работы. Результаты научных исследований получены из оригинальных наблюдений на телескопах ЦКП. Создаваемые новые методы наблюдений на телескопах и приемно-измерительная аппаратура являются уникальными.

1 МОДЕРНИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА БТА

С целью проведения научных исследований на современном уровне в САО РАН постоянно ведется модернизация оптического телескопа БТА, который является крупнейшим астрономическим телескопом России. В рамках данного госконтракта разработаны:

Методика реконструкции узлов вакуумной камеры для алюминирования рабочей поверхности 6-м зеркала телескопа БТА.

Система мониторинга температур подкупольного пространства и зеркала телескопа БТА.

Система контроля параметров атмосферы в месте установки телескопа БТА.

Методика контроля качества оптических поверхностей в процессе обработки заготовки 6-м зеркала телескопа БТА.

Внедрение данных методик и систем позволяет сохранить высокий уровень исследований на телескопах ЦКП и оказывать услуги сторонним организациям. Ниже приводятся результаты работ по четвертому этапу госконтракта.

1.1. Методика реконструкции узлов вакуумной камеры для алюминирования рабочей поверхности 6-м зеркала телескопа БТА

На первом этапе выполнения работ по госконтракту был проведен анализ существующего состояния ВУАЗ (вакуумная установка для алюминирования зеркал), расположенной в подкупольном пространстве БТА и предназначенной для алюминирования больших оптических поверхностей, и обоснование необходимости разработки методики реконструкции узлов вакуумной камеры. Определены технические требования к работам по напылению отражающих и защитных покрытий и контролю зеркал.

На втором этапе выполнения работ по госконтракту были приобретены и подключены высокопроизводительные крионасосы СТ-20Н в комплекте.

На третьем этапе выполнения работ по госконтракту была определена концепция модернизации технологического процесса нанесения алюминиевого слоя на оптические поверхности.

На четвертом этапе выполнения работ по госконтракту была расконсервирована камера ВУАЗ на БТА. Проведены измерения предельно достижимого вакуума (было достигнуто давление в камере $1,7 \times 10^{-6}$ мм.рт.ст.). Завершена разработка методики реконструкции узлов вакуумной камеры для алюминирования рабочей поверхности 6-м зеркала телескопа БТА.

Согласно плана реконструкции камеры ВУАЗ-6 для определения предельного вакуума в камере и последующего достижения его 5×10^{-6} мм.рт.ст. (что соответствовало бы паспортным данным) в период 20.10.08 – 12.09.10г. были произведены следующие работы:

- расконсервация камеры, подключение насосов ВН-6Г (рис.1.) и ВА-8-4пр (рис.2.) к системе охлаждения водой,



Рис.1. Насос форвакуумный ВН-6Г
(20кВт, 360об/мин, 50мк.рт.ст, 155л/сек)



Рис.2. Насос диффузионный ВА-8-4-пр.
(5×10^{-7} мм.рт.ст., 2500л/сек)

- ревизия и тарировка вакуумных измерительных приборов переносных (рис.3.) и встроенных на пульте управления (рис.4.),



Рис.3. Вакуумметр переносной
двухдиапазонный



Рис.4. Пульт управления камерой ВУАЗ-6
со встроенными вакуумметрами.

- ремонт питательных азотных ловушек (рис.5.).
- напуск атмосферы в камеру, ремонт вакуумных затворов (рис.6.) насосов ВА-8-4пр №5,7,8,



Рис.5. Азотная ловушка



Рис.6. Затвор вакуумный.

- ремонт водяной рубашки насоса №1 ВА-8-4пр (пайка).

Методика определения предельно достижимого вакуума была построена следующим образом. Вначале определялся предельно достижимый вакуум индивидуально для каждого из 8-и высоковакуумных дифнасосов ВА-8-4пр в режиме работы «на себя» при охлаждении ловушек азотом. Получены следующие результаты:

Насос №	1	2	3	4	5	6	7	8
Вакуум (x10 ⁻⁵ мм.рт.ст.)	3,7	3,4	5	2,2	—*	3,6	3,5	4,6

* не работает лампа ПМИ.

Затем было произведено 3 откачки камеры ВУАЗ-6 до предельно достижимого вакуума в самой камере. Получен вакуум:

Откачка	1 (насосами №3,4,6,8)	2 (насосами №3,4,5,7)	3 (насосами №1-8, полная мощность)
Вакуум (x10 ⁻⁵ мм.рт.ст.)	2,2	2,6	1,7

Определение скорости натекания в камеру. Скорость натекания составила:

С 5×10^{-5} мм.рт.ст. до 9×10^{-5} мм.рт.ст. за 21 сек, что составляет 163,8 л·мкм/сек.

С 2×10^{-4} мм.рт.ст. до 7×10^{-4} мм.рт.ст. за 4 мин 30 сек, что составляет 159,2 л·мкм/сек.

(требуется по ТУ-15÷20 л·мкм/сек.). Таким образом, средняя скорость натекания

составила ≈ 2 мкм рт.ст./сек. Для сравнения: В 1979г. $V_{\text{натек.средн.}} \approx 0,2$ мкм рт.ст./сек. В

1985г. $V_{\text{натек.средн.}} \approx 1$ мкм рт.ст./сек. В 1990г. $V_{\text{натек.средн.}} \approx 1,2$ мкм рт.ст./сек. Скорость

натекания прогрессивно увеличивается со временем, главным образом, из-за старения

уплотняющей резины, механического износа насосов, переработанного ресурса масла.

Для получения в камере ВУАЗ-6 вакуума 10^{-6} мм.рт.ст, необходимого для выполнения работ по нанесению качественных отражающих покрытий, необходимо:

- произвести чистку камеры и заменить все уплотнители с целью снижения скорости натекания (очевидно, что за 30 лет резина устарела),
- заменить уплотнители и вакуумное масло в высоковакуумных диффузионных насосах ВА-8-4пр на современные синтетические масла для выведения насосов на расчетные (паспортные) параметры и получения предельного вакуума, создаваемого такими насосами не выше 10^{-6} мм.рт.ст.,
- по мере возможности производить полную замену дифнасосов на крионасосы.
- по-возможности оснастить камеру современными (безмасляными) средствами форвакуумной откачки,
- оснастить камеру современными средствами контроля вакуума, в т.ч. средствами определения остаточной атмосферы (масспектрометром, приобретен квадрупольный Pfifer QMS 200 F3 PT M03 311 211).

Проведенный комплекс работ позволяет вывести камеру на расчетные параметры 5×10^{-6} мм.рт.ст., а в случае успеха добиться вакуума 10^{-6} мм.рт.ст. (оценочно).

Для достижения указанной цели была произведена ревизия всех уплотнителей камеры, подготовлен заказ, получено коммерческое предложение от фирмы «Хилберг вакуумтехник», Германия.

Приобретен гелиевый течеискатель марки INFICON UL1000 для определения течей камеры.

Поскольку выполнять натурные испытания камеры ВУАЗ-6 очень ресурсоемко, было принято решение смоделировать все технические решения на специально изготовленном для этих целей стенде (рис.7.), состоящего из:

- Высоковакуумного затвора тарельчатого типа (рис.8.), соединенного с исследуемым объемом камеры (примерно 300м^3).
- Низковакуумной системы на базе гелиевого течеискателя ПТИ (рис.9.)
- Высоковакуумной системы с использованием крионасоса CRYO-TORR производительностью 10000л/сек по азоту (рис.10,11.).
- Средствами контроля вакуума различных типов (рис.12,13.)



Рис.7. Стенд. Общий вид.

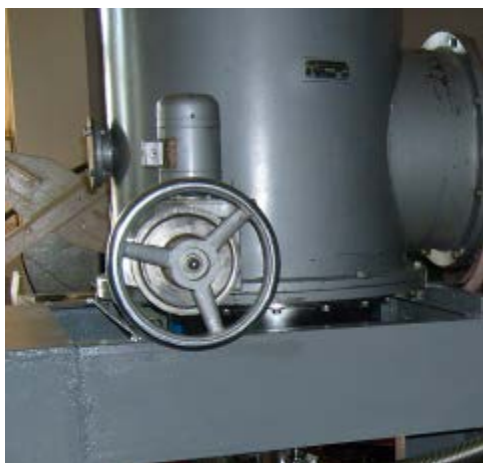


Рис.8. Привод тарельчатого клапана.



Рис.9. Низковакуумная система на базе ПТИ: форнасос с азотной ловушкой.



Рис.10. Крионасос CryoTorr ST-20HP STI



Рис.11. Компрессор крионасоса 9600с системой водяного охлаждения.

вода-31500л/с, азот-10000л/с, водород-15000л/с, аргон-8400л/с.



Рис.12. Г-образный затвор с манометром и лампами контроля вакуума (предварительного и высокого).



Рис.13. Широкодиапазонный вакуумметр Granville-Philips Micro-ION Plus с диапазоном измерений 5×10^{-9} торр – 1000торр.

Результаты эксперимента (12.08.10). Ориентировочный объем камеры над тарелкой затвора составлял ≈ 300 литров. Предварительный вакуум обеспечивался форнасосом на базе ПТИ с азотной ловушкой в пределах 10^{-2} мм.рт.ст. После выхода на рабочий режим крионасоса (порядка 4 часов) и достижения рабочего вакуума 10^{-6} мм.рт.ст. была открыта тарелка затвора, т.е. объем камеры соединялся с объемом крионасоса. Давление в камере понизилось с 10^{-2} мм.рт.ст. до $1,7 \times 10^{-6}$ мм.рт.ст. в течение 5-ти минут.

Результат эксперимента был признан удовлетворительным и принято решение переносить данную методику на камеру ВУАЗ-6 после приобретения всех необходимых резиновых уплотнителей.

1.2. Система мониторинга температур подкупольного пространства и зеркала телескопа БТА.

На первом этапе выполнения работ по госконтракту был проведен анализ существующего состояния по мониторингу температур подкупольного пространства и зеркала телескопа БТА. Мониторинг необходим для сведения к минимуму потерь наблюдательного времени из-за перепада температур между зеркалом и окружающим воздухом.

На втором этапе выполнения работ по госконтракту были установлены контактные датчики температуры на конструкциях телескопа БТА. Создана система сбора информации о температуре на конструкциях телескопа БТА.

На третьем этапе выполнения работ по госконтракту были установлены контактные датчики температуры на подвижной и неподвижной частях купола БТА. Создана система сбора информации о температуре подкупольного пространства.

На четвертом этапе выполнения работ по госконтракту была завершена разработка системы мониторинга температур подкупольного пространства и зеркала телескопа БТА. Данные представляются через Интернет на сайте САО РАН.

Как указывалось в отчетах о выполнении 1-3 этапов настоящей НИР, создание активной системы охлаждения подкупольного пространства позволяет своевременно упреждать скачки температуры наружного воздуха, подготавливая инерционное Главное зеркало телескопа к работе в условиях пониженной температуры. Полноценная работа системы активного охлаждения возможна только при создании системы мониторинга температур и включения этих данных в алгоритм управления.

Данная система предназначена для измерения температуры воздуха подкупольного пространства и температуры конструкций Большого телескопа азимутального (БТА). Контактные датчики температуры установлены и на поверхностях купола. Система установки температурных датчиков предусматривает измерение температуры воздуха в различных частях подкупольного пространства, на различных конструкциях БТА и поверхностях купола.

Информация с датчиков температуры поступает на восьмиканальные микропроцессорные измерители — регуляторы ТРМ 138Р, затем через конвертеры I-7520R приходит на различные РЕР контроллеры с общей CAN шиной.



Рис. 14. Вид контроллерных узлов, осуществляющих сбор температурных параметров в частях башни телескопа БТА – узел купола (слева), узел в кабине первичного фокуса (середина), узел релейно-коммутационного аппарата (справа).

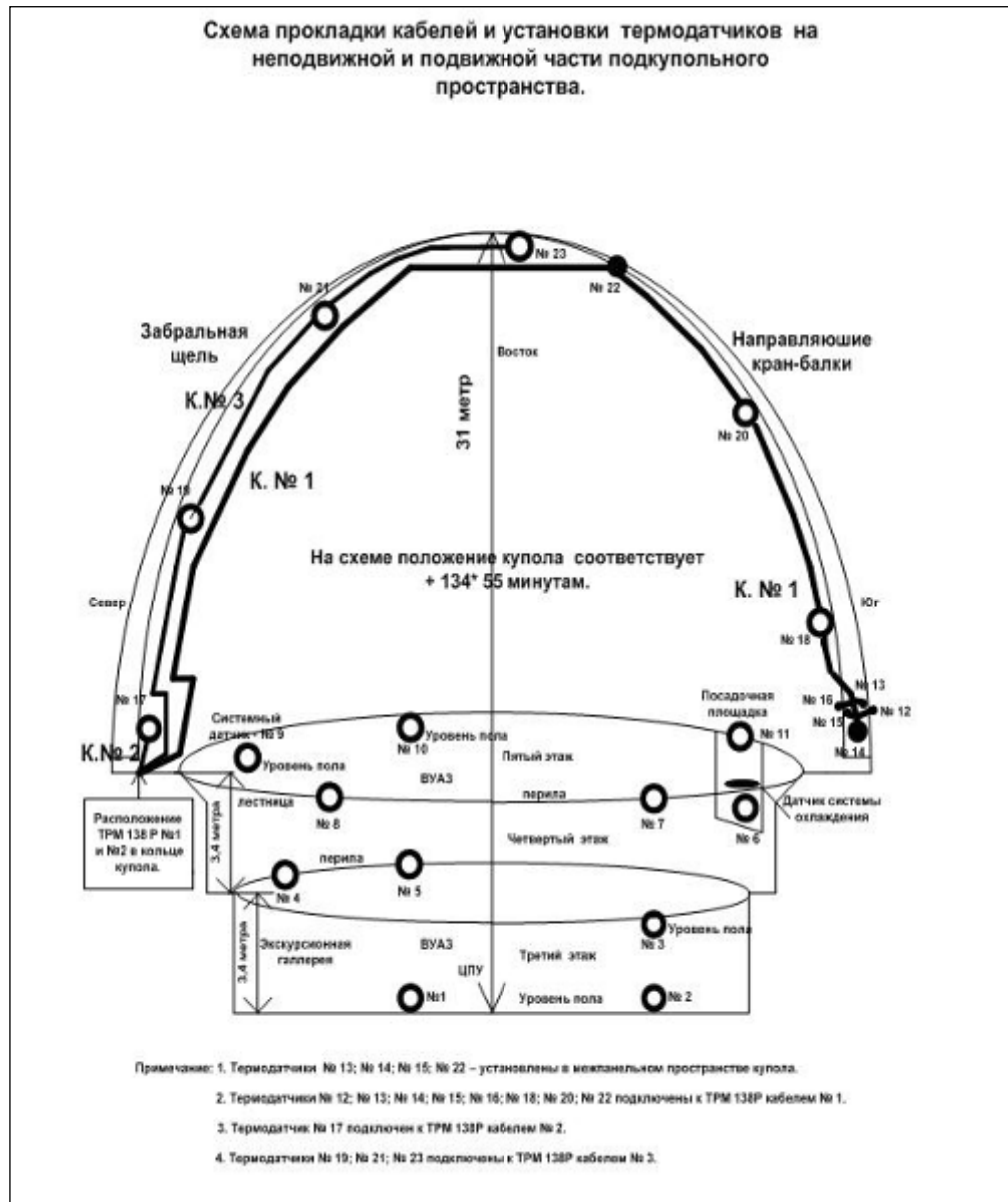


Рис.15. Схема прокладки кабелей и установки термодатчиков на подвижной и неподвижной частях купола телескопа БТА.

Подключение температурных датчиков к тому или иному РЕР контроллеру, должно производиться, исходя из ближайшего расположения мест установки датчиков и РЕР контроллера, входящего в состав распределенной системы управления телескопом. Примеры контроллеров даны на рис. 14.

Схема размещения датчиков температуры на конструкции башни телескопа приведена на рис.15. Температурные датчики, установленные на неподвижной части

подкупольного пространства подключены к РЕР контроллеру, контролирующему работу релейно-коммутационного хозяйства телескопа (рис.14, справа). Температурные датчики, установленные на подвижной части подкупольного пространства подключены к РЕР контроллеру, расположенному на куполе (рис.14, слева). На <http://acs.sao.ru/meteo/dome.php> в режиме on-line приводятся данные по датчикам.

1.3. Система контроля параметров атмосферы в месте установки телескопа БТА.

На первом этапе выполнения работ по госконтракту был проведен анализ существующего состояния по системе контроля параметров атмосферы в месте установки телескопа БТА. Система необходима для проведения удаленных наблюдений на БТА и оперативного изменения режимов наблюдений. Это контроль облачности и осадков, прозрачности атмосферы, качества астрономического изображения.

На втором этапе выполнения работ по госконтракту проведены тестовые испытания (точность измерения скорости ветра – 2 м/сек., точность измерения температуры – 0.5 С). Проведено сравнение новой и старой камер обзора неба. Показана возможность определения величины поглощения с точностью не хуже 15 % даже в условия наличия Луны в поле зрения камеры. Проведено сравнение измерений качества изображений с результатами на 1-м телескопе Цейсс-1000: точность измерений размеров изображений звезд составляет 0.2 угл.секунды.

На третьем этапе выполнения работ по госконтракту проводились работы по разработке интерфейса данных.

На четвертом этапе выполнения работ по госконтракту была завершена разработка системы контроля параметров атмосферы в месте установки телескопа БТА. Проведены технические работы по установке данного оборудования на крыше телескопа Цейс-1000. Интерфейс контроля условий наблюдений выводится на демонстрационную LCD – панель в комнате удаленных наблюдений в лабораторном корпусе.

Проведена модернизация системы контроля параметров атмосферы в месте установки телескопа БТА. Необходимость выполнения работ по созданию совершенной системы контроля параметров атмосферы на верхней научной площадке САО РАН обусловлена переходом наблюдений на БТА в режим удаленного доступа, которые, в свою очередь, должна оптимизировать стратегию использования телескопа. Для решения этой задачи было закуплено следующее специализированное оборудование:

Датчик облачности и осадков Boltwood Cloud II фирмы Diffraction Limited

Камера обзора неба Wide Angle All Sky Camera фирмы SBIG (Santa Barbara Instrument Group)

Камера контроля изображений Seeing Monitor фирмы SBIG (Santa Barbara Instrument Group)

После тестовых испытаний в лабораторных условиях, которые показали, что закупленное специализированное оборудование полностью удовлетворяет заявленным нами требованиям, были проведены технические работы по подготовке данного оборудования к работе в условиях открытой атмосферы. Приборы поместили в герметичные контейнеры и разработали систему защиты от гроз.



Рис. 16. Места установки оборудования контроля атмосферных условий вблизи крупнейшего российского телескопа БТА.



Рис. 17. Аппаратная комната телескопа Цейсс -1000.

