

СПЕЦИАЛЬНАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ЛАБОРАТОРИЯ СПЕКТРОСКОПИИ И ФОТОМЕТРИИ ВНЕГАЛАКТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Утверждаю
Зам. Директора по БТА
Власюк В.В.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ РЕДУКТОР
СВЕТОСИЛЫ SCORPIO

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Афанасьев В.Л., Моисеев А.В.

Нижний Архыз

Май 2008

Уважаемые наблюдатели!

Описание SCORPIO постоянно редактируется и дополняется. Пожалуйста, даже если вы когда-то и читали его, просмотрите перед наблюдениями еще раз хотя бы главу 6! На последних чистых страницах есть место для любых комментариев по поводу данного описания. Все ваши замечания и дополнения будут с благодарностью нами восприняты.

Пишите мне на moisav@sao.ru или звоните по телефонам: д. 46-365, р. 93-396 (definiti), моб. 8-928-391-68-91 (в КЧР), 8-909-930-46-46 (вне КЧР)

Алексей Моисеев (ответственный за метод)

*Инженер лаборатории СФВО, Никита Фоменко:
д. 46-275, р. 46-260*

Содержание

1	Общие сведения	6
2	Описание спектрографа	6
2.1	Редуктор светосилы	8
2.1.1	Многоцелевой блок	9
2.1.2	Спектрополяриметр	9
2.2	Адаптер первичного фокуса	10
2.3	ПЗС приемник	12
2.4	Режимы наблюдений	14
2.5	Калибровочные накопления	16
3	Сменные элементы	17
3.1	Щели и маски	17
3.2	Светофильтры	17
3.2.1	Широкополосные фильтры	17
3.2.2	Среднеполосные фильтры (SED)	18
3.2.3	Узкополосные (IFP)	18
3.3	Гризмы	22
3.4	Сканирующие ИФП	22
4	Система управления	26
4.1	Общие сведения	26
4.2	Программа управления прибором: общие замечания	27
4.3	Меню управления экспозициями (Exposure control)	28
4.4	Меню управления редуктором (Remote control SCORPIO)	30
4.4.1	Подвижные элементы	30
4.4.2	Режимы наблюдений (OBSERVING MODES)	30
4.4.3	Конфигурационные установки (SET CONFIG)	31
4.5	Меню управления платформой-адаптером (Remote control of adapter)	32
4.6	Программа управления поворотным столом	34
4.7	Просмотр накоплений VIEWFITS	35
4.8	Поиск гидирующих звезд	37
4.9	Программа визуализации изображения подсмотра ViewTV	38
4.10	Программа анализа качества изображений и фокусировки	40
4.10.1	Режим Single image	41
4.10.2	Режим Series	42
4.10.3	Режим IFP	42
4.11	Пакетный режим управления прибором	42
4.11.1	Правила заполнения пакета	42
4.11.2	Редактирование пакета и его запуск	44
5	Подготовка SCORPIO к наблюдениям	44
5.1	Установка SCORPIO на телескопе	44
5.2	Установка светофильтров в турели	45
5.3	Установка диспергирующих элементов	45
5.3.1	ИФП	45
5.3.2	Гризмы	46
5.4	Настройка интерферометра Фабри-Перо	46
5.5	Установка правильной ориентации ПЗС, щели и направления дисперсии	46
5.6	Фокусировка камеры	47

5.7	Фокусировка коллиматора	47
6	Порядок наблюдений со SCORPIO на БТА	48
6.1	Подготовка компьютеров:	48
6.2	Перед началом наблюдений: программа REMOTE CONTROL SCORPIO	49
6.3	Нумерация ночей и файлов	49
6.4	Замечания о запуске экспозиций	50
6.5	Наведение на объект	50
6.6	Фокусировка телескопа	51
6.7	Точная установка объекта на цель	51
6.8	Управление смещениями телескопа	52
6.9	Архивация наблюдательных данных и создание журнала наблюдений	52
7	Особенности наблюдений в режиме прямых снимков	52
8	Особенности наблюдений в режиме "длинная цель"	53
9	Особенности наблюдений в режиме бесщелевой спектроскопии	54
10	Особенности наблюдений с многощелевым блоком	54
10.1	Выбор объектов и подготовка координат щелей	54
10.2	Установка на область и расстановка щелей	56
11	Особенности спектрополяриметрических наблюдений	58
11.1	Выбор области считывания	58
11.2	Наблюдения	58
11.3	Юстировка поворота $\lambda/4$ -пластины.	58
11.4	Вычисление параметров Стокса	59
12	Наблюдения с ИФП	59
12.1	Предварительные установки	59
12.2	Наблюдения	60
A	Атлас спектра сравнения лампы с He-Ne-Ar наполнением.	64
B	Рекомендуемые времена калибровочных экспозиций в режиме спектроскопии с длинной щелью (BinX=1, BinY=2, gain=low)	68
C	Пустые площадки (плоские поля) для калибровки фотометрических данных (Фатхуллин Т.А.)	69
D	Фотометрические стандарты (Фатхуллин Т.А.)	71
E	Список рекомендуемых спектрофотометрических стандартов	72
F	Памятка для наблюдений со SCORPIO без сервера tb.sao.ru	73
G	Использование TVguide со SCORPIO	74
G.0.1	Запуск программы	74
G.0.2	Гидирование	74
G.0.3	Дополнительные замечания	74

H	DINACMD for Windows NT/2000/XP. Руководство пользователя	76
H.1	Общие сведения	76
H.2	Состав программы	76
H.3	Инсталляция программы	77
H.3.1	Системные требования	77
H.3.2	Инсталляция сетевого драйвера	77
H.3.3	Инсталляция программного комплекса	78
H.4	Формат данных	78
H.5	Список ключей. Пример bat-файла	80
H.6	Выполнение программы	81
I	Возможные неисправности и способы их устранения	83
J	Комментарии наблюдателей	84

1 Общие сведения

Редуктор светосилы SCORPIO (**S**pectral **C**amera with **O**ptical **R**educer for **P**hotometric and **I**nterferometric **O**bservations) позволяет реализовать в первичном фокусе 6-м телескопа БТА следующие виды наблюдений протяженных и звездообразных объектов:

- ПЗС-фотометрия в широко-, средне- и узкополосных фильтрах.
- Панорамная спектроскопия с интерферометром Фабри-Перо (ИФП).
- Спектроскопия с "длинной щелью".
- Бесщелевая спектроскопия.
- Многообъектная спектроскопия с 16 щелями, дистанционно перемещаемыми в фокальной плоскости.
- Поляриметрия в фильтрах и спектрополяриметрия.

Первые наблюдения на БТА состоялись в сентябре 2000 г., со старым вариантом адаптера первичного фокуса. Новая платформа-адаптер стала применяться начиная с мая 2001 г. Первые успешные наблюдения с режиме многощелевой спектроскопии были проведены в сентябре 2003 г., летом 2004 завершены работы по внедрению спектрополяриметрического режима и проведены первые наблюдения.

Механические и оптические части редуктора были изготовлены в макетных мастерских САО РАН по проекту В.Л. Афанасьева и Э.Б. Гажура. Оптика спектрографа изготовлена Е.И. Перепелицыным согласно расчетам В.Л. Афанасьева. Сборка механики прибора осуществлялась В.В. Веретенковым. Платы дистанционного управления прибором спроектированы и изготовлены С.Р. Желенковым, а электросиловая часть – Ф.И. Фатеевым. Программное обеспечение написано В.Л. Афанасьевым и А.В. Моисеевым.

Ниже последовательно описываются особенности конструкции прибора и методика наблюдений с ним на БТА. Оптико-механическая схема SCORPIO, основные характеристики ПЗС-детектора и съемных оптических элементов (светофильтры, гризмы, ИФП), особенности отдельных режимов наблюдений рассматриваются в главе 2. Система управления спектрографом и ПЗС описывается в главе 4. В главе 5 описывается процесс подготовки редуктора к наблюдениям. В главе 6 рассматривается последовательность действий при наблюдениях со SCORPIO на 6-м телескопе. В последующих главах подробно обсуждаются особенности работы в различных режимах наблюдений, таких как прямые снимки (глава 7), спектроскопия с длинной щелью (глава 8), многощелевая (глава 10) и бесщелевая (глава 9), спектрополяриметрия (глава 11) и панорамная спектроскопия со сканирующим интерферометром Фабри-Перо (глава 12). Атлас спектра сравнения, рекомендуемые времена экспозиций, списки стандартных звезд и прочая дополнительная информация даны в Приложении.

2 Описание спектрографа

Основные характеристики прибора сведены в таблицу 1. Конструктивно SCORPIO состоит из трех основных узлов, каждый из которых допускает независимое использование: редуктора светосилы, платформы-адаптера первичного фокуса и ПЗС-детектора. Редуктор светосилы включает в себя оптику спектрографа и многощелевой блок. Платформа-адаптер содержит оптику и лампы для калибровки спектрографа, два поля для поиска гидировочных звезд, TV-подсмотр и наклоняемую пластину из плавленого кварца для быстрого гидирования (tip-tilt).



Рис. 1: Устройство редуктора светосилы

Таблица 1: Основные характеристики SCORPIO

Эквивалентная светосила	$F/2.6$
Поле зрения:	
полное ¹	$6.1' \times 6.1'$
в многоцелевом режиме ¹	$2.9' \times 5.9'$
Масштаб изображения ¹	$0.18''/\text{пиксель}$
Спектральный диапазон	$3\,600 - 10\,000\text{\AA}$
Спектральное разрешение	
с гризмами (для ширины щели $1''$)	$1.5 - 20\text{\AA}$
с интерферометрами Фабри-Перо	$0.8 - 2.5\text{\AA}$
Максимальная квантовая эффективность (телескоп+SCORPIO +ПЗС)	
Для прямых снимков	70%
Для спектроскопии	40%
Для наблюдений с ИФП	20%
Предельная звездная величина	
Для изображений ² в фильтре R_C ($Texr = 1800$)	26.8
Для спектров низкого разрешения ³ ($Texr = 7200$)	24.0

¹ при использовании детектора ПЗС EEV 42-40

² при качестве изображений $1.5''$

³ $S/N=10$ в континууме, при качестве изображений $1.5''$

2.1 Редуктор светосилы

Общий вид собственно редуктора светосилы приведен на рис. 1. Оптическая схема (рис. 2) включает в себя линзу поля и коллиматор – 4-х линзовый апохромат ($F/2.2$) с фокусным расстоянием 160 мм, формирующий выходной зрачок системы, камерный объектив - 6-ти линзовый апохромат ($F/1.8$) с фокусным расстоянием 109 мм и сменные оптические элементы – ИФП, дифракционные решетки, светофильтры, анализатор поляризации и фазовые пластинки. Эквивалентная светосила системы в первичном фокусе 6-м телескопа составляет $F/2.6$. Все оптические поверхности просветлены в диапазоне $3\,500 - 10\,000\text{\AA}$. Просветляющие покрытия нанесены в ИПФ (г. Н. Новгород). Результаты лабораторных измерений спектральной кривой пропускания оптики SCORPIO приводятся на рис. 7.

Оптика коллиматора компенсирует кому и кривизну поля главного зеркала телескопа, что позволяет отказаться от использования в наблюдениях штатного непросветленного линзового корректора. Вынос выходного зрачка от последней поверхности коллиматора 50 мм. Расстояние между последней линзой коллиматора и первой камерного объектива составляет 90 мм. Диаметр коллимированного пучка 40 мм. Рабочий отрезок камеры равен 13.2 мм. Эквивалентное фокусное расстояние редуктора, установленного на БТА равно 15.6 м, что соответствует масштабу изображения $75\text{ мкм}/''$. Линейный размер невиньетированого поля зрения составляет 28×28 мм в плоскости приемника.

Конструктивно редуктор выполнен в виде отдельных блоков, смонтированных в общем корпусе и расположенных с следующим порядком (по направлению от переднего фланца):

- вводимый перед фокальной плоскостью многоцелевой блок
- две вращающиеся турели
- вводимый перед коллиматором анализатор поляризации

- механизм фокусировки коллиматора
- механизм ввода/вывода в коллимированный пучок диспергирующего элемента

Редуктор содержит две турели с шестью позициями ("0".."5") для ввода в пучок различных сменных элементов - светофильтров, щелей, масок и пр. Турель 1 располагается в фокальной плоскости телескопа, а Турель 2 – за полевой линзой, перед коллиматором. В Турели 1 обычно установлены средне- и узкополосные интерференционные фильтры, а также щель для спектральных наблюдений (позиция "3"). В Турели 2 – широкополосные стеклянные светофильтры и маска для бесщелевой спектроскопии (позиция "5"). Все устанавливаемые в турель элементы смонтированы в оправках типа байонет со световым диаметром 72 мм, что позволяет оперативно производить их замену. Позиция "0" в каждой из турелей всегда остается свободной, что бы при наблюдениях могли использоваться все установленные светофильтры.

Между коллиматором и камерой расположена каретка, с двумя переключаемыми позициями (номера "0" и "1") для ввода в параллельный пучок диспергирующих элементов (интерферометров Фабри-Перо или призмы прямого зрения). При этом призмы могут закрепляться только в позиции "0" а ИФП – только в позиции "1". Для визуального контроля точности настройки выведенного из пучка ИФП предусмотрена неоновая лампа, установленная на подвижном кронштейне и жестко закрепленное диагональное зеркало.

Фокусировка камерного объектива осуществляется вручную с помощью микрометрического винта (рис. 1). Оправа коллиматора снабжена шаговым двигателем для дистанционной фокусировки. Механизм фокусировки коллиматора обеспечивает его линейное перемещение в пределах 12 мм с точностью отсчета 0.01 мм. На переднем (ближайшем к главному зеркалу) фланце прибора располагается центральный электромагнитный затвор со временем срабатывания около 0.1 сек.

На корпусе редуктора расположены два тумблера – включение/выключение питания ("power") и независимое управление затвором ("shutter"). Тумблер включения питания многощелевого блока располагается внутри редуктора (рядом с диагональным зеркалом визуальной настройки ИФП).

2.1.1 Многощелевой блок

Многощелевой блок постоянно установлен внутри редуктора светосилы, вблизи фокальной плоскости телескопа (рис. 2). Он состоит из 16 металлических полосок со щелями, перемещаемыми в поле размером $3' \times 5.7'$ (рис. 6). Высота щелей – около $17''$, расстояние между центрами щелей – около $22''$. Положение каждой щели фиксируется с помощью двух электромагнитов – удерживающего и захватывающего. Удерживающие магниты закреплены неподвижно, захватывающие укреплены на раме, перемещающейся по одной координате с помощью шагового двигателя. Сопротивление электромагнитов около 160 Ом, напряжение на удерживающих магнитах 5 В, на захватывающих 12 В. Отдельный электромагнит фиксирует положение одновременно всех щелей в фокальной плоскости. Устройство вводится в пучок с помощью шагового двигателя. Время полной расстановки всех щелей (при требуемой точности $0.1 - 0.2''$) составляет около 5 минут.

2.1.2 Спектрополяриметр

В качестве анализатора поляризации используется пластина Савара толщиной 14 мм дающая разведение пучков в двух взаимноперпендикулярных плоскостях поляризации на 9 секунд дуги в фокальной плоскости. Анализатор может вращаться вокруг оси, принимая два фиксированных положения, с углами поворота 0 и 45° . Ввод-вывод анализатора в световой пучок и его поворот осуществляется шаговым двигателем.

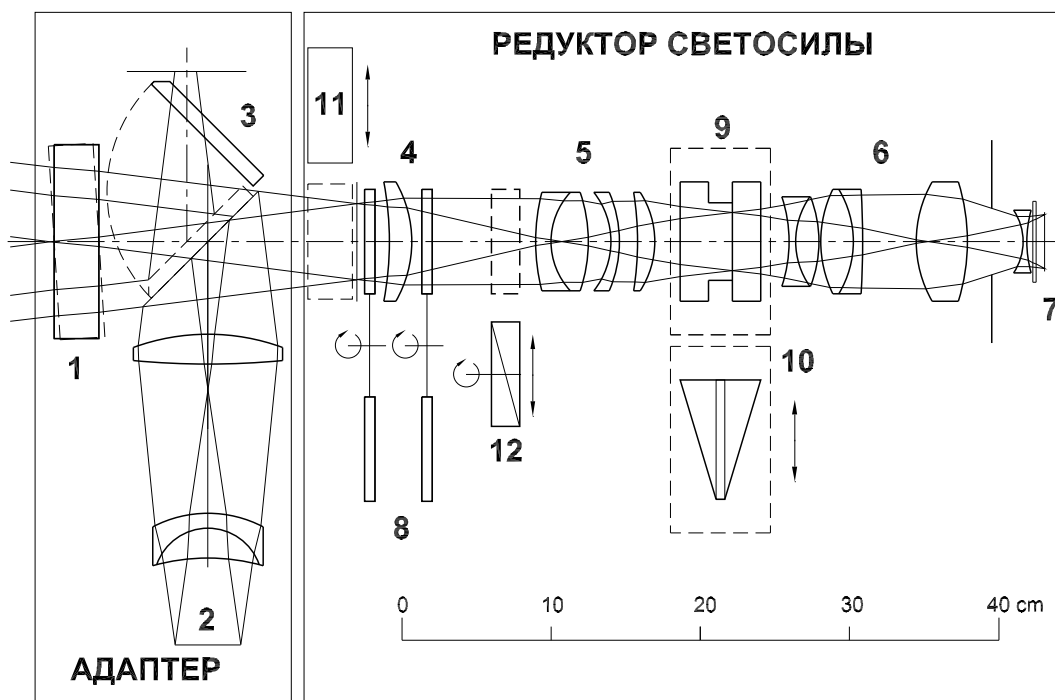


Рис. 2: Оптическая схема SCORPIO. (1) – наклоняемая пластина, (2) – оптика калибровки, (3) – плоское зеркало, (4) – полевая линза, (5) – коллиматор, (6) – камера, (7) – ПЗС, (8) – турели светофильтров, (9) – ИФП, (10) – гризма прямого зрения, (11) – многоцелевой блок, (12) – анализатор поляризации.

2.2 Адаптер первичного фокуса

Платформа-адаптер (далее **Адаптер**) закрепляется на поворотном столе в кабине первичного фокуса БТА и применяется для гидирования по внеосевым звездам и для засветки спектрографа калибровочными лампами. На ней может быть установлен как фокальный редуктор, так и другие устройства, например спектрограф MPFS.

Адаптер содержит два прямоугольных поля для поиска гидировочных звезд¹, обозначаемых как **Fiber 1** и **Fiber 2**, центры полей отстоят на $12'$ от центра поля зрения. В каждом из полей находится жгут световодов, перемещаемый с помощью шаговых двигателей в прямоугольной системе координат (см рис. 3). Внеосевой линзовый корректор, установленный перед каждым гидировочным полем, компенсирует кому главного зеркала телескопа. Эквивалентное фокусное расстояние в фокусе корректора 19.2 м, так что перемещению световодов на 1 мм соответствует на небе расстояние в $10.7''$. Предела перемещения световодов составляют $8.5' \times 4.5'$, диаметр поля зрения жгута световодов – около $40''$.

