

# Модернизация 1-м телескопа Шмидта Бюраканской астрофизической обсерватории.

Додонов С.Н. (САО РАН), Амирханян В.Р. (ГАИШ), Балаян С.К. (БАО НАН), Герасименко М.С. (ИОНЦ)



Обзорные работы – основа современной астрономии. Паломарский обзор северного неба, обзор южного неба на UK Schmidt, первый бюраканский обзор внесли значительный вклад в базовые понятия современной астрономии, результаты этих обзоров признаны классическими. Телескопы Шмидта стали одним из основных ресурсов наблюдательной астрономии: атласы неба сегодня стали основной точкой отсчёта для поиска и отождествления объектов, данные о которых получены в радио, рентгеновском и других диапазонах; выборки объектов созданные на основе наблюдений на телескопах Шмидта инициировали многочисленные программы детального исследования выборок объектов (галактики Маркаряна, Palomar-Green и Durham выборки квазаров, Abell/ACO каталог скоплений галактик и т.д.).

В 60-х годах прошлого века Бюраканская обсерватория заняла одну из лидирующих позиций в мировой наблюдательной астрономии, во многом благодаря вводу в строй 1-м телескопа системы Шмидта БАО (105/132/213). Работы, выполненные на телескопе Б.Е. Маркаряном и его учениками, признаны во всём мире и стали основой для успешного развития современной астрономии. 1-м телескоп БАО НАН и сегодня остаётся одним из крупнейших инструментов в мире: он входит в пятёрку крупнейших телескопов системы Шмидта в мире по размеру зеркала и в тройку – по размеру объективных призм.

Основой модернизации 1-м телескопа должна стать направленность работ на создание условий для решения фундаментальных задач астрофизики оригинальными методами (многоцветная фотометрия в среднеполосных фильтрах во всём оптическом диапазоне), сохраняя при этом возможности работы в стандартных вариантах наблюдений (фотометрия в широкополосных фильтрах, бесщелевая спектроскопия с объективными призмами). Развитие методов наблюдений и анализа распределения энергии в спектрах объектов, успешно применённых Б.Е. Маркаряном и его коллегами, при использовании современных детекторов и методов анализа данных позволит: классифицировать объекты, определять морфологический тип галактик, делать оценки красных смещений галактик с точностью пригодной для анализа крупномасштабного распределения вещества во Вселенной, выделять активные объекты, изучать структуру Галактики её химический состав. Огромное поле зрения 1-м телескопа (на два порядка превосходящее по размеру поле зрения всех существующих на территории СНГ телескопов) позволит решать задачи детального анализа морфологии и кинематики близких галактик и Галактики до сих пор не доступные для астрономов России и Армении.



Переоснащение 1-м телескопа включает в себя следующие основные элементы:

- Установка в фокусе 1-м телескопа CCD-детектора с элементом разрешения порядка 1 arcsec и полем зрения ~1-3 кв. градуса;
- Изготовление набора узкополосных, среднеполосных и широкополосных фильтров, покрывающих весь видимый диапазон (3400 – 10000 Å);
- Создание полностью автоматизированной системы управления телескопом, включающей в себя систему гидирования, управление детектором, подачей фильтров в фокус телескопа, управление куполом телескопа, фокусом;
- Создание методики наблюдений и калибровки получаемых данных;
- Создание математического обеспечения архивизации наблюдательных данных;
- Создание математического обеспечения редукции наблюдательных данных.

