

# Темы индивидуальных и групповых работ САО РАН

Емельянов Эдуард Владимирович

Специальная астрофизическая обсерватория РАН  
Лаборатория физики оптических транзиентов



# САО РАН



# CAO РАН





# CAO РАН



# CAO РАН



# Что нам нужно

- Поддержка и модернизация АСУ телескопом и аппаратурой.
- Разработка новых программно-аппаратных решений для повышения качества наблюдений.
- Исследование телескопа и аппаратуры.
- Исследование астроклиматика и микроклиматика.
- Роботизация.

## Умения и навыки

- Английский язык.
- Языки программирования и средства разработки.
- Основы аналоговой и цифровой схемотехники.
- Уверенное знание операционной системы GNU/Linux.
- Работа с конструкторской документацией:  $\text{\LaTeX}$ , kicad, libreCAD etc.
- Математический аппарат, системы обработки данных.
- Проектирование АСУ, протоколы связи, клиент-серверная архитектура...

# Темы для индивидуальных исследований

## Разработка информационной системы «Родительские галактики радиоисточников»

Одним из первых проектов, выполненных на радиотелескопе РАТАН-600, был проект «Холод», который включил серию поисковых обзоров полосы неба. Исследования радиоисточников обзора продолжается до настоящего времени. В частности это относится к отождествлению радиоисточника с порождающей его галактикой. Родительская галактика часто оказывается слабым объектом в оптическом диапазоне, что требует привлечения глубоких оптических или инфракрасных кадров. Радиоисточник может иметь сложную структуру, чтобы выявить детали структуры — радиодоли и ядро, нужны двумерные карты с разрешением порядка нескольких секунд. Таким образом, для исследования радиоисточников нужно привлекать всю имеющуюся информацию.

## Знания

Работа с базами данных, разработка веб-интерфейсов, автоматизация заполнения баз данных.



## Развитие научного интерфейса радиоастрономической базы данных CATS

Руководитель: Трушкин С.А. (при участии Черненкова В.Н.).

Ввести дополнительные функции в поисковые процедуры выборки радиоисточников из более чем 400 различных каталогов. Он-лайн процедуры визуализации карт неба с фиксированными координатами найденных источников, включение процедур Aladin, процедур построения радиоспектров с их аппроксимацией различными функциями (МНК), построение кривых блеска данным с длинными рядами измерений, построение распределения потоков в широкой спектральной области.

### Знания

СУБД, графический интерфейс, софт для визуализации данных, программирование в ОС Linux. Общее понимание астрономии, физико-математическое образование.



Вера в систему есть суворие  
о. Павел Флоренский

- CATS list of catalogs (~120 kb)**

Search of catalogs with JavaScript Control panels:

Ordered with Author's name | Ordered with directory name

- Table of the major radio catalogs** 

- The CATS descriptions: [English], [Russian]

- Context search in the catalogs descriptions

- Coordinate search of objects: [Select in celestial area] and [Match around celestial point] 

- Search of objects by name in NED database

**Radio spectra on-line plotting:**

Bright sources (with CATS-identifications)	Galactic plane sources	Multi-frequency catalogs	RATAN studies
3CR sources (Spinrad+, 1985)	230 Galactic SNRs (Trushkin, 1999)	1Jy-sources (Kuhr+ 1979,1981)	"COLD"-sources, DEC=5d (Bursov, 1996)
9C sources (Waldram+, 2003)	Pulsars (Lorimer+, 1995)	PKSCAT90 (Wright+, 1990)	AGN (Kovalev+, 1997)
VSOP sources (Hirabayashi, 2000) 	KR-Survey (Kallas, Reich, 1980)	VLA calibrators (Taylor, 2001) +CATS idn	PMN-sources (Mingaliev+ 1999) +CATS idn
CLASS sources Flux(>0.3Jy)	WMAP sources (Trushkin, 2003) 	NCP-sources (Mingaliev+ 2001)+CATS idn	Z2-catalog (Konnikova+, 1989) +CATS idn 



## Создание базы данных далеких радиогалактик

Руководитель Сотникова Ю.В.

Цель и задачи: исследование особенностей радиоизлучения далеких галактик ( $z > 2$ ).

Систематизация измерений галактик в радио, инфракрасном, рентгеновском и гамма диапазонах, реализация доступа к ним, экспорта данных опубликованных каталогов. Автоматический расчет параметров синхротронных радиоспектров и переменности, радиосветимости и радиогромкости. Автоматизация анализа многочастотных кривых блеска объектов методами корреляционного анализа, структурных функций и вейвлет-анализа.

## Знания

Обработка данных, базы данных, программирование.



## **Разработка механической конструкции фотоприемной камеры с Пельтье-охладителем на основе широкоформатного КМОП-приемника изображения**

Руководитель: Афанасьева И.В.

Формулирование требований к камере; изучение принципов работы Пельтье-элементов; решение задачи обеспечения герметизации камеры; построение конструкции камеры в системе трехмерного моделирования; ознакомление с принципами работы систем теплового моделирования; построение и исследование тепловой модели разработанной камеры; оптимизация конструкции камеры на основе тепловой модели.

### **Знания**

Умение работать в системе трехмерного моделирования (например: КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor).



[Деятельность](#)[Проекты](#)[ПЗС-системы](#)[Контроллер](#)[Публикации](#)[Коллектив](#)[Структура сайта](#)

### Поиск по сайту

**Яндекс**[Найти](#)

### Контакты ▾

## Высокоскоростное ФПУ на базе GSense4040



Целью проекта является создание семейства быстродействующих фотоприемных устройств на основе широкоформатных КМОП-матриц для задач прикладной и фундаментальной астрономии:

- быстрые обзоры неба;
- поиск быстродвижущихся объектов;
- поиск переменных объектов.

Состав ФПУ: фотоприемная камера и блок питания камеры.

Интерфейс: волоконно-оптическая линия связи длиной до 30 м со стандартным адаптером Ethernet 10 Гбит/с со стороны управляющего компьютера.

### Фотоприемник

КМОП-матрица научного класса для астрономического применения с фронтальной засветкой (FSI). Поставляется в двух исполнениях: СМТ – с микролинзами и антибликовым покрытием, СМН – без микролинз.



# Разработка методики автоматического определения облачности по анализу данных с all-sky камеры.

Руководитель: Емельянов Э.В.