Плоское диагональное зеркало, обозначенное как (3) на рис. 2 и как (2) на рис. 3, имеет два фиксированных положения: **Fibers** и **Field**. В положении **Fibers** зеркало перебрасывает изображения со жгутов световодов на телевизионный подсмотр. Этот режим используется при экспозиции объектов. В положении **Field** зеркало перекрывает центральный пучок света от телескопа и перебрасывает на подсмотр изображение центра поля зрения прибора. Размер поля на подсмотре $3' \times 2'$. Этот режим используется при грубом наведении телескопа на объект в поле. Кроме того, при таком положении зеркала в спектрограф перебрасывается свет от калибровочных ламп. На рис. 4 схематично показаны изображения, наблюдаемые на TV-подсмотре при двух положениях зеркала. На центр поля зрения и на центры жгутов

¹ Поскольку монтаж 6-м телескопа – альт-азимутальная, то в процессе гидирования необходимо контролировать как положение телескопа по A и z , так и вращение поля зрения. Поэтому используется две гидировочных звезды.

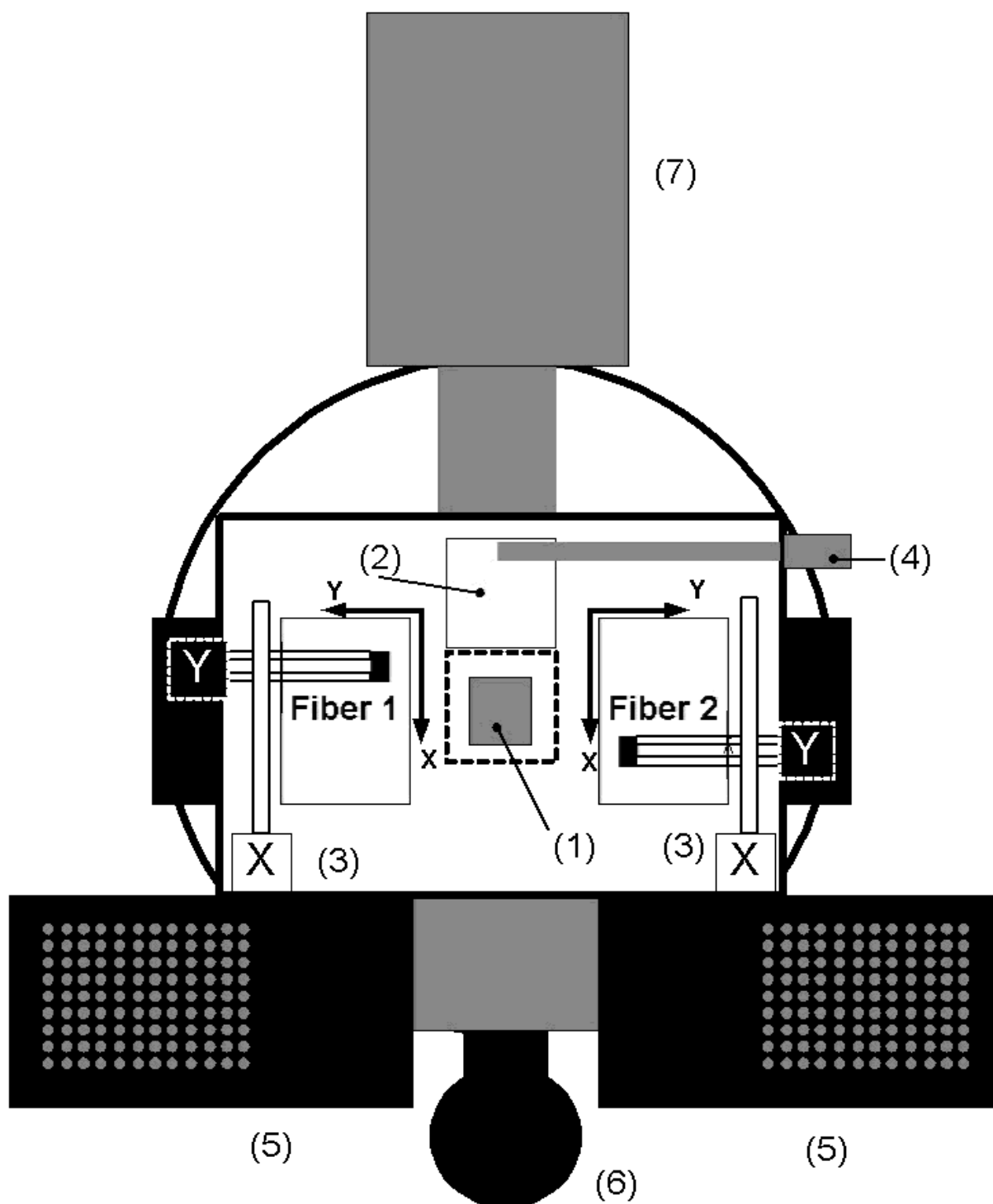


Рис. 3: Платформа-адаптер первичного фокуса. Вид со стороны главного зеркала БТА. (1) – затвор, (2) – плоское зеркало, (3) – механизмы перемещения световодов в гидировочных полях, (4) – подсветка крестов, (5) – блоки питания и микропроцессор, (6) – интегрирующая сфера с калибровочными лампами NEON и FLAT, (7) – TV-подсмотр

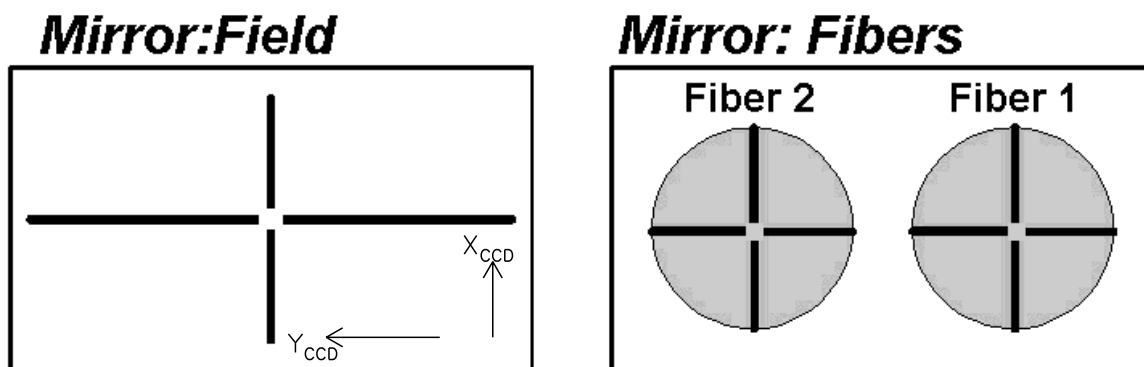


Рис. 4: Вид креста нитей при различных положениях диагонального зеркала.

световолокон проецируются изображения крестов с регулируемой подсветкой.

Оптическая схема адаптера содержит оптику осветителя калибровки (рис. 2), формирующую на входе редуктора сходящийся пучок со светосилой эквивалентной светосиле телескопа ($F/4$). Такая схема тракта калибровки формирует зрачок системы в том же положении, где находится изображение зеркала телескопа, что позволяет проводить не только корректную калибровку шкалы длин волн лампой линейчатого спектра, но и калибровку пропускания системы по полю в различных режимах работы ("плоское поле").

Входная площадка тракта калибровки освещается через интегрирующую сферу (шар Ульбрихта) двумя калибровочными лампами: с He-Ne-Ag наполнением для калибровки шкалы длин волн (далее лампа NEON), и галогеновой лампой непрерывного спектра для создания "плоского поля" (далее лампа FLAT). Лампа FLAT снабжена светофильтром из стекол СЗС16 (2мм) + СС2 (1.5мм) который уменьшает плотность потока от лампы для длин волн больше 5500\AA , что необходимо для создания более равномерной засветки детектора в спектральном режиме (по сравнению с излучением лампы, имеющим максимум в районе 1.2μ). На рис 5 показан спектр излучения абсолютно черного тела с яркостной температурой 2450 К (что примерно соответствует используемой лампе) прошедший через вышеописанный светофильтр.

Адаптер снабжен электромагнитным затвором, работающим независимо от центрального затвора редуктора светосилы. На корпусе адаптера расположены 4 тумблера – включение/выключение питания ("power"), независимое управление затвором ("shutter") и лампами FLAT и NEON.

2.3 ПЗС приемник

С 2000 по 2003 гг. в качестве детектора использовалась ПЗС матрица ТК1024, размером 1024×1024 элемента. Начиная с апреля 2003 г. на SCORPIO используется ПЗС матрица EEV-42-40 размером 2048×2048 элементов. Основные параметры обоих детекторов приводятся в Таблице 2. Следует отметить, что для EEV-42-40 возможен программный выбор режимов, характеризующихся различными значениями gain, а также скоростью и шумом считывания (см. таблицу 3 и Приложение Н). На рис.7 показан график квантовой эффективности для EEV-42-40. График построен на основании паспортных данных, приводимых изготовителем чипа (жирные точки на рисунке) и нормированной кривой квантовой эффективности для аналогичной ПЗС, работающей на телескопе TNG.

Охлаждение детектора осуществляется жидким азотом. Время, в течении которого расходуется весь азот в криостате, составляет 12-13 часов для ТК1024, и 20-22 часа для EEV-42-40. Весь комплект для наблюдений с ПЗС (криостат, электроника и программы управления) разработан и изготовлен в Лаборатории перспективных разработок САО РАН.

Таблица 2: Параметры используемых ПЗС

	Детектор	
	ТК1024	ЕЕV-42-40
Тип	Thin, back-illuminated	
Формат с учетом overscan	1024 × 1024 1034 × 1034	2048 × 2048 2068 × 2072
Размер пикселя	24 μ	13.5 μ
Масштаб ¹	0.32"/пиксель	0.18"/пиксель
Поле зрения ¹	5.4'	6.1'
Макс. квант. эфф.	80%	83%
Gain	1.3 \bar{e} /ADU	0.50 и 2.07 \bar{e} /ADU
Шум считывания	3 \bar{e}	1.8-4 \bar{e}
Темновой ток	0.1 \bar{e} /мин	0.03 \bar{e} /мин

¹ До сентября 2003 года в SCORPIO применялась оптика, дающая эквивалентную светосилу $F/2.9$, при этом на ТК1024 масштаб составлял 0.28"/пиксель, при поле зрения 4.8'

Таблица 3: Скорость и шум считывания , для ПЗС ЕЕV42-40

	(readout rate)	
	Normal	Fast
Скорость считывания для bin 1x2	85 сек	30 сек
Скорость считывания для bin 2x2	29 сек	13 сек
Скорость считывания для bin 4x4	11 сек	6 сек
шум считывания	2.3-2.5 \bar{e}	3.5-4 \bar{e}

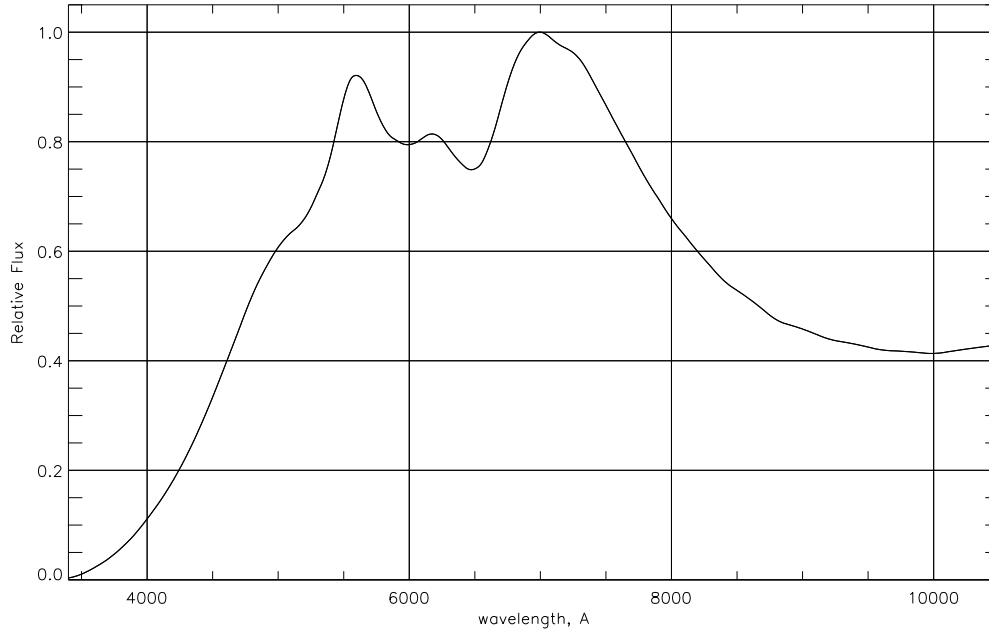


Рис. 5: Теоретическая кривая плотности потока (F_λ) от калибровочной лампы FLAT со светофильтром.

2.4 Режимы наблюдений

В таблице 4 расписаны положения подвижных элементов SCORPIO в различных режимах наблюдений, в скобках указаны номера позиций. Так как при смене режимов в пучок вводятся различные оптические элементы, то положение фокальной плоскости на выходе системы может меняться. Компенсация этих смещений осуществляется с помощью изменения положения фокуса коллиматора. В SCORPIO опорным является такое положение фокуса, при котором фокальная плоскость коллиматора совпадает с положением щели спектрографа, при условии, что за исключением щели в турели 1, остальные элементы (анализатор, фильтры и т.п.) выведены из пучка. Перед началом наблюдений необходимо сфокусировать коллиматор по изображению щели, подсвеченной калибровочной лампой NEON или FLAT. Измеренное значение опорного фокуса коллиматора (F_{slit}) заносится в параметры программы управления спектрографом. При смене режимов наблюдений программа управления автоматически изменяет значение текущего фокуса коллиматора. Требуемое значение фокуса (F_{col}) в общем виде может быть вычислено по формуле:

$$F_{col} = F_{slit} - \Delta F_1 - \Delta F_2 + \Delta F_{disp} - \Delta F_{polar},$$

где ΔF_1 , ΔF_2 – поправки фокуса для светофильтров находящихся в турелях 1 и 2, в общем виде определяемые соотношением $\Delta F = h(n-1)/n$, где h – толщина, а n – средний показатель преломления материала фильтра. Измеренные значения поправок для всех фильтров занесены в файл `D:\config.cfg\filters.cfg`.

ΔF_{disp} – коррекция за введенный диспергирующий элемент, поправка равна 0.3 мм для призмы², -0.1 мм для ИФП 260 и +0.2 мм для ИФП 501. В режиме спектрополяриметрии поправка равна +0.05 мм.

ΔF_{polar} = 5.15 мм – поправка за ввод анализатора поляризации.

При наблюдениях с многощелевым блоком за опорный фокус принимается величина F_{multi} , соответствующая положению лучшего фокуса при фокусировке по изображению самого мно-

² по измерениям от 7.11.2004 эта поправка установлена в +0.2 мм

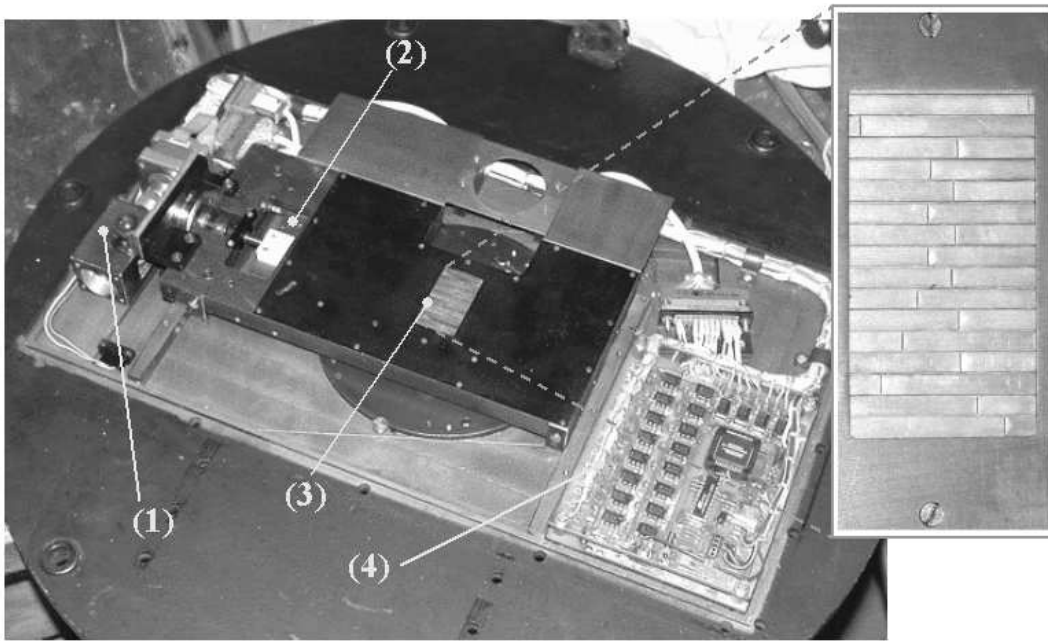


Рис. 6: Фотография многощелевого блока. (1) – механизм ввода-вывода блока из пучка; (2) – перемещаемая рамка с захватывающими магнитами; (3) – стальные полоски со щелями (показаны в увеличенном виде на фото справа); (4) – плата с управляющим микропроцессором

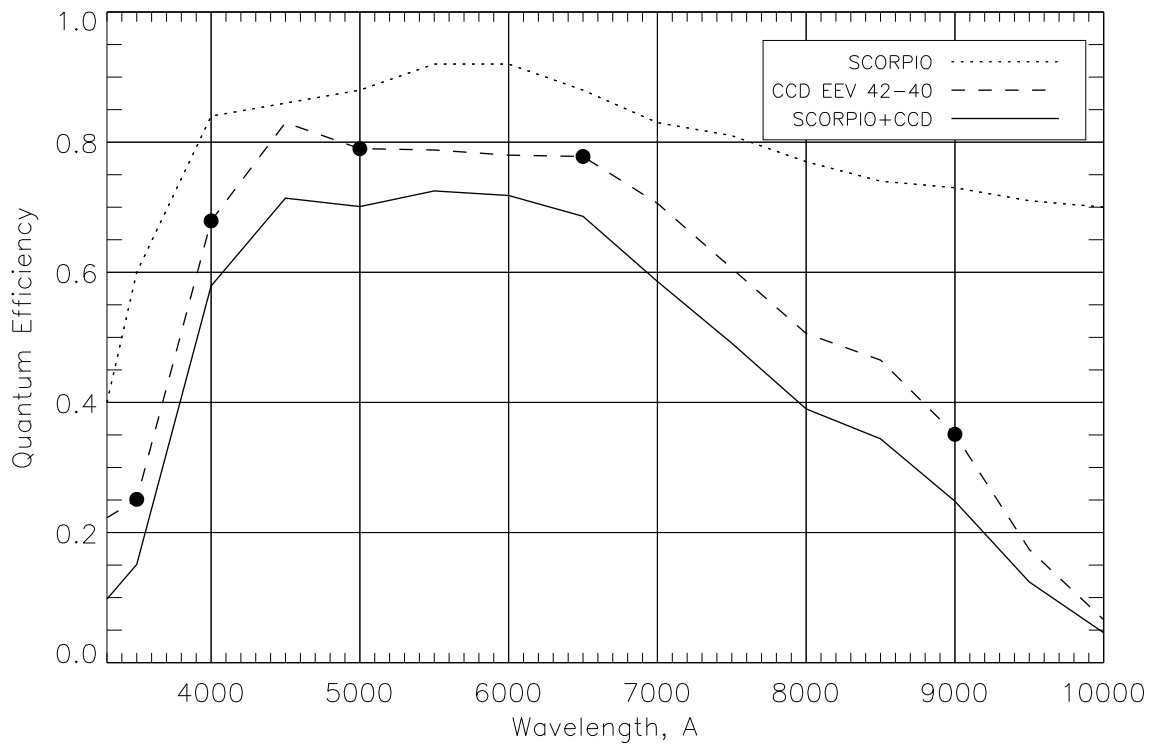


Рис. 7: Вид кривой пропускания оптики SCORPIO и кривой квантовой эффективности ПЗС EEV-42-40

Таблица 4: Режимы наблюдений со SCORPIO

Название режима	MODE ¹	Положение подвижных элементов SCORPIO				
		Турель 1	Турель 2	Каретка	Multislit	Анализатор
Прямые снимки	Images	("0"... "5")	("0"... "4")	Hole ("0 "1")	–	–
Интерферометр Фабри-Перо	IFP	("1"... "5")	("0")	IFP ("1")	–	–
Длинная щель	Spectra	slit ("3")	("0")	grism ("0")	–	–
Бесщелевая спектроскопия	Spectra	"0"	mask ("5")	grism ("0")	–	–
Многощелевая спектроскопия	SpectraMUL	"0"	"0"	grism ("0")	введен	–
Спектрополяриметрия	SpectraPOL	dash ("5")	"0"	grism ("0")	–	введен
Поляриметрия в фильтрах	ImagesPOL	("0"... "5")	("0"... "5")	Hole ("0 "1")	–	введен

¹ дескриптор в заголовке FITS-файла

гощелевого блока (при выведенных из пучка прочих оптических элементах). Из-за конструктивных особенностей спектрографа $F_{multi} \approx F_{slit} + 3$ мм.