Все оборудование размещено на крыше вестибюля павильона оптического метрового телескопа САО РАН Цейсс – 1000 (рис. 16), который расположен вблизи БТА. Контроль и управление комплексом специализированного оборудования осуществляется из аппаратной комнаты Цейсс – 1000 через специально подготовленный для этой цели сервер (рис. 17). Так же, на сервере предусмотрена архивизация всех получаемых параметров атмосферы для создания базы данных, которая в дальнейшем будет использована для анализа и прогнозирования климатических условий на верхней научной площадке САО РАН.

Основная цель выполняемых работ – создать систему контроля атмосферных условий вблизи крупнейшего российского телескопа БТА, которая позволит оптимизировать выполнение наблюдательных программ. Данные, получаемые с использование этой системы контроля должны быть общедоступными в удаленном режиме. В связи с этим требованием было подготовлено техническое задание по созданию интерфейса текущих погодных условий на телескопе БТА. В настоящее время это техническое задание находится на стадии реализации. В результате выполнения задания на сайт САО РАН будет выводиться в реальном времени график текущих условий наблюдений вблизи телескопа БТА (рис. 18).

Совершенная система контроля атмосферных условий необходима для развития методов наблюдений в режиме удаленного доступа. Совместно с другими преимуществами данного режима наблюдений, получаемая в реальном времени информация об условиях наблюдений вблизи телескопа БТА, появляется возможность оптимизировать стратегию использования наблюдательного времени. В настоящее время подготовлено техническое задание на создание интерфейса для вывода информации об условиях наблюдений на демонстрационную LCD – панель в комнате удаленных наблюдений. Контроль условий наблюдений, получаемый с информационной панели (рис. 19) в комнате удаленных наблюдений, позволит астроному – наблюдателю своевременно корректировать программу наблюдений, тем самым ее оптимизировать.

1.4. Методика контроля качества оптических поверхностей в процессе обработки заготовки 6-м зеркала телескопа БТА.

На первом этапе выполнения работ по госконтракту был проведен анализ состояния методик контроля качества оптических поверхностей в процессе обработки заготовки 6-м зеркала телескопа БТА.

На втором этапе выполнения работ по госконтракту показана необходимость в дополнение к предлагаемому ОАО «ЛЗОС» интерференционному методу контроля

поверхности из радиуса кривизны зеркала разработки гартмановского метода контроля, базирующегося на анализе изображений, регистрируемых с помощью регистратора Шек-Гартмана, находящегося в радиусе кривизны или фокусе зеркала.

На третьем этапе выполнения работ по госконтракту проводились сравнение этапов обработки данных при использовании различных схем контроля оптики методом Гартмана.

На четвертом этапе выполнения работ по госконтракту была завершена разработка методики контроля качества оптических поверхностей в процессе обработки заготовки 6-м зеркала телескопа БТА. Изучены условия деформации ГЗ БТА при различных разгрузках.

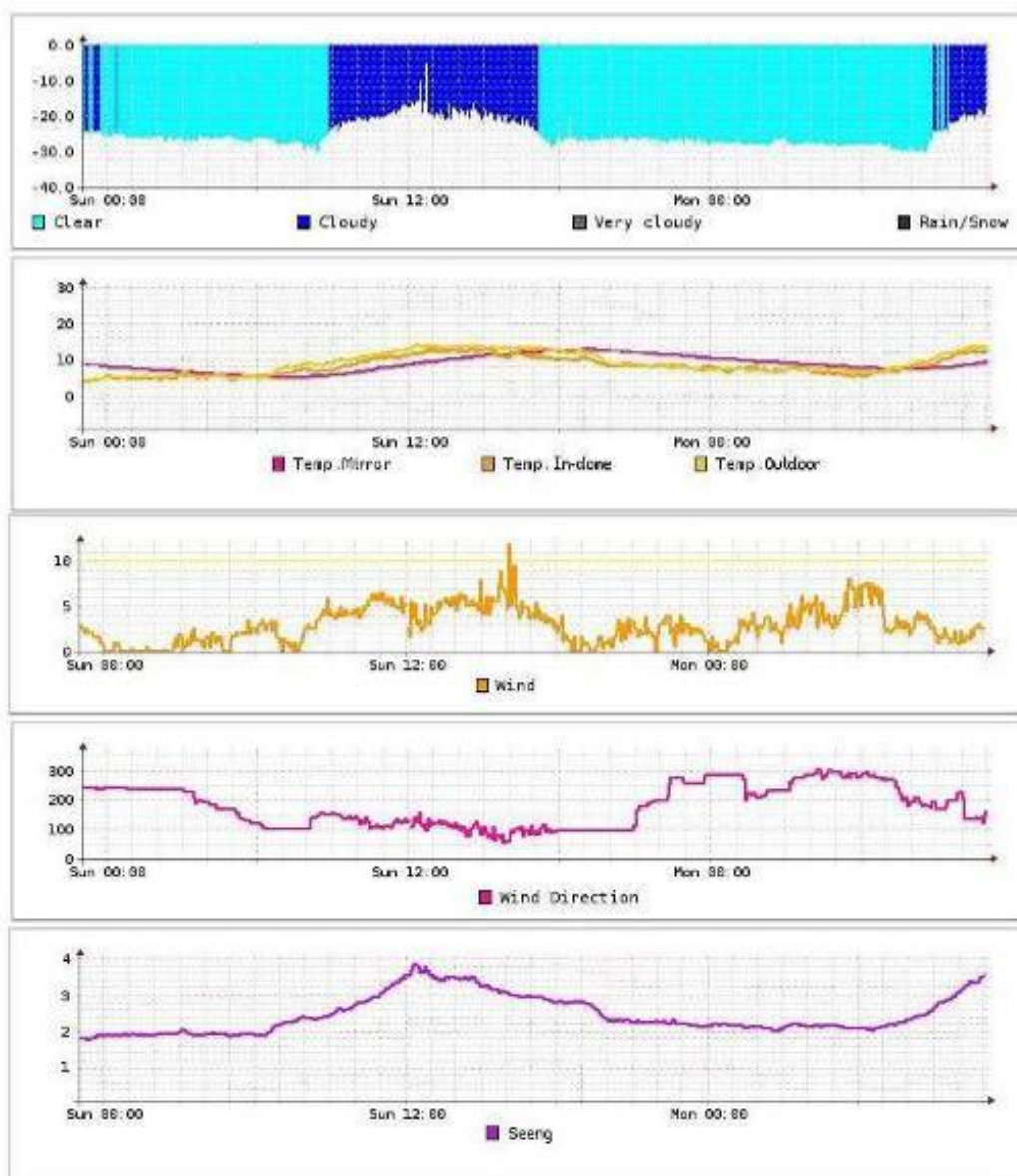


Рис. 18. График текущих условий наблюдений вблизи телескопа БТА.

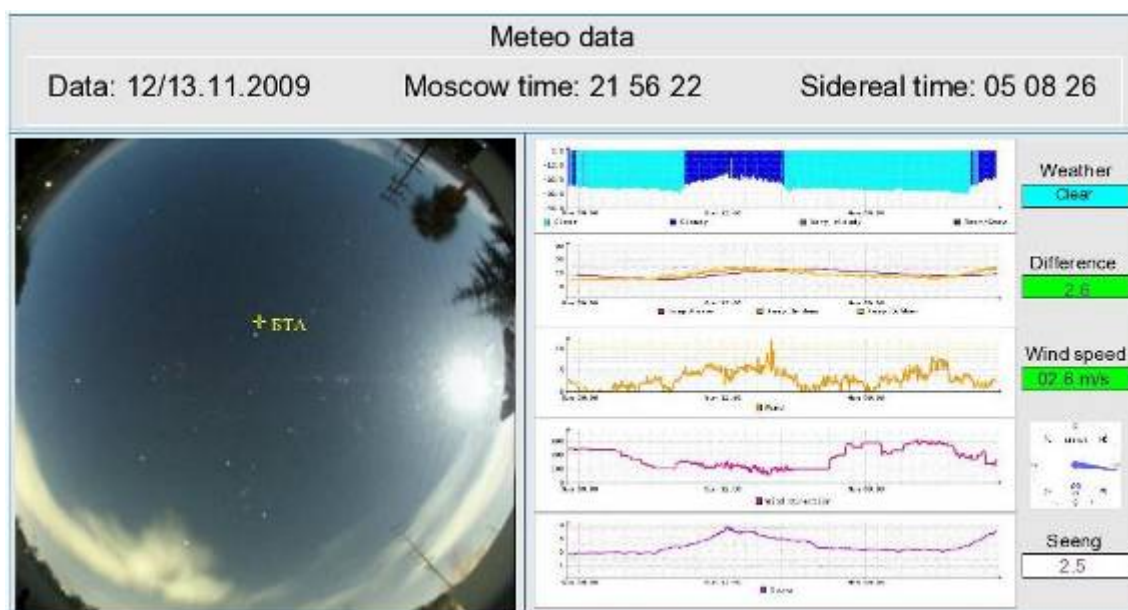


Рис. 19. Интерфейс контроля условий наблюдений на телескопе БТА выводимая на демонстрационную LCD – панель в комнате удаленных наблюдений.

В рамках действующего между CAO РАН и ОАО «Лыткаринский завод оптического стекла» государственного контракта сформулированы следующие требования к форме поверхности главного зеркала (ГЗ) телескопа и необходимым средствам контроля:

1. Отклонения формы отраженного волнового фронта от поверхности ГЗ должны быть не хуже $RMS \approx 0.1-0.2 \lambda$ ($\lambda = 632.8 \text{ нм}$), что обеспечит получение концентрации энергии около 0.1 угловых секунд на оси зеркала в цеховых условиях, при условии обеспечения данных отклонений формы поверхности зеркала системой разгрузки ГЗ. Фокусное расстояние должно соответствовать фокусному расстоянию рабочего зеркала БТА.
2. Имеющиеся вставки (вклейки) на поверхности зеркала должны быть полированными и составлять единое целое с поверхностью зеркала, при условии, что они не имеют деформаций во времени и отдельных, независимых деформаций относительно главной поверхности зеркала.
3. Имеющиеся на поверхности зеркала пропилы должны быть устранены на стадии шлифования рабочей поверхности зеркала.
4. Вскрытые пузыри должны быть заматированы, располировки на поверхности детали должны быть устранены методами автоматизированной технологии ОАО «ЛЗОС», чтобы обеспечить требования по п. 1.

5. Для контроля формы поверхности ГЗ должны быть спроектированы и изготовлены два корректора волнового фронта:

- корректор волнового фронта, работающий в ИК диапазоне ($\lambda=11.6$ мкм), который должен обеспечить контроль формы поверхности на стадии окончательного шлифования и асферизации поверхности детали;
- корректор волнового фронта, который должен обеспечить контроль формы ГЗ и иметь собственные остаточные aberrации волнового фронта не более $\lambda/100$ ($\lambda = 632.8$ нм), который должен обеспечить контроль формы поверхности на стадии окончательной доводки поверхности детали.

Корректоры волнового фронта должны работать в горизонтальной схеме, в цеховых условиях, когда зеркало ориентировано оптической осью в горизонтальном направлении.

Необходимая комплектация измерительного комплекса для контроля рабочей поверхности Главного зеркала и удовлетворения этих технических требований приведена ниже:

1. GPI-хр фазовый интерферометр Физо (ZYGO, Германия)
2. 6-дюймовая вертикальная рабочая стойка
3. Объектив 6 дюймов, f/1,1
4. Объектив 6 дюймов, f/2,2
5. Объектив 6 дюймов, f/3,2
6. Объектив 6 дюймов, f/5,3
7. Объектив 6 дюймов, f/7,2
8. Объектив 6 дюймов, f/0,77

Основная функция комплекса - проведение измерений на этапах изготовления и аттестации оптических элементов компенсатора волнового фронта, используемого для контроля отклонений формы рабочей поверхности главного зеркала БТА.

На рис.20 приведен вид ГЗ БТА в ходе обработки его рабочей поверхности. На рис.21 показан общий вид цеха, в котором проводится обработка рабочей поверхности и контроль качества рабочей поверхности. На рис.22 показан оптический узел, который будет использоваться при контроле рабочей поверхности главного зеркала.

В процессе подготовки к обработке поверхности главного зеркала и разработки методики контроля его рабочей поверхности было принято решение об его обработке без использования штатной оправы методом крепления на радиальной ленте.



Рис.20. Общий вид заготовки ГЗ БТА на станке во время обработки.



Рис.21. Общий вид цеха, в котором проводится обработка рабочей поверхности главного зеркала. Вдали – сам станок для точной обработки, измерения будут проводиться по наклонной траектории вдоль всей длины цеха.



Рис.22. Вид оптической детали для проведения контроля рабочей поверхности главного зеркала БТА.

Следует принять к исполнению способ торцевой разгрузки ГЗ БТА №1 на жесткой сферической вогнутой подложке снабженной упругими прокладками (такая торцевая разгрузка будет реализована на этапах: предварительного алмазного точения рабочей поверхности зеркала; шлифования и асферизации поверхности; окончательной доводки малым инструментом) и способ радиальной разгрузки ГЗ БТА №1 в ленте подвеса (98% массы) и торцевой опоре на подложку (2% массы) на этапах оптического контроля.

Современные численные методы (метод конечных элементов, м.к.э.) дают возможность проанализировать возникающие деформации рабочей поверхности ГЗ БТА при оптическом контроле зеркала в ленте подвеса в виде топографических карт, которые раскрывают характер, величину и расположение деформированных зон на поверхности зеркала. Это обстоятельство предполагает возможность учесть эти деформации при принятии технологических решений для назначения сеансов доводки рабочей поверхности зеркала. Это, в конечном счете, позволит значительно улучшить качество формы рабочей поверхности ГЗ БТА №1.

Ниже приводятся результаты численных оценок оптических характеристик поверхности ГЗ БТА при использовании различных схем его радиальной и торцевой разгрузки.

Проведенное двумя независимыми экспертами численное исследование м.к.э. влияния различных схем базирования и способов разгрузки ГЗ БТА №1 на величину и характер деформации его оптической поверхности дало следующие результаты:

Таблица 1. Уровень деформации оптической поверхности (ОП) ГЗ БТА №1.

№	Способ разгрузки	Эксперт1	Эксперт2
1	Торцевая штатная. Оптическая ось зеркала вертикальна	0,04λ	0,036λ
2	Торцевая технологическая на подложке с упругими резинофторопластовыми опорами. Оптическая ось зеркала вертикальна	-	0,19λ
3	Радиальная штатная Оптическая ось зеркала горизонтальна	0,1λ	0,28λ
4	Радиальная технологическая в «ленте» Оптическая ось зеркала горизонтальна	-	0,283λ
5	Технологическая в «ленте» Оптическая ось зеркала по углом 12 ⁰ к горизонту - теоретический случай без учета деформации подложки - - с учетом деформации подложки на станке КУ- 168 I угол обхвата «ленты» 90 ⁰ II угол обхвата «ленты» 84 ⁰	0,105λ - -	0,285λ 0,63λ 0,7λ
6	Штатные торцевая и радиальная. Оптическая ось зеркала под углом 12 ⁰ к горизонту.	-	0,28λ
7	Штатная радиальная с опиранием на 6 торцевых домкратов. Оптическая ось зеркала под углом 12 ⁰ к горизонту.	-	0,46λ

Таблица 2. Уровень деформации ОП ГЗ БТА (облегчение за счет уменьшения толщины рабочей поверхности)

№	H=542мм, масса 33583,9кг		
1	Штатная торцевая Оптическая ось зеркала вертикальная	-	0,05λ

2	Штатная радиальная Оптическая ось зеркала горизонтальная	-	0,3λ
3	Технологическая в «ленте» Оптическая ось зеркала горизонтальная	-	0,4λ

Анализ величины деформации ОП ГЗ БТА (таблицы 1 и 2) показывает некоторое снижение жесткостных характеристик облегченного ГЗ (после уменьшения толщины рабочей поверхности), что предполагает проведение оптимизации положения точек радиальной штатной разгрузки телескопа.

Наилучшие условия деформации ГЗ БТА получены для случаев:

- разгрузки зеркала в радиальной штатной (технологической) разгрузке (оптическая ось зеркала горизонтальная, п.3 табл. 1)
- разгрузки зеркала в «ленте» (оптическая ось зеркала горизонтальная, п.4 табл. 1).

После ремонта рабочей поверхности зеркала реально достижимо СКО поверхности $0,283\lambda$ (п.4 табл. 1).

В результате форма поверхности зеркала, полученная при технологической разгрузке в «ленте» для случая горизонтального расположения оптической оси будет близка к расчетному значению при установке зеркала в штатную оправу для случая вертикального расположения оптической оси зеркала.

На рис.23 и 24 приведен расчет ожидаемых деформаций при предлагаемом способе крепления ГЗ во время обработки и контроля поверхности.

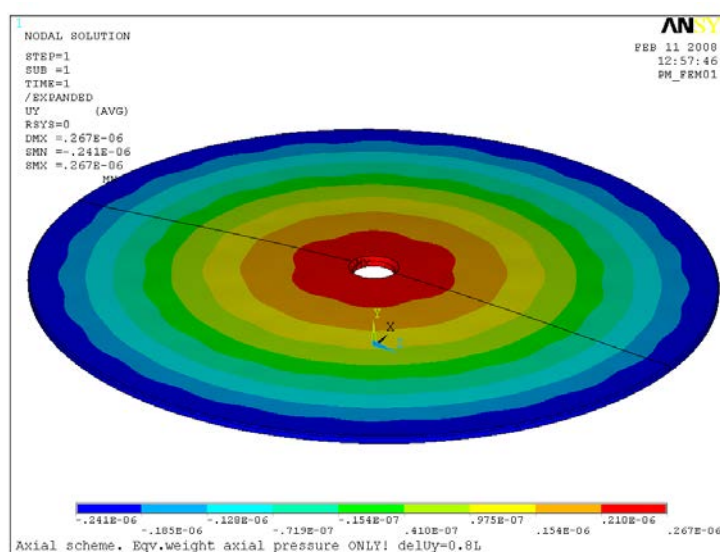


Рис. 23. Деформации ОП при торцевой разгрузке равномерным давлением ($A_y=+9,81$ м/с²).

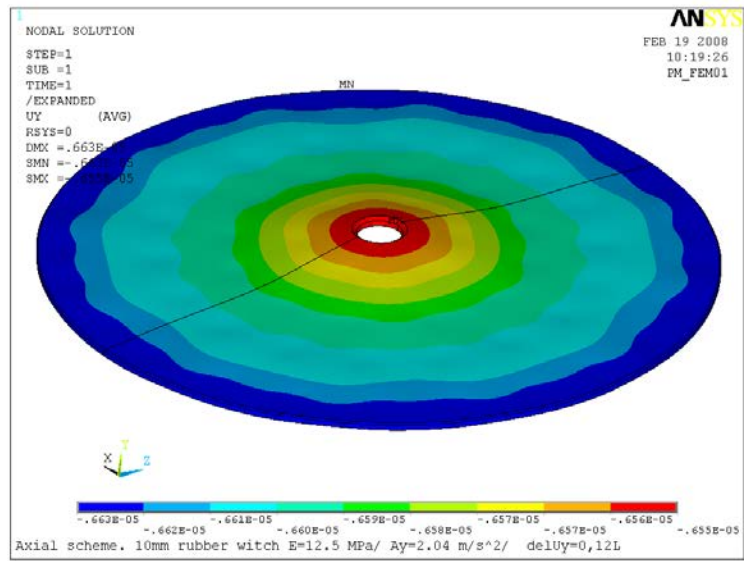


Рис. 24. Деформации ОП при торцевой разгрузке "на резине" ($A_y = +9,81 \times \sin(12^\circ) \text{ м/с}^2$).