В САО длительное время работает ряд all-sky камер, позволяющих визуально оценить состояние облачности. Однако, отсутствует возможность автоматически вычислять степень покрытия неба облаками. В свете введения в строй системы малых телескопов их роботизация напрямую зависит от данной работы. Предлагается на основе анализа накопленных за несколько лет кадров с различных all-sky камер разработать методику вычисления процента покрытия неба облаками. Для этого необходимо проводить анализ изображения с камеры на предмет наличия ярких звезд: распознавание конфигураций астеризмов и подсчет доли небесной сферы, на которой каталожные звезды отсутствуют в силу облачности. В качестве дополнительного источника данных предлагается использовать датчик, измеряющий относительную температуру неба (Boltwood cloud sensor).

## Знания

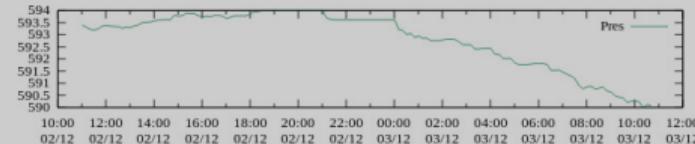
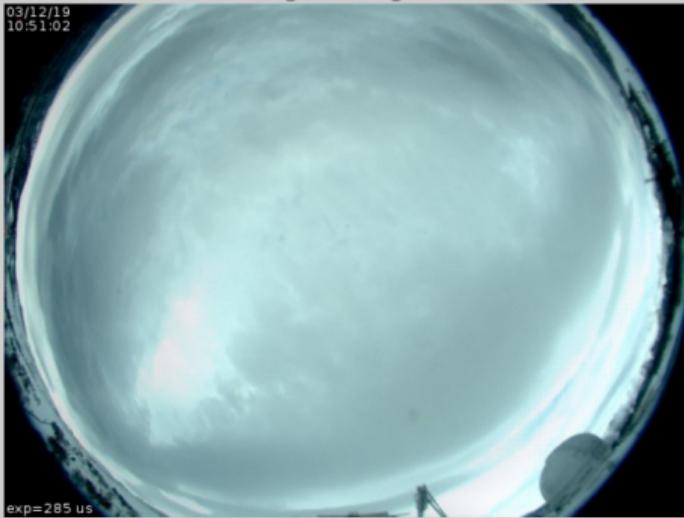
Сферическая геометрия. Работа с изображениями в FITS-формате. Основные операции обработки изображений: фильтрация, морфологические операции, сегментирование, отождествление объектов. Linux.

[Choose panel's info](#)[Stop refreshing](#)

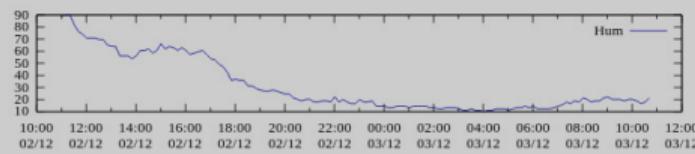
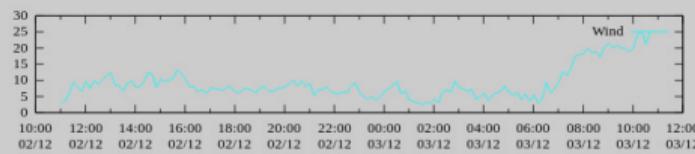
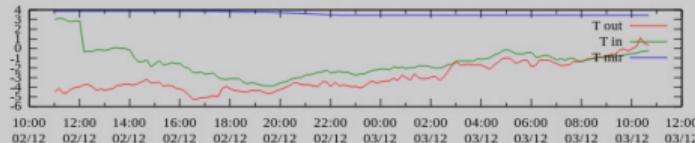
# Meteo data