2.5 Калибровочные накопления

При наблюдениях со SCORPIO используются следующие калибровочные накопления:

- **BIAS** – "кадр смещения" (считывание ПЗС с нулевой экспозицией). Обычно запускается серия из 8-10 таких экспозиций в начале и в конце наблюдательной ночи, для того чтобы их потом усреднить.
- **DARK** – кадр "темнового тока". Обычно эта калибровка не используется при наблюдениях с ПЗС EEV-42-40 (camera 2), у которой нет горячих столбцов, и мал уровень темнового тока. Однако кадры DARK необходимы, если по техническим причинам наблюдения приходится проводить с детектором, имеющим худшие характеристики. Тогда необходимо до (или после) наблюдений накопить серию темновых кадров той же продолжительности, что и экспозиции объекта и построить средний кадр.
- **NEON** – калибровка шкалы длин волн. Необходима при всех спектральных режимах и при наблюдениях с ИФП. Производится с помощью лампы с He-Ne-Ar наполнением, установленной на универсальной платформе. С целью учета внутренних гнутостей прибора необходимо для каждого наблюдаемого объекта, если изменение зенитного расстояния превышает $10 - 15^\circ$ накапливать отдельный кадр NEON.

При наблюдениях с ИФП необходимо накапливать полный куб данных (все каналы интерферометра) с изображениями интерференционных колец от линии калибровочного спектра, вырезанной узким фильтром. Калибровочный куб необходимо снимать хотя бы два раза за ночь (до и после наблюдений). Во время сканирования объекта необходимо делать не менее 4-6 экспозиций NEON в разных каналах интерферометра. Эти накопления используются при обработке данных наблюдений для контроля положения центра колец и точности сканирования ИФП.

Таблица 5: Список щелей и масок

Название	описание
slit_0.5	длинная щель, ширина 0.5"
slit_.75	длинная щель, ширина 0.75"
slit_1.0	длинная щель, ширина 1.0"
slit_1.5	длинная щель, ширина 1.5"
slit_2.0	длинная щель, ширина 2.0"
dash	прерывистая щель 1.75" для поляризационных наблюдений
circle	набор круглых диафрагм 4.5" для поляризационных наблюдений
mask	маска для бесщелевой спектроскопии
mask_34	прямоугольная диафрагма, ширина 34"
mask_60	прямоугольная диафрагма, ширина 60"
mask_86	прямоугольная диафрагма, ширина 86"

- FLAT – калибровка равномерной засветки "плоского поля" от лампы непрерывного спектра. Необходима во всех режимах, производится вначале и в конце наблюдений в случае прямых снимков и наблюдений с ИФП, и несколько раз в течение ночи при спектральных наблюдениях на разных Z. В случае ИФП – это накопления куба равномерной засветки порядкоразделительного фильтра во всех каналах интерферометра, в случае спектральных наблюдений – накопления непрерывного спектра, в случае прямых снимков – накопления непрерывной засветки для данного фильтра.

3 Сменные элементы

3.1 Щели и маски

Длинная щель для спектральных наблюдений установлена в позиции "3" на Турели 1. Ширина щели фиксирована - 1.0", длина – около 6', т.е. она перекрывает все поле зрения. По желанию наблюдателя, в Турель 1 может быть установлена щель произвольно меняющейся ширины или "прерывистая щель" (dash) для спектрополяризметрических наблюдений (см список 5).

Наблюдения звезд - спектрофотометрических стандартов рекомендуется производить в режиме "бесщелевой спектроскопии" (см. таб 4). Для выделения спектра объекта в центре поля зрения используется круглая маска, обычно устанавливаемая в позиции "5" на Турели 2. Она обеспечивает невиньетированное поле зрения диаметром около 30".

3.2 Светофильтры

Все используемые на SCORPIO светофильтры снабжены металлическими байонетными оправами с внутренним диаметром 75 мм, позволяющими легко и быстро производить смену фильтров в турелях с помощью специального фильтросъемника. Говоря в дальнейшем о "диаметре" фильтров мы будем иметь в виду их световой (внутренний) диаметр, который обычно меньше диаметра самих оправ.

3.2.1 Широкополосные фильтры

Стеклянные широкополосные светофильтры используются для реализации в режиме прямых снимков фотометрической системы Johnson-Cousins (UBVR_cI_c). Диаметр светофильтров – 70 мм, толщина – 4-5 мм. Теоретические кривые спектрального пропускания фильтров, с учетом

Таблица 6: Параметры широкополосных фильтров

Название	Только фильтр			С учетом SCORPIO и ПЗС		
	T_{max} , %	λ_c , Å	FWHM, Å	T_{max} , %	λ_c , Å	FWHM, Å
U	66	3680	490	26	3770	380
B	63	4360	1040	42	4400	970
V	69	5490	790	49	5470	790
R_c	75	6860	1860	54	6620	1500
I_c	84	–	–	38	8380	1760

квантовой эффективности SCORPIO и ПЗС приведены на рис.8, их основные характеристики – в таблице 6. Стеклопленочные фильтры обычно устанавливаются в Турели 2 следующим образом:

позиция "0" -свободная
 позиция "1" -фильтр В
 позиция "2" -фильтр V
 позиция "3" -фильтр R
 позиция "4" -фильтр I
 позиция "5" -маска для бесцелевой спектроскопии

3.2.2 Среднеполосные фильтры (SED)

Набор среднеполосных интерференционных фильтров диаметром 75 мм шириной 160 – 400Å изготовлен в НИИПП (г. Москва). В режиме прямых снимков эти светофильтры могут применяться для различных задач, таких как построение спектрального распределения энергии (SED) для слабых объектов в поле, или получение изображений протяженных объектов в различных эмиссионных линиях (H_α , [OIII], [SII] – фильтр FN674) и в континууме.

И.Д. Караченцевым предоставлен 50-мм фильтр шириной 75Å (FN657) центрированный на длину волны линии H_α , который используется для построения карт распределения ионизованного водорода в туманностях и близких галактиках. Интерференционные фильтры необходимо устанавливать только на Турели 1 (в фокальной плоскости телескопа), чтобы избавиться от вариаций центральной длины волны по полю, связанных с изменением угла падения лучей на фильтр в Турели 2.

Кривые спектрального пропускания фильтров, измеренные с помощью спектрографа MPFS в прямом фокусе БТА (т.е. в сходящемся пучке $F/4$), приведены на рис.9, их основные характеристики – в таблице 7.

3.2.3 Узкополосные (IFP)

При наблюдениях с Интерферометром Фабри-Перо для выделения требуемого участка спектра используются узкополосные фильтры шириной 10 – 20 Å. Для наблюдений галактик необходим набор таких фильтров, центрированных на длину волны изучаемой эмиссионной линии, смещенной из-за эффекта Доплера. В настоящий момент доступно несколько наборов таких фильтров. В НИИПП (Москва) были изготовлены фильтры диаметром 55 мм, которые могут использоваться для наблюдений в области линии [OIII]λ5007 ("зеленые") и вблизи линий H_α , [NII]λ6548/6583, [SII]λ6716/6731 ("красные"). Кривые спектрального пропускания этих фильтров, измеренные с помощью спектрографа MPFS в прямом фокусе БТА (в сходящемся пучке $F/4$), приведены на рис. 10 и 11, их основные характеристики – в таблице 8. Спецификация фильтров начинается с "IFP".

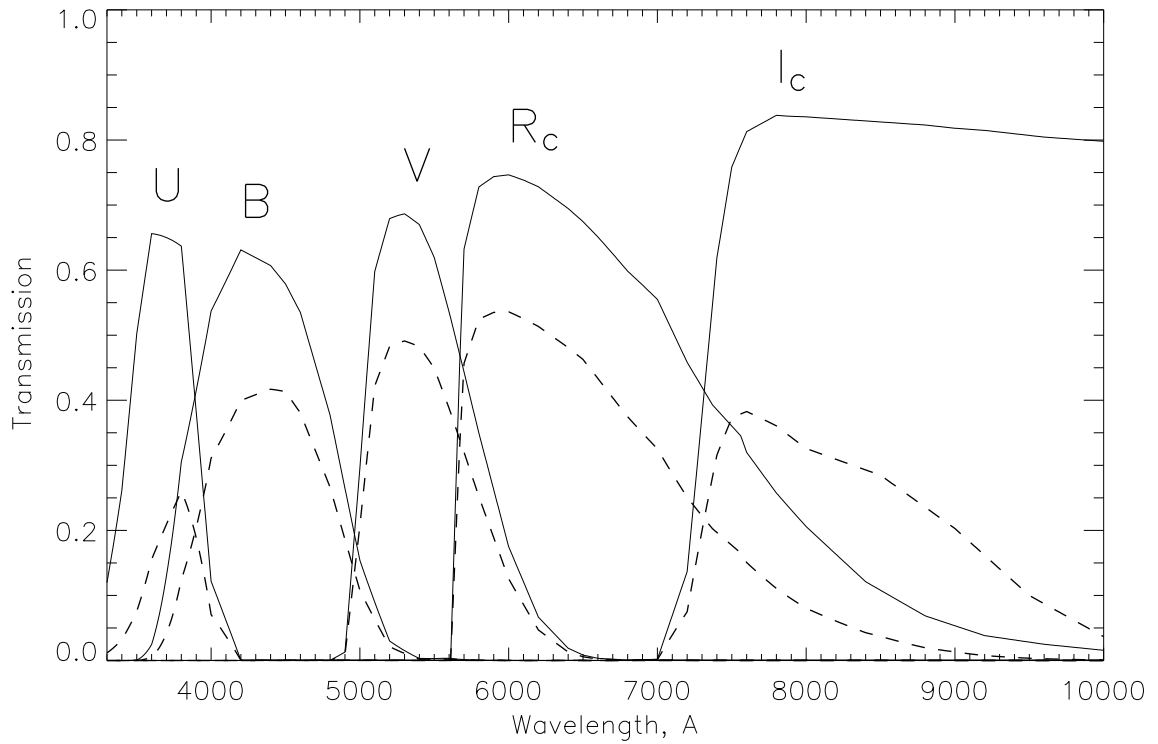


Рис. 8: Кривые спектрального пропускания стеклянных светофильтров (пунктир). Сплошные кривые – с учетом пропускания SCORPIO и ПЗС EEV-42-40

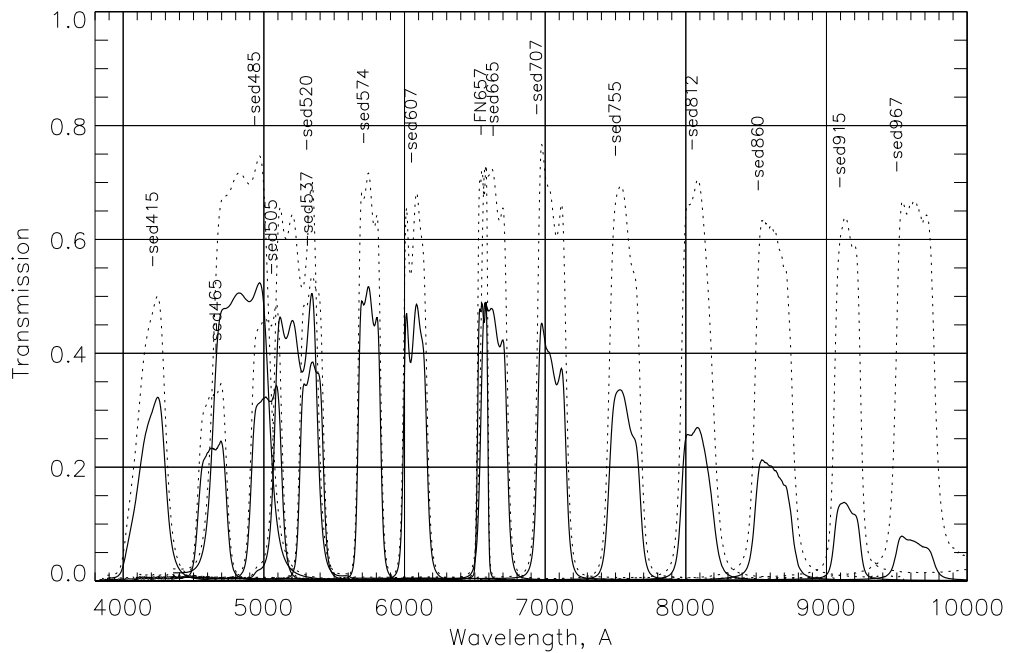


Рис. 9: Кривые спектрального пропускания среднелосных фильтров (пунктир). Сплошные кривые – с учетом пропускания SCORPIO и ПЗС EEV-42-40

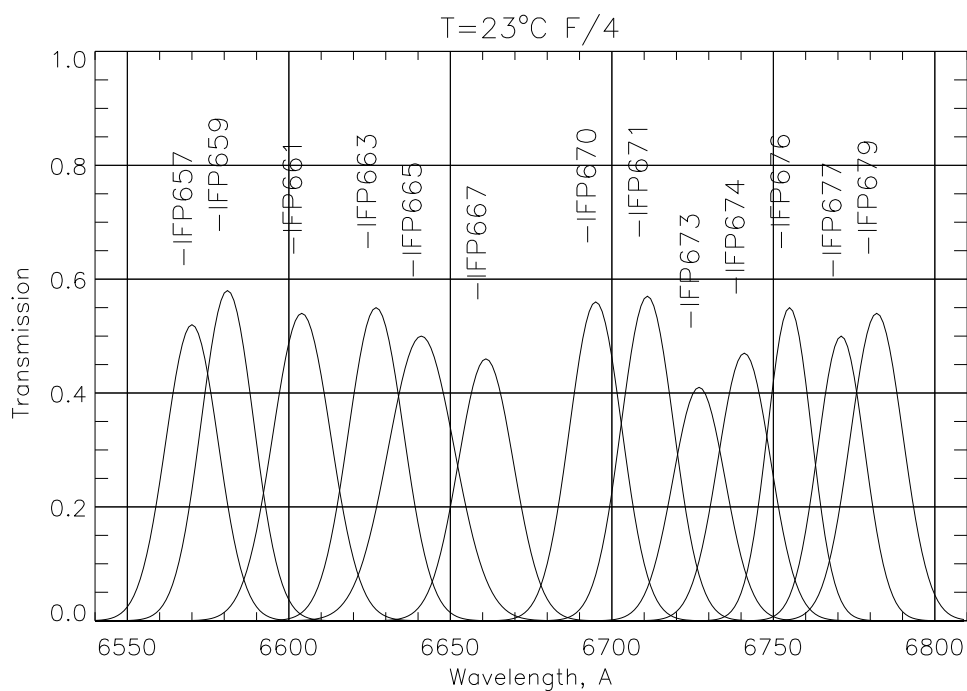


Рис. 10: Кривые спектрального пропускания "красных" фильтров для наблюдений с ИФП

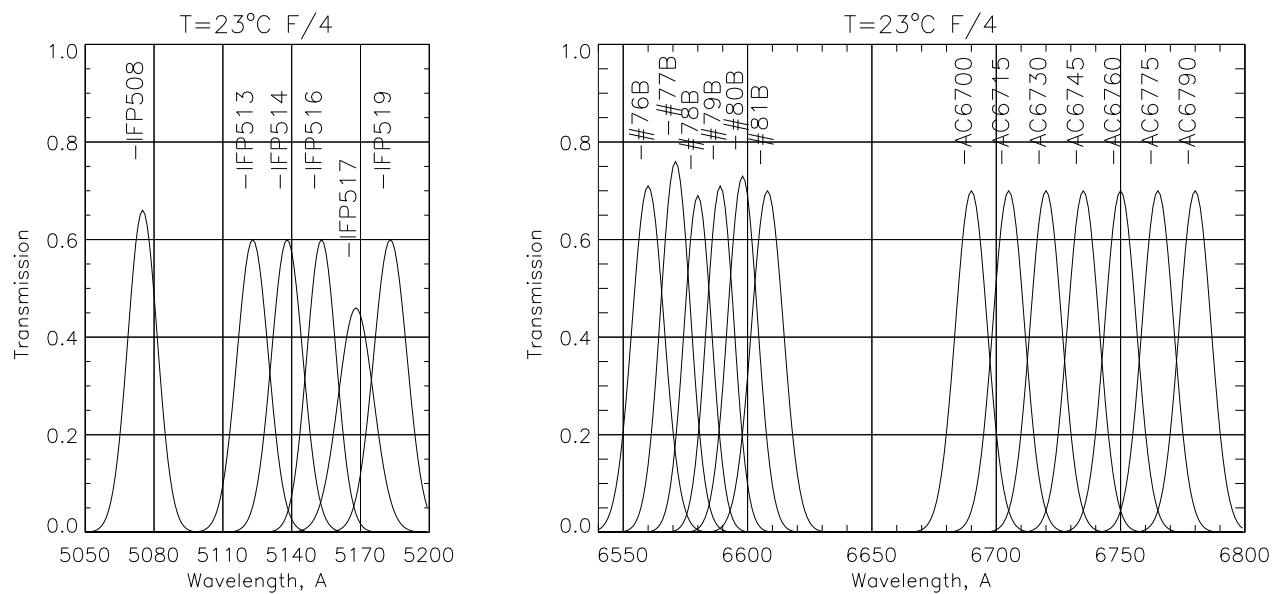


Рис. 11: Кривые спектрального пропускания "зеленых" фильтров для наблюдений с ИФП (слева) и "красных" фильтров изготовленных Andover Corporation а также фильтров из набора Бюраканской АО (справа)

Таблица 7: Параметры среднеполосных фильтров

Название	Только фильтр			С учетом SCORPIO и ПЗС		
	T_{max} , %	λ_c , Å	FWHM, Å	T_{max} , %	λ_c , Å	FWHM, Å
SED345	60	3450	420			
SED375	75	3760	300			
SED415	50	4200	212	32	4210	207
SED465	35	4620	205	25	4630	205
SED485	75	4850	409	52	4850	410
SED505	49	4990	221	34	4995	221
SED520 ¹	70	5230	310	51	5230	310
SED537	54	5310	168	38	5310	168
SED574	72	5730	161	52	5730	161
SED607	68	6060	167	49	6060	167
SED665	73	6620	190	49	6620	190
FN657	73	6555	75	49	6552	75
FN674 ²	70	6740	50	-	-	-
SED707	77	7040	207	45	7030	206
SED755	69	7560	220	34	7555	219
SED812	71	8090	222	27	8080	222
SED860	63	8620	269	21	8610	264
SED915	63	9150	188	14	9140	187
SED967	67	9616	280	08	9570	266

¹ Фильтры с дефектным покрытием, временно не используются

² Даны измерения изготовителя, требуется уточнение

50-мм фильтры (#76В, #77В, #78В, #79В, #80В и #81В) для наблюдения вблизи линии H_α предоставлены нашими коллегами из Бюраканской АО (Армения). Фильтры были изготовлены фирмой Barr Associates Inc. (USA) по заказу Марсельской Обсерватории.

