

# Отчет о работе БТА

июль – декабрь 2019 г.



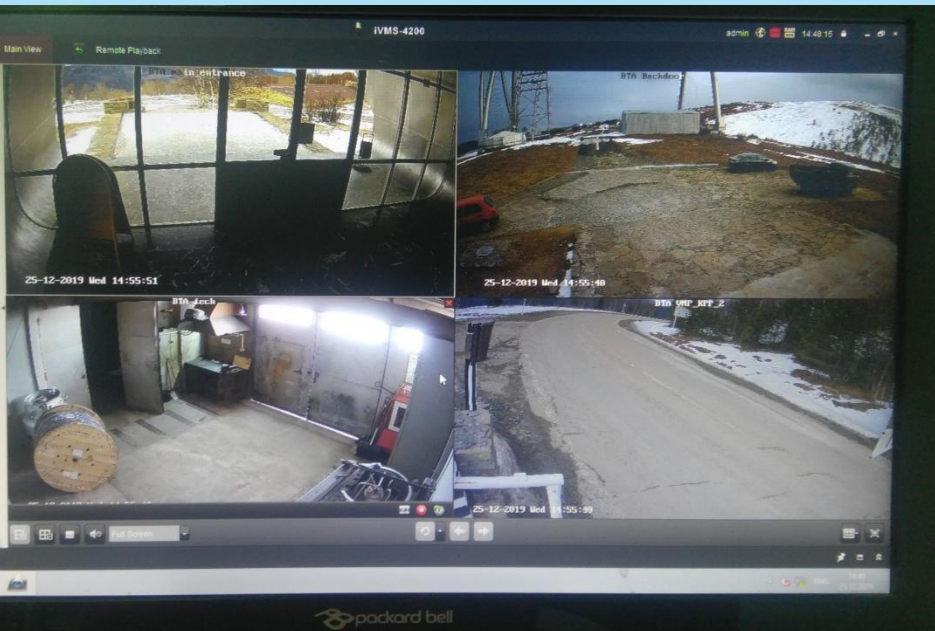
# Замена главного зеркала 2019 г.

Этап	Сроки по плану	Состояние
Демонтаж ГЗ 1	Июнь	Завершено
Монтаж ГЗ 2	Июль	Завершено
Алюминирование	Август	Завершено 06/07 сентября
<b>Тестовые наблюдения: июль-август (без покрытия); сентябрь</b>		
Юстировка ГЗ (абберационный центр)	Сентябрь	Завершено
Юстировка оптической схемы Нэсмит-2	Сентябрь	Не потребовалась
Контроль поверхности методом Шака-Гартмана	Сентябрь	–
Контроль поверхности теневым методом	Сентябрь	–
Корректировка системы разгрузок		Не потребовалась (достигалось качество изображения 0.6 угл. сек.)
Измерение поляризации	Технические ночи	–
Снимок в косых лучах	В дневное время при отсутствии аппаратуры в ПФ	–
Монтаж системы термоконтроля	Сентябрь	Завершен в октябре