2 МОДЕРНИЗАЦИЯ РАДИОТЕЛЕСКОПА РАТАН-600

На первом этапе выполнения работ по госконтракту был проведен анализ существующего состояния антенны радиотелескопа РАТАН-600, обоснование необходимости разработки метода повышения качества поверхности антенны радиотелескопа РАТАН-600 и прогноз его использования. Метод предполагает замену обычной передачи винт-гайка на шарико-винтовую передачу ШВП, в которой используется принцип трения качения, а не трения скольжения. Выполнены работы по конструктивной проработке замены существующего резьбового соединения винт-гайка на соединения на ШВП.

На втором этапе выполнения работ по госконтракту были рассмотрены технические варианты по совершенствованию управления отражательным элементом (ОЭ) РАТАН-600 и проработаны оптимальные варианты замены пар винт-гайка по угломестной оси (4 варианта), по азимутальной оси (3 варианта, т.т. технические требования более мягкие), по радиальной оси (2 варианта, радиальные перемещения кардинально отличаются от других угловых перемещений).

На третьем этапе выполнения работ по госконтракту были выбраны три варианта для монтажа и испытаний. Вариант (1): замена трапецеидального винта на ШВП и отработавшего двигателя на современный мотор-редуктор управляемый цифровыми кодами. Вариант (2): замена на ШВП и новый двигатель, представляющий собой экономичный шаговый сервопривод СПШ 20-34. Вариант (3): замена старого силового трапецеидального винта на новый, выполненный по современной технологии и с большей точностью, и замена бронзовой силовой гайки на пластмассовую из материала ZEDEX, которая многократно прочнее бронзовой и практически не нуждается в обслуживании. Во всех вариантах, будет заменен карданный механизм на ШРУС в виде пластико-графитового кардана. Проведены измерения точности движения ОЭ.

На четвертом этапе выполнения работ по госконтракту рассмотрены вопросы повышения антенной эффективности в коротковолновом диапазоне волн и повышения гибкости инструмента для освоения новых режимов наблюдений. Завершена разработка методики модернизации приводов отражательных элементов РАТАН-600 и проведены их испытания.

Актуальность поисковых работ по модернизации кинематики антенны РАТАН-600. Одним из достоинств радиотелескопа РАТАН-600 является многооктавный частотный диапазон принимаемого излучения от 1 см до 50 см и высокое пространственное разрешение, что наряду с высокой чувствительностью по яркостной

температуре делает его привлекательным для ряда важных астрофизических задач. Недостатки присущие пассажным инструментам в значительной степени могут быть преодолены с помощью гибкости поверхности АПП и достаточным быстродействием АСУ.

Одной из актуальных инструментальных задач радиотелескопа РАТАН-600 является расширение его поля зрения, что требует совершенствования фокусирующей оптики инструмента, применения матричных приемников нового поколения, освоения новых перспективных режимов работы. Все это невозможно без повышения гибкости антенны радиотелескопа и совершенствования ее кинематических элементов.

Другая важнейшая задача – повышение эффективности инструмента в коротком СМ диапазоне и освоение ММ диапазона что может существенно повысить наблюдательные возможности радиотелескопа в таких задачах как СМВР, исследование быстропеременных и пекулярных источников (Солнце и др) и спектральных линий галактических и внегалактических объектов.

Особенности конструкции РАТАН-600 как АПП принципиально позволяют работать в миллиметровом диапазоне до 3 мм с горизонтальным размером апертуры более 200 м и полем зрения до 1 градуса по вертикали, что существенно повышает эффективность и привлекательность радиотелескопа по ряду важнейших астрофизических задач. Однако состояние антенны радиотелескопа и, главным образом, ее кинематики таково, что даже в рабочем диапазоне на волнах 2 см и короче наблюдается быстрое падение эффективных площадей и эффективности инструмента. В таблице 3 и на рис. 25 приведены теоретические и экспериментальные эффективные площади Северного сектора РАТАН-600.

Таблица 3. Теоретические и экспериментальные эффективные площади Северного сектора РАТАН-600.

λ , см	$S_{эфф}^* \theta_0=0^\circ$ м ²	$S_{эфф} \theta_0=60^\circ$ м ²	$S_{эфф} \theta_0=90^\circ$ м ²	Эффектив ность на угле $\theta_0=90^\circ$, %	Примечание
0.8	940	1000	940	31	Расчет реал
	1140	1360	1360	45	Расчет идеал
			280	9	Эксперимент
1.0	1000	1070	1000	33	Расчет реал
			1360	45	Расчет идеал
			360	12	Эксперимент
2.7	1300	1400	1350	45	Расчет реал
			1550	51	Расчет идеал
			900	30	Эксперимент

3.9	1400	1500	1450	48	Расчет реал Расчет идеал Эксперимент
			1650	55	
			1050	35	
8	1550	1650	1750	53	Расчет реал Расчет идеал Эксперимент
			1120	58	
				37	

При $S_{\text{геом}} = 3019$ м

*Расчетная эффективная площадь Северного сектора РАТАН-600 (9 групп), при достижимых СКО поверхности щита 0.2 мм и вторичного зеркала 0.2 мм, с учетом остаточных кинематических ошибок щитов и достижимой точности установки вторичного облучателя в продольный фокус ± 2 мм и ошибки горизонтирования не более $\pm 30''$.

Из рис.25. видно, что ожидаемое увеличение эффективной площади в результате планируемых работ составит на $\lambda=1$ см - 2.5 раза и значительно улучшится в более коротковолновом диапазоне вплоть до 100 ГГц.

Как видно из таблицы и рисунка антенная эффективность на рабочей волне 1 см не превышает в настоящее время 9%, что примерно в 3 раза меньше, чем достижимо на РАТАН-600. Отличие от достижимой эффективности имеет место и на средних волнах, но там оно составляет не более 30%, связано, в основном, с эффективностью облучения и требует других мер, таких как совершенствование оптической схемы и первичных облучателей. Так на длинных волнах за счет установки закрылков удалось добиться хорошего соответствия по расчетной и экспериментальной эффективным площадям и достичь антенной эффективности не менее 50%. Падение эффективных площадей и эффективности неизбежно происходит на коротких волнах на любом радиотелескопе. Однако обычно, эффективность удается поддерживать не ниже 20 % в коротком диапазоне волн. Опыт освоения мм диапазона до волн 3-4 мм на крупных универсальных инструментах, таких как 100 м радиотелескоп в Бонне, которые изначально строились как радиотелескопы см диапазона, показывает, при модернизации удается достичь антенной эффективности на уровне 20%, и основные проблемы возникают с учетом атмосферного поглощения при равнинном расположении инструментов.

Основными направлениями приложения сил на РАТАН-600 в плане модернизации антенны является, таким образом, повышение антенной эффективности в коротковолновом диапазоне волн и повышения гибкости инструмента для освоения новых режимов наблюдений, таких как сопровождение или квази-сопровождение объекта с широким полем зрения и существенное сокращение времени установки антенны в обычных режимах наблюдений. Следует отметить, что требуемое время установки

антенны в динамических режимах определяется скоростью вращения неба и сверху ограничивается достижимой скоростью перемещения облучателя. В этом плане, запас по скорости установки антенны на РАТАН-600 в 3-5 раз вполне достаточен, и дальнейшее увеличение скорости не вполне оправдано, поскольку будет приводить к излишнему износу кинематических механизмов и излишним динамическим перегрузкам высокоинертных элементов антенны, таких как подвижные радиальные каретки, а также кинематические узлы облучателей с установленной на них приемной аппаратурой.

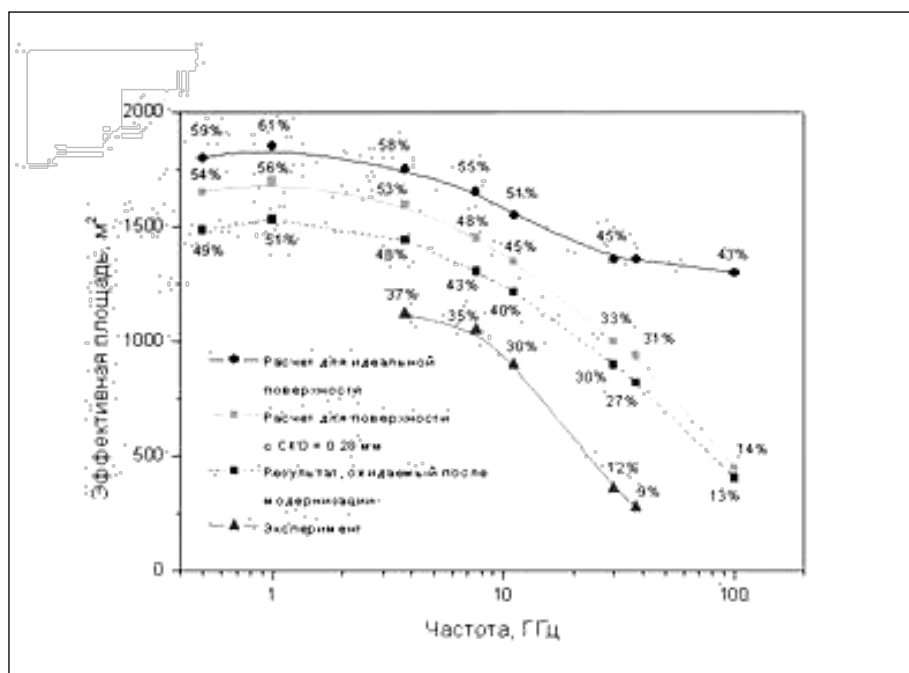


Рис.25. Эффективная площадь Северного сектора РАТАН-600, сверху – теоретическая идеализированная (без учета ошибок), ниже – расчетная с учетом достижимых ошибок, треугольники – экспериментальная, пунктир – планируется достичь в эксперименте после модернизации приводов, других работ по улучшению отражающей поверхности главного и вторичного зеркал и точности установки облучателя.

Реализация методик модернизации телескопов РАТАН-600. Основной задачей этапа 4 было внедрение методик модернизации приводов отражательных элементов РАТАН-600 и проведение натурных испытаний. На этапах 2 и 3 были предложены и рассмотрены несколько технических версий по совершенствованию управления отражательным элементом (ОЭ) РАТАН-600. В ходе работ выяснилось, что люфты кардана соединяющего силовой винт с редукторами двигателя довольно значительны, в связи с этим, было решено применить современный шарнир равных угловых скоростей, подобно ШРУСам, применяемых в современных грузовых автомобилях и обладающих высокой надежностью и долговечностью, особенно в условиях эксплуатации на радиотелескопе. К

тому же этот узел не требует обслуживания и смазки что весьма важно для такой многоэлементной системы как РАТАН-600.

В результате проработки версий были получены три варианта приводов управления отражательными элементами радиотелескопа РАТАН-600, которые конкурируют между собой по точности, надежности и стоимости реализации.

1) Реализация шарвинтовой пары ШВП по всем трем осям (радиальной, углу места и азимуту) в сочетании с новым узлом ШРУС и мотор-редуктором фирмы Севедррайв. Были проведены соответствующие закупки, проведены работы по согласованию конструкций, освоено соответствующее математическое обеспечение управления двигателями. Были проведены установочные работы на радиотелескопе и проведены точные измерения ходовых испытаний по всем трем осям с помощью высокоточного лазерного трекера типа API. Этот прибор позволяет реализовать точность измерений, на порядок превышающую требуемую для решения задачи модернизации. Результаты испытаний приведены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты измерений отражательного элемента № 721.

Результаты измерений отражательного элемента № 721		
Параметр	До модернизации	В результате
Максимальная кинематическая ошибка по радиусу во всем диапазоне перемещения 1 м	± 1.4 мм	± 0.15 мм
Гистерезис	0.8 мм	0.1 мм
Точность установки в заданное положение во всем диапазоне перемещений	0.15 мм С учетом люфтов и корректных кинематических поправок	0.07 Прямые измерения
Быстродействие установки отражательного элемента с плавной разгонной характеристикой	С мотор-редуктором Севедррайф В 8-10 раз быстрее	С шаговым двигателем В 6-8 раз быстрее(при редукторе с числом 10)

2) Вторая версия включала развитие первой версии за счет применения высокоточного шагового двигателя с цифровым управлением. Этот двигатель отличается от предыдущего меньшей стоимостью, малыми габаритами, весом и экономичностью. Однако, этот двигатель менее скоростной по сравнению с мотор-редуктором фирмы Севедррайв. В натурных испытаниях испытывались не только точность установки, легкость управления, но и реализация скоростных характеристик в широком диапазоне углов отражательного элемента..

3) Оригинальность третьей версии заключалась в применение трапецеидального винта, выполненного по современной технологии с гайкой, изготовленной на современном материале ZEDEX. В качестве двигателя здесь может быть применены оба типа двигателя, освоенных в первых двух версиях (мотор-редукторы или шаговые серводвигатели).

Достигнуто уменьшение энергозатрат при работе антенны с новым приводом более чем в 10 раз.

Решение проблемы винт-гайка на РАТАН-600. Одной из проблем эксплуатации подвижных узлов щитов РАТАН-600 является соединение винт-гайка (СВГ). Бронзовая гайка достаточно быстро изнашивается в соприкосновении со стальным винтом и периодически выходит из строя. Обычный срок эксплуатации гайки не превышает 10 лет. Кроме систематического выхода из строя отдельных щитов и постоянных затрат на



Рис 26. Изношенная (сломанная) и новая гайки СВГ.

изготовление и замену гаек проблема имеет другую сторону, а именно, по мере износа гаек люфты увеличиваются и приводят к уменьшению точности установки панелей, если механизм выборки люфта несовершенен. Одной из причин невысокой эффективности работы механизма выборки люфта может быть попадание на резьбы СВГ бронзовой стружки в процессе износа и выработки гаек. Замечено, что выходящая из строя гайка начинает заметно “золотить” винт за три месяца до окончательного выхода из строя, но и до этой стадии люфт может возрасти по мере износа гайки. Сломанная и новая гайки представлены на рис. 26, а вид винтовой пары в сборе на щитах плоского и кругового отражателя представлен на рис. 27.



Рис 27. Вид винтовой пары в сборе на щитах плоского (слева) и кругового (справа) отражателя.



Рис.28. Процесс разборки винтов для выполнения регламентных работ



Рис 29. Вид ШВП и наполненная шариками структура гайки.

Проблема соединения винт-гайка также состоит в высокой трудозатратности обслуживания и необходимости проводить регулярные регламентные работы по очистке винтов от абразивной пыли, возникающей в процессе эксплуатации винта. Это включает разборку кинематического соединения, съем винта и его дальнейшую очистку под стапелем. Практически, на место снятого устанавливался другой винт, что приводило к изменению кинематических поправок и ухудшению антенны до момента их коррекции. Процесс разборки винтов требует крановых и такелажных работ (рис.28).

По чертежам существующих винтовых пар щита РАТАН-600 в ЗАО «Технический центр-Н» (г. Ярославль) были спроектированы соответствующие ШВП. В каждой из передач будет задействовано до 200 шариков, что позволит обеспечить статическую грузоподъемность до 200 кН (рис. 29). Подготовлены сборочные чертежи разработанных ШВП для 3-х координат с присоединительными размерами.

Параметры разработанных ШВП. Статическая/динамическая нагрузочная способность разработанной угломестной ШВП (диаметр 63, шаг 10) $>24.000 \text{ кгс}\cdot\text{м} / 10.000\text{кгс}\cdot\text{м}$, что многократно выше возможных ветровых нагрузок, КПД $> 90\%$. Ширина полосы колебаний отклонений действительного перемещения от номинального в любых пределах 300 мм измеренной длины резьбы не более 23 микрон. Колебания момента холостого хода не более 0.85-0.95 Н м. Точность позиционирования (максимальное отклонение) ШВП во всем диапазоне перемещения составит:

- 0.07 мм для угломестного винта
- 0.06 мм для радиального винта
- 0.025 мм для азимутального винта

Проблема является весьма актуальной для текущей эксплуатации радиотелескопа, но еще более серьезной в связи с планами повышения гибкости АСУ и освоения мм диапазона. В качестве пути решения проблемы предлагается на щитах кругового и плоского отражателей южного сектора, а в дальнейшем и других секторов, перейти с СВГ на прецизионное соединение типа шаро-винтовая передача (ШВП), которое в высокоточных системах позиционирования в последнее десятилетие стремительно вытесняет СВГ за счет использования принципа качения вместо скольжения.

Решение проблемы износа и повышения точности карданных шарниров. Важным звеном в работе кинематических элементов АПП является карданный шарнир, который необходим при наличии кинематических треугольников, возникающих из-за разноса



Рис 30. Вид карданного шарнира в сборе.



Рис.31. Вид разработанного шарнира равноугловых скоростей осей.

Главным недостатком существующего карданного шарнира (рис.30) были высокая изнашиваемость его шарнирных соединений (ШС), заметный угловой и осевой люфт. Неравенство входной и выходной угловой скорости и, следовательно, углов поворота является дополнительным источником мелкомасштабных ошибок.

Вид разработанного шарнира равноугловых скоростей (ШРУСа) вместо карданного шарнира приведен на рис.31. Главным его достоинством является долговечность и необслуживаемость. Недостатком, как показали измерения, явился осевой люфт, который удалось преодолеть путем установки дополнительных элементов, фиксирующих осевое смещение. После доработки было изготовлено 3 экспериментальных образца ШРУСа, которые продемонстрировали устойчивость ШРУСа к осевым растяжениям и сжатиям.

Вес карданного шарнира и ШРУСа составляет 16 кг и 6 кг соответственно.

Результаты геодезических измерений точности позиционирования щита лазерным трекером по щиту 721, где проводилась установка ШВП по 3-м координатам и угломестного ШРУСа. Оценка фактической точности измерений лазерным трекером проводилась методом последовательного автоматического наведения на 4 реперные точки, расположенные на краях щита, и вычисления СКО по 10-ти замерам (рис. 32, 33). Ниже приведены результаты измерений фактической точности метода в реальных условиях.



Рис 32. Проведение измерений на объекте.