7 фильтров диаметром 50-мм (обозначенные, как АС6700...АС6790) для наблюдений вблизи линии H_α , изготовленные фирмой Andover Corporation (USA), предоставлены J. Barbieri из обсерватории г. Падуа (Италия). Кривые спектрального пропускания и характеристики фильтров, измеренные заказчиком и пересчитанные нами для случая наблюдений в пучке $F/4$ приводятся на рис. 11 и таблице 8.

Для наблюдений с вышеописанными фильтрами доступны объекты со скоростями -200 до $+10\,000$ км с $^{-1}$ в линии H_α и со скоростями от $+3\,500$ до $+11\,000$ км с $^{-1}$ в линии [ОИП] $\lambda 5007$.

Необходимо отметить, что значение центральной длины волны пропускания интерференционных фильтров λ_c изменяется линейно с температурой, так что увеличению температуры на 10° соответствует увеличение λ_c примерно на 1.5 \AA .

Практика показала, что картина "плоского поля" у фильтров АС6700...АС6745 лучше чем у близких к ним по длинам волн фильтров IFP670...IFP674. Поэтому при наблюдениях лучше отдавать предпочтение фильтрам с маркировкой АС.

3.3 Гризмы

SCORPIO укомплектован набором прозрачных гризм (комбинация прозрачной дифракционной решетки и 2-х призм). Гризмы устанавливаются на каретке диспергирующих с элементов в позиции "0" на клиновидных направляющих. Оправа гризм позволяет вращать их вокруг оптической оси, так как при наблюдениях в режиме "длинная щель" направление дисперсии должно совпадать с направлением оси "X" на ПЗС, а в режиме многоцелевой спектроскопии – с направлением оси "Y" (так как из-за конструктивных особенностей прибора длинная щель в турели 1 перпендикулярна щелям на многоцелевом блоке).

Здесь, спецификация "GR" обозначает прозрачные решетки с поверхностным рельефом, представляющие собой реплики с нарезных решеток, изготовленные в ГОИ им. С.И. Вавилова (С.Петербург). Спецификация "VPHG" обозначает объемные фазовые голографические решетки, которые отличаются высоким процентом пропускания и малым уровнем рассеянного света. Основной набор таких решеток был изготовлен фирмой Wasath Photonics (USA, <http://wasatchphotonics.com>). Решетки VPHG1720 и VPHG2310 любезно предоставлены университетом г. Падуа (Италия). Расчетные значения квантовой эффективности SCORPIO в спектральном режиме показаны на рис. 12. В реальных наблюдениях значение квантовой эффективности (в зависимости от прозрачности) может быть меньше на 20-30%.

3.4 Сканирующие ИФП

Сканирующий пьезоэлектрический Интерферометр Фабри-Перо ET-50 фирмы Queensgate устанавливается на каретке диспергирующих элементов в позиции "1". Параметры используемых интерферометров приведены в таблице 10. Согласно нашим оценкам, общая квантовая эффективность SCORPIO при наблюдениях с ИФП (телескоп+фильтр+ИФП+ПЗС) составляет около 20% в области H_α .

Наблюдения с ИФП состоят из последовательного получения нескольких десятков изображений интерференционных колец от изучаемого объекта (или калибровочной лампы) при изменении оптического пути между плоскопараллельными пластинками ИФП. Радиус колец является функцией длины волны и расстояния между пластинами интерферометра. Полный набор таких изображений, заполняющий свободный спектральный диапазон интерферометра, называют *циклом сканирования*, одно накопление – *каналом*. После обработки изображения могут быть представлены в виде "куба данных". Управление сканированием (изменением расстояния между плоскопараллельными зеркальными пластинами) осуществляется посредством

Таблица 8: Параметры узкополосных фильтров ($T = 23^\circ \text{C}$, $F/4$)

Название	T_{max} , %	λ_c , Å	FWHM, Å
IFP508*	67	5008	15
IFP508	66	5075	15
IFP513	60	5123	16
IFP514	60	5138	16
IFP516	60	5153	15
IFP517	46	5168	18
IFP519	60	5183	17
IFP657	52	6570	19
IFP659	58	6581	19
IFP661	54	6604	21
IFP663	55	6627	20
IFP665	50	6641	24
IFP667	46	6661	20
IFP670	56	6695	19
IFP671	57	6711	19
IFP673	41	6727	19
IFP674	47	6741	19
IFP676	55	6755	16
IFP677	50	6771	17
IFP679	54	6782	19
#76B	71	6560	15
#77B	76	6571	14
#78B	69	6580	13
#79B	71	6589	13
#80B	73	6598	14
#81B	70	6608	15
AC6700	60	6690	15
AC6715	60	6705	15
AC6730	60	6720	15
AC6745	60	6735	15
AC6760	60	6750	15
AC6775	60	6765	15
AC6790	60	6780	15

* Фильтр временно без оправы

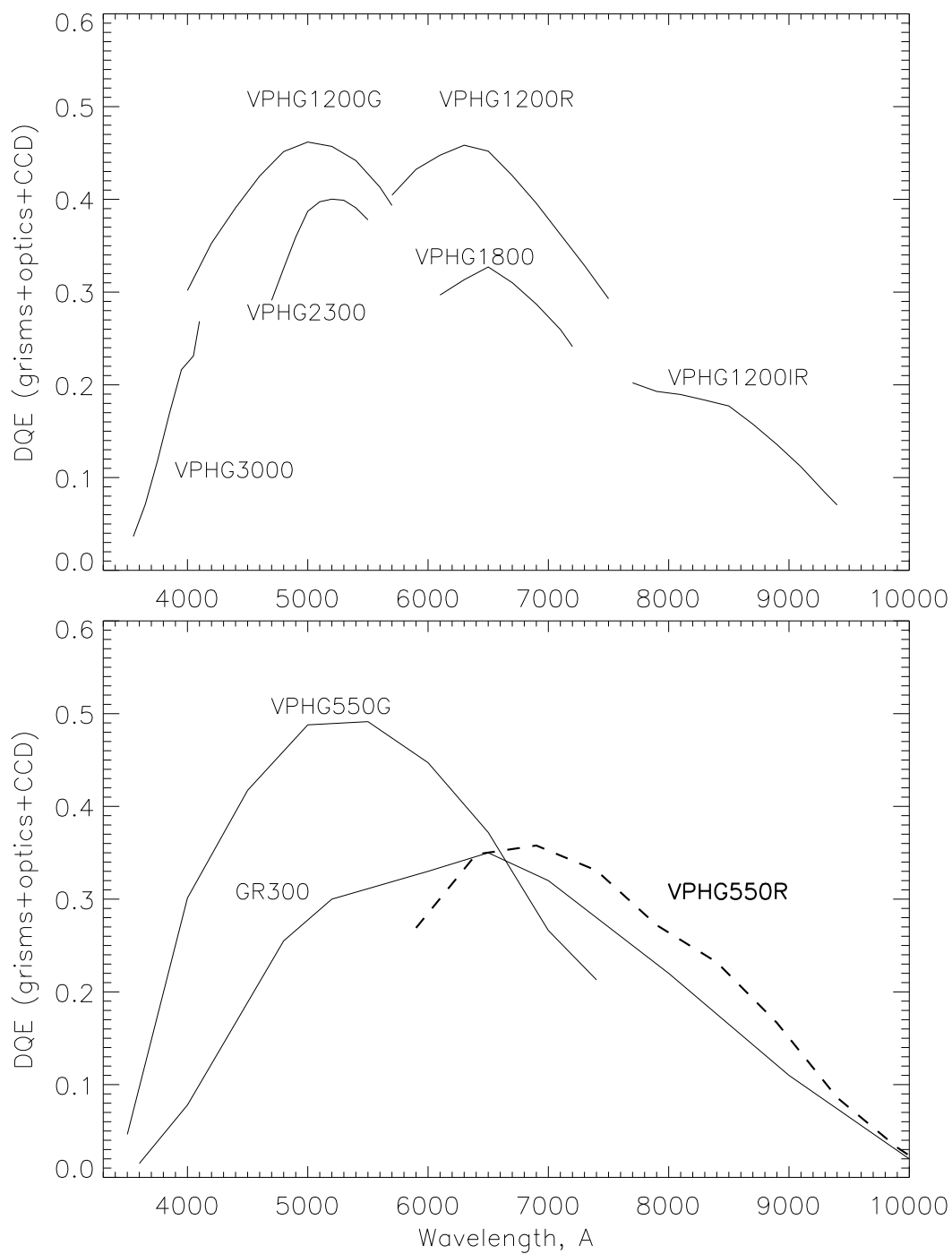


Рис. 12: Теоретические кривые квантовой эффективности при спектральных наблюдениях для различных гризм, с учетом пропускания оптики SCORPIO и кривой чувствительности ПЗС EEV-42-40

Таблица 9: Параметры стеклянных призм

Название	штрих/мм	спектр. диапазон ¹ $\lambda_1 - \lambda_c - \lambda_2$, Å	дисперсия ²	спектр. разрешение
			Å/px	$\delta\lambda$, Å
GR300	300	3500-6500-9500	3.5	20
GR300G	300	3500-6500-9500	3.5	20
GR300R	300	5500-8000-10000	3.5	20
GR600G	600	3700-5400-7200	1.7	10
GR600R	600	6600-8300-10000	1.7	10
GR1200G	1200	4200-5050-5900	0.85	5.0
VPHG400	400	3500-6500-9500	3.0	15
VPHG550G	550	3100-5100-7300	2.1	10
VPHG550R	550	5900-8000-10100	2.1	10
VPHG1200B	1200	3600-4500-5400	0.88	5.5
VPHG1200G	1200	3900-4800-5700	0.88	5
VPHG1200R	1200	5700-6500-7400	0.86	5
VPHG1720 ³	1720	6250-6750-7250	0.50	2.5
VPHG1800R	1800	6100-6580-7100	0.52	2.5
VPHG2300G	2300	4800-5150-5570	0.38	2.2
VPHG2310 ³	2310	4800-5200-5600	0.35	2.2
VPHG3000B	3000	3500-3800-4100	0.20	1.5

¹ λ_c – центральная длина волны

² В центре, для ПЗС ЕЕV-42-40

³ Решетки с уменьшенным коллимированным пучком (использовать не рекомендуется)

Таблица 10: Параметры SCORPIO в режиме наблюдений с Фабри-Перо

	Queensgate IFP	
	FP260	FP500
порядок интерференции, n^1	235	501
спектральное разрешение, $\delta\lambda^1$	2.5 Å	0.7 Å
спектральный интервал, $\Delta\lambda^1$	29 Å	13 Å
добротность $F^1 = \Delta\lambda/\delta\lambda$	11	17
количество спектральных каналов n_z	24 ÷ 32	32 ÷ 40

¹ на длине волны 6563 Å

специального контролера фирмы Queensgate, управляемого от персонального компьютера. Количество спектральных каналов (n_z) жестко не регламентируется и может выбираться пользователем по своему усмотрению. Обычно используют 32 канал при работе с FP260 и 36 каналов при наблюдениях с FP500. Подробное описание возможностей SCORPIO при наблюдениях с ИФП, приводятся в работе Моисеева (2002).

Сканирующий ИФП управляется с помощью контролера CS100. Пьезо-электрические приводы, управляемые от контролера изменяют величину зазора между двумя отражающими поверхностями эталона. Параллелизм пластин поддерживается за счет конденсаторного микрометра, посылающего в контроллер сигналы обратной связи. Интерферометр обеспечивает нормальную работу в диапазоне температур³ от 0 до 50 °С.

Контроллер ИФП позволяет эффективно стабилизировать его параметры и обеспечивает управление сканированием через СОМ-порт персонального компьютера по стандартному интерфейсу типа RS232. Контроллер во время наблюдений находится в непосредственной близости от места установки ИФП и соединяется с последним через специальные герметизированные коннекторы гибким многожильным кабелем длиной до 3-х метров. Последовательный интерфейс позволяет располагать вне телескопа, на расстоянии нескольких сотен метров, управляющий компьютер и рабочее место наблюдателя.

Обеспечению стабильности характеристик устройства способствуют жесткие требования по температуре окружающей среды во время наблюдений. Во время наблюдения при температурах ниже 0 °С рекомендуется предварительно выдержать включенный контроллер и интерферометр в подкупольном пространстве (например на проводить наблюдений в тот же день по установке аппаратуры на телескоп). Опыт работ показывает, что выход систему на нормальный режим работы занимает несколько часов для ИФП235 и до 1 суток в случае ИФП501.

4 Система управления

4.1 Общие сведения

Система управления SCORPIO включает в себя дистанционное управление следующими независимыми блоками:

1. Собственно редуктор светосилы. Здесь управление осуществляется следующими устройствами:
 - двумя турелями светофильтров. Поворот осуществляется шаговым двигателем, на каждой турели установлено два концевых микровыключателя. Первый срабатывает при установке данной турели в положение "0 второй – при установке в любую из 6 фиксированных позиций (фиксация позиций – механическая).
 - механизмом фокусировки коллиматора, который состоит из шагового двигателя и двух концевых микровыключателей на пределах фокусировки. Установка требуемого значения фокуса в мм производится по числу шагов, пройденных от концевых выключателей.
 - механизмом ввода/вывода диспергирующих элементов. Он включает в себя аналоговый электродвигатель и два концевых микровыключателя на каждой из позиций.
 - механизмом ввода/вывода анализатора поляризации, включающим в себя шаговый двигатель и два концевых микровыключателя.

³ Температуры более 50 °С. могут приводить к серьезным повреждениям отражающих покрытий. Интерферометр может использоваться при температурах ниже 0 °С, но при условии, что он надежно защищен от конденсации влаги. Поскольку зазор между пластинами составляет 0.1–0.2 мм, то губительно любое попадание влаги внутрь.

- включением/выключением электромагнитного затвора.
 - чтением температуры с термодатчика, установленного на плате управления.
2. Универсальная платформа первичного фокуса. Здесь дистанционное управление осуществляется следующими устройствами:
- шаговым двигателем установки диагонального зеркала в два положения. В положении FIELD зеркало введено в пучок и перебрасывает на подсмотр изображение поля зрения, а по направлению к редуктору – свет от калибровочных ламп. В положении FIBERS зеркало из пучка выведено и перебрасывает на подсмотр изображения гидрирующих звезд. Пределы перемещений зеркала снабжены концевыми микровыключателями.
 - двигателями гидрирующих микроскопов "1" и "2" каждый из которых перемещается двумя шаговыми двигателями по координатам "X" и "Y". Пределы перемещений двигателей снабжены концевыми микровыключателями.
 - шаговым двигателем фокусировки изображения в световоде "2" пределы перемещений которого снабжены микровыключателями. За "0" принимается значение фокуса посередине между концевыми положениями.
 - тремя светодиодами подсветки крестов (два микроскопа и поле). Яркость подсветки меняется дискретно (256 уровней яркости)
 - включением/выключением электромагнитного затвора.
 - включением/выключением калибровочных ламп NEON и FLAT.
3. Многощелевая маска. Здесь дистанционное управление осуществляется следующими устройствами:
- двигателем ввод/вывода многощелевой маски из светового пучка. Пределы перемещений двигателя снабжены концевыми микровыключателями.
 - двигателем перемещения рамы с захватывающими магнитами. Пределы перемещений двигателя снабжены концевыми микровыключателями.
 - Включением/выключением 16-ти захватывающих, 16-ти удерживающих магнитов, а также одного электромагнита для удержания всех щели. Малые (отдельные для каждой щели) захватывающие и удерживающие магниты применяются только при расстановке щелей в требуемое положение. Затем они отключаются и включается большой магнит, удерживающий все щели. Такая схема применяется с целью сбережения малых магнитов от преждевременного перегорания.
4. Контроллер управления режимами ПЗС-матрицы.
5. Контроллер управления сканированием ИФП.
6. Тюнер для оцифровки изображений с телевизионного подсмotra.

4.2 Программа управления прибором: общие замечания

Удаленное управление прибором SCORPIO реализовано с помощью следующих программных компонент, работающих в операционной системе WINDOWS-2K/XP/NT :

1. Пакет программ REMOTE, запускаемый в среде IDL
2. Программа управления контроллером ПЗС из командной строки (CCDserv, см. описание в Приложении Н)

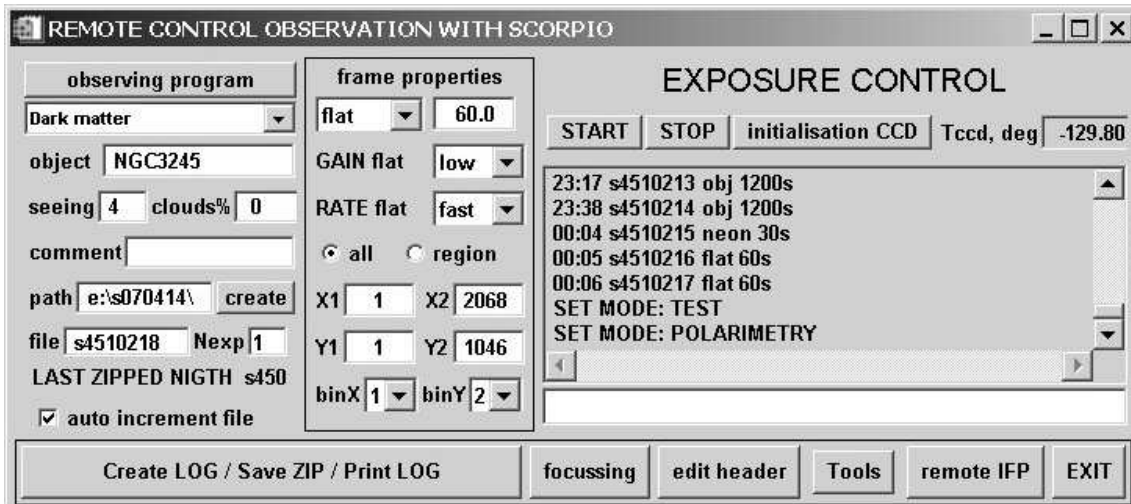


Рис. 13: Интерфейс программы REMOTE: меню управления экспозициями

3. Программы управления телескопом из командной строки (controlBTA)
4. Пакет программ ViewTV, запускаемый в среде IDL и предназначенный для оцифровки изображения телевизионного подсмотра и автогидирования.