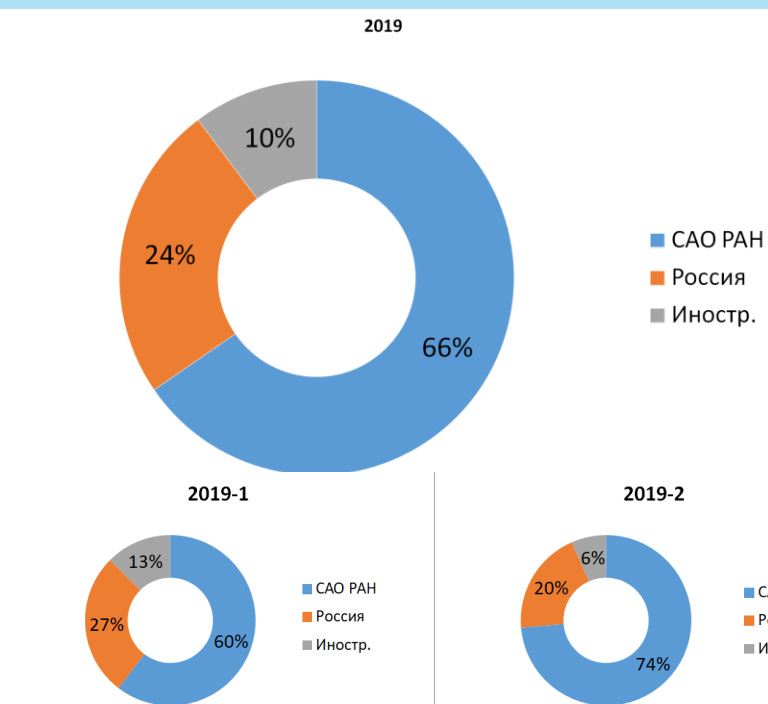
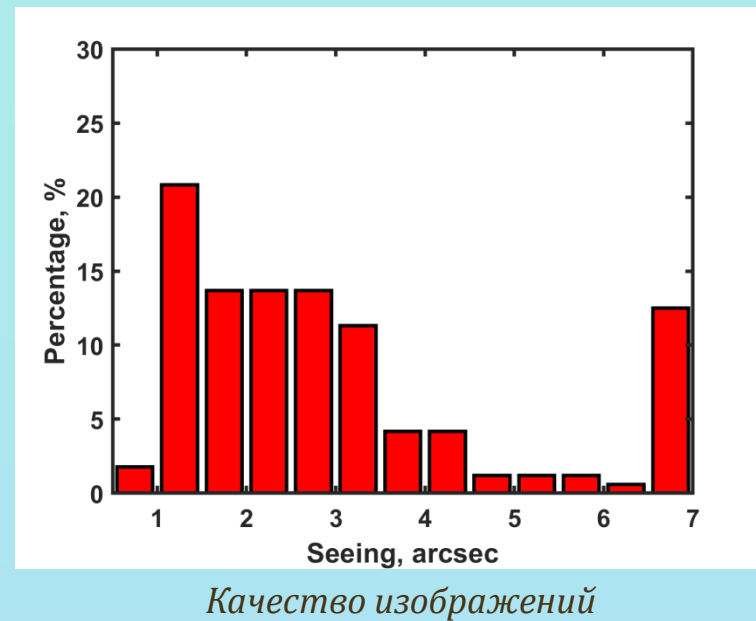
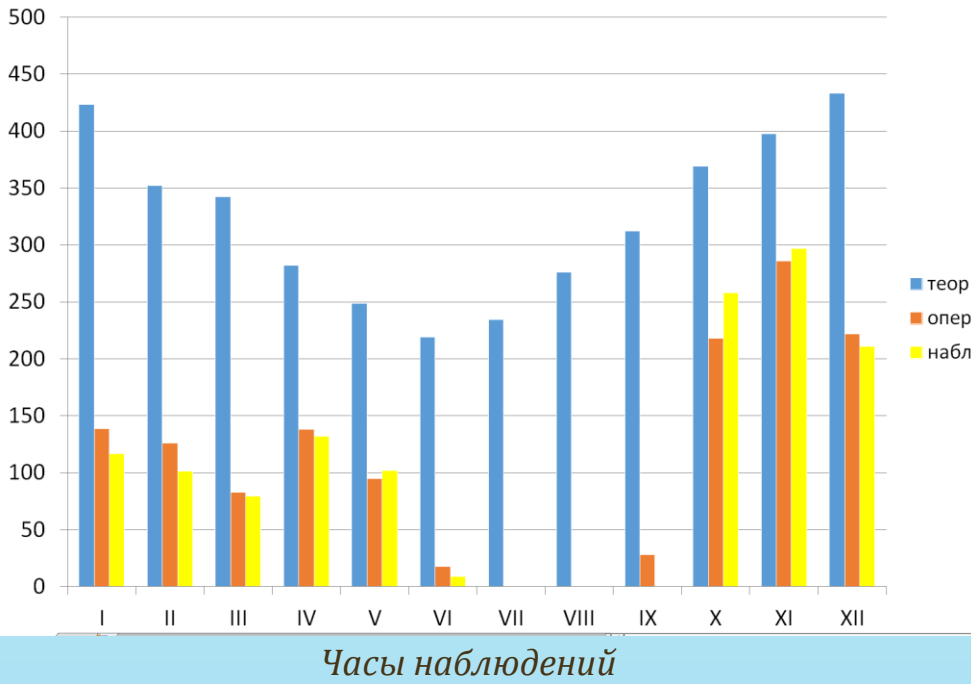
**1 октября – начало работы телескопа.**