**Date: 03.12.2019****Moscow time: 10:52:55****Sidereal time: 15:26:08**

Click on image to change videoserver

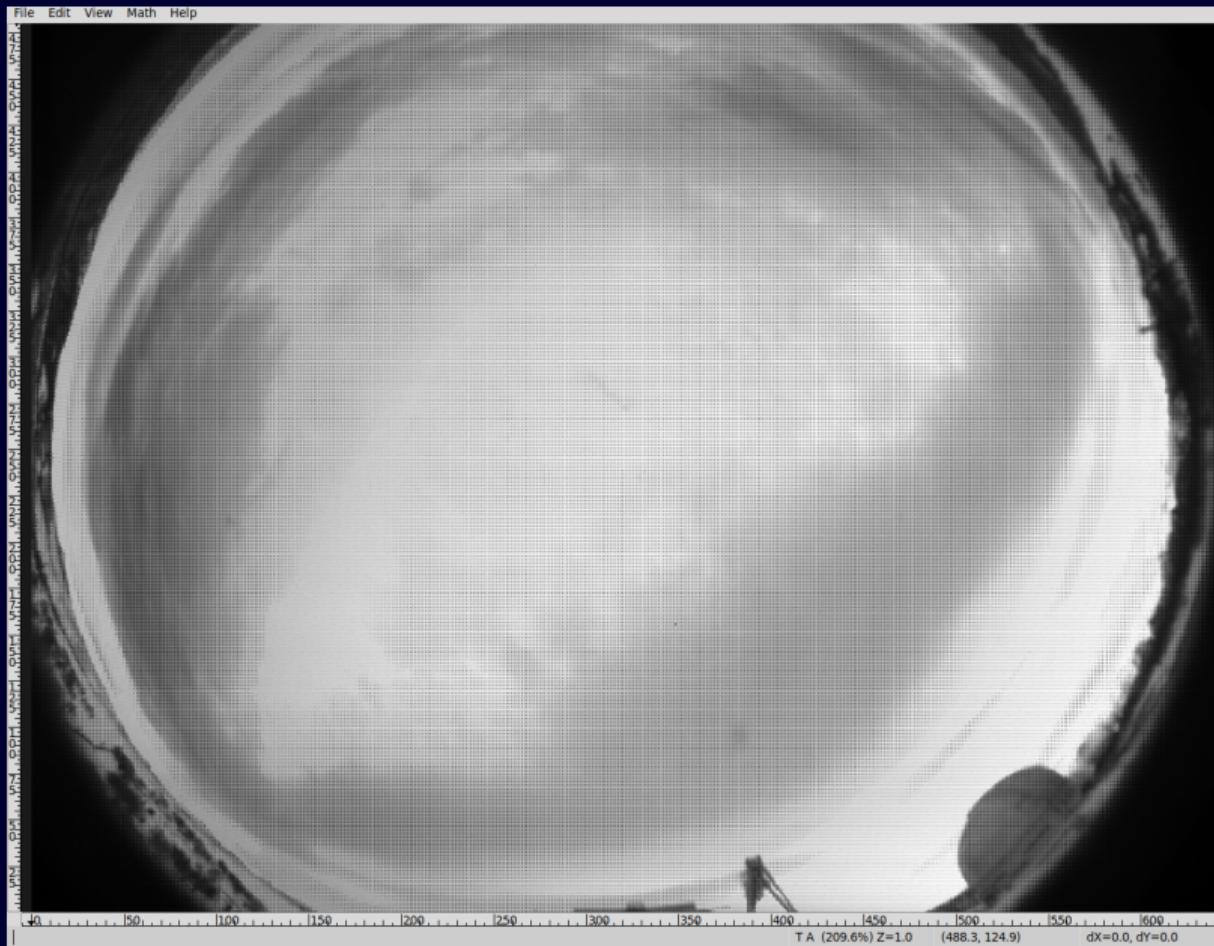


Temperature: external +00.5°C, in-dome -00.2°C, mirror +03.4°C

Sun altitude  
21.7° (day)Moon  
 $A=-87^\circ$ ,  $Z=109^\circ$ Temp.  
difference  
-2.9Wind speed  
17.9Last gust time  
 $>=15$  m/s  
10:52  
(00s ago)

Wind direction

Seeing  
unknown





## Разработка низкоуровневой системы управления телескопом с экваториальной монтировкой

Руководитель: Емельянов Э.В.

Один из внедряемых в САО РАН 50-см телескопов оснащен простейшей экваториальной монтировкой, не имеющей полноценной системы управления. Предлагается на основе контроллера данной монтировки, принимающего по RS-232 простейшие команды (движение с заданной скоростью, останов, получение текущего положения с энкодеров) разработать систему, позволяющую осуществлять наведение телескопа на звездоподобные объекты и их сопровождения (с учетом рефракции и построением модели коррекции наведения).

### Знания

Linux, язык C или C++, сетевые приложения, сферическая геометрия, основы астрономии.



## Исследование зависимости положения фокуса 0.5-м телескопа от температуры воздуха и его узлов

Руководитель: Емельянов Э.В.

Предлагается на основе долгих рядов наблюдений собрать статистику зависимости фокуса телескопа от различных температур. Провести корреляционный анализ полученных данных.

### Знания

Методы обработки данных, Octave, программирование на С или С++, оптимизация вычислений.



## Разработка системы управления шаговым двигателем с обратной связью

Руководитель: Емельянов Э.В.

На основе простого STEP/DIR драйвера и углового энкодера (магнитного или оптического) на валу двигателя предлагается разработать на МК STM32 систему управления шаговым двигателем. Система должна детектировать пропуск шагов двигателем и автоматически корректировать рамп в таких случаях. Продолжение работы — использование драйверов ШД Trinamic с управлением по SPI или UART.

### Знания

Разработка под МК STM32 в Linux, умение разрабатывать принципиальные схемы и трассировать печатные платы, общие принципы управления шаговым двигателем.



## Разработка библиотеки протокола CANopen для микроконтроллеров STM32F0x2

Руководитель: Емельянов Э.В.

Предлагается разработать компактную библиотеку, позволяющую реализовать полноценный CANopen на микроконтроллере STM32F072 или STM32F042.

### Знания

Разработка под MK STM32 в Linux, понимание принципов работы интерфейса CAN и протокола CANopen.



# **Сравнение производительности методов частотного анализа на микроконтроллерах STM32: с использованием быстрого преобразования Фурье (БПФ), дискретного косинусного преобразования (ДКП) и периодограммы Ломба-Скаргла (ПЛС)**

Руководитель: Емельянов Э.В.

Предлагается оценить производительность определения первых трех базовых гармоник сигнала, поступающего на вход АЦП STM32F103 (не имеет FPU) и STM32F072 (не имеет FPU и аппаратного деления). А) сравнить разные реализации БПФ для микроконтроллеров. Б) портировать реализацию ДКП и сравнить с производительностью БПФ. В) портировать реализацию ПЛС и разработать реализацию одного из альтернативных методов построения периодограмм. Сравнить с предыдущими. По возможности повторить исследования на STM32F303 или STM32F401 (имеют FPU). В качестве реализации результатов работы может стать измеритель частоты вращения вала асинхронного электродвигателя.

## **Знания**

Анализ данных, разработка под МК STM32 в Linux, проектирование смешанных (аналогово-цифровых) принципиальных схем, трассировка печатных плат, оптимизация алгоритмов.

## Создание каталога небесных объектов на основе цифровой коллекции архивных прямых снимков

Руководитель Желенкова О.П.

В САО РАН поддерживается общий архив наблюдательных данных, который включает около 30 цифровых коллекций, полученные на оптических телескопах и радиотелескопе. Архивные данные организованы в информационную систему на базе СУБД PostgreSQL. Создать на основе этих данных каталог объектов САО РАН с организацией доступа к данным на базе информационно-поисковой системы.

Этапы работы: проектирование схемы таблиц; наполнение таблицы списков общими характеристиками (экспозиция, размер кадра, фильтр, дата и время экспозиции, число объектов); слияние списков, находящихся в архиве, в одну таблицу; выбор метода кросс-идентификация списка и определение числа детектирований для объектов.

### Знания

СУБД, программирование на ЯВУ C/C++, веб-программирование (как бэкэнд, так и фронтэнд). Linux.



# Общий архив наблюдательных данных

Положение об архиве

Текущее состояние

Расписания (БТА / Цейсс-1000)

## 6-м телескоп

<input type="radio"/> CCD	1996-02-13 - 2000-04-30
<input type="radio"/> IFP	1997-05-14 - 2000-03-02
<input type="radio"/> LYNX	1996-02-28 - 2002-05-28
<input type="radio"/> MOFS	1997-03-07 - 2001-08-18
<input type="radio"/> MPFS	1996-08-18 - 2009-10-27
<input type="radio"/> MSS	1996-05-26 - 2017-09-11
<input type="radio"/> NES	1998-03-10 - 2019-10-19
<input type="radio"/> PFES	1996-08-06 - 2001-01-07

## SCORPIO

<input type="radio"/> SP124	1996-02-18 - 2000-12-09
<input type="radio"/> UAGS	1994-11-08 - 2005-10-20

## Малые телескопы

<input type="radio"/> CEGS	1997-03-24 - 2010-10-26
<input type="radio"/> MMPP	

Начальная дата:

1982 ▾ 01 ▾ 01 ▾

Конечная дата:

1982 ▾ 01 ▾ 01 ▾

или

выбрать дату по [ключу программы наблюдений БТА](#) YYYY\_N\_NNN

R.A.(J2000)

Decl.(J2000)

(ra=hh mm ss.s; dec=[-]dd mm ss.s или в градусной мере)

или имя объекта:

Радиус поиска: 5 (arcmin)

Тип данных: obs

▼

Режим наблюдений: any

▼

Фильтр: any

[Автор программы:](#)

[Справка](#)

## Разработка программно-определенного хранилища для архива наблюдений

Руководитель Желенкова О.П. Можно рассматривать как ВКР или как несколько курсовых работ. Начиная с первого релиза в 2008 г. активно развивается и используется в разных областях научных исследований система iRODS, (integrated Rule Oriented Data System). Это — платформо-независимая система управления данными, которая обеспечивает сохранность и курирование. В работе планируется развертывание iRODS, ознакомление с возможностями системы, ознакомление с архивной системой САО РАН, разработка вариантов архитектуры архивной системы на базе iRODS, разработка вариантов миграции цифровых коллекций в среду iRODS.

### Знания

СУБД, программирование на ЯВУ C/C++, администрирование Linux, веб-программирование (как бэкэнд, так и фронтэнд).



## Разработка автоматизированной системы позиционирования вторичного зеркала радиотелескопа РАТАН-600

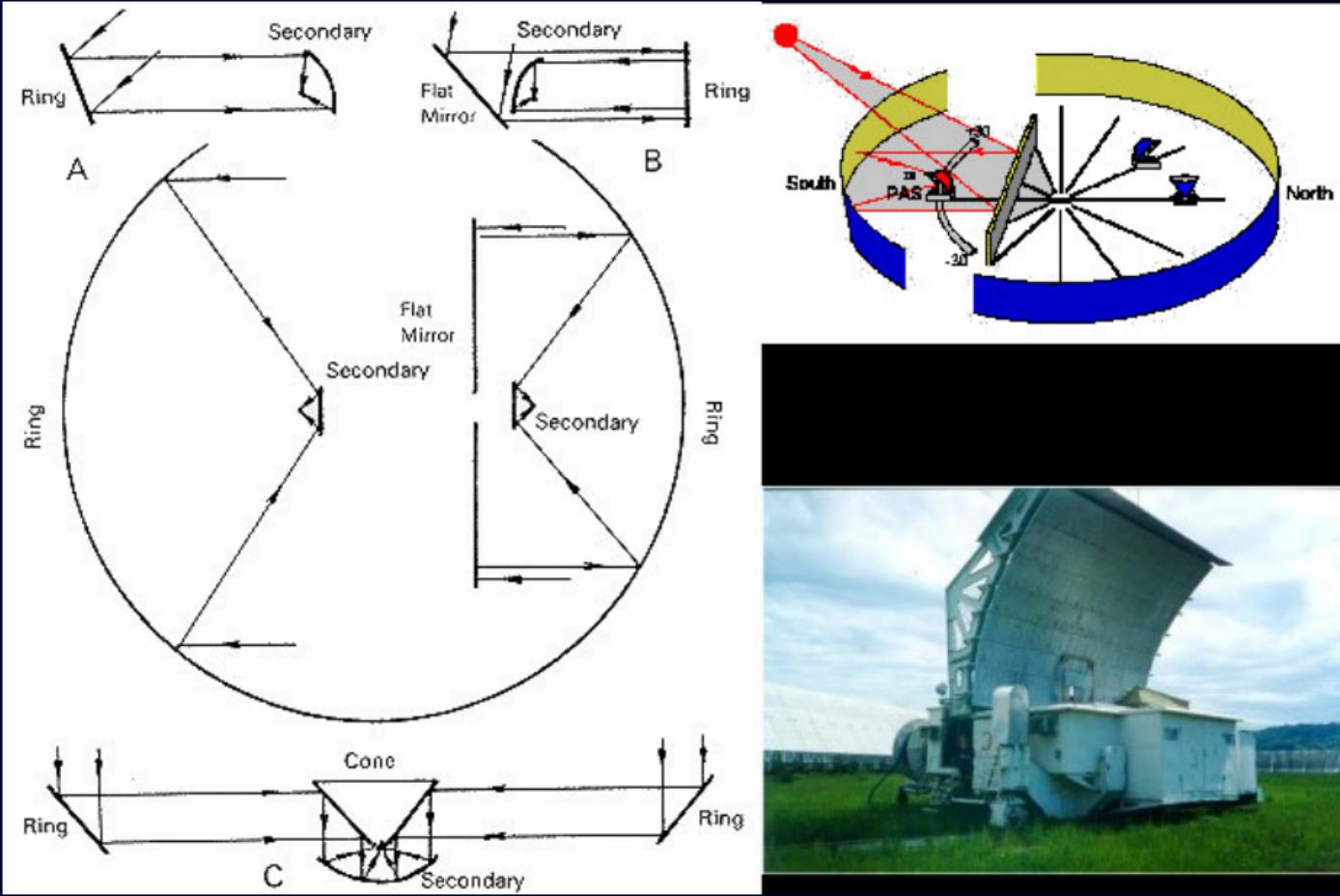
Руководитель Жаров В.И.

Разработка автоматизированной системы позиционирования вторичного зеркала с использованием современных координатно измерительных систем на базе высокоточного тахеометра или GPS приемников.

### Знания

Базовые знания физики, написание прикладного ПО в Linux.





## Развитие систем и методов широкоугольного оптического мониторинга небесной сферы

Руководитель Бескин Г.М.