При этом пользователь работает только с IDL-программой REMOTE, которая по мере необходимости обращается как к спектрографу (через порт COM3) и интерферометру Фабри-Перо -ИФП (через порт COM1), так и к ПЗС-контроллеру и к телескопу (через вызов соответствующих внешних программ). IDL-программа ViewTV запускается на другом компьютере.

Для посылки координат на телескоп, вращения поворотного стола, управление автогидом и т.п. используется “стандартные” программы, работающие под Linux: BTA_client, Telescope, Joystick, TV_image_0, TV_guide_0

Интерфейс программы REMOTE разделен на три части: управление экспозициями, редуктором светосилы и платформой адаптером.

4.3 Меню управления экспозициями (Exposure control)

Левая группа кнопок и окошек:

Кнопка **observing program** – заполнение формы с названиями наблюдательных программ, фамилиями авторов и наблюдателей. Можно указать до четырех наблюдательных программ, которые будут отображаться в списке под кнопкой. Во время наблюдений надо выбрать название текущей программы из списка, она будет автоматически заноситься в FITS-шапку.

Поля **Object**, **Seeing**, **clouds** - информация заносимая в FITS-шапку для текущей экспозиции - название объекта, размер звездных изображений, облачность в процентах.

Поле **comment** – комментарий для занесения в FITS-шапку. Поле очищается после выполнения экспозиции.

Поле **path** – имя текущего каталога для записи данных. Кнопка **create** создает новый каталог. Название каталога должно иметь вид: SYMMDD, где S – идентификация прибора, YY – две последние цифры года, MM – месяц, DD – число.

Поле **file** – имя текущего файла для записи ПЗС-кадров. Имя файла должно иметь вид SNNCCFF, где S – идентификация прибора, NNN – трехзначный номер ночи наблюдений со SCORPIO, CC – номер куба данных, FF – номер файла внутри куба. Текущий номер ночи должен быть установлен на единицу больше последней занесенной в архив ночи (информация о номере последней ночи приводится на строчку ниже и автоматически обновляется при занесении данных в архив). Если установлен флажок **auto increment file** (стоит по умолчанию)

то к номеру в конце имени файла после очередного накопления автоматически добавляется единица.

Поле **Nexp** - число повторений одинаковых экспозиций.

Средняя группа полей и кнопок (**frame properties**):

Выбор типа экспозиции из списка: (**obj, neon, flat, eta, bias, dark, map, batch**). Большинство типов в комментариях не нуждается, из оставшихся: eta - зарезервировано для наблюдений с MPFS, map – получение изображений объекта при наведении на щель в спектральном режиме, batch – запуск пакетного режима.

При запуске калибровочных экспозиций NEON и FLAT автоматически вводится зеркало и зажигается соответствующая лампа, которая выключается после выполнения экспозиции. При этом снижается высокое напряжение на телевизионном подсмотре.

Для выбранного типа экспозиций можно установить длительность экспозиции в секундах, уровень кванта преобразования (**GAIN low**=2.0e/ADU, **GAIN high**=0.5e/ADU), а также формат считывания кадра: биннинг по обеим осям (**binX, BinY**), полный кадр (**all**), или его прямоугольный фрагмент (**region**). Допустимый диапазон координат фрагмента (**X1,X2,Y1,Y2**) задан в пикселях, соответствующих установленному биннингу, т.е. если стоит binX=4, до допустимые изменения X1, X2: от 1 до 532.

Правая группа полей и кнопок:

START – запуск экспозиции (серии экспозиций или пакета)

STOP – прерывание экспозиции. При нажатии на кнопку затвор закрывается и производится считывание ПЗС, в FITS-шапку записывается реальное время экспозиции (от открытия до закрытия затвора).

initialization CCD – инициализация ПЗС.

Tccd, deg – текущая температура чипа ПЗС в градусах Цельсия.

В большом окне под верхним рядом кнопок показан "электронный журнал наблюдений" который заполняется автоматически при запуске экспозиций, смене режимов наблюдений и т.д. Сам журнал сохраняется в текущем каталоге под именем log.txt. При необходимости можно внести комментарий в журнал в свободной строке внизу (комментарий добавляется после нажатия клавиши ENTER).

Самый нижний ряд кнопок – сервисные функции:

Create LOG/Save ZIP/print LOG – создание текстового журнала наблюдений в текущем каталоге (на основании информации из FITS-шапок файлов с экспозициями), архивирование файлов с данными наблюдений в текущем каталоге и копирование на компьютеры tb.sao.ru и alcor.sao.ru, создание PS-версии журнала наблюдений. Открывается меню программы GhostView, откуда журнал при желании можно распечатать.

focussing – фокусировка спектрографа и телескопа.

edit header – редактор FITS-шапок.

TOOLS – сервисные функции :

PSF focusing - анализ качества изображения;

EDIT BATCH-file - редактирование пакетного задания;

ASTROMETRY - формирование астрометрической структуры в FITS-шапке;

Prepare slits - определение положения щелей на изображении;

Check stars - предварительный просмотр положения звезд гидирования, положения стола и условий видимости объекта;

IFP focusing - фокусировка камеры по кольцам ИФП;

IFP filters - подбор фильтров для наблюдений с ИФП.

remote IFP – управление интерферометром Фабри-Перо

EXIT – выход из программы.

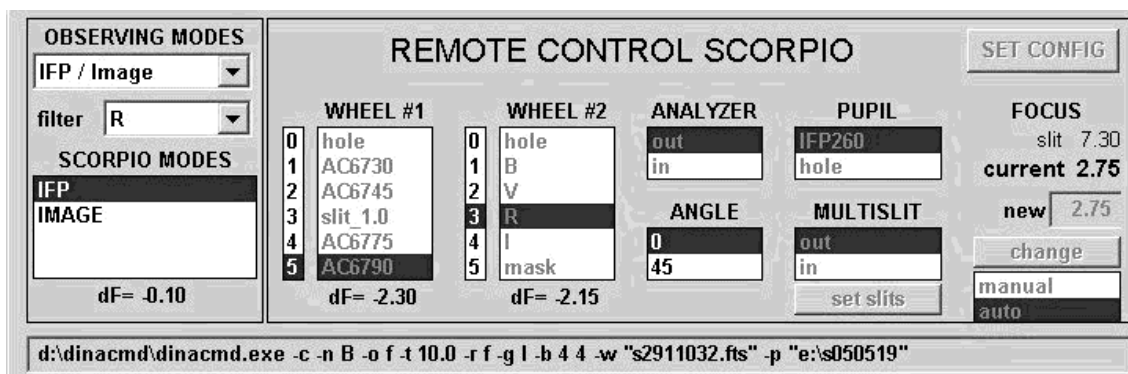


Рис. 14: Интерфейс программы REMOTE: меню управления редуктором

4.4 Меню управления редуктором (Remote control SCORPIO)

4.4.1 Подвижные элементы

Центральные панели отображают текущую конфигурацию редуктора светосилы, т.е. положение подвижных элементов: позиции фильтров в турелях (**Wheel#1** и **Wheel#2**), положение анализатора поляризации (**ANALYSER** – введен/выведен из пучка), угол поворота анализатора (**ANGLE** – 0 или 45°), ввод-вывод диспергирующих элементов (**PUPIL**) положение многощелевого блока (**MULTISLIT** – введен/выведен из пучка). Текущее положение подвижных элементов выделено синим прямоугольником.

Положение фокуса коллиматора (**FOCUS**): **slit** – выбранный фокус "на щель **current** – текущий фокус, **new** – новое значение фокуса, **change** – запуск установки нового значения фокуса, **auto** – фокус меняется автоматически, в зависимости от введенных в пучок фильтров.

*Непосредственное управление каждым подвижным элементом возможно только в режиме **Observing Modes=TEST**. В остальных модах наблюдений смена элементов производится автоматически, в зависимости от установок в окне **SCORPIO MODES**.*

4.4.2 Режимы наблюдений (OBSERVING MODES)

Пользователь выбирает необходимую комбинацию режимов наблюдений из списка (**OBSERVING MODES**). Разумеется, для работы в спектральном режиме или с ИФП необходимо предварительно установить в спектрографе требуемые диспергирующие элементы. После выбора режима наблюдений становится активным окно **SCORPIO MODES** в котором перечисляются все возможные конфигурации прибора внутри данного режима наблюдений. При выборе требуемой конфигурации происходит ее автоматическая установка: турели вращаются до достижения требуемой позиции в пучке; вводятся/выводятся диспергирующие элементы, анализатор поляризации, многощелевой блок; устанавливается необходимое значение фокуса коллиматора. Процесс перемещения подвижных элементов отображается в соответствующих меню и в строке состояния (нижнее поле в меню REMOTE CONTROL SCORPIO). При выборе OBSERVING MODES спектрограф устанавливается в ту конфигурацию, которая была во время предыдущей работы в этом режиме.

Следует отметить, что из-за конструктивных особенностей прибора каретка дисперсоров перемещается независимо от остальных механизмов, возможно ситуация, когда турели/фокус/анализатор уже установлены, а каретка все еще "едет" – в этом случае мигает выделение имени дисперсоров в меню PUPIL, а в строке состояния отмечается "Moving Disperser". В таком случае необходимо подождать (не более 30-40 сек), пока каретка установится в требуемое положение.

Приняты следующие режимы наблюдений и соответствующие им конфигурации:

В режиме **Long slit/Image** доступны конфигурации спектрографа:

- **IMAGE** – прямые изображения в выбранном фильтре (указанном в поле **filters**).
- **SLIT IMAGE** – изображение щели (+выбранный фильтр или пустая позиция –hole)
- **SLIT SPECTRA** – спектроскопия с длинной щелью
- **SLITLESS SPECTRA** – безщелевая спектроскопия (с круглой маской)

В режиме **Multi Slit** доступны те же конфигурации спектрографа, но вместо длинной щели будет вводиться многощелевой блок.

В режиме **Polarimetry** доступны конфигурации спектрографа:

- **IMAGE** – прямые изображения в выбранном фильтре (указанном в поле **filters**). При необходимости анализатор может быть выведен.
- **SLIT IMAGE** – изображение прерывистой щели (+выбранный фильтр или пустая позиция). Анализатор может быть выведен.
- **SLIT SPECTRA** – спектроскопия с длинной щелью и анализатором поляризации

В режиме **Long slit/IFP** доступны конфигурации спектрографа:

- **IFP** – изображения в выбранном фильтре (указанном в поле **filters**) с интерферометром Фабри-Перо.
- **SLIT IMAGE** – изображение щели полученное через ИФП (+выбранный фильтр, указанный в поле **filters**)
- **SLIT SPECTRA** – спектроскопия с длинной щелью
- **SLITLESS SPECTRA** – бесщелевая спектроскопия (с круглой маской)

В режиме **IFP/Image** доступны конфигурации спектрографа:

- **IFP** – изображения в выбранном фильтре (указанном в поле **filters**) с интерферометром Фабри-Перо.
- **IMAGE** – прямые изображения в выбранном фильтре.

В режиме **TEST** нет фиксированных конфигураций спектрографа и можно произвольно управлять любым подвижным элементом. В этом же режиме доступна кнопка **SET CONFIG**, открывающая конфигурационное меню (см. ниже)

Для смены фильтра в конфигурациях **IMAGE,IFP, SLIT IMAGE** достаточно выбрать нужный фильтр в поле **filters**.

4.4.3 Конфигурационные установки (**SET CONFIG**)

Переход к конфигурационным установкам возможен только в **OBSERVING MODES=TEST** в остальных режимах кнопка **SET CONFIG** блокируется. В открывшемся меню производятся следующие установки:

- Названия фильтров в 6-ти позициях обеих турелей (поля **Wheel#1** и **Wheel#2**). В полях каждой из позиций пользователю предлагается список все доступных фильтров, масок, щелей разной ширины: 0.5", 1" (стоит по умолчанию), 2".

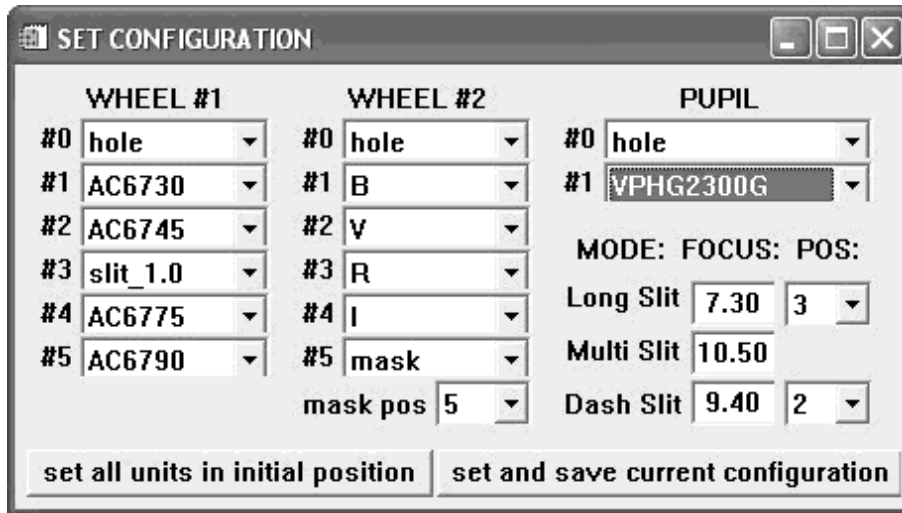


Рис. 15: Меню конфигурационных установок

- Названия диспергирующих элементов (**PUPIL**) в каждой позиции из предлагаемого списка. В позиции **#0** можно устанавливать либо ИФП либо ничего (hole), в позиции **#1** – дисперсионные решетки.
- Значения фокуса коллиматора (полученные после соответствующих измерений, см главу 6.6) для используемой длинной щели **Long-slit** или многощелевой маски (**MultiSlit**), если планируются соответствующие наблюдения. Для поляризационных наблюдений необходимо определить значение фокуса для “пунктирной щели” (**DashSlit**)

В поле **mask pos** указывается номер позиции во второй турели в которой установлена маска для бесщелевой спектроскопии (обычно это позиция **5**). При переходе в конфигурацию **SLITLESS SPECTRA** именно эта позиция будет автоматически устанавливаться.

*В поле **Long Slit/pos** указывается номер позиции в первой турели, в которой установлена длинная щель для спектральных наблюдений. Обычно это позиция номер 3, но иногда в течении одной наблюдательной ночи требуется использовать несколько щелей различной ширины. При переходе в конфигурацию **SLIT SPECTRA** (**OBSERVING MODES=long slit/Image** или **Long slit/IFP**) будет автоматически установлена та щель, номер которой указан в поле **Long Slit/pos**.*

Аналогично, в поле **Dash Slit/pos** указывается номер щели для поляризационных наблюдений. Эта позиция будет автоматически устанавливаться в конфигурации **SLIT SPECTRA, OBSERVING MODES=Polarimetry**.

Кнопка **set all units in initial position** производит установку всех устройств в начальное (“нулевое”) положение. Это прежде всего необходимо в том случае, если производилась установка фильтров в турелях – турели вращали руками и нумерация позиций сбилась (она отсчитывается от одного реперного (“нулевого”).

Кнопка **set and save current configuration** – выход из меню с сохранением введенных параметров.

4.5 Меню управления платформой-адаптером (**Remote control of adapter**)

С помощью функций этого меню производится управление всеми элементами платформы-адаптера первичного фокуса, включая поиск и установку гидировочных звезд, управление высоким напряжением телевизионного просмотра.

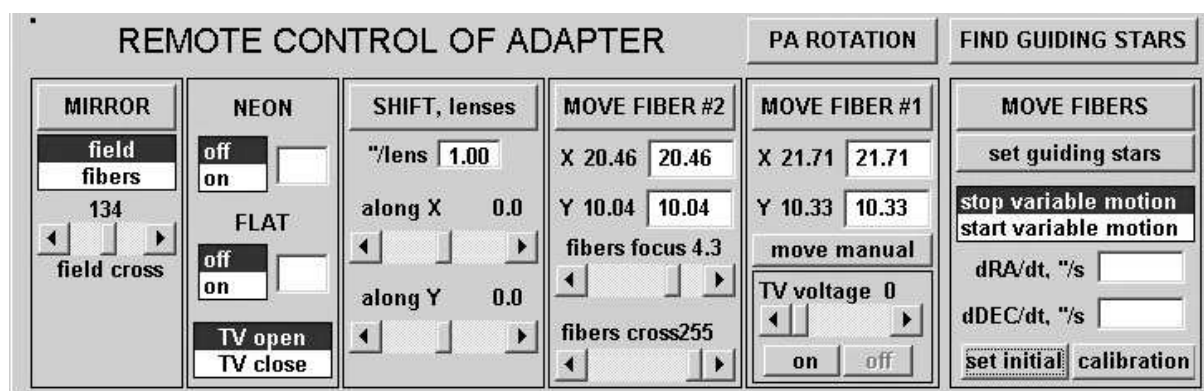


Рис. 16: Интерфейс программы REMOTE: меню управления платформой

MIRROR – переключение диагонального зеркала между положениями field-fibers.

shift Y (yes/no) – Смещение объекта (одновременно со звездами гидирования) вдоль щели на фиксированную величину, которая устанавливается слайдером **along slit**. Используется при наблюдении слабых звездообразных объектов для получения серии спектров в двух положениях по высоте щели и эффективного вычитания фона неба в дальнейшем.

Field cross – установка яркости подсветки креста в поле.

NEON, FLAT - включение/выключение соответствующих калибровочных ламп. Перед включением ламп зеркало принудительно устанавливается в положение Field, затвор на TV-закрывается.

TVopen/TVclose – управление затвором на TV-подсмотре, при включении калибровочных ламп затвор закрывается, чтобы яркий свет не сжег фотокатод подсмотра.

Across slit, Along slit – установка требуемых смещений телескопа поперек щели (вдоль направления X на ПЗС) и вдоль щели (т.е. по направлению Y). Смещения задаются в пикселях для указанного значения биннинга (по умолчанию принимается текущий BinY). Нажатие кнопки **Shift, px CCD** выполняет смещение гидирующих полей на установленную величину и коррекцию положения телескопа при которой звезды устанавливаются на кресты полей гидирования.

MOVE FIBER #1(#2) – перемещение полей гидирования по введенным координатам. Рядом с литерами **X**, и **Y** указаны их текущие координаты, в соседние поля вводятся новые координаты.

fiber focus – фокусировка изображения в обоих полях гидирования.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: так как отсчет положения световода гидирования есть только для поля #2 иногда, из-за нечеткой работы механизма, может происходить рассогласование фокусировки в различных полях. В этом случае следует несколько раз поставить слайдер в крайние положения (минимальное и максимальное) и механизмы фокусировки обоих полей будут согласованы.

fiber cross – установка яркости подсветки креста в обоих полях гидирования.

move manual – малые перемещения гидировочных полей при нажатии клавиш со стрелками на клавиатуре. Для управления правым (#1) полем надо просто нажимать на клавиши ("←", "→", "↑", "↓"), для управления левым (#2) полем – одновременно с нажатием на указанные клавиши нажимать на **Control**. При ручном управлении движения полей следует иметь в виду, что непрерывное нажатие клавиш приводит к быстрому заполнению буфера клавиатуры и механизм перемещения не успевает обрабатывать заданные перемещения (при отжатии клавиш он продолжает двигаться). В этом случае рекомендуется старт-стопный режим нажатия.