# СЭК БТА

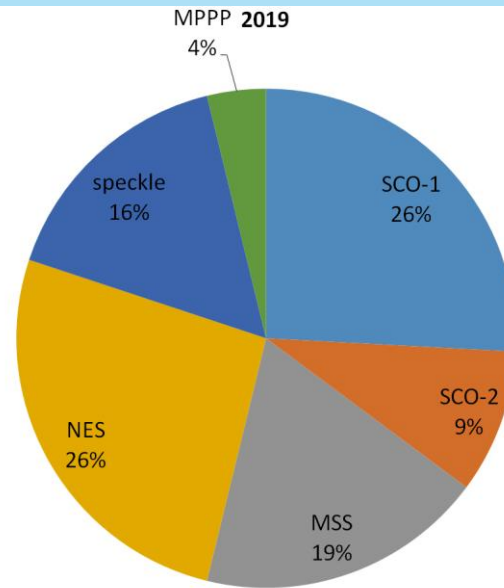
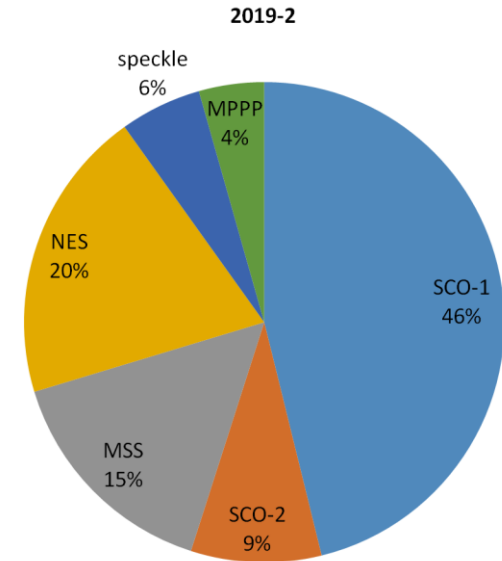
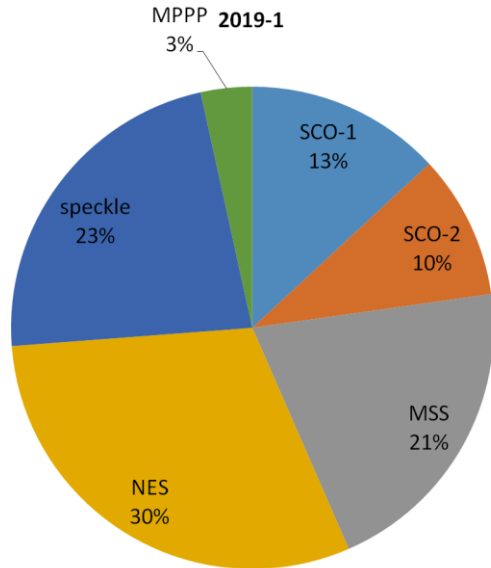
- Замена главного зеркала
- Модернизация камеры ВУАЗ (новая схема монтажа испарителей, перекоммутация электрической части силового ввода, автоматизация камеры)
- АСУ – ревизия кабельных линий системы управления БТА: маркировка, демонтаж неиспользуемых кабельных линий; комплексная диагностика и ремонт концевых выключателей АСУ;
- Монтаж чистого помещения, прецизионной системы кондиционирования, защитной гильзы и оптического волокна, силовой электропроводки оптоволоконного спектрографа



- Герметизация вертикальных швов купола («Альпатекс», Краснодар)
- Ремонт крана (замена силовых линий, концевых устройств, комплексный ремонт подкранового пути, покраска металлоконструкций, обустройство заземления, обслуживание и ремонт штормовых захватов)
- Монтаж охранной системы видеонаблюдения
- Подготовительные работы к монтажу троллейного шинопровода купола БТА