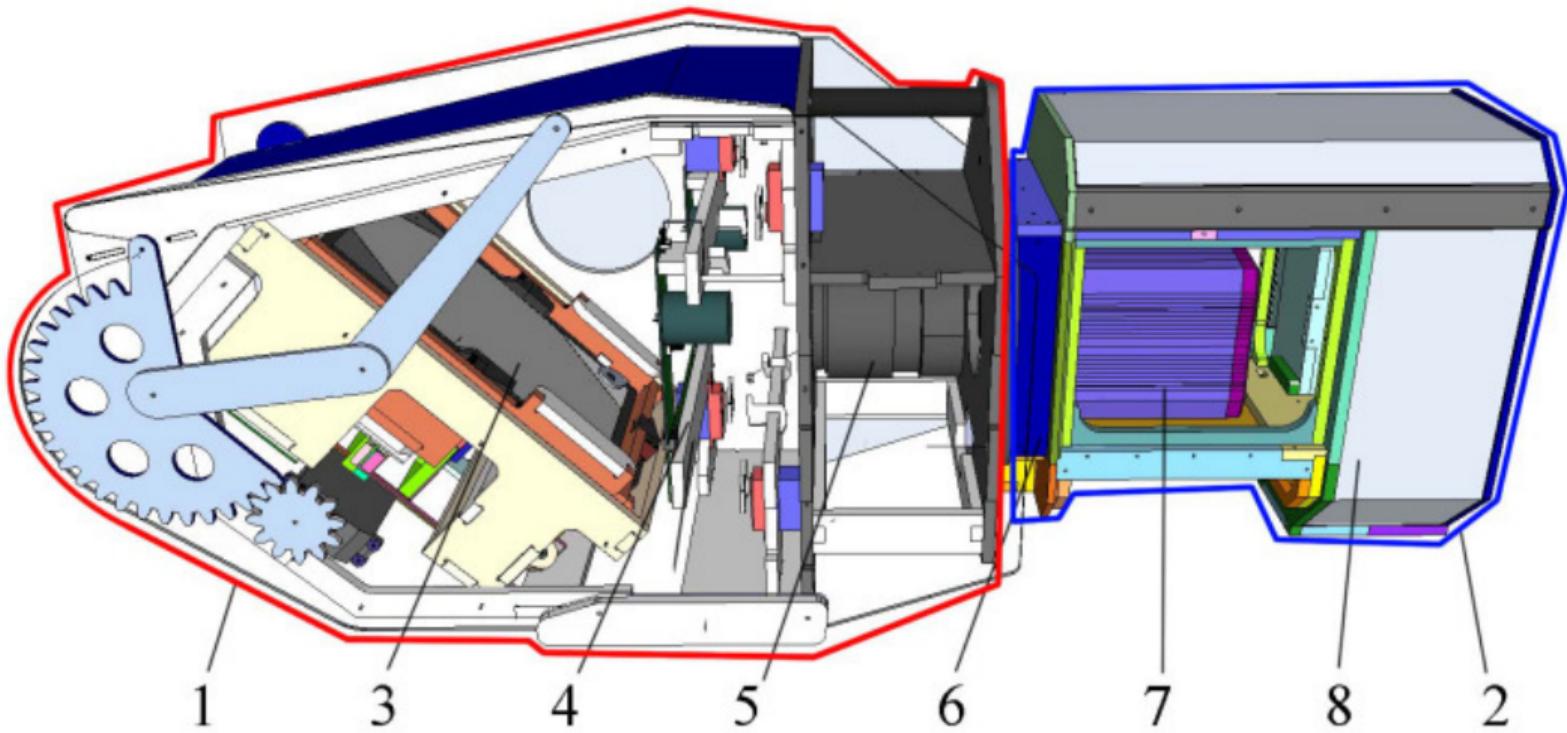
Разработка методики многополосного поляризационного мониторинга неба субсекундного временного разрешения с использованием многообъективных (многоканальных) телескопов. Создание системы редукции данных в мониторинговом и алертном (суммирование изображений одной области, полученных в разных каналах) режимах, анализ аппаратных эффектов, оптимизация алгоритмов обнаружения оптических транзиентов. Создание баз данных для объектов разных типов, обнаруженных и изучаемых в процессе мониторинга, исследование параметров их переменности.

### Знания

Базовые понятия астрофизики. Обработка FITS-файлов. Программирование на C/C++. Умение работать в ПО для обработки данных и построения графиков. СУБД. Linux.







# Разработка библиотеки протокола прикладного уровня для шины MODbus RTU применительно к разрабатываемой архитектуре мультителескопных исследований

Руководитель Драбек С.В.

При решении задач управления сложными научными комплексами с заранее определённой архитектурой и значительным функциональным подобием, часто приходится сталкиваться с многообразием механических, технологических и приводных вариантов инженерных решений. Такое положение дел вынуждает разработчиков и заказчиков управляющих комплексов идти по пути наименьшего сопротивления, создавая при этом уникальные и полностью закрытые системы. Учитывая функциональное подобие и абстрагируясь от технических решений нижнего уровня, можно создавать унифицированные системы управления с интеллектуальным ядром ориентированным на объединение подобных.

## Знания

Программирование микроконтроллеров, разработка программного обеспечения и библиотек в Linux.



## **Участие в разработке и комплексировании блока интеллектуального управления приводами оптикомеханических устройств расположенных в трубе 6-метрового оптического телескопа БТА**

Руководитель Драбек С.В.

Управление движением комплекса оптикомеханических устройств расположенных на подвижной трубе оптического телескопа БТА предъявляет целый ряд требований к их надежности, безопасности и высокой механической точности. Техническое решение такого блока на основе централизованного микроконтроллерного управления позволит существенно улучшить эксплуатационные характеристики и обеспечить высокопроизводительное исполнение команд в процессе астрономических наблюдений

## **Участие в совместной работе по разработке алгоритмов управления исполнительными устройствами для системы температурного регулирования оптических компонентов с использованием данных от многоточечных полей температурных преобразователей**

Руководитель Драбек С.В.

Работа ориентирована на проведение температурных и метеорологических исследований, разработку собственных алгоритмов анализа и фильтрации поступающих данных с целью прогнозирования и выработки управляющих воздействий на систему в реальном времени.

## Управление куполом Цейсс-600

Руководитель Амирханян В.Р.

Купол телескопа имеет два привода: вращения по азимуту и открытия/закрытия забрала. Автоматическая система управления должна, анализируя положение телескопа, устанавливать забрало купола в синхронный азимут.

Задачи: схема электроснабжения купола; схема управления приводами купола; схема контроля позиций купола и забрала; программный комплекс (языки IDL, Python), обеспечивающий автоматическое управление куполом и удаленный доступ.

## Знания

Электротехника, электроника, программирование.



# Темы АСУ БТА (руководитель Верич Ю.Б., инженеры АСУ)

## Организация диагностики частотных преобразователей системы маслопитания телескопа

Диагностика должна включать в себя опрос основных параметров частотного преобразователя, архивирование, визуализацию данных в операционной системе LINUX.