TV voltage – установка высокого напряжения (усиления) телевизионного подсмотра. Для каждого положения **MIRROR** (field-fibers) устанавливается свое значение высокого напря-

жения, которое запоминается при текущей загрузке программы управления. При калибровке высокое напряжение сбрасывается до нуля, а после окончания калибровки высокое напряжение восстанавливается. Ниже слайдера **TV voltage** расположены клавиши **on/off** для включения/выключения телевизионного подсмotra. При включении подсмotra значение высокого напряжения, установленное в программе, восстанавливается.

Наряду с программным управлением высоким напряжением возможно управление ручным пультом. При включении ручного управления программное автоматически отключается.

MOVE FIBERS – перемещение обоих гидировочных волокон по введенным координатам.

Set guiding stars – установка координат полей гидирования для звезд, выбранных программой поиска гидирующих звезд.

Stop variable motions/start variable motions – запуск переменного движения (смещение полей гидирования и телескопа) при наблюдениях движущихся объектов (кометы, астероиды), для которых известна скорость перемещения по обеим координатам (**dRA/dt**, **dDEC/dt**).

set initial – установка координат полей гидирования в нулевое положение (рекомендуется делать в начале ночи наблюдений)

calibration – запись текущих и расчетных координат полей гидирования в файл, для последующей калибровки системы координат полей гидирования.

PA ROTATION – вызов программы поворота SCORPIO и установки позиционного угла (см. главу 4.6).

FIND GUIDING STARS – вызов программы поиска гидировочных звезд (см. главу 4.8).

4.6 Программа управления поворотным столом

Для установки требуемой ориентации щели спектрографа необходимо в меню управления платформой-адаптером нажать кнопку **PA Rotation**. Открывается окно "POSITION ANGLE of the SLIT" показанное на рис. 17. Здесь слева красной линией показано текущее положение щели спектрографа относительно направлений "север-юг" и "запад-восток" а справа такой же линией отмечено текущее положение поворотного стола ПФ. Красная стрелочка показывает скорость вращения стола в единицах °/час.

Ниже в виде таблицы указаны текущие значения (**Current**) угла поворотного стола **PA(table)** и позиционного угла щели **PA slit** (отсчитываемого от направления на север против часовой стрелки). В графе **Texp** показывается время, оставшееся до достижения концевика поворотного стола (т.е. максимальное время экспозиции, при условии, что будут продолжаться наблюдения данного объекта).

Графа **New** предназначена для ввода новых значений углов. Причем можно вводить как значения **PA slit** так и **PA(table)**, при вводе одного из этих углов, второй пересчитывается (константу для пересчета программа берет из конфигурационного файла). Новые значения углов отображаются на графиках синим пунктиром, а в графе **Texp** показывается максимально возможное время экспозиции с новым положением поворотного стола. Нажатие кнопки **PA+180** меняет значения новых углов на 180°, это полезно в тех случаях, если требуются либо более продолжительные экспозиции, либо меньшее различие между текущим и новым положением поворотного стола.

Нажатие кнопки **Rotation** приводит к вращению поворотного стола к его новому положению. Остановить вращение стола из этого меню нельзя, надо использовать кнопки интерфейса управления телескопом (на компьютере CPF) или пульт управления-джойстик.

QUIT – выход из программы.

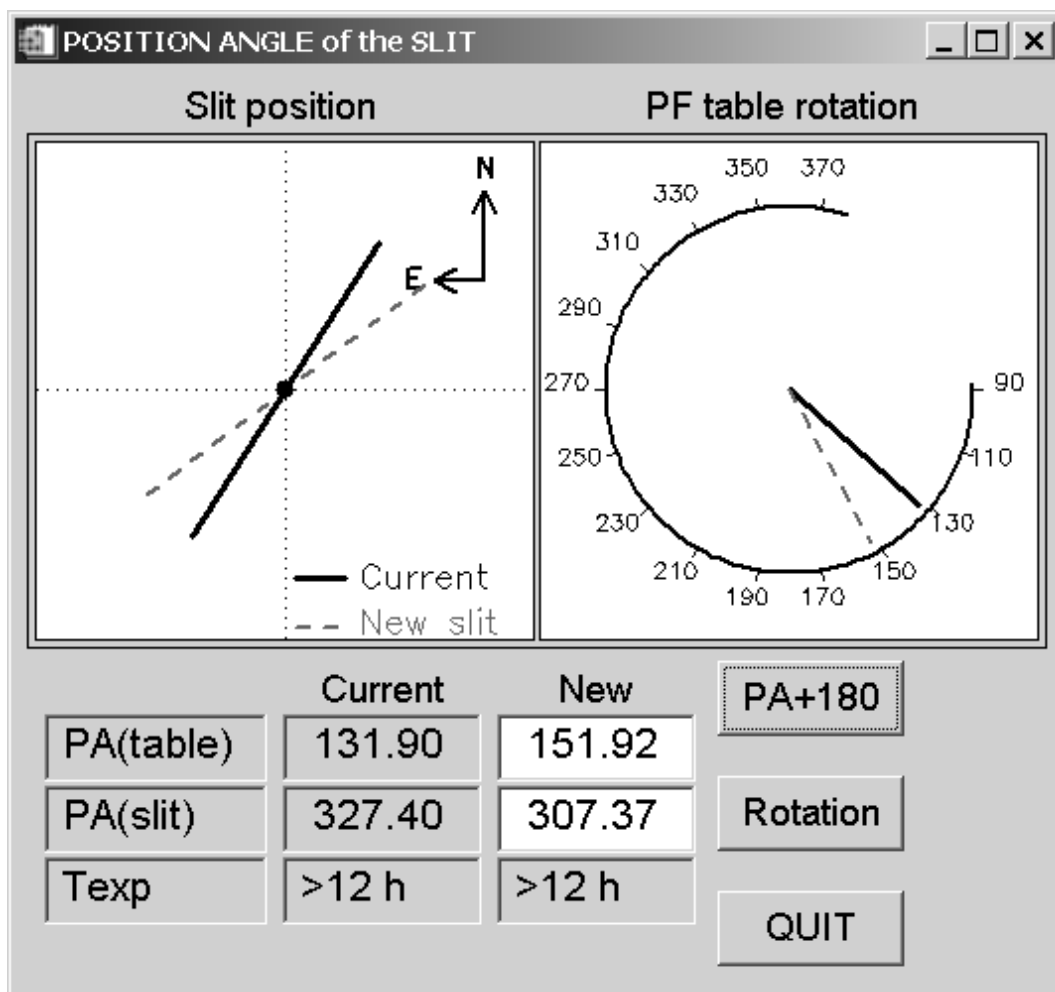


Рис. 17: Меню программы вращения поворотного стола

4.7 Просмотр накоплений VIEWFITS

Программа **VIEWFITS** используется для визуализации ПЗС-накоплений и оценок некоторых параметров изображения. Может использоваться независимо от работы оболочки (нажать иконку **viewfits** на рабочем столе управляющего компьютера). Программа визуализации также автоматически вызывается после каждой экспозиции и показывает последнее накопленное изображение.

Меню программы показано на рис.18. Кроме графического окна, где отображается анализируемое изображение, меню содержит следующие кнопки и окна:

LOAD FILE – загрузка нового изображения;

contrast и background – регулировка контраста и яркости фона;

plot region – рисование разреза вдоль длинной стороны прямоугольной области;

region statistic – вычисление среднего значения и среднеквадратичного отклонения в выделенной области;

region centroid – вычисление параметров центра тяжести в выделенной области;

seeing – измерения качества изображений звезды в выделенном фрагменте. Действие этой команды аналогично режиму "Single image" в программе анализа фокусировок (см. далее раздел 4.10). Открывается окно, в котором отображается увеличенное изображение звезды и результат его аппроксимации профилем Моффата;

finesse – оценка добротности ИФП;

DONE – выход из программы. В меню также отображаются текущие координаты курсора и

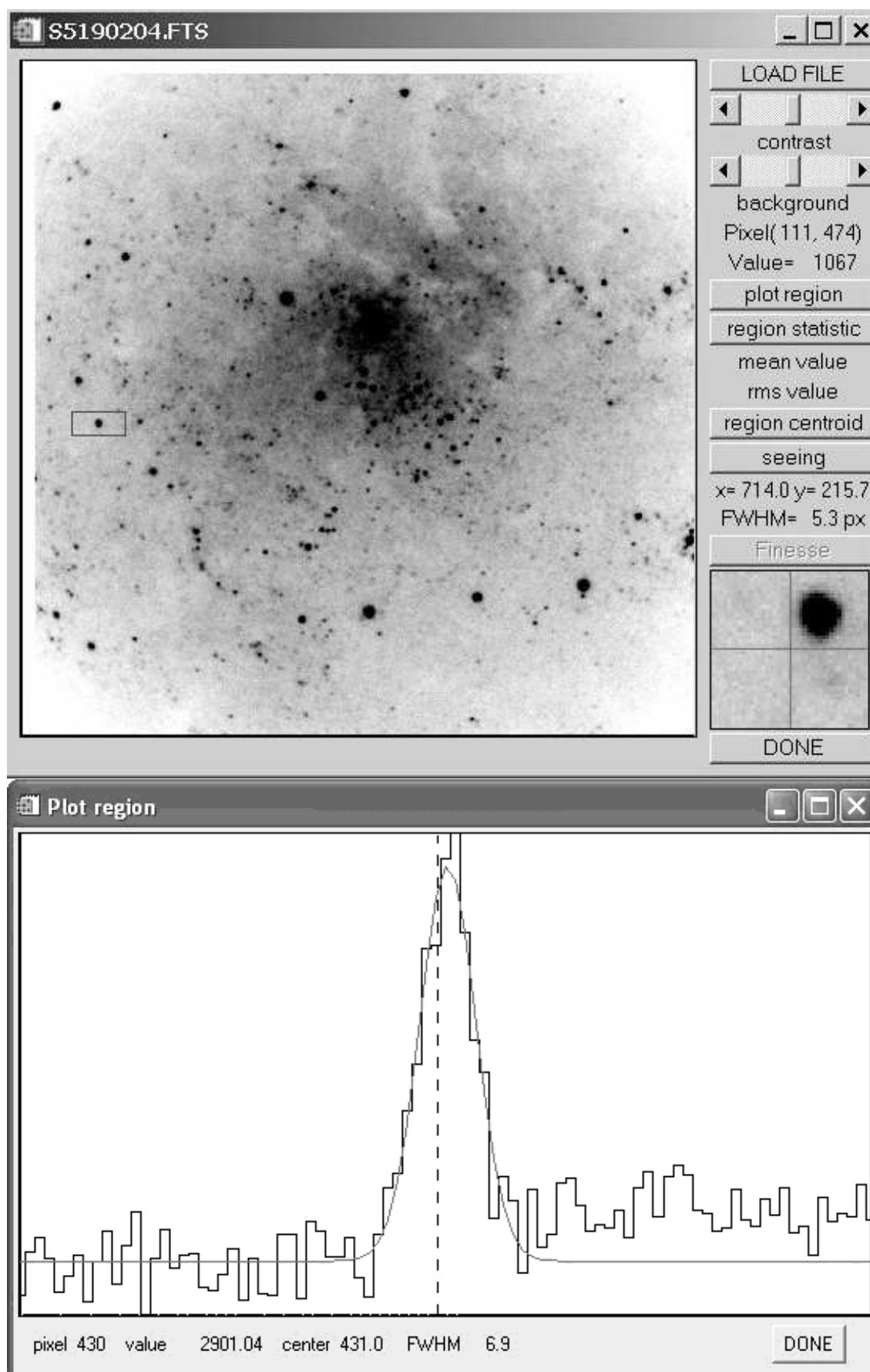


Рис. 18: Меню программы визуализации ПЗС-накоплений (вверху), и окно просмотра разрезов (внизу)

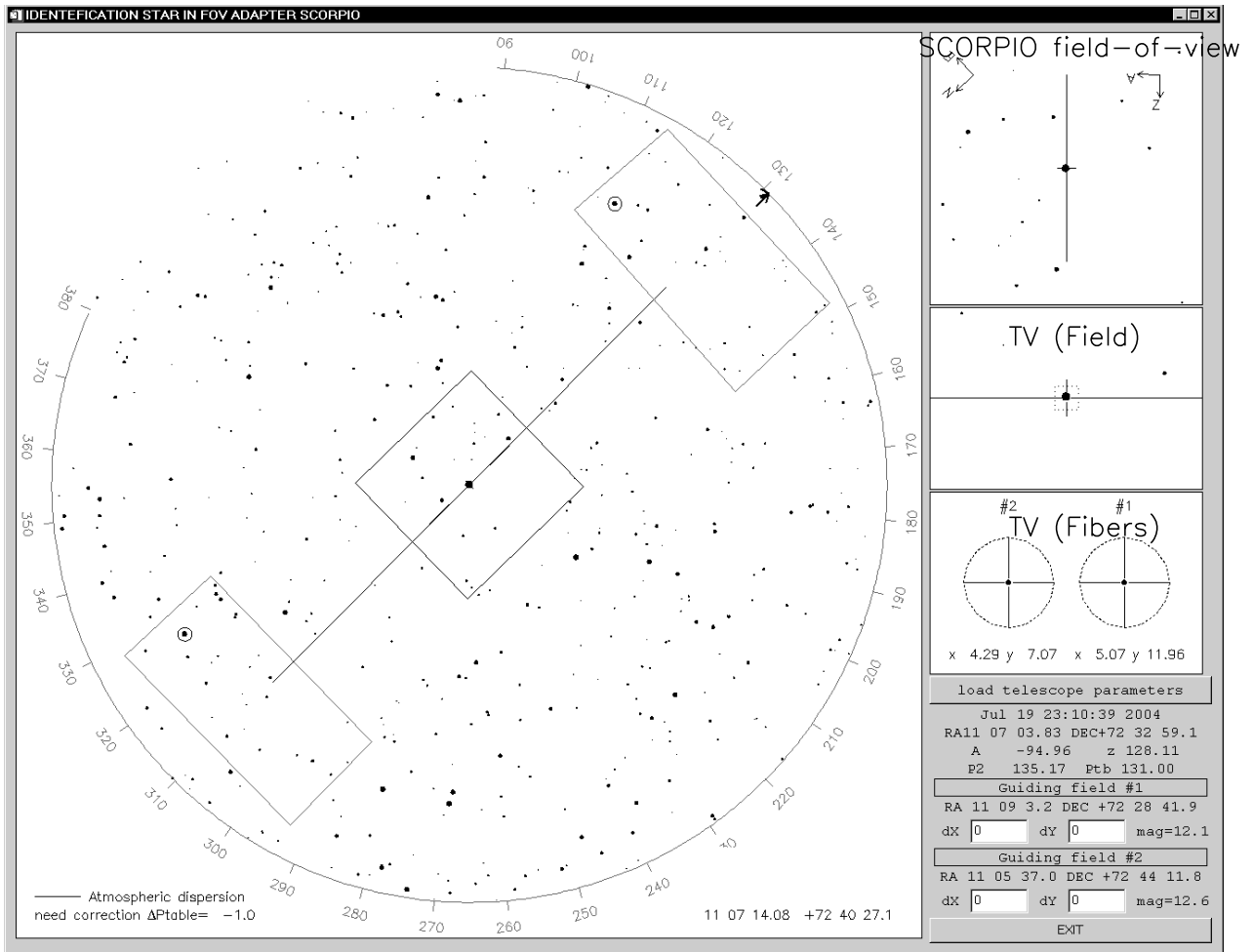


Рис. 19: Меню программы поиска гидировочных звезд

значение интенсивности в данной точке. В правом нижнем углу меню показывается увеличенный фрагмент изображения вокруг курсора. Для выделения области следует установить курсор на изображение, нажать левую клавишу, и не отпуская ее двигать курсор для получения нужного размера. После этого отпустить левую клавишу. Область сформирована. Если область сформирована, то при нажатии на правую клавишу, будет модифицирована, в соответствии с гистограммой фрагмента, шкала вывода изображения по интенсивности. При нажатии клавиши **plot region**, появится окно (рис.18), в котором будет отображен график разреза изображения. Следует иметь в виду, график представляет собой средние значения интенсивности вдоль малой стороны выделенной прямоугольной области. Двигая курсор можно перемещать вертикальную пунктирную линию, отмечающую соответствующий канал разреза. Текущая координата вдоль разреза и интенсивность отображаются в нижней строке.

Если нажать на правую клавишу курсора, в нижней строке будут показываться параметры гауссианы, вписанной во фрагмент разреза. Для разрезов, направленных вдоль координаты Y показывается полуширина гауссианы в секундах дуги.

4.8 Поиск гидирующих звезд

Окно программы поиска звезд открывается нажатием кнопки "FIND GUIDING STARS" (рис.19). Сразу после вызова программа считывает с сервера БТА текущие координаты телескопа, и выбирает из каталога USNO 2.0 координаты всех звезд ярче 20 зв.вел. в данной площадке неба радиусом 15'. Карта звездного неба отображается в большом окне слева. Здесь

центральный квадрат отмечает положение поля зрения SCORPIO ($6' \times 6'$), прямоугольниками выделены положением пределов перемещения полей гидирования, в которых программа ищет звезды для гидирования. Жирной чертой отмечается направление щели спектрографа, тонкой линией показано направление атмосферной дифференциальной рефракции, стрелочка указывает на текущее значение поворотного стола (P_{table}). Маленькими кружками выделены звезды, выбранные программой для гидирования. Их зв. величины и координаты (X и Y) в системе координат платформы-адаптера отображаются в правых нижних полях. При желании можно выбрать другую звезду, установив на нее курсор и нажав **левую кнопку** мыши. Оптимальными для нормального гидирования являются звезды $10-13^m$, предельная звездная величина в полях гидирования составляет $15-16^m$.

При необходимости можно ввести поправки к выдаваемым программой координатам X и Y , введя соответствующие значения (в мм) в полях δX , δY (отдельно для каждого гидировочного световода)

Одновременно со звездной картой из каталога отображается предполагаемая картина в поле зрения SCORPIO (после экспозиции на ПЗС), а также предполагаемые конфигурации звезд на TV-подсмотре в положениях Field/Fibers.

Чтобы обновить звездную карту при изменении координат телескопа α , δ или угла поворота стола ПФ P_{table} необходимо нажать кнопку **Load telescope parameters**

Для установки полей гидирования по выбранным координатам необходимо нажать кнопку **Set guiding stars** в меню управления адаптером, при этом (X, Y) координаты выбранных для гидирования звезд появятся в полях "новые координаты" обоих полей. Далее следует нажать **MOVE FIBERS** для установки обоих полей по новым координатам, либо **MOVE FIBER #1(MOVE FIBER #2)** для установки только правого (левого) поля гидирования.

4.9 Программа визуализации изображения подмотра ViewTV

Предназначена для визуализации изображения с телевизионного подмотра на мониторе компьютера, ввода в изображение электронных крестов и меток, автоматического гидирования во время экспозиции по выбранной звезде. Меню программы показано на рис.20. Программа запускается на компьютере RARE и обмен параметрами управления с основной программой управления SCORPIO осуществляется по сети.