# Распределение по методам



# Обеспечение плановых наблюдений БТА в 2019 году

Год	Часы работы плановые	Часы работы фактические	Процент хорошей погоды
2015	3893	1422	37 %
2016	3904	1426	37 %
2017	3893	1661	43 %
2018 (январь-апрель)	1401	531	38 %
2019 (январь-май, октябрь-декабрь)	2850	1307	46 %

**Время простоев по техническим причинам 2019 г. (данные АСУ БТА):  
90 мин (маслосистема, балансировка)**

**Замена программ в трех «темных» сетях (март-май 2019 г.) и 1-3 октября – выход из строя SCORPIO-1**

**19 марта – неисправность ПЗС-системы Н-2**



# Показатели УНУ БТА (БТА + Цейсс) в 2019 г.

Фактическая загрузка: 96%

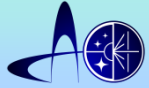
Загрузка в интересах третьих лиц: 36%

Количество организаций-пользователей: 13 + САО

Количество публикаций: 41 (рецензируемые журналы)

Организация	Кол-во заявок	Научное оборудование
 Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН	3	SCORPIO Спекл МРРР
 Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга МГУ	3	SCORPIO
 Институт астрономии РАН	1	ОЗСП
 Институт космических исследований РАН	2	SCORPIO
 Казанский федеральный университет	1	НЭС
 Крымская астрофизическая обсерватория РАН	1	НЭС
 Санкт-Петербургский государственный университет	1	ОЗСП
 Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН	1	МРРР
 Физический институт имени П.Н. Лебедева РАН	1	ПЗС-фотометр Цейсс
 Astronomical Observatory of Belgrade (Сербия)	1	SCORPIO
 Astronomical Institute of the Czech AS (Чехия)	1	Спекл
 Astronomical Institute of the Slovak AS	1	ПЗС-фотометр Цейсс
 University of Alabama (США)	1	SCORPIO

SCORPIO	8
НЭС	2
ОЗСП	2
Спекл	2
МРРР	2
ПЗС-фотометр	2



# Показатели УНУ БТА (БТА + Цейсс) в 2019 г.

Количество публикаций: 41 (рецензируемые журналы)

Метод	Объекты исследования в публикациях 2019 г.	Статьи Q1, Q2	Статьи Q3, Q4
SCORPIO	Кинематика и динамика газа и звезд в галактиках AGN Поляры Скопления галактик Квазары Карликовые галактики ULX LBV Кометы Объекты Хербига-Аро Новые, сверхновые, их предшественники, SNR	18	10
НЭС	Сверхгиганты, гипергиганты, post-AGB	1	4
ОЗСП	СР-звезды	2	3
МРРР	Пульсары	1	-



# **Развитие крупной уникальной научной установки Большой телескоп альт-азимутальный**

**(в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 гг.)**

## **1. Модернизация НЭС, предщелевой части и системы управления аппаратуры в фокусе Нэсмит-2**

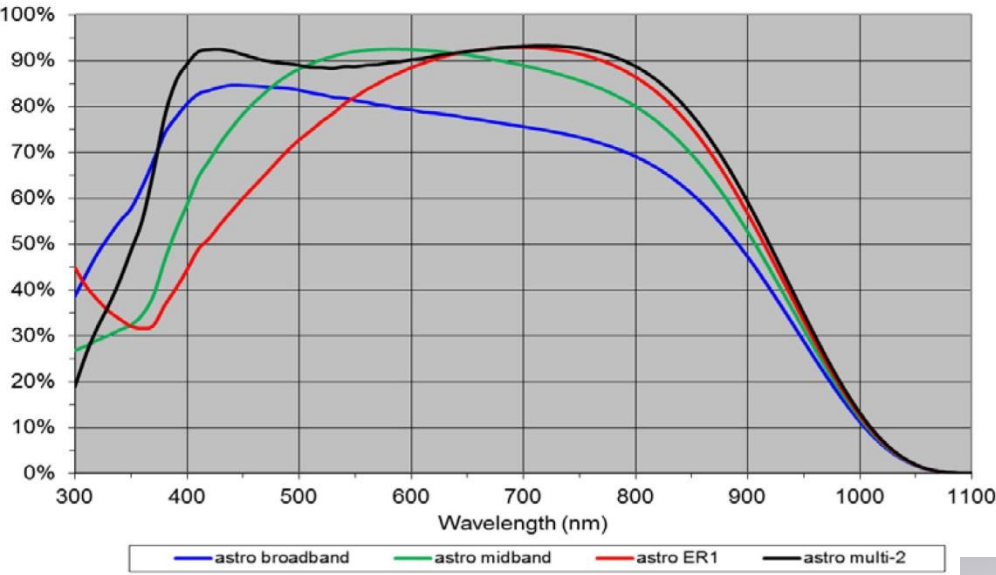
- Адаптация нового приемника излучения для спектрографа НЭС, оснащение приемника устройством непрерывной заливки жидким азотом.
- Модернизация мозаики эшелле-решеток (решетки с полным штрихом, предполагаемый выигрыш 40% по потоку).
- Адаптация новой дифракционной решетки скрещенной дисперсии для спектрографа НЭС с плотностью нарезки 150 штр./мм для увеличения одновременно регистрируемого спектрального диапазона (до 100% в красном и ближнем ИКдиапазонах).
- Модернизация предщелевой части НЭС/ОЗСП/Рысь и новая система управления аппаратурой фокуса Н-2; адаптивная система коррекции крупномасштабных aberrаций волнового фронта.