## Организация диагностики частотного преобразователя смазки червяка главной пары азимутальной оси телескопа

Реализовать опрос основных параметров частотного преобразователя, опрос датчика уровня масла в баке, опрос датчика давления. Должна быть предусмотрена архивация, визуализация контролируемых параметров в системе LINUX



# Темы АСУ БТА (руководитель Верич Ю.Б., инженеры АСУ)

**Управление, контроль скоростью вентилятора сухой градирни входящей в систему охлаждения масла СМП телескопа**

Должна быть обеспечена обратная связь с датчиками температуры масла и охлаждающей воды.  
Необходимо выполнить:

- Подключение ЧП
- Подключение датчиков обратной связи
- Настройка ЧП
- Диагностика, архивация, визуализация основных параметров



# Темы АСУ БТА (руководитель Верич Ю.Б., инженеры АСУ)

## Диагностика, архивирование основных параметров АСУ телескопа

На основе аналоговых и цифровых данных концевых датчиков, датчиков положения и т.д. для АСУ телескопа с помощью промышленного логического контроллера — SIEMENS-S7-300 и соответствующих коммуникационных модулей реализовать диагностику параметров

## Модернизация купола БТА

Подготовительные работы по замене однооборотного энкодера положения купола БТА на многооборотный энкодер. Макетирование устройства и анализ его работы на куполе БТА без вмешательства в существующую систему управления.

На первом этапе работа предполагает макетирование нового устройства его тестирование и анализ работы на куполе БТА



# Темы АСУ БТА (руководитель Верич Ю.Б., инженеры АСУ)

## Установка, монтаж и опрос датчиков положения забрала

Вариант 1: установка нескольких датчиков для контроля промежуточных точек положение забрала.

Вариант 2: установка многооборотного энкодера на привод забрала для получения информации о положении забрала в текущий момент времени

## Проектирование системы контроля натяжения троса и положения концевых выключателей балансировки трубы телескопа

Макетирование системы контроля натяжения и обрыва троса балансировки.



# Темы для групповых работ

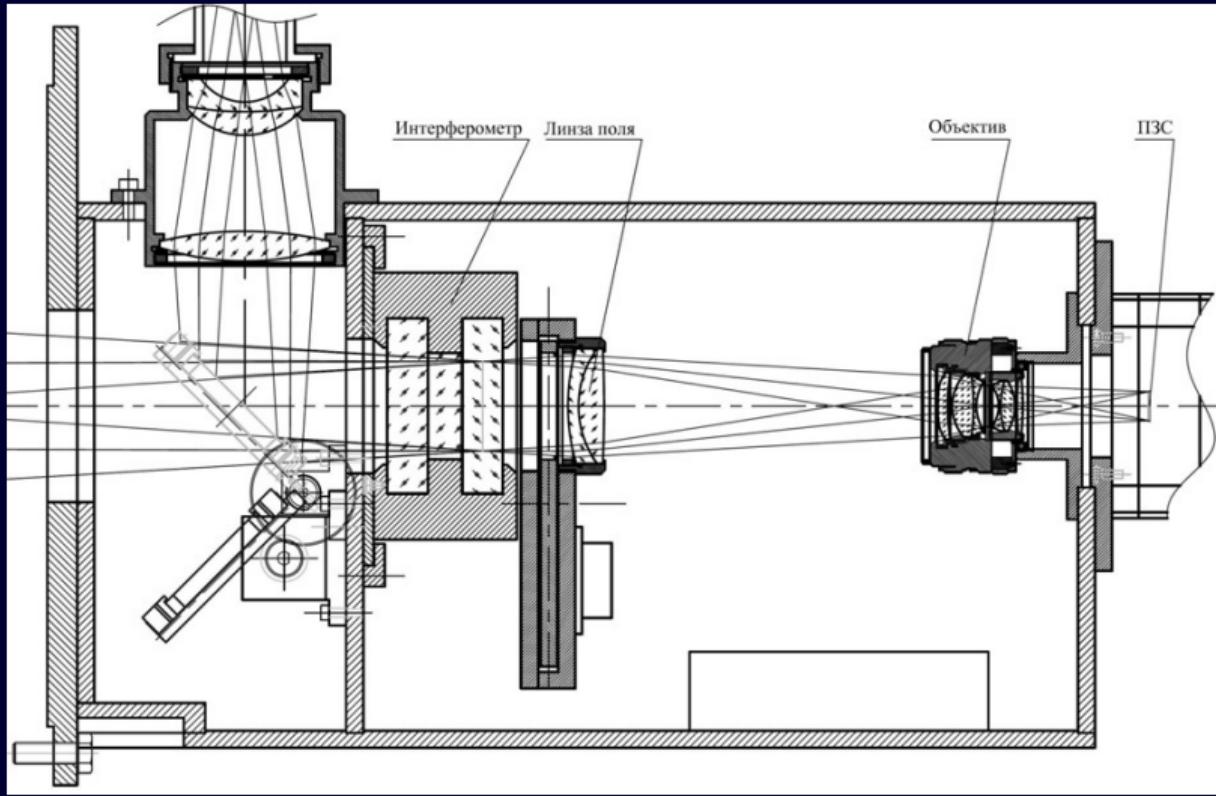
## База данных наблюдений фотометра с перестраиваемым фильтром MaNGaL

Руководитель Моисеев А.В.

В 2017 г. в САО РАН был разработан новый прибор — картировщик узких галактических линий (Mapper of Narrow Galaxy Lines, MaNGaL), представляющий собой фотометр с перестраиваемым фильтром на базе сканирующего интерферометра Фабри–Перо. За прошедшее время было выполнено уже несколько десятков ночей наблюдений на 1-м телескопе САО РАН и 2.5-м телескопе ГАИШ МГУ. Данные наблюдений представляют из себя стандартные FITS-файлы. Ставится задача создать архив наблюдений и базу полученных наблюдательных данных с возможностью поисковых запросов про название и типу объектов, телескопов и т.д. Также предполагается включение в архив обработанных и откалиброванных научных данных — изображений в эмиссионных линиях различных галактических и внегалактических туманностей.



# Темы для групповых работ



# Темы для групповых работ



# Построение распределенной системы управления астрофизическим экспериментом

Руководитель: Емельянов Э.В.

Каждая единица научного оборудования — уникальный прибор со своими особенностями из-за чего популярные промышленные методы автоматизации неприменимы. Общей чертой всего астрофизического оборудования является необходимость управления маломощными двигателями постоянного тока, шаговыми двигателями, соленоидами клапанов и затворов, нагревательными и охладительными элементами, а также прочей нагрузкой.