Программа работает в среде IDL, а оцифровка изображения телевизионного подмотра с кадровой частотой 25 Гц производится с помощью программы работы с телевизионным тюнером, написанной на языке C++ Ивановым Е.А. В зависимости от положения зеркала адаптера на изображении в большом окне программы отображаются электронные кресты в центре поля либо(field), либо в полях гидирования (fiber). При положении field также показано положение и ориентация щели SCORPIO.

Назначение клавиш в правой части интерфейса:

Слайдеры **contrast** и **background** устанавливают необходимый наблюдателю контраст изображения и яркость фона. Ниже слайдеров в информационной строке отображаются координаты курсора на изображении. Координаты меняются при перемещении мыши. При нажатии на левую кнопку мыши фиксируется изображение квадратной области на изображении, в которой программа с кадровой частотой вычисляет центр тяжести. Текущее положение центроида отображается на каждом кадре кружком, диаметр которого равен размеру выделяемой области. Размер области в секундах дуги устанавливается в окне **BOX**. При наблюдениях рекомендуется устанавливать размер области в два раза больше размера изображения звезды (для более уверенного вычисления центроида).

BOX centroid – при нажатии этой клавиши показываются параметры центроида (координаты, полуширина и поток) в выделенной области с учетом фона.

CALIBRATION – при нажатии этой клавиши происходит калибровка положения электронных крестов (засвечивается изображение оптических крестов, определяются координаты

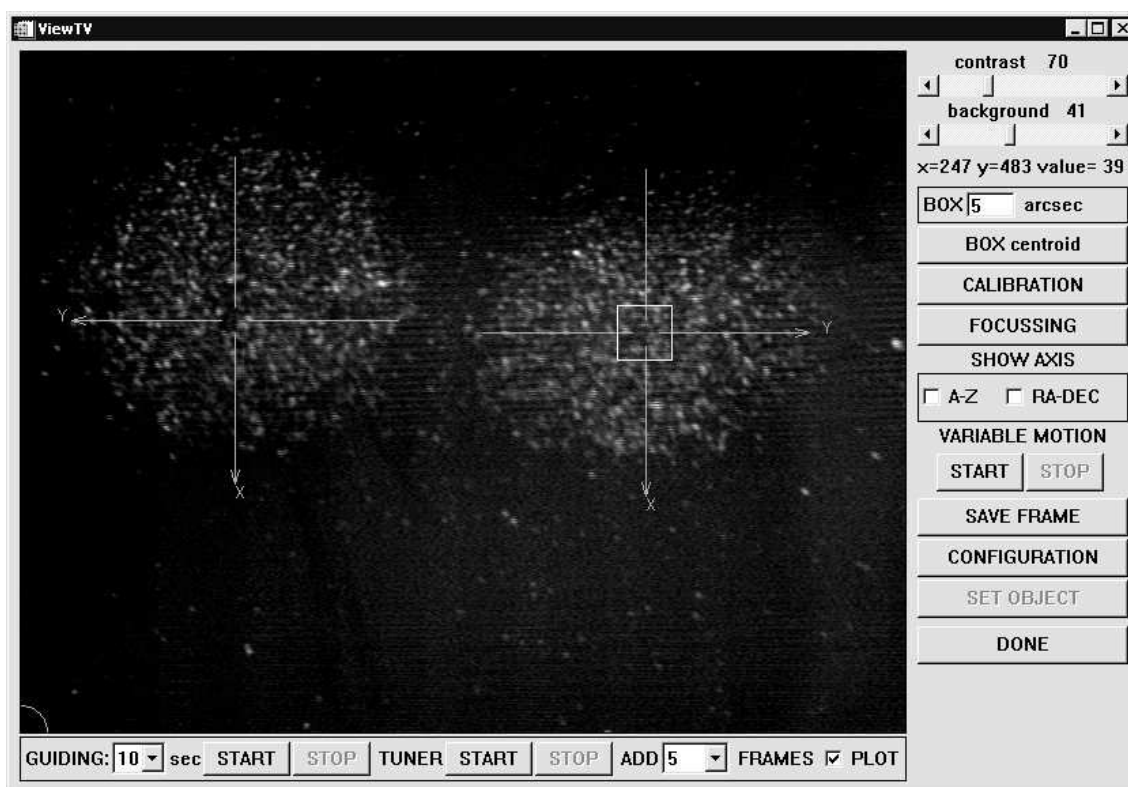


Рис. 20: Меню программы анализа качества изображений и фокусировки

центров и сохраняются в конфигурационном файле программы). Калибровку следует проводить для каждого положения зеркала адаптера. Для точной установки объекта на щель SCORPIO калибровку креста field следует делать перед наведением телескопа на объект.

FOCUSSING – фокусировка изображения в поле TV-подсмотра (field). Программа измеряет полуширину изображения звезды в боксе для последовательности значений фокуса телескопа, установленных в меню.

SHOW AXIS – показ направления осей азимутальной **A-Z** или паралактической **RA-DEC** системы координат.

VARIABLE MOTION (START/STOP) – переменное движение центра бокса по прямому восхождению и склонению. Величина скорости перемещения устанавливается в меню **CONFIGURATION**.

SAVE FRAME – запись текущего изображения на диск в FITS-формате.

CONFIGURATION – установка значений текущей конфигурации: скорости перемещения dRA/dt и $dDEC/dt$, координат центра щели SCORPIO, параметров гидирования. Другие значения параметров конфигурационного файла viewTV.cfg – координаты крестов, контраст и яркость, состояние программы и др. – заносятся автоматически.

SET OBJECT – установка объекта на центр щели (используется только в поле field). После наведения телескопа на исследуемую область следует отметить положение требуемого объекта наведя на него курсор и нажав левую клавишу мыши, после чего нажать на клавишу **SET OBJECT**. Далее произойдет перенаведение телескопа и объект будет установлен на центр щели, который отображен маленьким квадратом на щели

DONE – выход из программы.

Назначение клавиш в нижней части интерфейса :

TUNER START/STOP – старт/стоп тюнера.

ADD N FRAMES – сложение N кадров.

GUIDING N sec START/STOP – старт/стоп гидирования телескопа с интервалом N секунд. Запуск гидирования телескопа возможен только при положении зеркала адаптера fiber и режиме ведения телескопа. При запущенном гидировании переключении зеркала в положение field (например, включении калибровок) автоматически останавливается гидирование, при возврате зеркала в положение fiber гидирование продолжается. При останове или перенаведении телескопа гидирование автоматически прекращается.

PLOT – запуск программы визуализации графика изменения координат центроида по азимуту и зенитному расстоянию для оценки качества гидирования. Внизу меню этой программы находятся кнопки выбора масштаба вывода. (рис.21)

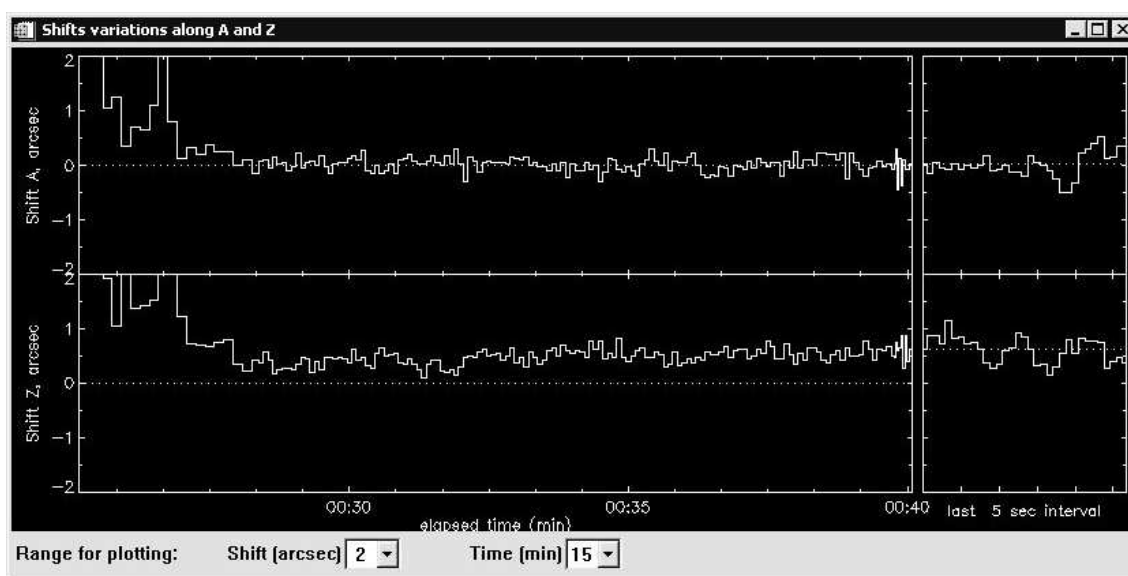


Рис. 21: График изменения координат центроида. Справа на рисунке показано изменение координат в течении последнего интервала гидирования

4.10 Программа анализа качества изображений и фокусировки

Программа используется для поиска положения лучшего фокуса телескопа по полученной последовательности кадров с разными значениями фокуса (далее – фокусирующая последовательность), а также для оценки качества изображений (seeing) по выбранным звездам в индивидуальном кадре. Для вызова программы следует в меню **Exposure control** нажать кнопку **TOOLS** и в открывшемся меню выбрать **PSF-focussing**. Программа также автоматически вызывается по завершению накопления последовательности кадров при фокусировке телескопа.

Меню программы показано на рис.22. Кроме графического окна, где отображается анализируемое изображение, оно содержит следующие кнопки и окна:

PATH – маршрут к директории с изображениями (изменяется при загрузке новых файлов)

Load File – загрузка изображения для анализа (или для задания фокусирующей последовательности)

PSF model - выбор вида двумерной функции, описывающей изображения звезд: Гауссовская и профиль Моффата (по умолчанию).

Win - размер прямоугольного окна в котором будут анализироваться звезды.

Single image/Series/IFP - выбор между режимами оценки размера PSF по одному кадру (**Single Image**) и поиском лучшего фокуса по фокусирующей последовательности кадров (**Series**). Режим **IFP** во многом аналогичен режиму **Series**, но здесь показывается зависимость

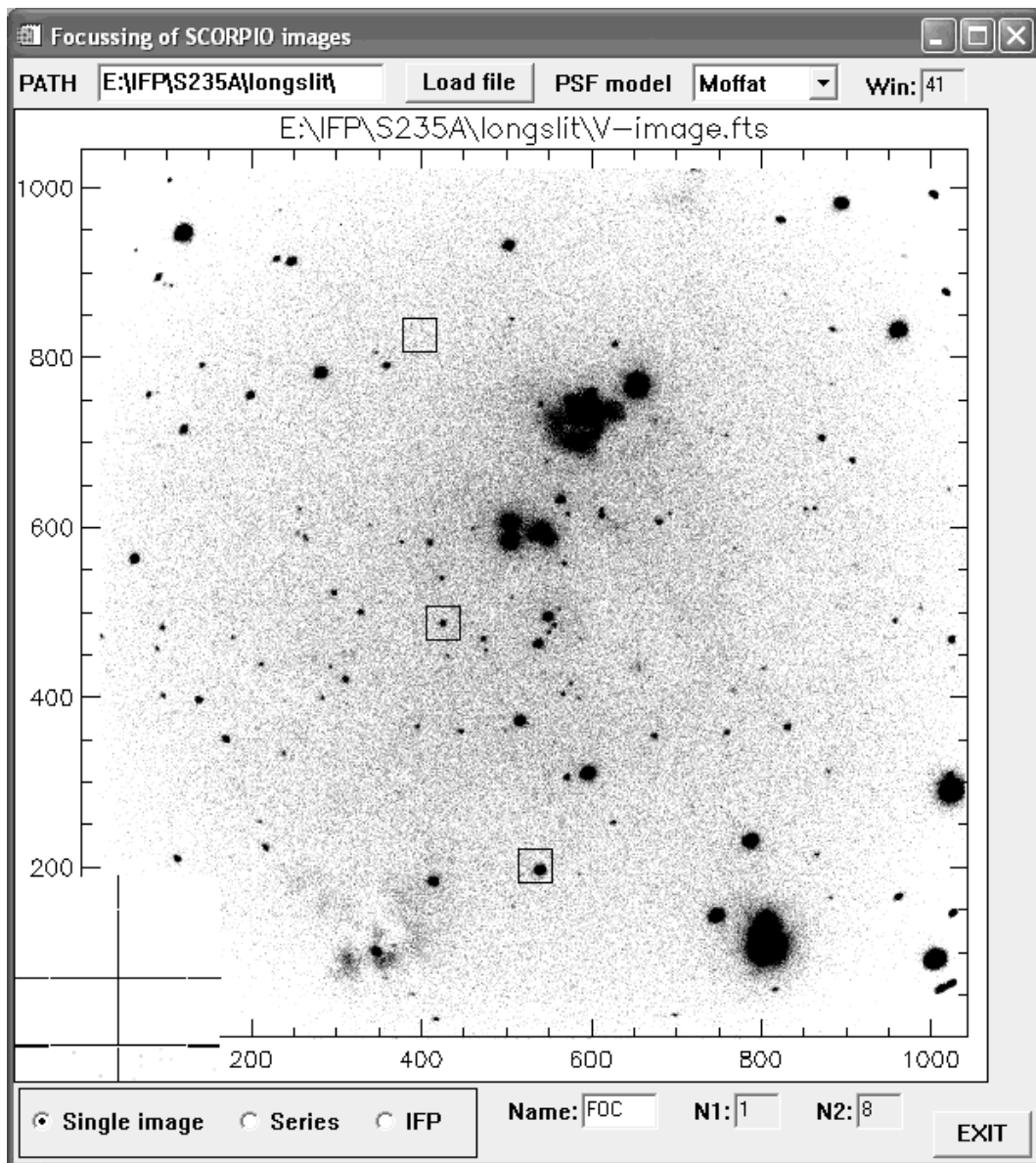


Рис. 22: Меню программы анализа качества изображений и фокусировки

полуширины PSF не от фокуса телескопа, а от номера канала ИФП. В этом режиме удобно следить за изменением качества изображений внутри цикла сканирования.

Name – общая часть имени файлов в фокусировочной последовательности и в режиме IFP.

N1, N2 – номера (содержащиеся в именах файлов) первого и последнего анализируемых кадров в выбранной фокусировочной последовательности и в режиме IFP.

EXIT – выход из программы.

4.10.1 Режим Single image

Необходимо загрузить желаемое изображение, навести курсор на звезду и нажать правую или левую кнопку мышки. Откроется новое окно, где будет показано увеличенное изображение звезды, написаны измеренные значения FWHM вдоль радиуса (r) тангенциальное (θ), а также показаны разрезы через изображение звезды вдоль X и Y , с вписанной аппроксимирующей функцией. В избежании путаницы отметим, что FWHM измеряется как результат двумерной

аппроксимации изображения звезды, а в качестве значения $\text{FWHM}(r)$ указывается полуширина вдоль той оси изображения (малой или большой), которая наиболее близка к радиальному направлению, аналогично и $\text{FWHM}(\theta)$ - для другой оси. Т.е. большая и малая оси реального изображения вовсе не обязательно лежат точно вдоль направлений r и θ , хотя характер aberrаций оптики таков, что расфокусированные изображения звезды искажаются вдоль этих направлений (относительно центра поля зрения).

4.10.2 Режим Series

В этом режиме при нажатии кнопок мышки на выбранной звезде откроется окно, где будет показано как меняется FWHM (радиальное, тангенциальное и среднее) при смене фокуса телескопа, в каждом будет отмечено лучшее значение фокуса. Внизу окошка будут показаны изображения выбранной звезды во всех файлах фокусирующей последовательности.

Отметим, что при загрузке файла (**load file**) программа, в зависимости от имени файла (и количества файлов со сходным именем в директории) сама установит значения в окошках **Name**, **N1** и **N2**. Также отметим, что программа загружает в графическое окно файл из середины фокусирующей последовательности (если он не был загружен).

4.10.3 Режим IFP

В этом режиме при нажатии кнопок мышки на выбранной звезде откроется окно, где будет показано как меняется FWHM (радиальное, тангенциальное и среднее) на кадрах, снятых в различных каналах ИФП, выделяя пунктирными линиями последнюю снятую экспозицию

Аналогично режиму Series, при загрузке файла (**load file**) программа, в зависимости от имени файла (и количества файлов со сходным именем в директории) сама установит значения в окошках **Name**, **N1** и **N2**.

4.11 Пакетный режим управления прибором

Пакетный режим управления прибором используется в тех случаях, когда при наблюдениях объекта требуется последовательное переключение турелей, смещение телескопа или ввод/вывод поляризационных элементов. На время работы пакета могут быть изменены параметры экспозиции (величина экспозиции, скорость считывания и усиление) для каждого типа изображения, которые восстанавливаются после окончания работы пакета. Пакет представляет из себя текстовый файл с расширением .bat, который при запуске интерпретируется системой управления прибора.

4.11.1 Правила заполнения пакета

```
[set]           - начало заполнения начальных установок;
[binX=N]        - сжатие(binning) по оси X, значения N=1,2,4,8;
[binY=N]        - сжатие (binning) по оси Y, значения N=1,2,4,8;
[x=Xmin,Xmax]  - минимальное и максимальное значение координаты
                  считывания, целые числа Xmin > 1,
                  Xmax < (формат CCD по X)/binX;
[y=Ymin,Ymax]  - минимальное и максимальное значение координаты
                  считывания, целые числа Ymin > 1,
                  Ymax < (формат CCD по Y)/binY;
[imagetype=[exp],[gain],[rate]] - imagetype, значения:
                               (obj,neon,flat,eta,bias)
                               gain - усиление, значения (low,high)
                               rate - скорость считывания (slow,norm,fast)
```

exp - экспозиция, сек (целое число)
 [;] - начало комментария (строка игнорируется при анализе пакета);
 ПРИМЕЧАНИЕ: 1. Если set не указан, то все строки до begin игнорируются. В этом случае параметры считывания для CCD равны установленным в FRAME PROPERTIES
 2. Если set указан, все указанные параметры считывания CCD устанавливаются на время выполнения пакета.
 begin - начало исполняемых строк пакета;

СИНТАКСИС ИСПОЛНЯЕМОЙ СТРОКИ:

imagetype [exp=E] [filter=name] [angle=N] [L/4=N] [dX=N] [dY=N]

imagetype - тип экспозиции, значения obj, neon, flat, eta, bias
 exp=E - экспозиция E в секундах для заданного типа изображения (целое число). Если не указана, то принимается равной установленной либо в пакете, либо в меню FRAME PROPERTIES;
 filter=name - имя фильтра (string) в соответствии со списком фильтров в окне FILTER панели управления редуктором;
 angle=N - угол поворота анализатора, N принимает значения 0 или 45. Используется в поляризационном режиме. Если angle указан, то перед началом экспозиции анализатор устанавливается на заданный угол;
 L/4=N - указатель ввода в пучок $\lambda/4$ пластины. Используется в поляризационном режиме. Если N=0, то пластина выведена, N=1 - введена;
 dX=N - величина смещения поперек щели в каналах CCD. Перед началом экспозиции смещает позиции полей гидирования и телескоп относительно последней экспозиции;
 dY=N - величина смещения вдоль щели в каналах CCD. Перед началом экспозиции смещает позиции полей гидирования и телескоп относительно последней экспозиции;
 end ; конец исполняемых строк в пакете

ПРИМЕРЫ:

1. Спектры	2. Прямые изображения	3. Спектрополяриметрия
set	set	set
binX=1	binX=2	binX=1
binY=1	binY=2	binY=1
x=1,2068	bias=fast,low	x=1,2068
y=400,600	obj=fast,low	y=750,1240
;	begin	bias=norm,high
obj=300,norm,high	obj exp=60 filter=B	obj=600,norm,high

```

neon=10,fast,low    obj exp=40 filter=V    neon=60,fast,low
flat=3,norm,high   obj exp=30 filter=R    flat=30,norm,high
bias=norm,high     obj exp=60 filter=B dX=30 begin
begin              obj exp=40 filter=V    obj angle=0
obj                obj exp=30 filter=R    obj angle=45
obj dY=80          obj exp=60 filter=B dY=-30 obj angle=45 L/4=1
obj dY=-80         obj exp=40 filter=V    obj angle=0
obj dY=80          obj exp=30 filter=R    obj angle=0 L/4=0
neon               bias      obj angle=45
flat               bias      neon angle=45
flat               end       neon angle=0
bias               bias      flat angle=0
bias               bias      flat angle=45
end                bias
                   bias
                   end

```

4.11.2 Редактирование пакета и его запуск

Для редактирования пакета в меню управления экспозицией нужно нажать кнопку **TOOLS** и выбрать опцию **Edit WATCH-file**. После выбора необходимого файла отредактировать его.