**2. Двухкомпонентный инструментальный комплекс для исследования быстропеременных объектов на базе фотометра-поляриметра высокого временного разрешения для фокуса Н-1 БТА и многомодового панорамного фотометра-поляриметра высокого временного разрешения первичного фокуса.**

**3. Опытный образец быстрого фотоприемного устройства на базе КМОП-сенсора GSENSE4040CMN, разработка фотоприемного устройства на базе крупноформатного фотоприёмника GSENSE6060 астрономического класса с обратной засветкой.**

# ПЗС-система на базе CCD42-90 (ЛПР) – запущена в наблюдения на НЭС

Typical QE at -100°C. Deep depletion silicon



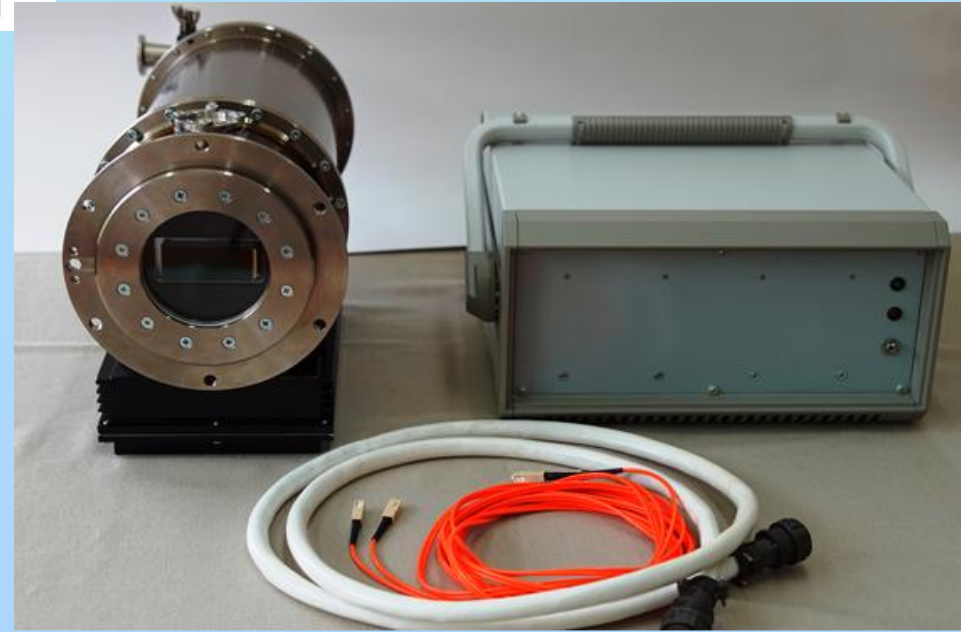
Квантовая эффективность ПЗС-матрицы на основе обедненного кремния

## Характеристики

- Размер кадра 2048 x 4612 элементов
- Размер пиксела 13.5 x 13.5 мкм
- Шум считывания 2.7 e<sup>-</sup> @65 кпикс/с
- Темновой сигнал - 6e<sup>-</sup>/пикс/час
- Глубина потенциальной ямы - 150 ке<sup>-</sup>
- Динамический диапазон видеоканала - >10000
- Нелинейность передаточной характеристики свет - цифровые отсчеты - <1%
- Рабочий отрезок - 6±0,5мм
- Точность установки плоскости детектора относительно крепежной плоскости фланца криостата - ±30мкм.