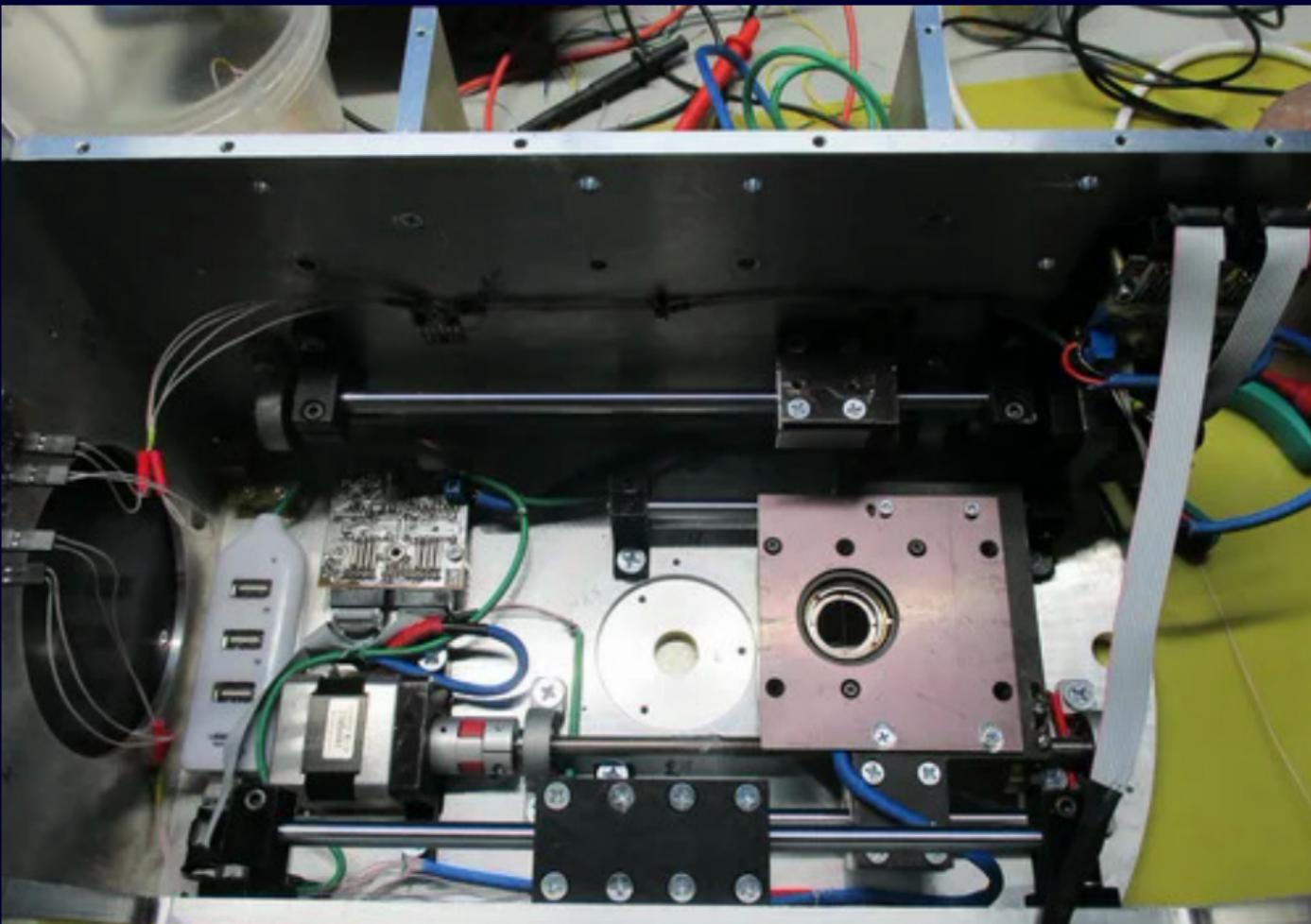
Предлагается упростить процесс разработки систем управления подобного рода приборами путем внедрения серийных компонент, имеющих возможность объединяться в сеть посредством CAN-шины, а также подключаться к управляющему устройству (компьютеру, смартфону и т.п.) по USB. Разработать программное обеспечение для работы с данной системой.

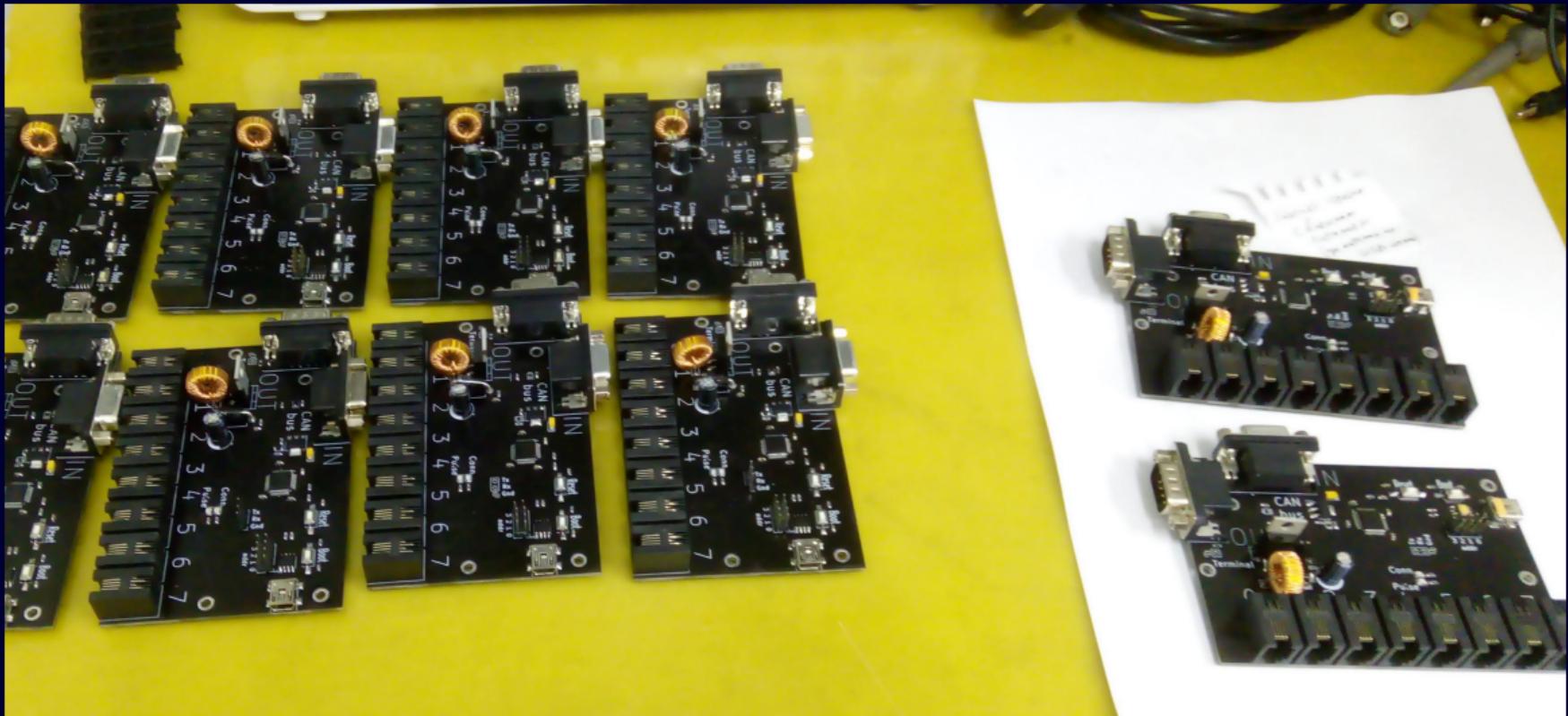
Основа — микроконтроллеры семейства STM32. Операционная система — GNU/Linux.