## Детектор.



Выбор детектора определяется научными задачами: качество классификации объектов определяется протяжённостью спектрального диапазона, в котором исследуется его распределение энергии, отношением сигнал/шум достижимом в отдельном фильтре, размером элемента детектора. Современные детекторы, производимые фирмой EEV по технологии Deep Depletion, CD203-82 имеют 4096 X 4096 элементов (1.25 X 1.25 кв. градуса поле зрения для 1-м телескопа), размер элемента 12 микрон (соответствует ~1.1 arcsec) и являются практически идеальным приёмником для задач 1-м телескопа БАО. Детектор имеет малый шум считывания ( $3 e^-$ ) хорошую эффективность переноса заряда и высокую квантовую эффективность как в ультрафиолете (~50% на 3500 Å), так и в ближнем инфракрасном диапазоне (~50% на 9000 Å). Особенностью технологии Deep Depletion является пониженный уровень фрингов в ближней инфракрасной области спектрального диапазона, что существенно улучшает отношение сигнал/шум для детектирования объектов в диапазоне длин волн 7000 Å – 10000 Å. Возможно также применение детектора на основе CCD486 4096 X 4096 элементов (1.5 X 1.5 кв. градуса поле зрения для 1-м телескопа), размер элемента 15 микрон (соответствует ~1.4 arcsec) производства Fairchild Imaging. Система криостатирования детектора будет создана на базе системы CrioTiger (IGC-Polycold), - замкнутой системы охлаждения детектора до температуры жидкого азота.



В случае использования детектора CCD1600A производства фирмы Andanta (10560 X 10560 элементов, размер элемента 9 микрон, что соответствует ~0.9 arcsec, шум считывания ~  $5 e^-$ ) поле зрения телескопа может возрасти до ~3 X 3 кв. градуса, а эффективность наблюдений возрастёт более чем в 5 раз.

## Модернизация системы управления.

На базе существующих механизмов наведения и ведения телескопа мы предполагаем создать электронно-механическую систему управления (СУ) и контроля состояния всех узлов телескопа. СУ реализована как совокупность локальных контроллеров узлов и механизмов телескопа, т.е. распределённая СУ. Такая схема СУ предполагает оснащение каждого исполнительного механизма или группы механизмов локальным контроллером, оснащённым микропроцессором запрограммированным для управления и анализа состояния данного исполнительного механизма. Локальный контроллер работает под управлением центральной управляющей ЭВМ, от которой по линии связи получает команды управления и формирует необходимые сигналы для силовой электроники исполняющих механизмов.

### Исполнительные механизмы телескопа, контролируемые системой управления:

#### Прямое восхождение:

Скорость перенаведения: 30 град./мин.  
Точность ведения: 0.0001 arcsec/сек.  
Минимальный шаг коррекции: 0.2 arcsec.  
Контроль положения: датчик угол – код с разрядностью 16 бит (точность наведения 20").

#### Склонение:

Скорость перенаведения: 30 град./мин.  
Минимальный шаг коррекции: 0.2 arcsec.  
Контроль положения: датчик угол – код с разрядностью 16 бит (точность наведения 20").

#### Служба времени:

Контроль и коррекция текущего времени, пересчет декретного времени в звёздное.

#### Фокусировка:

Линейное перемещение и контроль положения с точностью 0.01 мм

#### Светоприёмное оборудование:

Управление механизмами подачи фильтров, управление ПЗС – приёмником.

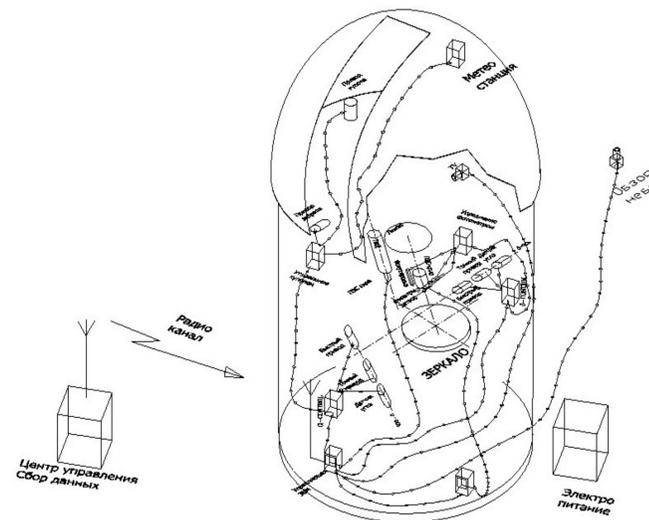
#### Автоматический гид:

ПЗС-камера на боковом подсмотре телескопа, двухкоординатная подвижка для захвата опорной звезды и механизм смены оптики для смены масштаба изображения.