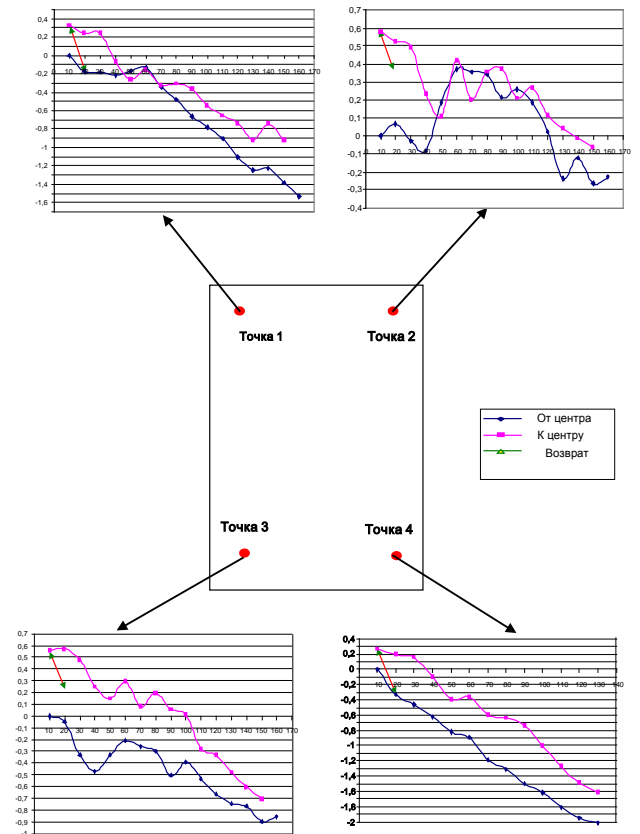


Рис.33. Проведение измерений при перемещении щита по радиусу. Графики показывают колебания щита при прямом и обратном ходе щита через 10 мм.

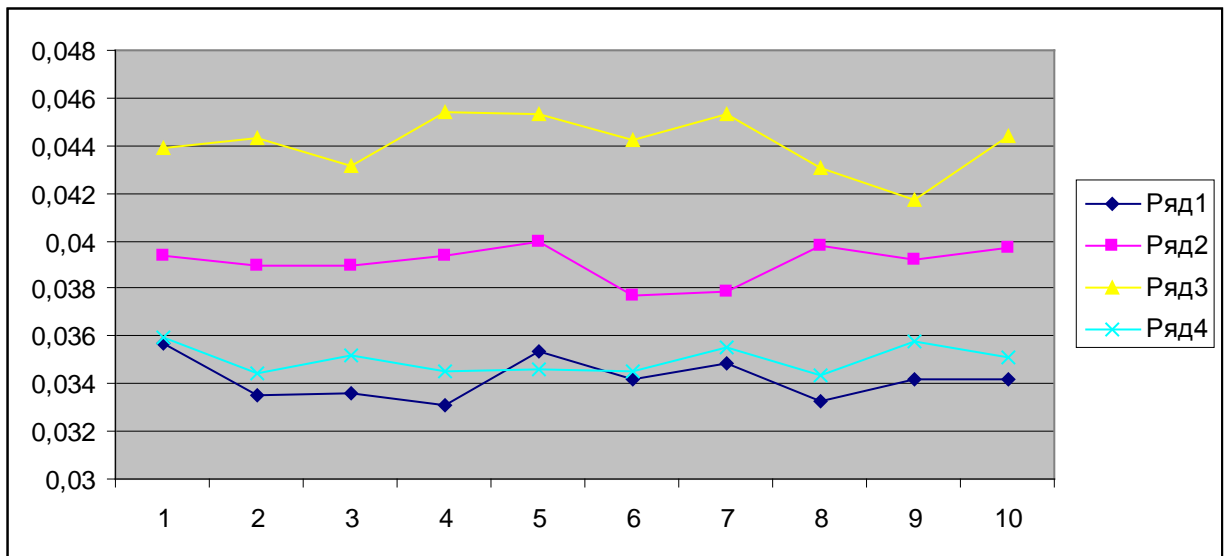
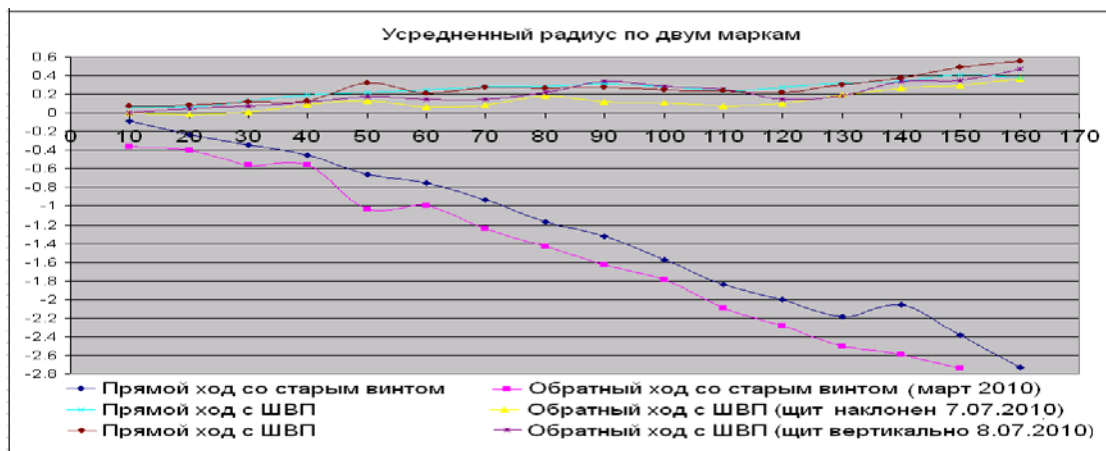


Рис. 34. График значений с.к.о. по оси X (совпадает с направлением радиуса телескопа).

Ряд 1 и 4 – нижние точки, с.к.о.= 0,034 мм. Ряд 2 и 3 – верхние точки, с.к.о.=0,042 мм.

Как видно из графиков нижние точки дают более высокую точность на уровне 0.035 мм, поэтому далее приведены результаты измерений точности перемещения щита по ним за исключением угломестной координаты (рис. 35).



Р

Рис.35. Измерения по радиальной оси.

Как видно из графика движения по радиусу радиальная ошибка щита N721 с новым винтом существенно в 5-6 раз меньше, однако гистерезис уменьшился не более чем в 2-3 раза, что можно объяснить оставшимися старыми элементами кинематической схемы (кардан, сельсин-датчик, редуктор, радиальная каретка).

График перемещения щита по азимуту

N721

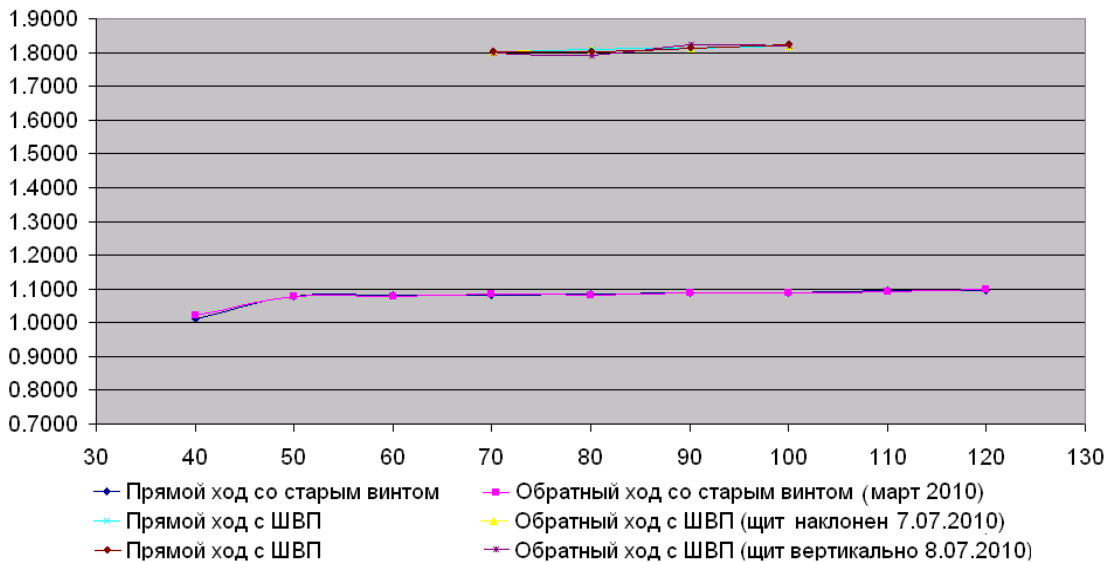


Рис.36. Измерения по азимутальной оси

По азимуту (рис.36) после замены винта точность позиционирования заметно не изменилась, а суженный диапазон перемещения щита связан с близкой установкой конечных выключателей. Объяснить результат можно достаточно хорошим прежним

винтом и вкладом других компонентов кинематической схемы, которые не изменились (кардан, сельсин-датчик, редуктор и др.).

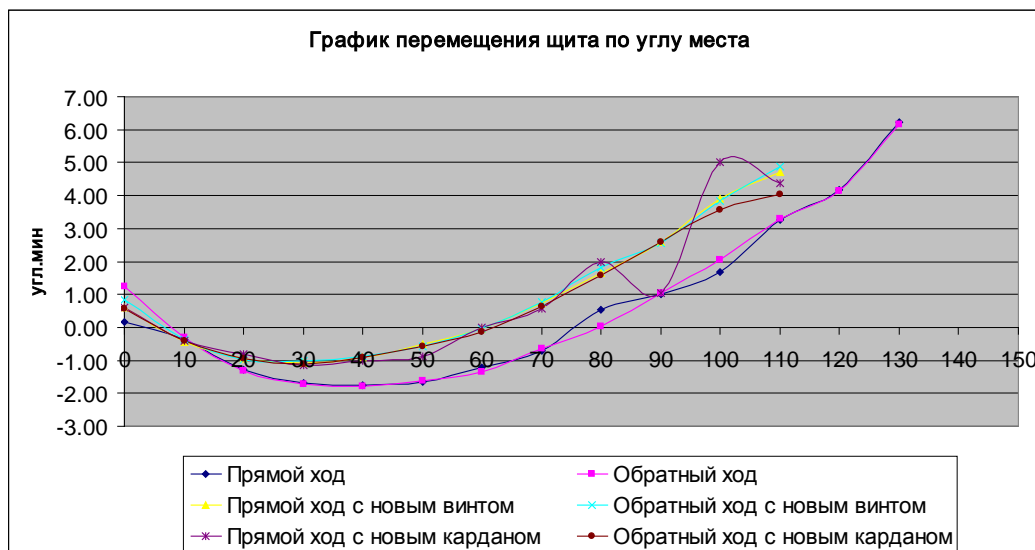


Рис.37. Измерения по угломестной оси.

График перемещения щита N721 по углу (рис.37) демонстрировал переколебания со старым винтом, их уменьшение с ШВП и увеличение в прямом направлении после установки ШРУСа. Последнее объясняется осевым люфтом ШРУСа, который был позже устранен. Криволинейный характер ошибки позиционирования вызван переменной шкалой деления точного сельсина из-за наличия кинематического треугольника. На Рис.38. приведен рассчитанный график изменения цены деления угломестного сельсина в диапазоне перемещения щита, который совпадает с характером изменения систематической ошибки. На рис.39-40 приведены угломестные ошибки при движении щита для старого винта и ШВП, а также ШРУСа и СКО отклонения от вписанного полинома 5-й степени. Как уже отмечалось, осевой люфт ШРУСа, составивший около 1 мм, впоследствии был устранен.

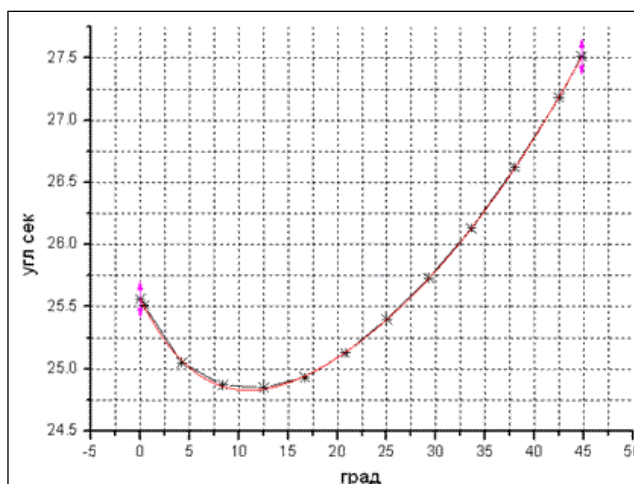


Рис.38. Рассчитанный график изменения цены деления угломестного сельсина в диапазоне перемещения щита.

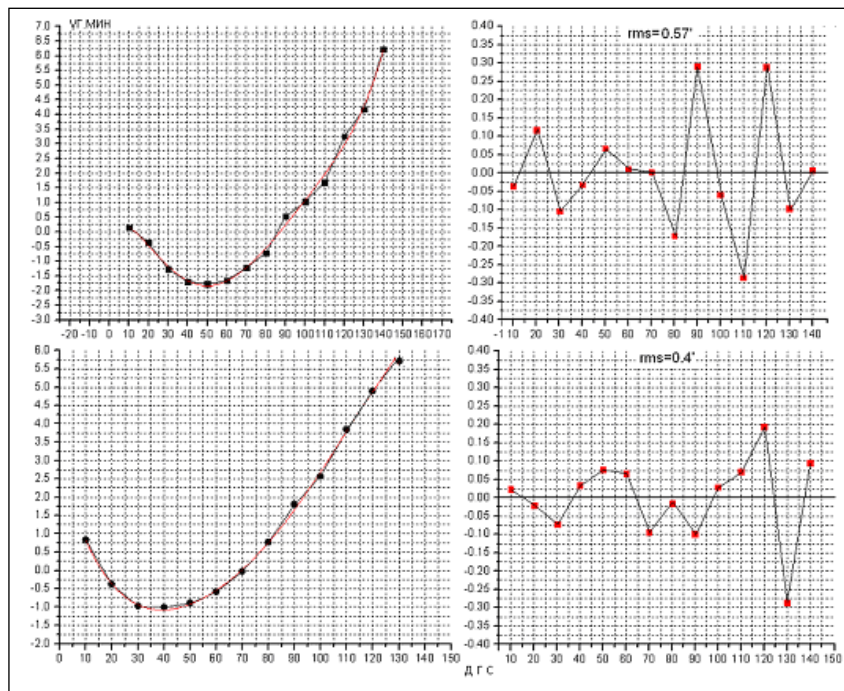


Рис.39. Угломестная ошибка до (вверху) и после (внизу) замены винта (уменьшение случайной составляющей в 1.5 раза).

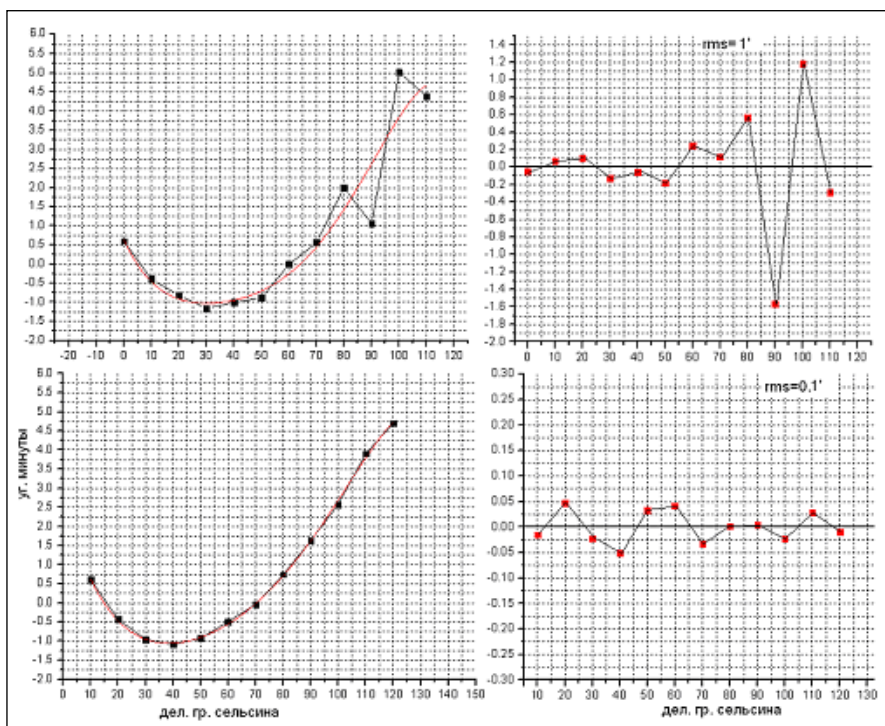


Рис.40. Угломестная ошибка при прямом (вверху) и обратном (внизу) ходе винта с угломестным ШРУСом

Высокоточный редуктор для приводов щитов РАТАН-600. Существующие редукторы приводов (планетарный и конический) морально и физически устарели, не удовлетворяют требованиям точности, имеют люфт, измеряемый десятками градусов. Кроме того, это обслуживаемые редукторы, требующие регулярной смазки, слива конденсата, на что уходит антенное время в целом по РАТАНу не меньше месяца в году.

В качестве высокоточного редуктора привода щита рассмотрены несколько редукторов и наиболее подходящим является редуктор APEX DYNAMIX. Ниже приведены характеристики редуктора серии AF с микролюфтом. Вид и внутреннее устройство редукторов показан на рис. 41.

Предлагаемый люфт редуктора серии AF 1'-5' избыточен для данной задачи и можно воспользоваться более экономичным аналогом редуктора APEX серии AE или ATFL с люфтом 8', что является достаточным с учетом выше приведенных оценок. Редуктор серии ATFL имеет второй вал, что позволяет установить электротормоз для торможения в обычном или аварийном режиме (при отсутствии питания ШД и высоких ветровых нагрузках).

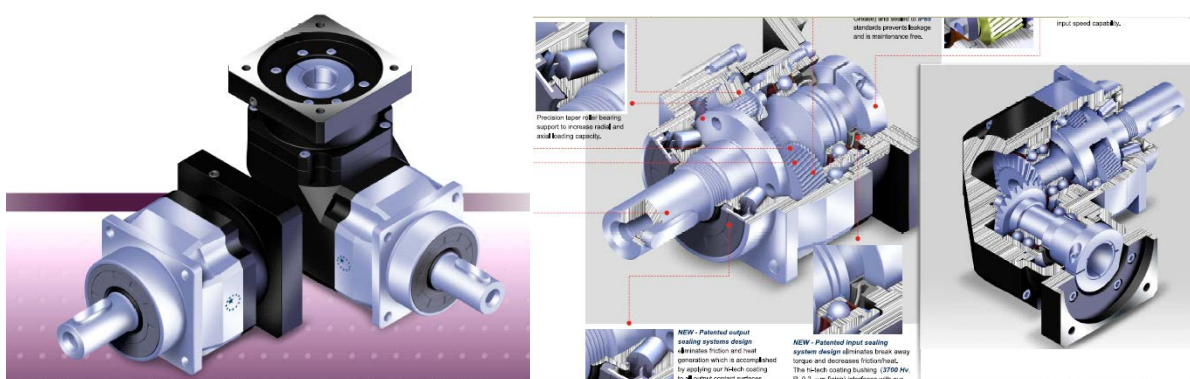


Рис 41. Общий вид и устройство редукторов Apex Dynamics

Все редукторы APEX герметичны и могут работать в уличных условиях. Дополнительным преимуществом редукторов серии AE является корпус из нержавеющей стали. Обладая высокой точностью, КПД и моментом вращения, высокоточные редукторы нужного типоразмера выдерживают осевую нагрузку не более 4 кН, в то время как максимальная нагрузка на винт при ветре 25 м/сек может достигать 7 кН. В таких случаях рекомендуется применять дополнительную подшипниковую опору, осевая нагрузка которой может достигать 40–50 кН. Это решает проблемы любых осевых нагрузок и предотвращает повреждение редуктора и сервопривода при внешних осевых воздействиях.