В рамках работ по развитию методов построения систем регистрации цифровых изображений разработано фотоприемное устройство на базе широкоформатной ПЗС-матрицы CCD.

ПЗС с обратной засветкой, на основе обедненного кремния, характеризуется косметическим классом 1. По сравнению с традиционными ПЗС-матрицами на основе стандартной кремниевой подложки такие приборы демонстрируют более высокую чувствительность наряду с более широким спектральным диапазоном.



# НЭС: первые наблюдения с новой ПЗС-системой (В.Е. Панчук, Е.Г. Сендзикас, М.В. Юшкин, ЛПР)



Абсорбционный спектр желтого гипергиганта и эмиссионный спектр В[e]-сверхгиганта.

Диапазон спектров 4700-7800Å.

Новая ПЗС-система на базе матрицы E2V CCD42-90 deep depletion с покрытием Astro Multi - 2 (эффективность >90% в диапазоне 4000-8000Å, 20% на 3000Å и 10% на 10000Å).

Формат 2048x4608 px (пиксель 13.5 мкм).

Шум считывания 2.3 e<sup>-</sup>/px.

Глубина потенциальной ямы 122000 e<sup>-</sup>.

Нелинейность ±0.35% в диапазоне накоплений 0%–90% от полной глубины потенциальной ямы.



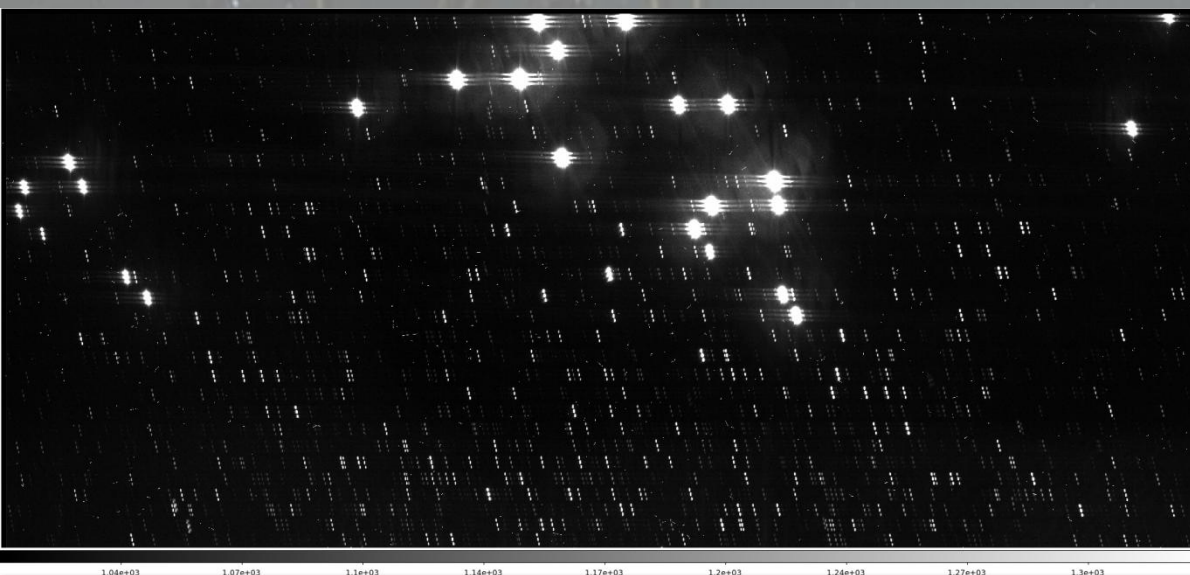
# НЭС: решетка скрещенной дисперсии для наблюдений в красном и ближнем ИК диапазонах (В.Е. Панчук, Е.Г. Сендзикас, М.В. Юшкин)



*Спектры протопланетарной туманности и ThAr лампы.*

Диапазон 5700–8500 Å, перекрытие порядков в данной конфигурации – вплоть до 10000 Å.