## Знания

Электроника и схемотехника. ARM-микроконтроллеры STM32. Linux. ЯВУ C/C++.  
Веб-разработка. Разработка сетевых приложений.







## **Оптимизация и портирование кода для устройств USB-CDC и USB-HID с микроконтроллеров STM32F103 и STM32F072 на STM32F303 и STM32F407**

Руководитель: Емельянов Э.В.

В некоторых случаях разрабатываемые системы управления требуют активных расчетов с плавающей точкой, поэтому более слабые Cortex-M0 и Cortex-M3 не всегда удовлетворяют требованиям по производительности.

Предлагается портировать существующий код USB-HID и USB-CDC на более мощный Cortex-M4. Разработать два-три варианта протоколов передачи данных и реализацию на МК и ПК. Возможно также расширить на USB-MSC (mass storage device class).

### **Знания**

Разработка консольных утилит в GNU/Linux, разработка под МК STM32 в Linux, умение читать и понимать документацию.



## Разработка программы обработки геодезических измерений при калибровке угломестных винтов элементов Главного зеркала РАТАН-600

Руководитель Жаров В.И.

Изменение существующей программы обработки калибровочных данных для повышения скорости и эффективности.

### Знания

Обработка больших массивов данных, программирование, математическое моделирование.



## Разработка программы расчета поправок (ошибок) поверхности отдельного элемента Главного зеркала РАТАН-600.

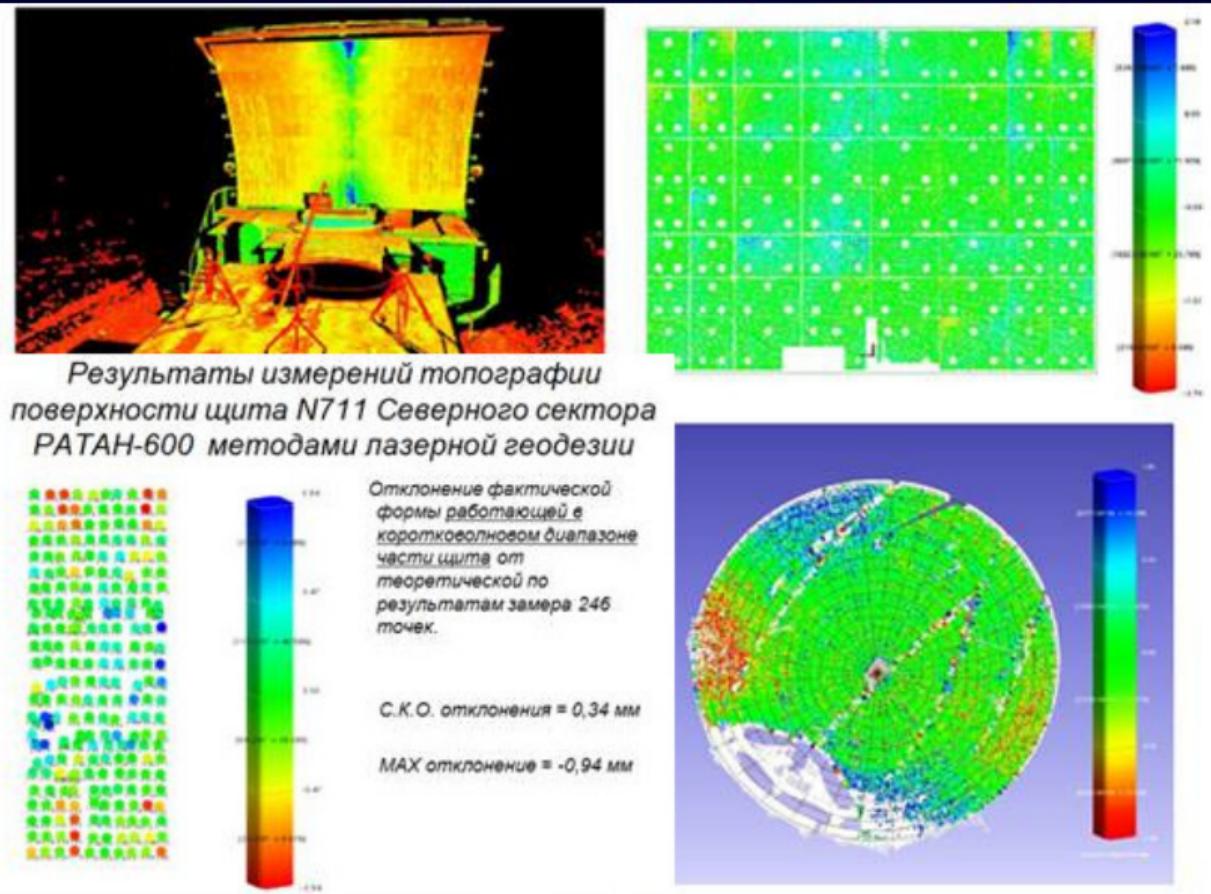
Руководитель Жаров В.И.

Изменение действующей программы обработки или разработка нового алгоритма и программы обработки облака точек, полученных в результате измерения отражающей поверхности отдельных элементов Главного зеркала.

### Знания

Обработка больших массивов данных, программирование, математическое моделирование.





# Спасибо за внимание!