Редуктор соединяется с подшипниковой опорой специальной приставкой и в опору входит вал, соединяющий редуктор и карданный шарнир. Пример реализации такой сборной конструкции с соединительным фланцем для крестовины щита РАТАН-600 приведен на рис.42.



Рис.42. Пример реализации сборной конструкции с соединительным фланцем для крестовины щита.

Приводы, используемые в поисковых работах: Мотор-редуктор фирмы SEW и Шаговый сервопривод СПШ.

Достигнутые улучшения при реализации в размере одного сектора могут быть использованы для:

- Увеличения эффективной площади радиотелескопа.
- Увеличение скорости перестройки антенным полотном вплоть до режима слежения до 4 часов.
- Повышение частотного диапазона радиотелескопа до 100 ГГц.

Таким образом, можно получить новый инструмент, для работы одновременно в дециметровом, сантиметровом и миллиметровом диапазонах. Общее перекрытие частот составит около 8 октав, что сегодня уникально в мировой практике. Увеличение гибкости радиотелескопа позволит реализовывать режимы слежения в широком диапазоне частот и временном интервале, развивать методы картографирования, методы повышения чувствительности.

Результаты работы показывают, что есть твердые основания для того, чтобы относительно недорогим способом создать качественно новый инструмент на уровне современной радиоастрономии.

3 ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕЛЕСКОПАХ ЦКП

Наблюдения на телескопах ЦКП проводятся в соответствии с расписанием наблюдений, которое готовится Комитетом по тематике больших телескопов России два раза в год на конкурсной основе. Научно-методическое обеспечение расписания наблюдений выполняют сотрудники ЦКП САО РАН. Современные астрономические наблюдения на больших телескопах являются сложным процессом, требующего наличия постоянно сопровождающего наблюдения персонала, как научного, так и инженерно-технического. Также, все методы наблюдений на телескопах ЦКП являются авторскими и постоянно развиваются. Поэтому практически все результаты, полученные на основе наблюдений на телескопах ЦКП и опубликованные в научных изданиях, являются совместными (сотрудники САО РАН – сторонние пользователи).

Все приведенные ниже результаты получены на основе наблюдений, полученных на телескопах ЦКП САО РАН, и являются оригинальными (впервые полученными) данными. К проведению исследований на телескопах ЦКП привлекаются аспиранты и студенты. В ссылках на опубликованные результаты отмечены аспиранты. Студенты, в основном, используют наблюдательные данные для подготовки дипломных и курсовых работ. За время выполнения четвертого этапа госконтракта было опубликовано 23 научных работ в ведущих мировых научных изданиях, которые представляют новые полученные наблюдательные данные.

3.1. Внегалактические исследования

Начаты работы по проекту, нацеленному на анализ взаимосвязи между массами сверхмассивных черных дыр или ядерных скоплений и кинематическими особенностями содержащих их дисковых галактик. Представлены результаты спектральных наблюдений галактик с длинной щелью, которые были проведены на 6-м телескопе БТА (САО РАН) с использованием фокального редуктора SCORPIO. Радиальные профили лучевых скоростей и дисперсии скоростей звездного населения были получены для 7 галактик с известными массами сверхмассивных черных дыр (Mkn 79, Mkn 279, NGC 2787, NGC 3245, NGC 3516, NGC 7457 и NGC 7469) и одной галактики с ядерным скоплением (NGC 428). Для некоторых из этих галактик получены также профили скоростей эмиссионного газа. Приведены предварительные результаты построения кривых вращения галактик по полученным данным. Cherepashchuk, A. M.; Afanas'ev, V. L.; Zasov, A. V.; Katkov, I. Yu. Kinematics of disk galaxies with known masses of their supermassive black holes. *Observations. Astronomy Reports*, Volume 54, Issue 7, pp.578-589.

Получены изображения в широких фотометрических полосах нескольких

сливающихся сейфертовских галактик, которые ранее считались изолированными объектами. на глубоких снимках, полученных на БТА, обнаружены вытянутые деформированные оболочки, принадлежащие компаньонам. Они не видимы на картах обзора SDSS. Статистический анализ по существующим обзорам неба может дать оценку доли малого мержинга среди галактик с активными ядрами. Возможность влияния малого мержинга на активность ядер галактик необходимо учитывать при их исследованиях. Smirnova, A. A.; Moiseev, A. V.; Afanasiev, V. L. Tidal Structures Around Nearby 'Isolated' AGNs. In HUNTING FOR THE DARK: THE HIDDEN SIDE OF GALAXY FORMATION. Edited by Victor P. Debattista and Cristina C. Popescu AIP Conference Proceedings, Volume 1240, pp. 297-298 (2010).

По наблюдениям на БТА в некоторых близких галактиках обнаружены внутренние полярные диски и кольца с размерами от 100 pc до 1 kpc. Многие эти структуры были обнаружены только после кинематического исследования центральных областей галактик. Подготовлен новый список галактик с такими структурами. Moiseev, Alexei; Sil'chenko, Olga; Katkov, Ivan. Inner Polar Disks and Rings: How Do They Form? In HUNTING FOR THE DARK: THE HIDDEN SIDE OF GALAXY FORMATION. Edited by Victor P. Debattista and Cristina C. Popescu AIP Conference Proceedings, Volume 1240, pp. 251-252 (2010).

В центре спиральной галактики раннего типа со среднемасштабным баром NGC 7177 методом панорамной спектроскопии исследованы кинематика и распределение газа и звезд, а также изменение по радиусу среднего возраста звездного населения. Обнаружена классическая картина радиального стекания газа в центр галактики вдоль ударных фронтов, обозначенных концентрацией пыли на лидирующих краях бара. Стеkanie газа наблюдается вплоть до радиуса $R = 1''5-2''$, где на внутреннем линдбладовском резонансе потоки газа концентрируются в сильно неоднородном по азимуту ядерном кольце звездообразования. Показано, что бар NGC 7177 является толстым по z -координате — по сути, в результате секулярной динамической эволюции он уже превратился в псевдобалдж. Средний возраст звезд внутри кольца звездообразования, в ядре галактики, — старый, ~ 10 млрд. лет. Снаружи, на расстоянии $R = 6''-8''$ от ядра, средний возраст звездного населения — около 2 млрд. лет. Если согласиться, что бар в NGC 7177 — старый, то, очевидно, кольцо звездообразования в последние 1-2 млрд. лет “сползло” по радиусу внутрь, в соответствии с предсказаниями некоторых динамических моделей. О.К. Сильченко, А.А. Смирнова. История звездообразования в центральной области галактики с баром NGC 7177. Письма в Астрономический журнал, 2010, С. 334-343, Том 36, Ном.5.

Malin1 – уникальная большая галактика с низкой поверхностной яркостью. Структура и происхождение мало понятны, так как отсутствуют детальные

наблюдательные данные. Исследована звездная кинематика внутренних частей ($r \leq 15$ крс) галактики на БТА и других телескопах. Приведены спектроскопические аргументы о присутствии соседней галактики Malin1B, которая взаимодействует с основной галактикой, хорошо заметна на многих опубликованных изображениях галактики, но не указана ни в одной астрономической базе данных. Malin1B расположена на расстоянии 14крс в проекции от ядра Malin1 и имеет малую относительную скорость $65 \pm 16 \text{ km s}^{-1}$ (определена впервые). Предполагается, что взаимодействие этих двух галактик может объяснить основные морфологические детали центральной части Malin1 – двухрукавную спиральную структуру, бар и внешнюю однурукавную спираль. Исследовано окружение галактики и показано, что галактика SDSSJ123708.91 + 142253.2 ответственна за формирование протяженной оболочки низкой поверхностной яркости. Reshetnikov, V. P.; Moiseev, A. V.; Sotnikova, N. Ya. Malin1: interacting galaxy pair? *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters*, Volume 406, Issue 1, pp. L90-L94.

Для изучения происхождения ионизованного газа в активных ядрах галактик была отобрана выборка галактик, которые показывают протяженную эмиссионную область в линии [O iii] $\lambda 5007$. Затем эти галактики наблюдались на БТА с мультилинзовым фиберным спектрографом. Приводятся предварительные результаты по сейфертовской галактике Mrk 6. Cracco, V.; Ciroi, S.; Di Mille, F.; Vaona, L.; Rafanelli, P.; Moiseev, A. V.; Smirnova, A. A. Origin of the Gas in the Extended Narrow-Line Region of Nearby Seyfert Galaxies: The Case of Mrk 6. In: *Co-Evolution of Central Black Holes and Galaxies, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium, Volume 267*, p. 327.

На БТА с интерферометром Фабри-Перо изучались морфология ионизованного газа и кинематика в 9 галактиках (XMD) с экстремально низким содержанием металлов. Это очень редко встречающиеся объекты. Некоторые из них, у которых содержание O/H находится в интервале $7.12 < 12 + \log(\text{O}/\text{H}) < 7.65$, по-видимому, принадлежат к молодым маломассивным галактикам на больших красных смещениях. Изучался вопрос о возможном существовании активности звездообразования, вызванными внешними причинами. Последние результаты по картированию в HI выборки галактик-XMD со звездообразованием показали важную роль взаимодействия в процессе звездообразования. Наблюдения на БТА показали, что большая часть изученных галактик имеют сильно деформированную морфологию газа и кинематику или присутствие проникающих компонентов. Обнаружены некруговые газовые движения. Показана важная роль текущего или недавнего взаимодействия или слияния в наблюдаемом звездообразовании. Moiseev, A. V.; Pustilnik, S. A.; Kniazev, A. Y. Very metal-poor galaxies: ionized gas kinematics in nine objects. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 405,

Проведена звездная фотометрия и спектральные наблюдения новой галактики Местной группы VV 124 (UGC 4879), полученные БТА. Присутствие в галактике небольшого числа ярких сверхгигантов указывает на слабость текущего процесса звездообразования. Видимое распределение звезд разного возраста в галактике VV 124 не отличается от аналогичных распределений звезд в иррегулярных галактиках, однако соотношение численности молодых и старых звезд указывает, что VV 124 относится к редкому Irr/Sph типу галактик. Наиболее протяженную структуру — толстый диск с экспоненциальным падением численной плотности звезд к краю образуют старые звезды — красные гиганты. Определено, что в фоновое излучение центральных областей галактики большой вклад вносит неразрешаемое на снимках молодое звездное население. Присутствие молодых звезд также подтверждает видимая на спектрах эмиссионная линия [OIII], принадлежащая обширным диффузным областям галактики. Средняя лучевая скорость нескольких компонент: двух ярких сверхгигантов, неразрешаемого звездного населения и диффузного газа равна $v_h = -70 \pm 15 \text{ км с}^{-1}$, а скорость падения VV 124 на Местную группу равна $v_{LG} = -12 \pm 15 \text{ км с}^{-1}$. Мы подтверждаем найденные Копыловым и др. (2008) расстояние до галактики ($D = 1.1 \pm 0.1 \text{ Мпк}$) и металличность красных гигантов ($[\text{Fe}/\text{H}] = -1.37$). VV 124 расположена на периферии Местной группы галактик, примерно на одинаковом расстоянии от М31 и нашей Галактики и изолирована от других галактик. Ближайшая к ней галактика LeoA находится на расстоянии 0.5 Мпк. Tikhonov, N. A.; Fabrika, S. N.; Sholukhova, O. N.; Kopylov, A. I. Investigation of the new Local Group galaxy VV 124. Astronomy Letters, Volume 36, Issue 5, pp.309-318, 2010.

Телескопы ЦКП САО РАН (БТА и Цейс-1000) участвуют в программах по мониторингу активных ядер галактик.

С целью обнаружения быстрой (IDV) переменности плотности потока излучения и установления корреляции вариаций потока от источников представлены совместные синхронные наблюдения активных ядер галактик в оптическом и радио диапазонах. Наблюдения радиоисточников 0133+476, 1633+382, 2134+004, 2145+067 и 2251+158 выполнены на РТ-22 КраО на частотах 22.2 и 36.8 ГГц и на 1-метровом рефлекторе Цейс-1000 с ПЗС системой в R фильтре в САО РАН в 2004-2006 гг. В оптическом диапазоне в полосе R зафиксированы кратковременные вспышки у объекта 0133+476 на 0.2 звездной величины за время 15 мин, у объекта 2251+158 на 0.25 звездной величины за время до 20 мин. В остальных источниках существенных колебаний потока не было обнаружено. В радиодиапазоне изменения потока у источников 0133+476, 2134+004

достигали 1.5 Ян за 15 мин, у объекта 2145+067 – до 3 Ян за 2 ч. Зафиксированы хаотические колебания потока у объекта 2251+158: за 0.5 ч на $2 \div 2.5$ Ян. Корреляции между излучением в оптическом и радиодиапазоне обнаружено не было. Volvach, O. E.; Volvach, L. N.; Bichkova, V. S.; Kardashev, M. S.; Larionov, M. G.; Vlasjuk, V. V.; Spiridonova, O. I. Investigation of Intraday Variability of Active Galactic Nuclei in Optical and Radio Ranges. *Radio Physics and Radio Astronomy*, vol. 1, issue 2, pp. 111-115, 2010.

Если в активных ядрах галактик эмиссионные линии с двумя пиками возникают во внешних частях аккреционного диска, то их переменность может быть вызвана возмущениями в диске. Чтобы проверить эту модель, была предложена модель возмущенной области в диске в форме единичной яркой точки (или вспышки) путем изменения степенного закона излучения диска. Проводились численные расчеты в соответствии с моделью. Модель была применена к наблюдаемым профилям линии H β в галактике 3C 390.3, наблюдаемые на БТА в 1995-1999 годы. Получены параметры как аккреционного диска, так и возмущенной области. Показано, что две вспышки большой амплитуды в линии H β можно объяснить последовательным появлением двух ярких точек на ближайшей стороне диска. Jovanović, P.; Popović, L. Č.; Stalevski, M.; Shapovalova, A. I. Variability of the H β Line Profiles as an Indicator of Orbiting Bright Spots in Accretion Disks of Quasars: A Case Study of 3C 390.3. *The Astrophysical Journal*, Volume 718, Issue 1, pp. 168-176 (2010).

Обсуждаются результаты длительного спектрального мониторинга (1995-2007) радиогалактики с широкими эмиссионными областями (BLR) 3C 390.3. Это хорошо известная галактика с активным ядром и с двумя пиками в широких эмиссионных линиях, обычно объясняемых излучением от аккреционного диска. Использовались данные с телескопов САО РАН. Анализировалось изменение потоков широких линий H α , H β и в континууме. Для обнаружения изменений в BLR анализировались профили линий H α , H β , а также изменения в профилях. Обнаружено, что широкий компонент в эмиссии H α , H β и поток в континууме изменяются в $\approx 4-5$ раз. Обнаружена разная структура профилей линий H α и H β . Присутствует дополнительный центральный компонент. В период высокой активности после 2002 года H β становится шире H α , красное крыло H β выше по сравнению с H α . Обнаружено временное запаздывание в ~ 95 дней между изменениями континуума и потока в H β , и ~ 120 дней – между континуумом и потоком в линии H α . Данные согласуются с предположением о происхождении широких линий в диске и возможным вкладом нескольких дополнительных областей и/или каким-то возмущением в диске. Shapovalova, A. I.; Popović, L. Č.; Burenkov, A. N.; Chavushyan, V. H.; Ilić, D.; Kollatschny, W.; Kovačević, A.; Bochkarev, N. G.; Carrasco, L.; León-Tavares, J.; Mercado, A.;

Valdes, J. R.; Vlasuyk, V. V.; de La Fuente, E. Spectral optical monitoring of 3C 390.3 in 1995-2007. I. Light curves and flux variation in the continuum and broad lines. *Astronomy and Astrophysics*, Volume 517, p.42, 2010.

Представлены результаты широкой международной кооперации по спектральному мониторингу сейфертовской галактики NGC 4151 в течение 11 лет. Ilić, D.; Sharovalova, A. I.; Popović, L. Č.; Burenkov, A. N.; Chavushyan, V. H.; Kovačević, A.; Bochkarev, N. G.; León-Tavares, J. Long-Term Variability of the Broad H α and H β Emission-Line Profiles of NGC 4151. In: *Co-Evolution of Central Black Holes and Galaxies, Proceedings of the IAU, IAU Symposium*, Volume 267, p. 400, 2010.

3.2. Исследование звезд

Описаны постановка задач, цели и первые результаты наблюдательной программы исследования далеких массивных сверхновых (SN) с красными смещениями $z \leq 0.3$. Работа проводится в рамках программы международного сотрудничества по мониторингу SN на 6-метровом телескопе САО РАН (БТА) и других телескопах. Исследуются как ранние фазы событий (определение типа SN, оценка красного смещения и поиск проявлений ветровой оболочки), так и небулярная стадия (эффекты асимметрии взрыва). Особый интерес представляют SN, отождествленные с космическими гамма-всплесками. Интерпретация наших наблюдательных данных вместе с полученными на других телескопах используется для проверки существующих теоретических моделей как самого взрыва SN, так и окружающего его околозвездного вещества. В 2009 году были проведены наблюдения 30 объектов. Для 12 из них получены спектры. Определен тип, фаза после максимума и красное смещение для 5 SN (SN 2009db, SN 2009dy, SN 2009dw, SN 2009ew, SN 2009ji). С помощью полученных фотометрических данных подтверждено открытие ещё двух SN (SN 2009bx, SN 2009cb). Завершено исследование двух SN II типа в небулярной фазе (SN 2008gz и SN 2008in), проводится мониторинг ещё четырех объектов (SN 2008iy, SN 2009ay, SN 2009bw, SN 2009de). А. С. Москвитин, Т. А. Фатхуллин, В. В. Соколов, В. Н. Комарова, Э.Дрейк, Р.Рой, Д. Ю. Цветков. СПЕКТРАЛЬНЫЙ И ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДАЛЕКИХ МАССИВНЫХ СВЕРХНОВЫХ В САО РАН. Том 65, номер 3. *Астрофизический бюллетень*. 2010г.