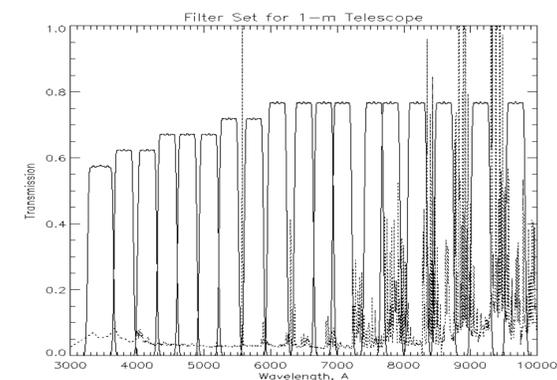
#### Купол и подкупольное пространство:

Контроль перемещения купола, автоматическое слежение за положением телескопа, управление забралом, управление подкупольным освещением, концевые ограничители положения трубы телескопа, ПЗС-камера для визуального контроля ситуации в подкупольном пространстве.

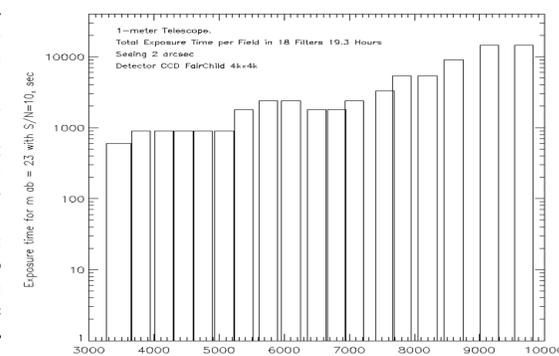
Метеостанция для контроля погоды и внешняя телекамера для наблюдения за состоянием неба.



## Наблюдательные задачи 1-м телескопа.



Для грубой оценки распределения энергии в спектрах объектов мы предполагаем использовать широкополосные фильтры аналогичные фильтрам, применённым в SDSS-обзоре. Среднеполосные фильтры, предназначенные для получения детального распределения энергии в спектрах объектов, распределены в доступном наблюдением оптическом диапазоне длин волн таким образом, чтобы по распределению энергии в ультрафиолетовом и голубом диапазонах уверенно разделялись звёзды ранних спектральных классов и внегалактические объекты с ультрафиолетовым избытком, а в красном и ближнем к инфракрасному диапазонам уверенно выделялись компактные галактики с красными смещениями более 0.5 среди звёзд поздних спектральных классов. В красной области (за 7000 Å) фильтры располагаются в «окнах» между яркими линиями ночного неба. Как показывает наш опыт и компьютерное моделирование, по распределению энергии объекта, полученному на основе наблюдений в таком наборе среднеполосных фильтров (при отношении сигнал/шум ~ 5 в каждом фильтре), полнота выделения AGN порядка 95%, точность определения красного смещения для галактик лучше 0.03, а для квазаров лучше 0.05. Для звёзд Галактики спектральные типы могут быть определены с точностью до 0.3 SpT, классы светимости с точностью до 0.2 LC. Оценки физических параметров звёзд ( $T_{eff}$ ,  $\log g$ , [M/H]) могут быть сделаны с точностью, позволяющей изучать химический состав и эволюцию нашей Галактики.



1-м телескоп после переоснащения сможет решать большой объём задач современной астрофизики. Большое поле зрения, высокая эффективность наблюдений в ультрафиолетовой и голубой областях спектра, рабочий диапазон звёздных величин (до  $R \sim 23^m$ ) определяют успех в решении следующих задач: поиск далёких (до  $Z \sim 1$ ) скоплений галактик, исследование окружения гигантских радиогалактик, изучение связи AGN и скоплений галактик, изучение взаимодействующих скоплений галактик, исследование областей звездообразования в Галактике, эволюция AGN на основе полных выборок объектов до  $R \sim 23^m$ , изучение состава, формирования и эволюция Галактики, исследование крупномасштабной структуры Вселенной до  $Z \sim 1$ .