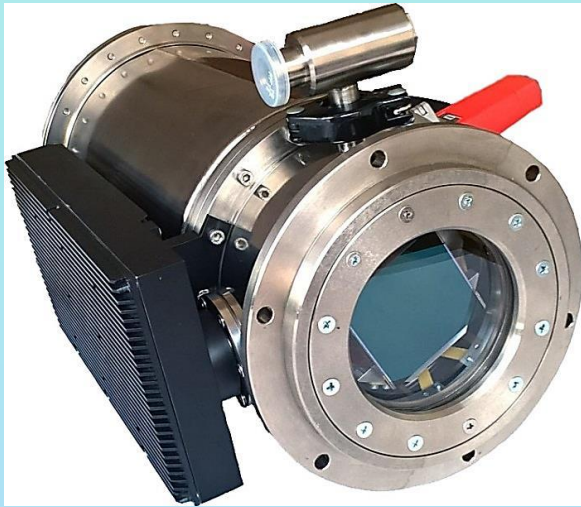
Конфигурация НЭС с новым кроссдисперсором оптимизирована для наблюдений в красном и ближнем ИК диапазонах.



Эффективность нового кроссдисперсора в диапазоне 6500–10000 Å в среднем в два раза превосходит эффективность стандартного кроссдисперсора НЭС, оптимизированного для работы в синем и ближнем УФ диапазонах.

# ПЗС-системы на базе CCD231-84 и CCD261-84

(В.А. Мурзин, В.И. Ардиланов, И.В. Афанасьева, Н.Г. Иващенко,  
М.А. Притыченко, А.Н. Борисенко, ЛПР)



ПЗС-камера с матрицей CCD231-84

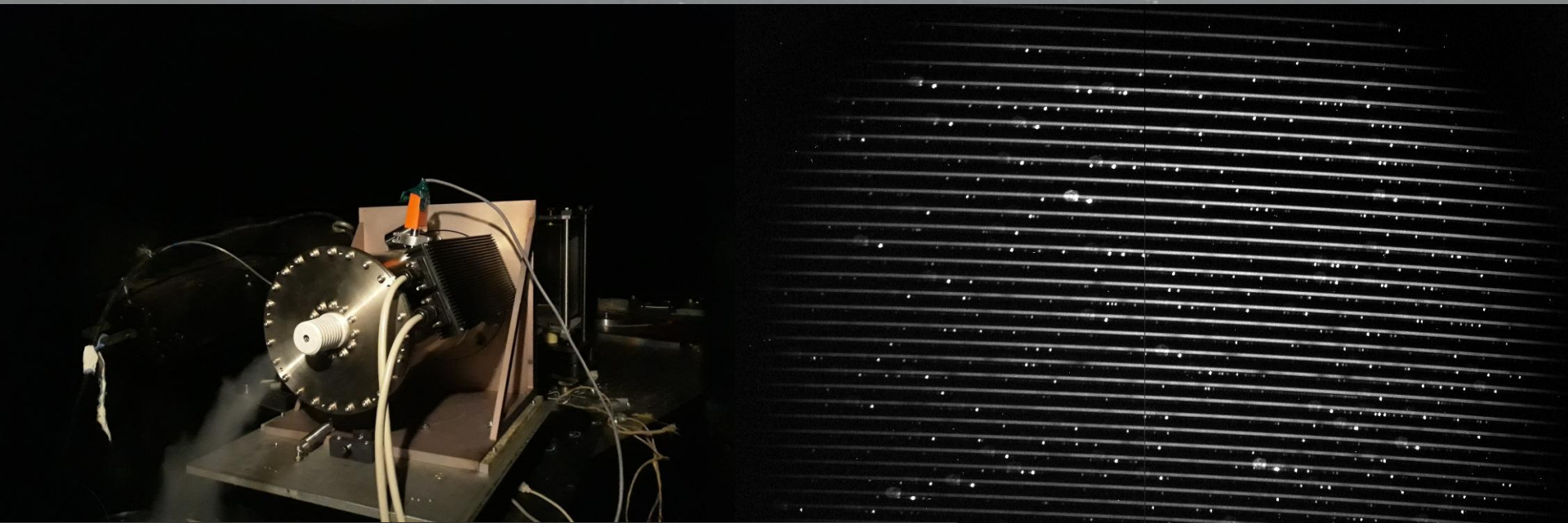
- В рамках работ по развитию методов построения систем регистрации цифровых изображений и модернизации оптических телескопов CAO РАН реализованы и готовы для эксплуатации на БТА две криостатируемые ПЗС-системы на базе ПЗС-матриц с форматами 4К × 4К (CCD231-84) и 2К × 4К (CCD261-84).
- Фотоприемники имеют высокую чувствительность в красной и ближней ИК областях спектра за счёт применения новой технологии – использование толстой подложки из высокорезистивного кремния с обратной засветкой.
- В новых ПЗС-системах применен контроллер последнего поколения DINACON-5, который позволил реализовать высокие фотометрические характеристики.