Представлены видимые орбиты и фундаментальные параметры трех пар ранних М-карликов. Орбитальные элементы вычислены по данным спекл-интерферометрических наблюдений на 6-м телескопе БТА САО РАН. Орбиты двух пар, HIP 39402 и HIP 104565, построены впервые. Орбита системы HIP106972 пересмотрена с использованием новых наблюдательных данных, полученных в 2007–2008 гг. Периоды движения и большие

полуоси орбит всех трех систем примерно одинаковы: 13 лет и 5.5–6 а.е., соответственно. Динамические суммарные массы звезд, вычисленные по элементам орбит, определены с большой ошибкой 25–40%, что обусловлено ошибками измерений параллаксов. И.И. Балега, Ю.Ю. Балега, Е.В. Малоголовец. ОРБИТЫ НОВЫХ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД HIPPARCOS: III. Том 65, номер 3. Астрофизический бюллетень. 2010г.

В историческом плане рассмотрены избранные задачи исследования звездных хромосфер и околозвездных оболочек методами спектроскопии в наземном ультрафиолете. В качестве иллюстраций приведены, в частности, фрагменты спектров, полученных авторами на 6-м телескопе. В.Е. Панчук, В. Г. Клочкова, М.В. Юшкин. СПЕКТРОСКОПИЯ ЗВЕЗД В НАЗЕМНОМ УЛЬТРАФИОЛЕТЕ. III: ХРОМОСФЕРЫ И ОБОЛОЧКИ ХОЛОДНЫХ ЗВЕЗД. Том 65, номер 3. Астрофизический бюллетень. 2010г.

В результате многократных наблюдений с высоким спектральным разрешением в 1998–2008 гг. изучено поведение во времени профилей спектральных деталей и поля скоростей в атмосфере и околозвездной оболочке postAGB-звезды V448 Lac. Обнаружены асимметрия и временная переменность профилей сильнейших абсорбций с потенциалом возбуждения нижнего уровня $\chi_{low} < 1\text{эВ}$ — прежде всего это проявляется в профилях резонансных линий BaII, YII, LaII, SiII. Пекулярность профилей может быть объяснена суперпозицией звездных абсорбций и оболочечных эмиссий. Впервые в спектре V448 Lac выявлена эмиссия в полосе системы Свана (0; 1)5635 Å молекулы C₂. По ядру H α найдена переменность лучевой скорости с амплитудой $\Delta V_r \approx 8\text{км/с}$. Переменность средней скорости по слабым линиям металлов с меньшей амплитудой $\Delta V_r \approx 1\text{--}2\text{км/с}$ может быть проявлением пульсаций атмосферы. Выявлены дифференциальные сдвиги линий, достигающие в различные даты значений $\Delta V_r = 0\text{--}8\text{км/с}$. Положение молекулярного спектра стабильно во времени, что указывает на постоянство скорости расширения околозвездной оболочки, фиксируемой по линиям C₂ и NaI: $V_{exp} = 15.2\text{км/с}$. Klochkova, V. G.; Panchuk, V. E.; Tavolzhanskaya, N. S. Peculiarities and variations in the optical spectrum of the post-AGB star V448 Lac = IRAS 22223+4327. Astronomy Reports, Volume 54, Issue 3, pp.234-246, 2010.

На основании анализа каталога магнитных полей исследованы статистические свойства средних магнитных полей OB-звезд. Показано, что в качестве статистически значимой характеристики магнитного поля звезды может быть использовано ее среднее эффективное магнитное поле \mathcal{B} . Не обнаружено корреляции между средней напряженностью магнитного поля \mathcal{B} и скоростью вращения OB-звезд, что согласуется с гипотезой о реликтовой природе магнитного поля. Построена функция распределения магнитного поля звезд спектрального класса B, $F(\mathcal{B})$, имеющая степенную зависимость от

величины \mathcal{B} показателем степени ≈ -1.82 . Обнаружено резкое уменьшение функции $F(\mathcal{B})$ в области $\mathcal{B} \ll 400$ Гс, возможно, связанное с быстрой диссипацией слабых магнитных полей на поверхности звезды. Kholtygin, A. F.; Fabrika, S. N.; Drake, N. A.; Bychkov, V. D.; Bychkova, L. V.; Chountonov, G. A.; Burlakova, T. E.; Valyavin, G. G. Statistics of magnetic fields for OB stars. *Astronomy Letters*, Volume 36, Issue 5, pp.370-379, 2010.

3.3 Алертные наблюдения астрономических объектов

Cygnus X-3 – один из ярчайших рентгеновских и радиоисточников в нашей Галактике, для которого характерно беспорядочное поведение в этих двух диапазонах, проявляющееся в больших вспышках, связанных с релятивистскими выбросами, которые постоянно отслеживаются алертными наблюдениями. До сих пор нет ясного физического понимания данного явления. Построены диаграммы HИD из данных наблюдений Rossi X-ray Timing Explorer и одновременных радио наблюдений. Обнаружено, что для Cyg X-3 поведение на HИD похоже на другие транзиентные двойные с X-гау источниками во время выбросов. Показано, что для X-гау состояний характерно шесть отдельных состояний. Это деление основано на одновременных радио данных. Отождествлено одно новое состояние – гипермягкое, похожее на ультра мягкое, во время которого радиоизлучения нет, или оно очень слабое. Koljonen, K. I. I.; Hannikainen, D. C.; McCollough, M. L.; Pooley, G. G.; Trushkin, S. A. The hardness-intensity diagram of Cygnus X-3: revisiting the radio/X-ray states. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 406, Issue 1, pp. 307-319.

На РАТАН-600 проведены наблюдения источника J0109+6134 в галактической плоскости. Этот источник имеет потоки 345 ± 20 , 415 ± 15 , 511 ± 15 , 483 ± 20 , 445 ± 30 mJy на 2.15, 3.9, 7.7, 11.2, 21.7 GHz соответственно и спектральный индекс в диапазоне 7.7-21.7 GHz равен -0.13. Наши потоки на высоких частотах заметно ниже, чем полученные на радиотелескопе Effelsberg 100-m (ATEL #2428), измеренные месяц назад. Наши потоки на низких частотах очень хорошо согласуются с данными радиотелескопа WSRT в Бонне (ATEL #2460). Trushkin, S. A.; Nizhelskij, N. N. The new RATAN-600 radio telescope data of J0109+6134. *The Astronomer's Telegram*, #2499, 2010.

На БТА (СКОРПИО) August 8.86 UT получен спектр кандидата в оптические новые звезды N2010-06d в галактике M31 (RA = 00 42 55.56, Dec = +41 19 25.5, J2000). Звезда была открыта Pietsch et al. с UVOT в June 24.02 UT с UVW1 фильтром, $m=19.5$, и независимо К. Hornoch и М. Wolf на 0.65-m телескопе в обсерватории Ondrejov в June 30.003 UT в R фильтре $m=18.6$ (СВЕТ#2347). Измеренная яркость на БТА: Aug. 8.846 UT, $V=19.3 \pm 0.15$; 8.869, $R=18.7 \pm 0.15$. Спектральный диапазон 385-789 nm, разрешение 1.3 nm.. Звезда показала типичный для группы новых с FeII спектр. Бальмеровские

эмиссионные линии – самые сильные в спектре. Эквивалентные ширины линий H-alpha and H-beta равны 38 и 6 nm соответственно. Ширина линии H-alpha, исправленная за разрешение, FWHM = 1420 km/s, для линии H-beta – 1300 km/s. Гелиоцентрическая лучевая скорость Бальмеровских линий -400 km/s. Полная ширина линии H-alpha на нулевой интенсивности (FWZI) 3140 km/s. Линия имеет два пика на профиле с максимумами на -830 и -110 km/s. Следующие сильные по интенсивности линии - CaII H, K и NaI D2, D1. Дублет NaI не разрешается, и профиль линии имеет ту же форму, что и линия H-alpha. Эквивалентная ширина дублета равна 10 nm. Дополнительно отождествлены эмиссионные линии OI 777.3 nm и [OI] 557.7, 630.0 и 636.4 nm. Линия OI 777.3 nm показывает такой же профиль с двойным пиком, как и линии H-alpha и NaI. Эмиссионная линия HeI не наблюдается. Barsukova, E. A.; Valeev, A. F.; Sholukhova, O.; Fabrika, S.; Hornoch, K.; Pietsch, W.; Goranskij, V. P. Spectroscopic confirmation of nova 2010-06d in M31. The Astronomer's Telegram, #2789, 2010.

На 1-м телескопе Цейсс-1000 проведены наблюдения оптического транзиента GRB 100414A (Cucchiara & Fox, GCN Circ. 10606, 10608; Filgas, Kruehler & Greiner, GCN Circ. 10607; Landsman & Cannizzo, GCN Circ. 10609), которые были начаты через 87.31 часов после его обнаружения на Fermi LAT и GBM (Takahashi et al., GCN Circ. 10594; Foley, GCN Circ. 10595). Получены изображения в Rc и V фотометрических полосах. Калибровка проведена по 8 близким звездам из SDSS. Rc = 21.40 +/- 0.09, V = 21.75 +/- 0.08. Эти данные не исправлялись за поглощение Галактики (GCN Circ. 10609). Moskvitin, A.; Fatkhullin, T.; Sokolov, V. GRB100414A: SAO RAS optical observations. GRB Coordinates Network, Circular Service, 10618, 1 (2010).

Источник IGR J03249+4041 жесткого рентгеновского диапазона был обнаружен спутником INTEGRAL. Эта область ранее (21 Nov 2007 и 21 Jan 2008) наблюдалась на телескопе XRT, и в двух случаях внутри круга ошибок был замечен относительно слабый протяженный рентгеновский источник, анализ которого показал, что он состоит из двух тесно расположенных точечных источника: RA=03h25m13.2s, Dec=40deg41m51s (source A) и RA=03h25m12.4s, Dec=40deg42m01s (source B). Источник B имеет более жесткий рентгеновский спектр и ~ в два раза больший поток в полосе 0.6-10 keV. Проведены на БТА (Скорпио) спектральные наблюдения ярких ядер этих взаимодействующих галактик, которые показали узкие линии Бальмера, [NII], [OIII] и другие эмиссии. Отношения интенсивностей линий [NII],6583/H_alpha и [OIII],5007/H_beta показали, что оба объекта являются галактиками типа Seyfert 2. Определены $z=0.04752\pm 0.00011$ и 0.04759 ± 0.00010 для A и B соответственно. Отмечается о внесении изменений в каталог квазаров и активных ядер галактик (Veron-Cetty & Veron) и другие базы, в которых ошибочно

наблюдения SWIFT отождествлены с другой галактикой. Отмечено, что в 1998 году по данным спутника ROSAT источник мягкого рентгена RX J0325.2+4042 был отождествлен как галактика типа Seyfert 2 (Motch et al. 1998). Сделан вывод, что все три источника жесткого рентгена (IGR J03249+4041, SWIFT J0324.9+4044, PBC J0325.1+4042), а также источник мягкого рентгена RX J0325.2+4042 являются одним и тем же объектом – парой взаимодействующих галактик типа Seyfert 2 (LEDA 97012, 2MASX J03251221+4042021) на $z=0.04752\pm 0.00011$ и 0.04759 ± 0.00010 , а галактика UGC 2724 не является связанной с ними галактикой. А. Lutovinov, R.Burenin, S.Sazonov, M.Revnivtsev, A.Moiseev, S.Dodonov. The Astronomer's Telegram, #2759; 2010.

3.4. Исследование Солнца

Продолжались ежедневные радиоастрономические наблюдения Солнца на РАТАН-600. Результаты этих наблюдений в интенсивности и поляризации на 12 длинах волн представляются на <http://www.sao.ru/hq/sun/rus/indexr.html> и <http://www.spbf.sao.ru/prognoz/>.

3.5. Вовлечение в научно-исследовательский процесс студентов и молодых специалистов, подготовка кадров высшей квалификации

Ежегодно на базе ЦКП САО РАН проходят практику более 100 студентов 2-6 курсов Московского гос. университета, Санкт-Петербургского гос. университета, Ростовского гос. университета, Ставропольского гос. университета, Казанского фед. университета, Уральского гос. университета, Московского физико-технического института, Южного федерального университета. Проводятся практики четырех типов: ознакомительная, лабораторная, производственная, дипломная.

Молодые участники коллектива, задействованные в повышении качества поверхности антенны радиотелескопа РАТАН-600:

Купцов Г.В., студент СПбГПУ, сбор данных и автоматизация приемных устройств,
Парнес Я.М., студент ЛЭТИ, СВЧ приемная техника,
Земляков К.А., аспирант ЛЭТИ, моделирование,
Курочкин Е., студент СПбГУ, моделирование.

На четвертом этапе выполнения госконтракта следующие студенты из СПбГУ, МГУ, ЮФУ, КФУ, СтавГУ защитили дипломные работы под руководством сотрудников ЦКП (их защита состоялась в июне 2010 года):

Д.И.Соловьев, студент СПбГУ, под руководством вед.н.с. Верходанова О.В., по теме «Каталог слабоконтрастных гигантских радиогалактик», поступает в очную

аспирантуру САО РАН,

Найден Я.В., студент СПбГУ, под руководством вед.н.с. Верходанова О.В., по теме «Поиск выделенных направлений в карте СМВ WMAP», принимается на работу в СПб филиал САО РАН, поступает в заочную аспирантуру САО РАН,

Рецлов Я.О., студент ЮФУ, под руководством вед.н.с. Г.М.Бескина, по теме «Разработка системы анализа и хранения больших, непрерывно изменяющихся массивов астрономических объектов», поступает в очную аспирантуру ЮФУ,

Накиско И.В., студентка ЮФУ, под руководством зам.дир. М.Г.Мингалиева по теме «Исследование переменности двух внегалактических радиообъектов типа BL Lac 0235+16 и 2253+16»,

Загидуллина Л.Т., студентка КФУ, под руководством ст.н.с. М.Е.Шариной по теме «Определение структурных параметров звездных скоплений в карликовых галактиках», поступает в очную аспирантуру САО РАН,

Лютиков К.О., студент КФУ, под руководством ст.н.с. М.Е.Шариной по теме «Свойства звездных населений шаровых скоплений и карликовых галактик»,

Хайруллина А.И., студентка КФУ, под руководством ст.н.с. Е.В.Малоголовца по теме «Определение фундаментальных параметров М-карликов в двойных системах HIP 104565 и HIP 86346», поступает в очную аспирантуру САО РАН,

Чемерисова С.А., студентка СтавГУ, под руководством гл.н.с. В. Е. Панчука, по теме «Эффективность астрономических спектрографов»,

Щербаков Е.О., студент МГУ им. М.В.Ломоносова, по теме «Образование и наблюдательные проявления изолированных ЧД средних масс» под руководством вед.н.с. Бескина Г.М. (защита состоялась в феврале, но данные по этой работе не вошли в отчет за третий этап).

Басова А. студентка IV курса СПбГУ подготовила курсовую работу по теме «Топология горячих областей на карте реликтового излучения WMAP», научный руководитель О.В. Верходанов.

В ЦКП САО РАН обучается 8 аспирантов, которые используют в своих работах результаты, полученные на телескопах ЦКП. В октябре 2010 году три аспиранта заканчивают обучение, и из них двое – с представлением диссертаций.

С использованием результатов наблюдений на телескопах ЦКП были защищены в 2010 году следующие диссертации:

Валеев Азамат Фанилович, научный сотрудник САО РАН, окончил аспирантуру САО РАН в 2009 году, 15 октября 2010 года защищает кандидатскую диссертацию по специальности астрофизика и звездная астрономия 01.03.02 «Поиск и исследование

массивных звезд на финальных стадиях эволюции в галактиках Треугольник и Млечный Путь». Используются результаты наблюдений, полученные на телескопах ЦКП. Проведена спектроскопия 49 голубых и 17 покрасневших объектов на 6-м телескопе БТА. В результате спектроскопии обнаружены новая LBV-звезда и два новых LBV-кандидата в галактике М 33. детально изучены спектры этих объектов. Представлены результаты исследования двух новых WR-звезд редкого подкласса WNL в нашей Галактике. На 6-м телескопе САО РАН и 3,5-м телескопе Calar Alto (Испания) были получены спектры этих объектов. В результате им были присвоены названия WR138a и WR121b.

Чилингарян Игорь Владимирович, научный сотрудник отдела физики эмиссионных звезд и галактик ГАИШ МГУ, 7 октября 2010 года защищает докторскую диссертацию по специальности астрофизика и звездная астрономия 01.03.02 «Эволюция галактик ранних типов: наблюдения, моделирование, виртуальная обсерватория». Используются результаты наблюдений, полученные на телескопах ЦКП. Диссертация посвящена исследованиям механизмов происхождения и эволюции галактик ранних типов различных светимостей. В ходе исследований используются результаты наблюдений и численного моделирования, а также беспрецедентные возможности, предоставляемые Виртуальной Обсерваторией. Приводятся результаты анализа панорамной спектроскопии (спектрограф MPFS на БТА САО РАН) четырех карликовых эллиптических галактик в скоплении Дева IC 783, IC 3468, IC 3509, IC 3653. Приводится анализ этих данных. Открыт объект переходного типа cE/UCD. Открыта 21 cE галактика в близких скоплениях. Приведены результаты наблюдений на БТА и численного моделирования процесса формирования cE галактик за счет потери звездной массы большими дисковыми галактиками путем приливного воздействия потенциала скопления.

Григорьева Ирина Юрьевна, сотрудник Главной (Пулковской) астрономической обсерватории, 14 мая 2010 года защитила кандидатскую диссертацию по специальности астрофизика и звездная астрономия 01.03.02 «Исследование эруптивных явлений на солнце по наблюдениям на РАТАН-600». Используются результаты наблюдений, полученные на РАТАН-600. Работа посвящена изучению эруптивных событий на Солнце – наиболее энергичных проявлений солнечной активности (вспышки и формирование постэруптивных аркад, протуберанцы и корональные выбросы масс, корональные и хромосферные волны). Выявлено появление в структуре области за 2-4 дня до мощной вспышки «пекулярного» радиоисточника, развитие которого отражает изменение магнитной конфигурации, всплытия нового магнитного поля. Оценены параметры плазмы в аркадах на поздней постэруптивной фазе.

Во время выполнения работ по госконтракту и в 2009 и в 2010 году привлекались

молодые специалисты (до 35 лет). Это студенты (в основном дипломники), аспиранты и молодые сотрудники, работающие как в САО РАН, так и в других организациях, но принимавших участие в выполнении программа наблюдений на телескопах ЦКП. Полный список молодых специалистов, принявших участие в работах по контракту в 2010 году (45 человек) приводится в ПРИЛОЖЕНИИ А к данному отчету и в приложении Г к отчету о достижении заданных значений программных индикаторов в справке о численности молодых специалистов, принимающих участие в проведении исследований.

4 СФЕРА УСЛУГ ЦКП

ЦКП САО РАН обеспечивает выполнение программ сторонних пользователей на своих астрономических телескопах.

САО РАН создавалась в 1966 году как центр коллективного пользования под строящиеся крупнейшие в мире оптический (БТА – телескоп с диаметром главного зеркала 6 метров) и радио (РАТАН-600 – радиотелескоп с кольцевой антенной 600 метров) телескопы и остается таковым и в настоящее время. Поэтому Устав САО РАН является положением о ЦКП САО РАН. И с 1976 года, когда начали работать телескопы, наблюдательное календарное время на них распределялось программным комитетом на конкурсной основе. Программный комитет по тематике больших телескопов (КТБТ), в который входят известные астрономы, собирается 2 раза в год в САО РАН, в это же время проходит конференция пользователей телескопами САО РАН. На каждой конференции: директор САО РАН представляет доклад с итогами работы телескопов за полгода (см. <http://www.sao.ru/Doc-k8/Telescopes/bta/reports/>); заявители, которые завершили исследования по программе наблюдений, представляют свои результаты; представляются научные доклады с обзором задач, которые можно было бы решать на телескопах ЦКП САО РАН. Наблюдательное календарное время на телескопах ЦКП САО РАН распределяется программным комитетом на конкурсной основе. Подготовлено очередное осеннее заседание комитета, которое пройдет в САО РАН 13-16 октября 2020 г. 19-22 апреля с.г. состоялось очередное заседание комитета. На открытом заседании будут представлены следующие доклады: Ю.Ю. Балегга, В.В. Власюк, М.Г. Мингалиев. Об итогах работы БТА и РАТАН в первом полугодии 2010г.; а также научные сообщения и отчеты по результатам наблюдений на телескопах. Собраны заявки на наблюдательное время на телескопах ЦКП САО РАН на первое полугодие 2011 года и проведена их экспертиза, которое в декабре будет представлено на сайте ЦКП САО РАН <http://www.sao.ru/Doc-k8/Telescopes>.

Расписание наблюдательного календарного времени на телескопах ЦКП САО РАН на основании решения программного комитета утверждается директором САО РАН и выставляется на сайт Обсерватории <http://www.sao.ru/Doc-k8/Telescopes/>. В ПРИЛОЖЕНИИ Б к данному отчету приводится расписание на телескопах САО РАН на время, соответствующее выполнению четвертого этапа госконтракта. В ПРИЛОЖЕНИИ В – Перечень организаций-заказчиков исследований на телескопах ЦКП САО РАН за 2009 год, за 2010 год и за время выполнения госконтракта в 2009-2010 годах. Перечень методов наблюдений, используемых при наблюдениях на телескопах ЦКП в 2010 г., приводится в ПРИЛОЖЕНИИ Г. Все используемые методы наблюдений разработаны и изготовлены

сотрудниками ЦКП САО РАН (часто в сотрудничестве с другими научными организациями), являются уникальными и соответствуют мировому уровню, постоянно совершенствуются.

5 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦКП

Информация о работе телескопов ЦКП, предоставляемых услугах, проводимых конференциях, годовые Отчеты САО РАН, отчеты директора на заседаниях КТБТ, списки публикаций сотрудников САО РАН представлена на домашней странице ЦКП в открытом доступе <http://www.sao.ru/>. Эта информация оперативно обновляется.

Информационные ресурсы ЦКП САО РАН имеют свободный доступ.

Проводится постоянное сопровождение и разработка web-системы подачи заявок на наблюдательное время телескопов САО РАН и составления расписания наблюдений. На сайте ЦКП САО РАН (<http://www.sao.ru/Doc-k8/Telescopes/>) представлен архив расписаний наблюдений с 1992 года.

Проводятся ежедневные наблюдения Солнца на солнечном спектрально-поляризационном комплексе комплекс РАТАН-600 в сантиметровом диапазоне длин. Результаты наблюдений ежедневно выставляются на сайте Обсерватории (<http://www.sao.ru/hq/sun/>). Для представления данных наблюдений Солнца на РАТАН-600 продолжается разработка веб-ресурса (<http://www.spbf.sao.ru>) – диагностико-прогностический центр по анализу многоволновых наблюдений Солнца на РАТАН-600. Обработка данных и моделирование проводится на сервере в режиме on-line.

Поддерживаются и постоянно обновляются база данных CATS – система поддержки астрофизических каталогов (CATS Database - Astrophysical CATalogs support System) на <http://cats.sao.ru/> и информационная система SED ("Evolution of radio galaxies") на <http://sed.sao.ru/>.

ЦКП САО РАН издает ежеквартально электронный журнал «Астрофизический бюллетень» на русском языке (в открытом доступе на сайте обсерватории и на сайте электронной библиотеки России www.elibrary.ru), журнал «Astrophysical Bulletin» в электронном и печатном виде на английском языке через издательский дом Springer, отчеты о научной и научно-организационной деятельности САО РАН на русском и английском языках (в печатном и электронном виде). См. <http://www.sao.ru/Doc-k8/Science/Public/>. На четвертом этапе подготовлен 2 выпуска журнала «Астрофизический бюллетень». С 2009 года журнал «Astrophysical Bulletin» входит в базу данных Web of Science: Science Citation Index Expanded.

Вышел из печати на русском и английском языках Отчет САО РАН за 2007-2008 годы.

При поддержке средств данного контракта проводится подписка на ведущие научные астрономические журналы и периодические издания.

В САО РАН прошла с 13-18 сентября 2010 г. Всероссийская астрономическая конференция (ВАК-2010) «От эпохи Галилея до наших дней». Число участников – 352 человека и сотрудники САО РАН. Информация о конференции представлена на <http://agora.guru.ru/display.php?conf=VAK-2010>. Это традиционная конференция российских астрономов, которая проходит раз в 3 года, и на которой подводятся итоги изучения Вселенной в России. Работало 5 секций, проведено 3 совещания, пленум Научного совета по проблеме «астрономия» РАН.

В САО РАН прошла с 27 августа по 1 сентября 2010 года традиционная (восьмая с 1980 года) международная конференция «Магнитные звезды» <http://www.sao.ru/hq/lizm/conferences/2010/ru/index.html>. Число участников - более 50 человек.

На базе САО РАН действует диссертационный совет по защите диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора физико-математических наук по специальности 01.03.02 - "Астрофизика и звездная астрономия". <http://www.sao.ru/hq/len/sovnet/>. На юге России это единственный совет, принимающий диссертации по астрономии.

6. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ДООСНАЩЕНИЮ ЦКП СОВРЕМЕННЫМ НАУЧНЫМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ.

Для дооснащения центра современными научными и технологическими комплексами и специализированным оборудованием (на основании которых сотрудники ЦКП САО РАН создают новые методы наблюдений и различные установки) был проведен маркетинговый поиск и отбор, как необходимого оборудования, так и поставщиков для него. В форме Перечень материальных ценностей (спецоборудования), созданных и приобретенных Исполнителем в рамках государственного контракта к данному отчету приводится перечень закупленного оборудования в рамках данного госконтракта в 2010 году: CCD 42-40 с 2048x2048, элементов, квадратным элементом 13,5 мкм, обратной засветкой, NIMO, astro broadband coating.

Для решения задачи контроля оптической поверхности реконструируемого Главного зеркала 6-м телескопа БТА было принято решение о внедрении гартмановского метода контроля, базирующегося на анализе изображений, регистрируемых с помощью регистратора Шек-Гартмана, находящегося в радиусе кривизны или фокусе зеркала в дополнение к предлагаемому ОАО «ЛЗОС» интерференционному методу контроля поверхности из радиуса кривизны зеркала.

Для достижения требуемых точностных и геометрических характеристик данного метода было принято решение об изготовлении в САО РАН современной малозумящей системы регистрации изображений на базе ПЗС-матрицы типа E2V CCD 42-4 с 2048x2048, элементов, квадратным элементом 13,5 мкм. Опыт создания таких систем у нас имеется, необходимое оборудование будет создано в ходе выполнения НИР. Для реализации этого метода нами приобретен детектор указанного типа у производителя – E2V Technologies (Великобритания) через официального поставщика – ЗАО «Альтекс» (г. Зеленоград). Детектор в настоящее время получен, начаты работы по созданию оснастки и установке детектора в охлаждаемый азотный криостат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном отчете представлены результаты обработки данных наблюдений, полученных на телескопах ЦКП САО РАН, описание проделанных работ по модернизации телескопов ЦКП, итоги работы телескопов ЦКП.

В результате выполнения работ по контракту:

Обеспечены наблюдения на телескопах ЦКП в соответствии с расписанием. На четвертом этапе 23 сторонних организации проводили наблюдения на телескопах ЦКП. Завершены работы по разработке методики реконструкции узлов вакуумной камеры для алюминирования рабочей поверхности 6-м зеркала телескопа БТА, системы контроля параметров атмосферы в месте установки телескопа БТА, системы мониторинга температур подкупольного пространства и зеркала телескопа БТА, методики контроля качества оптических поверхностей в процессе обработки заготовки 6-м зеркала телескопа БТА. На РАТАН-600 завершены работы по разработке методики повышения качества поверхности антенны радиотелескопа РАТАН-600. Приобретено оборудование на сумму 1550 тыс.руб. Обеспечен мониторинг солнечной активности. Проведены исследования Солнца, звезд, галактик. Опубликовано 23 научные статьи в ведущих мировых научных журналах. Подготовлены 9 дипломных работ и 3 диссертации с использованием результатов, полученных на телескопах ЦКП. Собраны заявки (и проведена их экспертиза) наблюдений на 1-ое полугодие 2011 года. Проведены осеннее заседание комитета по большим телескопам и распределение на конкурсной основе наблюдательного времени на первое полугодие 2011 года. Постоянно обновляется информация о работе телескопов ЦКП САО РАН на домашней странице. Поддерживалось издание журнала. Проведены международная и всероссийская астрономические конференции.

Разрабатываемые методы модернизации телескопов ЦКП рекомендуется использовать не только на телескопах ЦКП, но и на других телескопах.

Данные разработки и полученные результаты можно применять для решения актуальных задач в области наблюдательной астрофизики. Исследование указанных объектов и дальнейшая разработка методики и приемно-измерительной аппаратуры, несомненно, внесет огромный вклад в эту область науки.

При выполнении работ по данному госконтракту были привлечены 300 000 руб. из внебюджетных средств (Приобретение материалов. Привлечение аспирантов и студентов. Проведение исследований на телескопах ЦКП.).

В связи с тем, что все представленные в отчете разработки приемно-измерительной аппаратуры, а также методы наблюдений и обработки данных проводятся в лабораториях

САО РАН, данные результаты эффективны как в экономическом плане, так и в плане внедрения этих разработок.

Таким образом, настоящий Отчет иллюстрирует, что все задачи, поставленные по государственному контракту на третьем этапе выполнены полностью и в соответствии с *Техническим заданием и Календарным планом*.

Руководитель работ

В.В.Власюк

ПРИЛОЖЕНИЯ к ПРОМЕЖУТОЧНОМУ ОТЧЕТУ
по государственному контракту № 02.552.11.7057 от 2 октября 2009 г.
Четвертый этап

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Список молодых специалистов, принявших участие в работах по контракту в 2010 году.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Расписание наблюдений на телескопах ЦКП САО РАН

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Перечень организаций-пользователей оборудованием ЦКП САО РАН

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Перечень методов наблюдений на телескопах ЦКП САО РАН

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Список молодых специалистов, принявших участие в работах по контракту в 2010 году

На третьем этапе	На четвертом этапе
<ol style="list-style-type: none"> 1. Бирюков Антон Владимирович 2. Величко Алексей Михайлович 3. Гасанова Лейла Тахир кызы 4. Егорова Мария Николаевна 5. Жучков Роман Яковлевич 6. Загидуллина Лилия Талгатовна 7. Зязева Анна Владимировна 8. Кондаков Максим Александрович 9. Копосов Сергей Евгеньевич 10. Лютиков Кирилл Олегович 11. Найден Ярослав Владимирович 12. Накиско Ирина Владимировна 13. Павлюченко Сергей Андреевич 14. Рецлов Ярослав Олегович 15. Смирнов Алексей Владимирович 16. Соловьев Дмитрий Игоревич 17. Теплякова Арина Леонидовна 18. Хайруллина Алина Ильшатовна 19. Чмырева Елизавета Георгиевна 20. Эркенов Артур Курманбиевич 21. Якопова Тамара Яковлевна 	<ol style="list-style-type: none"> 22. Борисенко Александр Анатольевич 23. Валеев Азамат Фанилович 24. Дьяченко Владимир Владимирович 25. Егоров Олег Владимирович 26. Емельянов Эдуард Владимирович 27. Кратов Денис Валерьевич 28. Ломакин Антон Анатольевич 29. Малоголовец Евгений Владимирович 30. Моисеев Алексей Валерьевич 31. Москвитин Александр Сергеевич 32. Насонова Ольга Гивиевна 33. Панчук Ася Владимировна 34. Притыченко Максим Александрович 35. Смирнова Александрина Андреевна 36. Удовицкий Роман Юрьевич 37. Уклеин Роман Иванович 38. Фатхуллин Тимур Амирович 39. Чемерисова Светлана Андреевна 40. Чилингарян Игорь Владимирович 41. Шатилов Андрей Викторович 42. Щербаков Евгений Олегович 43. Юшкин Максим Владимирович 44. Якопов Михаил Владимирович 45. Якунин Илья Андреевич

Директор САО РАН,

Ю.Ю.Балега

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Расписание наблюдений на телескопах ЦКП САО РАН.

http://www.sao.ru/request/schedule/bta2010_1.html

http://www.sao.ru/request/schedule/bta2010_2.html

**Расписание наблюдений на БТА
с 1 июня по 20 октября 2010 г.**

Период наблюдений	Программы блока (число ночей)	Институт Заявитель	Фокус Аппаратура	Руководитель наблюдений
01.06-04.06	Кандидаты в протопланетарные туманности (2)	САО Клочкова	Н2 ----- НЭС	Юшкин
	Звезды с гелиевыми вспышками (1)	Тарту Киппер		
	Ярчайшие звезды в ассоциациях (1)	САО Ченцов		
05.06-09.06	Кинематика дисков линзовидных галактик (2)	ГАИШ МГУ Засов	ПФ ----- SCORPIO/LS	Фатхуллин
	Жесткие рентгеновские источники (2)	ИКИ Лутовинов		
	Пекулярные новые звезды (1)	ГАИШ МГУ Горанский		
10.06-16.06	Быстрые релятивистские объекты (2)	Italy Bartolini	ПФ ----- МАНИЯ	Карпов
	Поиски одиночных черных дыр (3)	САО Карпов		
	Вспышки красных карликовых звезд (1)	ГАО Степанов		
	Быстрая спектроскопия пульсаров (1)	САО Бескин		
17.06-18.06	Резерв директора (2)			
19.06-21.06	Красные смещения объектов программы IVS (3)	ГАО Масленников	ПФ ----- SCORPIO/LS	Додонов
22.06-24.06	Резерв директора (3)			
25.06-28.06	Абсолютные параметры ближайших кратных систем (4)	САО Малоголовец	ПФ ----- спекл	Малоголовец
29.06-30.06	Профилактика БТА (2)			
*3 ночи из резерва выделяются для программы Castro-Tirado				
01.07-02.07	Астрометрия кратных звезд (2)	Spain Dobobo	ПФ -----	Малоголовец

			спекл	
03.07	Резерв директора (1)			
04.07-09.07	Вспышки красных карликовых звезд (3)	ГАО Степанов	ПФ	Карпов
	Поиски одиночных черных дыр (3)	САО Карпов	МАНИЯ КЧД	
10.07-12.07	Резерв директора (3)			
13.07-15.07	Жесткие рентгеновские источники (2)	ИКИ РАН Лутовинов	ПФ	Додонов
	Красные смещения скоплений галактик (1)	ИКИ РАН Буренин	SCORPIO/LS	
16.07-17.07	Спектрополяриметрия AGN (1)	САО Шаповалова	ПФ	Борисов
	Мониторинг Сверхновых (1)	САО Фатхуллин	SCORPIO/LS SCORPIO/SPO L	
18.07-19.07	Взаимодействие в галактиках (2)	АИ СПбГУ Гаген-Торн	ПФ SCORPIO/IFP	Буренков
20.07-24.07	Литий в магнитных CP звездах (2)	КрАО Полосухина	H2 HЭС OЗСП	Кудрявцев
	Спектроскопия гоАр звезд (2)	ИНАСАН Сачков		
	Геометрия магнитных полей CP звезд (1)	Канада Wade		
25.07-26.07	Резерв директора (2)			
27.07-28.07	Профилактика БТА (2)			
29.07-31.07	Звезды в ассоциации Cas OB6 и Ser OB1 (1)	САО Ченцов	H2	Юшкин
	Звезды с гелиевыми вспышками (2)	Тарту Киппер	HЭС	
01.08-04.08	Взаимодействие компонент в ТДС (4)	Казань ГУ Сахибуллин	ПФ SCORPIO/LS	Борисов
05.08-06.08	Кандидаты в гравитационные линзы (2)	УК Белокуров	ПФ SCORPIO/LS	Макаров
07.08	Резерв директора (1)			
08.08-11.08	Спектроскопия выборки далеких	САО Додонов	ПФ	Додонов

	объектов (4)		SCORPIO/MS	
12.08	Резерв директора (1)			
13.08-17.08	Дисковые галактики в группах (1)	ГАИШ Сильченко	ПФ SCORPIO/LS	Афанасьев
	2D-спектрофотометрия сейфертовских галактик (1)	САО Афанасьев		
	Близкие сейфертовские галактики (3)	Italy Ciroi		
18.08	Резерв директора (1)			
19.08-22.08	Избранные магнитные звезды (3)	САО Семенко	Н2	Семенко
	Геометрия магнитных полей СР-звезд (1)	Canada Wade	НЭС ОЗСП	
23.08-24.08	Профилактика БТА (2)			
25.08	Резерв директора (1)			
26.08-30.08	Астрометрия кратных звезд (2)	Spain Ducobo	ПФ спекл	Малоголовец
	Фундаментальные параметры кратных систем (2)	САО Малоголовец		
	Массивные звезды в комплексе Ориона (1)	САО Балега		
31.08-04.09	Области звездообразования Суг OB7 (2)	Бюракан Никогосян	ПФ SCORPIO/LS	Фатхуллин
	Пекулярные новые звезды (1)	ГАИШ Горанский		
	Кольцевые галактики в обзоре SDSS (2)	САО Моисеев		
05.09-06.09	Резерв директора (2)			
07.09-08.09	Ультраяркие рентгеновские источники (2)	САО Фабрика	ПФ SCORPIO/LS	Валеев
09.09-15.09	Джеты в сейфертовских галактиках (2)	САО Смирнова	ПФ SCORPIO/IFP	Моисеев
	Красные смещения скоплений галактик (1)	ИКИ РАН Буренин		