ПЗС-система с матрицей CCD261-84

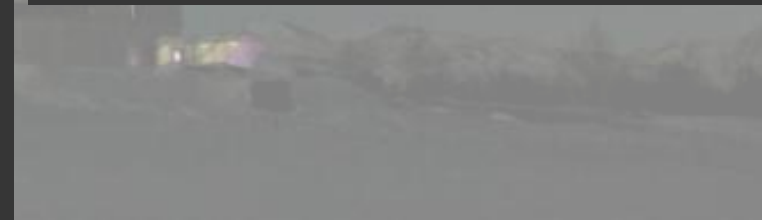
Характеристики	CCD231-84	CCD261-84
Размер кадра	4128 × 4112	2080 × 4112
Размер пикселя, мкм <sup>2</sup>	15 × 15	
Размер фоточувствительной области, мкм <sup>2</sup>	61,4 × 61,7	30,7 × 61,7
Шум считывания, e <sup>-</sup> @ скорость, Кпиксель/с	2,48 @ 135	2,3 @ 65
Темновой ток, e <sup>-</sup> /с/пиксель	0,0005	0,001
Глубина потенциальной ямы, Ke <sup>-</sup>	218	200
Динамический диапазон видеоканала	75 000	> 80 000
Количество видеоканалов	4	2
Квантовая эффективность @ длина волны, нм	94% @ 750	> 90% @ 850
Рабочий отрезок, мм	7,0 ± 0,5	6,0 ± 0,5
Охлаждение	жидкий азот	

# Тестирование ПЗС-системы на базе CCD231-84 в сочетании с оптоволоконным спектрографом БТА



В режиме тестирования позиционной стабильности спектрографа получены первые наблюдения звезд  $2^m - 10^m.3$  с экзопланетами. Контроль механического дрейфа спектрографа выполняется с использованием спектра сравнения от торий-аргоновой лампы с полым катодом. Спектр сравнения получается одновременно со спектрами исследуемых звезд (см. рис.  $\rightarrow$ ). Контроль механической стабильности по спектру сравнения осуществляется с точностью эквивалентной  $1\text{ м/сек}$  в единицах лучевых скоростей. Позиционная стабильность спектров звезд контролируется пока несколько хуже и составляет характерную величину  $10\text{ м/сек}$ . До конца 2020-го года эта цифра будет улучшена за счет дополнительной стабилизации узла оптоволоконного тракта, доставляющего свет от исследуемых звезд до спектрографа. В 2021-м году контроль стабильности прибора будет осуществляться интерферометром Фабри-Перо. Ожидаемая точность измерений лучевых скоростей ярких звезд в этом режиме составляет  $1\text{ м/сек}$ .

*Изображение эшелле-спектра звезды HD 93148:  
 $m=8.3$ ;  $\text{exp}=6\text{ min}$ ;  $R=50000$ ;  $S/N_{\text{peak}}\sim 80$*



**2020 г.**

**Продолжаются плановые наблюдения**

**Завершение гранта по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 гг.»**

**Замена токоподвода купола БТА**

**Ремонт электроподстанции**

**Модернизация охлаждения маслосистемы БТА**