	Взаимодействие в галактиках (2)	АИ СПбГУ Гаген-Торн		
	Анализ кинематики газа гало (2)	Germany Voigtlander		
16.09	Резерв директора (1)			
17.09-20.09	Геометрия магнитных полей СР-звезд (1)	Canada Wade	Н2 ----- НЭС ОЗСП	Семенко
	Оболочки звезд типа Ae/Be Хербига (2)	Киев Ковальчук		
	Массивные звезды в комплексе Ориона (1)	САО Балега		
21.09-22.09	Профилактика БТА (2)			
23.09	Резерв директора (1)			
24.09-28.09	Кандидаты в протопланетарные туманности (2)	САО Клочкова	Н2 ----- НЭС	Юшкин
	Спектры звезд в наземном ультрафиолете (2)	САО Панчук		
	Избранные классические цефеиды (1)	ИНАСАН Саванов		
29.09-01.10	Истечения из молодых звездных объектов (3)	Бюракан Мовсесян	ПФ ----- SCORPIO/LS	Буренков
02.10	Резерв директора (1)			
03.10-04.10	Удаленные активные кометы (2)	Киев Корсун	ПФ ----- SCORPIO/LS	Афанасьев
05.10-08.10	Скорости карликовых галактик (2)	САО Караченцев	ПФ ----- SCORPIO/IM SCORPIO/LS	Макаров
	Группы карликовых галактик (2)	САО Макаров		
09.10-11.10	Массивные звезды в других галактиках (3)	САО Валеев	ПФ ----- SCORPIO/LS	Валеев
12.10-15.10	Магнитные поля в AGN (4)	ГАО РАН Нацвлишвили	ПФ ----- SCORPIO/SPO L	Борисов
16.10-20.10	Спектроскопия звезд типа delta Sct (2)	Казань ГУ Иванова	Н2 ----- НЭС	Кудрявцев
	Геометрия магнитных	Canada		

	полей звезд (1)	Wade	ОЗСП
	Новые магнитные звезды (2)	САО Кудрявцев	
*4 ночи из резерва выделяются для программы Соколова			
*3 ночи из резерва выделяются для программы Pietsch			

<http://www.sao.ru/ratan/schedule/2010/half1.html>

<http://www.sao.ru/ratan/schedule/2010/half2.html>

**Расписание наблюдений на РАТАН-600
с 1 июня по 20 октября 2010 г.**

	Северный сектор	Юг + плоский	Южный сектор
	Облучатель 1 (01-10): Исследование релятивистских струй в АЯГ, Ковалев Ю.Ю. (АКЦ ФИАН, MPIfR, САО РАН, И NRAO, NASA)	Облучатель 3 (15-30): Исследования Солнца1 (много-азимутальные наблюдения, +- 2h от меридиана)	
Ю	(11-30): Исследование активности ядер		
Н	внегалактических источников		
Б	радиоизлучения в широком диапазоне временных масштабов, Горшков А.Г. (ГАИШ МГУ)		
	Облучатель 1 (01-07): Резервное время, Мингалиев М. (САО РАН) (08): Техническое время (отключение электроэнергии), Миленко В.С. (САО РАН)	Облучатель 3 (01-07): Исследования Солнца1 (5 азимутов в день, +- 2h от меридиана) (08): Техническое время (отключение электроэнергии), Миленко В.С. (САО РАН)	(08): Техническое время (отключение электроэнергии), Миленко В.С. (САО РАН)
И	(09-31): Bright Sources		
Ю	Monitoring during Planck		
Л	Mission (Planck WG 6)		
Б	(09-31): Мониторинг радиопеременности микроквazarов (J1819-254, 1824-1514, J1911+04, J1915+105, J2033+40), Трушкин С.А. (САО РАН)	Облучатель 2 (09-20): Юстировка, антенные измерения, Берлизев И.В., Жаров В.И., Бурсов Н.Н (САО РАН)	
		Облучатель 3 (21-31): Исследования Солнца1 (5 азимутов в день, +- 2h от меридиана)	
А	Облучатель 2	Облучатель 1	
В	(01-31): Генетический Код	(02-06): Антенные измерения,	
Г	Вселенной,		

У С Т	Парийский Ю.Н. (САО РАН)	Трушкин С.А. (САО РАН) (07-31): Мониторинг радиопеременности микроквazarов (J1819-254, 1824-1514, J1911+04, J1915+105, J2033+40; J1850-01, J1331+30, J1347+12, J2007+40, J2015+37, J2039+42, J2107+42), Трушкин С.А. (САО РАН) (07-31): Исследование центральных областей ядер активных галактик, Ковалев Ю.Ю. (АКЦ ФИАН)	
	Облучатель 2 (01-20): Генетический Код Вселенной, Парийский Ю.Н. (САО РАН)	Облучатель 3 (01-09): Исследования Солнца ¹ (5 азимутов в день, +- 2h от меридиана) (05-25): Антенные измерения (Краб, Луна, 3С 84, DR21), Богод В.М. (САО РАН) (10-30): Исследования Солнца ¹ (много-азимутальные наблюдения, +- 2h от меридиана)	
С Е Н Т Я Б Р Б	Облучатель 1 (25-30): Исследование активности ядер внегалактических источников радиоизлучения в широком диапазоне временных масштабов, Горшков А.Г. (ГАИШ)	Облучатель 1 (01-10): Техническое время, Миленко В.С., Нижельский Н.А. (САО РАН)	
	Облучатель 1 (01-15): Исследование активности ядер внегалактических источников радиоизлучения в широком диапазоне временных масштабов, Горшков А.Г. (ГАИШ)	Облучатель 3 (01-31): Исследования Солнца ¹ (5 азимутов в день, +- 2h от меридиана)	Облучатель 2 (01-30): Спектральные исследования внегалактических прото-объектов (RA=04-09h;15-20h), Дубрович В.К. (САО РАН)
О К Т Я Б Р Б	Горшков А.Г. (ГАИШ) (15-17): Резервное время, Мингалиев М. (САО РАН) (18-31): Техническое время, Капранов В.А., Миленко В.С. (САО РАН)		

1 - Мониторинг солнечной активности (Наговицин Ю.А., ГАО РАН), Исследование радиоизлучения короны Солнца в период начала максимума активности в новом 24 цикле (Богод В.М., СПбФ САО РАН), Изучение мелкомасштабной структуры спокойного Солнца

по ее микроволновому излучению (Aleksandr Riehoekainen, Tuorla Observatory, University of Turku).

http://www.sao.ru/request/schedule/z2010_1.html

http://www.sao.ru/request/schedule/z2010_2.html

**Расписание наблюдений на ЦЕЙСС-1000
с 1 июня по 20 октября 2010 г.**

Период наблюдений	Программы блока (число ночей)	Заявитель	Аппаратура	Исполнитель
29.05-03.06	Интеграция (2)	Ченцов Е.Л.	CEGS	Бычков В.Д.
	Магнитные поля Ар звезд (4)	Бычков В.Д.		
04.06	Резерв зам. директора (1)			
05.06-11.06	Фотометрия массивных сверхновых (2)	Москвитин А.	ПЗС	Москвитин А.
	Оптическая переменность AGN (2)	Буренков А.Н.		
	Фотометрия рентгеновских источников (2)	Горанский В.П.		
12.06-15.06	Мониторинг вспышки блазара 3C345 (1)	Спиридонова О.И.		
	Резерв зам. директора (4)			
	Мониторинг SN (1)	Власюк В.В.		
16.06-24.06	Мониторинг AGN (2)	Буренков А.Н.	UAGS	Борисов Н.В.
	Спектроскопия массивных рентгеновских двойных (3)	Симон А.		
	Интеграция (3)	Ченцов Е.Л.		
25.06-26.06	Технические ночи (2)			Борисов Н.В.
27.06-30.06	Резерв зам. директора (4)			
01.07	Резерв зам. директора (1)			
02.07-11.07	Интеграция (2)	Ченцов Е.Л.	ПЗС	Спиридонова О.И.
	Оптическая переменность AGN (2)	Буренков А.Н.		
	Фотометрия массивных сверхновых (2)	Москвитин А.		
	Мониторинг вспышки блазара 3C345 (1)	Спиридонова О.И.		
12.07-15.07	Фотометрия рассеянных скоплений (3)	Глушкова Е.В.		
	Резерв зам. директора (4)			

	Мониторинг SN (1)	Власюк В.В.		
	Мониторинг AGN (2)	Буренков А.Н.		
16.07-27.07	Кандидаты в магнитные звезды (3)	Якунин И.	UAGS	Борисов Н.В.
	Спектральный мониторинг магнитных звезд (4)	Чунтонов Г.		
	Интеграция (2)	Ченцов Е.Л.		
28.07-29.07	Технические ночи (2)			Борисов Н.В.
30.07-01.08	Резерв зам. директора (3)			
	Интеграция (1)	Ченцов Е.Л.		
	Оптическая переменность AGN (2)	Буренков А.Н.		
02.08-07.08	Фотометрия массивных сверхновых (2)	Москвитин А.	ПЗС	Москвитин А.
	Мониторинг вспышки блазара 3C345 (1)	Спиридонова О.И.		
08.08-13.08	Резерв зам. директора (6)			
	Мониторинг SN (1)	Власюк В.В.		
	Мониторинг AGN (2)	Буренков А.Н.		
14.08-22.08	Спектральный мониторинг магнитных звезд (3)	Чунтонов Г.	UAGS	Борисов Н.В.
	Кандидаты в магнитные звезды (3)	Якунин И.		
23.08-24.08	Технические ночи (2)			Борисов Н.В.
25.08-27.08	Спектроскопия OBA звезд (3)	Рзаев А.Х.	CEGS	Рзаев А.Х.
28.08-31.08	Резерв зам. директора (4)			
	Оптическая переменность AGN (2)	Буренков А.Н.		
	Фотометрия массивных сверхновых (2)	Москвитин А.		
01.09-10.09	Фотометрия рентгеновских источников (2)	Горанский В.П.	ПЗС	Спиридонова О.И.
	Мониторинг вспышки блазара 3C345 (1)	Спиридонова О.И.		
	Фотометрия рассеянных скоплений (3)	Глушкова Е.В.		
11.09-12.09	Резерв зам. директора (2)			
13.09-17.09	Мониторинг SN (1)	Власюк В.В.	UAGS	Буренков А.Н.

	Мониторинг AGN (2)	Буренков А.Н.		
	Интеграция (2)	Ченцов Е.Л.		
	Спектроскопия ОВА звезд (3)	Рзаев А.Х.		
18.09-25.09	Спектральный мониторинг горячих звезд (3)	Ченцов Е.Л.	CEGS	Рзаев А.Х
	Интеграция (2)	Ченцов Е.Л.		
26.09-27.09	Технические ночи (2)			Борисов Н.В.
28.09-29.09	Резерв зам. директора (2)			
	Фотометрия массивных сверхновых (2)	Москвитин А.		
30.09-08.10	Оптическая переменность AGN (2)	Буренков А.Н.	ПЗС	Власюк В.В.
	Мониторинг вспышки блазара 3C345 (1)	Спиридонова О.И.		
	Фотометрия блазаров (4)	Кардашев Н.С.		
09.10-10.10	Резерв зам. директора (2)			
	Мониторинг SN (1)	Власюк В.В.		
	Мониторинг AGN (2)	Буренков А.Н.		
11.10-18.10	Мониторинг CI Cam (2)	Барсукова Е.А.	UAGS	Буренков А.Н.
	Спектральный мониторинг магнитных звезд (3)	Чунтонов Г.		
19.10-23.10	Магнитные поля Ар-звезд (5)	Бычков В.Д.	CEGS	Бычков В.Д.

Директор САО РАН,

Ю.Ю.Балега

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Перечень организаций-заказчиков исследований на телескопах ЦКП САО РАН.

2009 год (1-2 этапы):

1. Астро-космический центр Физического института РАН (АКЦ ФИАН)
2. Астрономический институт им. В.В.Соболева Санкт-Петербургского государственного университета (АИ СПбГУ)
3. Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины
4. Главная астрономическая обсерватория РАН (ГАО РАН)
5. Гос. астрономический институт им. Штернберга Московского гос. университета (ГАИШ МГУ)
6. Институт астрономии РАН (ИНАСАН)
7. Институт астрономии, физики и геофизики имени Нильса Бора, Университет Копенгагена, Дания. (Niels Bohr Institute, University of Copenhagen)
8. Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)
9. Институт радиоастрономии им. М.Планка, Германия (Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Germany)
10. Казанский федеральный университет (КФУ)
11. Медонская обсерватория, Париж, Франция (Observatoire de Paris-Meudon, Paris, France)
12. Национальные астрономические обсерватории Китайской академии наук (The National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Science)
13. Обсерватория Туорла, Университет в Турку, Финляндия (Tuorla Observatory, University of Turku, Finland)
14. Отделение астрономии Болонского университета, Италия (Dipartimento di Astronomia, Università di Bologna, Italy)
15. Отделение астрономии университета в Падуе, Италия (Department of Astronomy, University of Padova, Italy)
16. Университет штата Нью Мехико, США (New Mexico State University, USA)
17. Уральский гос. университет (УрГУ)
18. Южно-Африканская астрономическая обсерватория, Южно-Африканская республика (South African Observatory, SAAO)

2010 год (3-4 этапы):

1. Астро-космический центр Физического института РАН (АКЦ ФИАН)

2. Астрономическая обсерватория в г. Гиватаим, Израиль
3. Астрономический институт им. В.В.Соболева Санкт-Петербургского государственного университета (АИ СПбГУ)
4. Астрономический институт Рурского университета, Бохум, Германия (Astronomical Institute of the Ruhr-University, Bochum, Germany)
5. Бюраканская астрофизическая обсерватория Национальной академии наук Армении
6. Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины
7. Главная астрономическая обсерватория РАН (ГАО РАН)
8. Гос. астрономический институт им. Штернберга Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова (ГАИШ МГУ)
9. Институт астрономии РАН (ИНАСАН)
10. Институт астрономии, Кембридж, Великобритания (Institute of Astronomy, University of Cambridge, UK)
11. Институт астрофизики в Андалусии, Испания (Instituto de Astrofisica de Andalucia (IAA-CSIC), Spain)
12. Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)
13. Институт наблюдательных наук, Индия (Aryabhata Research Institute of Observational Sciences, India)
14. Институт радиоастрономии им. М.Планка, Германия (Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Germany)
15. Казанский федеральный университет (КФУ)
16. Киевский национальный университет (Украина)
17. Королевский военный колледж, Канада (Royal Millitary College, Canada)
18. Крымская астрофизическая обсерватория, Украина
19. Медонская обсерватория, Париж, Франция (Observatoire de Parish-Meudon, Paris, France)
20. Национальная радиоастрономическая обсерватория, США (National Radio Astronomy Observatory (NRAO), USA)
21. Национальное агентство по авиации и исследованию космического пространства (National Aeronautics and Space Administration (NASA))
22. Обсерватория Армы, Северная Ирландия (Armagh Observatory, Northern Ireland)
23. Обсерватория Тарту, Эстония (Tartu Observatoorium, Eesti)
24. Обсерватория Туорла, Университет в Турку, Финляндия (Tuorla Observatory, University of Turku, Finland)

25. Отделение астрономии Болонского университета, Италия (Dipartimento di Astronomia, Università di Bologna, , Italy) Ciroi
26. Отделение астрономии университета Падуи, Италия (Department of Astronomia, University of Padova, Italy)
27. Отделение прикладной математики университета Сантьяго-де-Компостела, Испания (Department of Applied Mathematics, University of Santiago de Compostela, Spain)
28. Университет Северной Каролины, США (University of North Carolina, USA)
29. Университет штата Нью Мехико, США (New Mexico State University, USA)
30. Уральский государственный университет (УрГУ)

2009-2010 годы:

1. Астро-космический центр Физического института РАН (АКЦ ФИАН)
2. Астрономическая обсерватория в г. Гиватаим, Израиль
3. Астрономический институт им. В.В.Соболева Санкт-Петербургского государственного университета (АИ СПбГУ)
4. Астрономический институт Рурского университета, Бохум, Германия (Astronomical Institute of the Ruhr-University, Bochum, Germany)
5. Бюраканская астрофизическая обсерватория Национальной академии наук Армении
6. Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины
7. Главная астрономическая обсерватория РАН (ГАО РАН)
8. Гос. астрономический институт им. Штернберга Московского гос. университета (ГАИШ МГУ)
9. Институт астрономии РАН (ИНАСАН)
10. Институт астрономии, Кембридж, Великобритания (Institute of Astronomy, University of Cambridge, UK)
11. Институт астрономии, физики и геофизики имени Нильса Бора, Университет Копенгагена, Дания. (Niels Bohr Institute, University of Copenhagen)
12. Институт астрофизики в Андалусии, Испания (Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC), Spain)
13. Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)
14. Институт наблюдательных наук, Индия (Aryabhata Research Institute of Observational Sciences, India)
15. Институт радиоастрономии им. М.Планка, Германия (Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Germany)
16. Казанский федеральный университет (КФУ)

17. Киевский национальный университет (Украина)
18. Королевский военный колледж, Канада (Royal Military College, Canada)
19. Крымская астрофизическая обсерватория, Украина
20. Медонская обсерватория, Париж, Франция (Observatoire de Paris-Meudon, Paris, France)
21. Национальная радиоастрономическая обсерватория, США (National Radio Astronomy Observatory (NRAO), USA)
22. Национальное агентство по авиационной и исследованию космического пространства (National Aeronautics and Space Administration (NASA))
23. Национальные астрономические обсерватории Китайской академии наук (The National Astronomical Observatories , Chinese Academy of Science)
24. Обсерватория Армы, Северная Ирландия (Armagh Observatory, Northern Ireland)
25. Обсерватория Тарту, Эстония (Tartu Observatoorium, Eesti)
26. Обсерватория Туорла, Университет в Турку, Финляндия (Tuorla Observatory, University of Turku, Finland)
27. Отделение астрономии Болонского университета, Италия (Dipartimento di Astronomia, Universit´a di Bologna, Italy)
28. Отделение астрономии университета в Падуе, Италия (Department of Astronomy, University of Padova, , Italy)
29. Отделение прикладной математики университета Сантьяго-де-Компостела, Испания (Department of Applied Mathematics, University of Santiago de Compostela, Spain)
30. Университет Северной Каролины, США (University of North Carolina, USA)
31. Университет штата Нью Мехико, США (New Mexico State University, USA)
32. Уральский государственный университет (УрГУ)
33. Южно-Африканская астрономическая обсерватория, Южно-Африканская республика (South African Observatory, SAAO)

Директор САО РАН,

Ю.Ю.Балегга

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Перечень методов наблюдений на телескопах ЦКП в 2010 году, используемых на четвертом этапе выполнения госконтракта

- основной звездный спектрограф БТА;
- многорежимный фокальный редуктор светосилы первичного фокуса БТА;
- цифровой спекл-интерферометр БТА (предназначен для исследования структуры компактных объектов с дифракционным разрешением);
- многоканальный панорамный спектрофотополяриметр БТА;
- кварцевый эшелле-спектрограф фокуса Нэсмита БТА;
- приемно-измерительный комплекс континуума в диапазоне частот 0.5÷30 ГГц РАТАН-600;
- солнечный спектрально-поляризационный комплекс приемно-измерительный комплекс РАТАН-600;
- специализированный наблюдательный комплекс для исследований флуктуаций реликтового излучения на вторичном зеркале РАТАН-600 МАРС-3;
- спектрограф с длинной щелью с ПЗС в фокусе Кассегрена Цейсс-1000;
- ПЗС-камера для прямых снимков в фокусе Кассегрена Цейсс-1000;
- Эшелле-спектрометр в фокусе куде.

Директор САО РАН,

Ю.Ю.Балега