Для запуск пакета, следует вначале установить в меню выбора типа экспозиции **batch** и после этого нажать **LOAD**. Выбрав пакетный файл, загрузить его. В окне электронного журнала появится сообщение о загрузке пакета. Убедившись, что загружен необходимый файл нажать на кнопку **START**. При исполнении пакета будет происходить автоматическое увеличение номеров файлов. Для остановки работы пакета нужно нажать на кнопку **STOP**.

5 Подготовка SCORPIO к наблюдениям

5.1 Установка SCORPIO на телескопе

С помощью кран-балки в стакан первичного фокуса (СПФ) устанавливаются платформа-адаптер, затем – редуктором светосилы. Поворотный стол должен быть при этом установлен в положение $P \approx 220^\circ$. Интегрирующая сфера с калибровочными лампами закрепляется на платформе после установки последней на поворотном столе. На редукторе укрепляется ПЗС-камера с контроллером. Если планируются наблюдать с ИФП, то отдельно в СПФ закрепляется контроллер CS100. Выполняются взаимные соединения устройств SCORPIO: кабель питания "платформа-редуктор кабель СОМ-портов "платформа-редуктор кабеля "питание ламп - платформа кабель "питание TV - платформа "контроллер CS100 - ИФП". Подключение ПЗС осуществляется согласно установленному порядку. Дежурным инженером выполняются все необходимые соединения в СПФ, коммутируются необходимые линии связи с аппаратной. Обычно управление SCORPIO подключается к последовательному порту СОМ3, а управление контроллером – ИФП к порту СОМ1 компьютера LENA.

Подключение линий управления производится только к выключенному компьютеру, во избежании повреждений управляющих портов.

Далее включают тумблеры подачи питания на редукторе светосилы, платформе-адаптере, TV-подсмотре, блоках питания и контроллера ПЗС. **Тумблер управления затвором платформы-адаптера устанавливается в положение "ON"**. При необходимости включают питание и на многоцелевом блоке. Включают управляющий компьютер где загружают программу управления и сбора. Проверка работоспособности узлов SCORPIO включает в себя.

- **Тестирование редуктора и платформы.** Для этого запускается программа **REMOTE** (иконка на рабочем столе). Если соединения с прибором выполнены правильно, то программа нормально загружается, иначе выводится сообщение об ошибке (отсутствие связи с портом).
- **Тестирование TV** Включается монитор подсмотра. С помощью пульта "Высокое" на подмонитре **медленно** поднимается напряжение и проверяется присутствие на мониторе подсвеченного изображения креста нитей.
- **Тестирование системы сбора.** Убедиться, что сервер управления ПЗС(**CCDserv**) загружен. Далее производится инициализация контроллера ПЗС нажатием клавиши **initialization CCD** в меню управления экспозициями. При затемненном подкупольном помещении, делаются пробные накопления **BIAS** и **DARK**. Нормальный уровень **BIAS** составляет 50-60 единиц **ADU** для ПЗС **TK1024** и 95-105 единиц **ADU** для **EEV-42-40**. Значения шума считывания и темнового тока должны соответствовать заявленным в таблице 2

5.2 Установка светофильтров в турели

1. Снимается крышка люка установки светофильтров (прижимные винты полностью не выкручивать!)
2. Для установки турели в требуемое положение ее **плавно и аккуратно** поворачивают рукой по часовой стрелке (в сторону увеличения номеров позиций фильтров). Заправка фильтров в турель 1 производится **только** если нулевая позиция в турели 2 совпадает с люком.
3. Винт на фильтросъемнике "АРГУМЕНТ" откручивается против часовой стрелки, фильтр надевается на фильтросъемник и зажимается винтом. Фильтросъемник вводится в текущее отверстие на турели так, чтобы выступы на оправе фильтра попали в прорезы на турели и поворачивается против часовой стрелки до упора. Затем винт фильтросъемника отжимается и фильтросъемник извлекается.
4. Крышка люка устанавливается на место.
5. В программу управления заносятся названия фильтров, установленных в соответствующие позиции турелей (через меню **SET CONFIG**, см главу 4.4.3).

Нулевые позиции на обеих турелях должны быть свободными, чтобы при наблюдениях могли использоваться все установленные светофильтры, щели, маски и пр.

5.3 Установка диспергирующих элементов

Общее замечание: название диспергирующих элементов заносятся в программу управления через меню **SET CONFIG**, см главу 4.4.3.

5.3.1 ИФП

На каретке диспергирующих элементов ИФП устанавливаются только когда позиция "0" выведена из коллимированного пучка (при этом она попадает в пучок юстировки Фабри-Перо). ИФП закрепляют на каретке с помощью 3-х торцевых винтов, со стороны съемной изолирующей прокладки. В разъемы на корпусе ИФП вставляются кабели, идущие от контроллера **CS100 Quensgate**. При необходимости (если нужно освободить одну из позиций на каретке, не отключая ИФП от контроллера) уже подключенный интерферометр можно снять с каретки и закрепить внутри спектрографа с помощью специального прижимного винта.

5.3.2 Гризмы

Оправа с гризмой закрепляется на каретке в позиции "1" прижимным винтом. Предварительно необходимо убедиться в том, что гризма в оправе развернута в требуемое положение, в зависимости от выбранного режима наблюдений, в соответствии с рисками "Multislit" или "Slit".

5.4 Настройка интерферометра Фабри-Перо

Перед наблюдениями желательно в течении одного часа продувать ИФП сухим азотом с целью очистки от водяных паров. Для этого применяется специальная насадка с нагревателем, которая закрепляется на сосуде Дюара и подключается к источнику питания (напряжение 2-4 В). Для настройки уже подключенного ИФП необходимо вывести его из пучка, открыть боковую крышку редуктора, неоновую юстировочную лампу сдвинуть на себя до упора (при этом она загорается). Интерференционные кольца от лампы наблюдаются визуально, через диагональное зеркало. Дальнейшая настройка эталона производится согласно инструкции фирмы-изготовителя.

5.5 Установка правильной ориентации ПЗС, щели и направления дисперсии

Матрица ПЗС должна быть развернута так, чтобы изображение щели совпадало с направлением "Y". При этом направление дисперсии должно совпадать с направлением "X" на ПЗС в режиме "длинная щель" и с направлением "Y" в режиме "multislit". С целью контроля получают изображение щели (**SCORPE2K-REDUCTOR-F5**, wheel: 1, filter:3), подсвеченной лампой "NEON" или "FLAT" и измеряют разность координаты "X" барицентров верхнего (X_{top}) и нижнего (где $Y=0$) концов X_{bottom} изображения щели. Если разница координат превышает 1-2 пикселя – необходимо аккуратно повернуть ПЗС относительно редуктора светосилы, предварительно ослабив прижимные винты (если $X_{top} - X_{bottom} > 0$, то поворачивать против часовой стрелки). Опыт показывает, что установка с необходимой точностью может быть выполнена за 2-4 итерации.

Вышесказанное относится к случаю нормальных плановых наблюдений и подразумевает, что щель перпендикулярна направлению дисперсии. Если это не так (например, щель вынималась из оправы и настройка сбилась), то процедура установки ориентации усложняется и состоит из следующих этапов: (*прокомментировать режим multislit?*)

1. Необходимо выставить направление дисперсии параллельно направлению "X" на ПЗС. Для этого в первую турель устанавливается маска с точечными отверстиями (входит в набор светофильтров).⁴ Измеряются координаты барицентров линий в полученном спектре. Если разница по координате Y между синим (Y_{left}) и красным (Y_{right}) краями спектра больше 1 пикселя – необходимо повернуть ПЗС-камеру, раскрепив прижимные винты (если $Y_{right} - Y_{left} > 0$, то поворачивать против часовой стрелки).
2. Разворот щели. Изображение щели должно быть параллельно направлению Y на ПЗС. Для контроля этого получают изображение щели, подсвеченной лампой "NEON" или "FLAT" и измеряют разность координаты "X" барицентров верхнего и нижнего концов изображения. Если разница координат превышает 1-2 пикселя – необходимо аккуратно повернуть щель в оправе.

⁴ Вместо точечной маски можно ввести в пучок MULTISLIT, а в турель 1 – щель. В параллельный пучок вводится гризма и выполняется экспозиция спектра NEON. Подсвеченное пересечение центральной щели многощелевой маски и длинной щели дает точечный источник.

Если же считается, что щель установлена в оправе ровно, но необходимо проконтролировать разворот призмы в своей оправе, то сперва ПЗС ориентируют вдоль щели, как описано в начале этого параграфа, а затем уже получают спектр точечного источника (с помощью специальной маски или одновременно вводя *multislit* и длинную щель), получают накопления "NEON" и по результатам измерения координат барицентров линий в спектре контролируют направление дисперсии: вдоль оси "X" в режиме "длинная щель" или вдоль оси "Y" для наблюдений с многощелевым блоком. При необходимости призму поворачивают в оправе, предварительно отвернув крепежный торцевой винт в ее основании.

5.6 Фокусировка камеры

Опыт наблюдений показал, что температурные деформации в SCORPIO при эксплуатации в диапазоне температур от -15 до $+25^{\circ}\text{C}$) практически не приводят к заметной расфокусировке системы, т.е. требуемые изменения отсчета фокуса камеры не превышают 0.1 мм. Поэтому фокусировку камеры необходимо выполнять только если производилась разборка корпуса прибора, или поворачивались юстировочные винты на круге установки ПЗС-камеры.

Для поиска положения наилучшего фокуса камеры на каретке дисперсоров закрепляется ИФП, в турель 1 устанавливается узкий светофильтр, вырезающий одну линию в спектре калибровочной лампы NEON (например IFP663, #80, или #81). Редуктор переводится в режим изображений с ИФП (SCORPIO MODES=IFP). Для фокусировки необходимо получить серию из 8-10 изображений интерференционных колец от ИФП, освещаемого калибровочной лампой NEON, для различных значений фокуса камеры, который изменяется с помощью микрометрического винта.

Анализ полученных изображений проводится с помощью IDL-программы FIN_X.PRO которая измеряет отношение расстояния между соседними кольцами к их полуширине (Finesse). Максимальное значение этой величины (9-10 для ИФП 260 и 14-15 для ИФП500) соответствует положению лучшего фокуса .

5.7 Фокусировка коллиматора

Поскольку используемые светофильтры имеют различную толщину, то им соответствуют различные смещения фокуса. В SCORPIO опорным является такое положение фокуса, при котором фокальная плоскость коллиматора совпадает с положением щели спектрографа. Это значение заносится в программу управления (F_{slit}) и при введении в пучок светофильтров фокус коллиматора автоматически изменяется относительно значения F_{slit} (подробнее см. главу 2.4).

1. Фокусировку можно проводить как по изображению щели, так и по калибровочному спектру.

Установка конфигурации спектрографа для наблюдения изображения калибровочного спектра: Observing Modes=Long slit/Image, SCORPIO MODES=SLIT SPECTRA. Либо в тестовом режиме (Observing Modes=TEST) установить Wheel#1=slit, Wheel#2=hole, PUPIL=grism.

Установка конфигурации спектрографа для наблюдения изображения щели:

Если на каретке дисперсоров установлена призма (или каретка пустая) то переходим в режим Observing Modes=Long slit/Image. Далее устанавливаем SCORPIO MODES=SLIT IMAGE (filter=hole). Либо в тестовом режиме (Observing Modes=TEST) установить Wheel#1=slit, Wheel#2=hole, PUPIL=hole.

Если на каретке дисперсоров стоит ИФП то фокусировку следует производить только используя тестовый режим!

2. В меню **EXPOSURE CONTROL** выбрать тип экспозиции – неон, время экспозиции 10-60 сек для наблюдений спектров (в зависимости от типа гризмы), для наблюдения изображения щели экспозиция - 0.5-1 сек GAIN=low, RATE=fast, BinX=1, BinY=2 для фокусировки по центру поля: Region, X1=1, X2=2048, Y1=400, Y2=600.
3. нажать кнопку **focusing**, в открывшемся меню выбрать: **SCORPIO/Telescope=SCORPIO**. Далее задать диапазон и шаг изменения фокуса, значения по умолчанию: start value focus=6, final value focus=9, increment focus=0.25 как правило хорошо подходят, но при необходимости их можно сменить. **Position along slit** – Координата Y вдоль которой будут проводиться измерения, обычно=100 (для фрагмента высотой 200 пикселей)
4. Нажать **RUN**. Программа вначале устанавливает фокус коллиматора в 0, а затем производит серию экспозиций с заданными значениями фокуса, эти экспозиции не сохраняются (так как пишутся в файл с одним и тем же именем). После выполнения всех экспозиций открывается окно программы GhostView с PS-файлом, содержащим фокусирующую кривую с отмеченным значением лучшего фокуса
5. Полученную величину лучшего фокуса необходимо занести в параметры конфигурации прибора: Observing Modes=TEST->SET CONFIG->FOCUS/Long Slit.

Если в турели установлено несколько щелей разной ширины, то фокусировку коллиматора надо выполнять для каждой из них, полученные значения фокусов записать в журнал. В процессе спектральных наблюдений при необходимости смены “текущей щели” необходимо войти в конфигурационное меню (Observing Modes=TEST->SET CONFIG) и в поле Long slit указать значение фокуса для выбранной щели, а также позицию в первой турели, в которой эта щель находится.

6 Порядок наблюдений со SCORPIO на БТА

6.1 Подготовка компьютеров:

Компьютер **LENA** – управление прибором, основное рабочее место наблюдателя. (**user:** obs; **password:**Parobssco). После включения компьютера, выполняются следующие действия:

1. Необходимые сетевые диски монтируются автоматически при входе в операционную систему, при запросе пароля на tb, ввести: Parobssco.
2. Сервера управления ПЗС (CCDserv) и телескопом (controlBTA) автоматически запускаются при входе в операционную систему. При этом **controlBTA** открывает окно DOS-приложений (свернутое внизу экрана), а **CCDserv** – создает иконку в левом нижнем углу экрана. *Вообще, во время наблюдений удобно держать окно программы CCDserv постоянно открытым, так как оно содержит счетчик времени оставшегося до конца экспозиции.* При необходимости, эти программы можно перезапустить (предварительно закрыв) кликнув на одноименные иконки на рабочем столе.
3. Запуск программы **Remote control SCORPIO** (иконка на рабочем столе). Если программа сообщает об отсутствии связи с прибором – действовать согласно таблице в приложении А. В случае нормальной загрузки интерфейса – произвести инициализацию ПЗС (кнопкой **Initialization CCD**).

Компьютер **CPF** – управление телескопом (**user:**obs; **password:**zelax). В окружении KDE запустить (все – от иконок на рабочем столе):

1. программу `BTA_client` (**пароль допуска:** `самас`) – управление телескопом
2. программу `Telescope` – подготовка координат
3. программу `bta_oper` – управление телескопом (интерфейс оператора)
4. программу `Joystick` (**пароль допуска:** `самас`) – управление телескопом с помощью выносного пульта
5. если планируется использовать "старый" гид Шергина, то следует запустить программу `TV_image_0` – TV-грабер и `TV_guide_0` – гидирование

Компьютер **RARE** – управление системой гидирования. (**user:** `obs`; **password:** `Parobssco`). После включения компьютера, выполняются следующие действия:

1. Необходимые сетевые диски монтируются автоматически при входе в операционную систему, при запросе пароля на `tb`, ввести: `Parobssco`.
2. Сервера управления телескопом (`controlBTA`) автоматически запускается при входе в операционную систему. При этом **controlBTA** открывает окно DOS-приложений (свернутое внизу экрана). При необходимости, программу можно перезапустить (предварительно закрыв) кликнув на одноименную иконку на рабочем столе.
3. Запуск программы работы с грабером **viewTVnew** (иконка на рабочем столе).

6.2 Перед началом наблюдений: программа **REMOTE CONTROL SCORPIO**

1. **Observing program** - заполнить форму с названиями наблюдательных программ, вписать фамилии наблюдателей. Закрывать форму и выбрать текущую программу из списка.
2. **Path(create)** - сменить текущий каталог с данными (создать новый).
3. Проверить конфигурационные установки (имена фильтров и дисперсеров, фокус на щель): `OBSERVING MODES=TEST->SET CONFIG` (см главу 4.4.3). При необходимости произвести установку "на ноль" (кнопка **set all units in initial position** в меню `SET CONFIG`)
4. Если предполагается наблюдать в спектральном режиме – уточнить координаты изображения щели на ПЗС. Для этого в режиме `SCORPIO MODES=SLIT IMAGE` (`OBSERVING MODES=LongSlit/Image` или `LongSlit/IFP`) производим короткую экспозицию **NEON** (`Texр= 0.5 – 2` сек), в требуемом формате (обычно `BinX=2, BinY=2`) и измеряем координату X центра щели. Полученное значение X_{slit} заносим в журнал наблюдений.
5. Измерить значение текущего фокуса коллиматора (глава 5.7) и ввести полученное значение в параметры программы управления (поле `FOCUS` в меню **SET CONFIG**, см главу 4.4.3).

6.3 Нумерация ночей и файлов

Название каталога содержащего файлы накоплений текущей ночи должно иметь вид: **SYMMDD**, где **S** – идентификация прибора, **YY** – две последние цифры года, **MM** – месяц, **DD** – число. Таким образом, **S000921** соответствует наблюдениям в ночь 21/22 сентября 2000 г.

Названия файлов с накоплениями должны иметь вид **SXXXXYYZZ.FTS**, где **S** – идентификация прибора, далее **XXX** – номер ночи (приняты сплошная нумерация ночей, 001 соответствует первым наблюдениям со **SCORPIO** на **BTA 21.09.2000**), **YY** – номер "куба данных" и **ZZ** – номер

изображений в кубе. Под кубом здесь понимается совокупность всех накоплений для данного объекта (изображения в различных каналах при наблюдениях с ИФП, набор экспозиций в различных фильтрах, спектральные накопления и калибровки). Так файл S0010427.FTS – означает накопление номер 27 в кубе 04 для ночи 1.

6.4 Замечания о запуске экспозиций

1. Если зеркало находилось в положении MIRROR=FIELD, то при запуске экспозиции OBJ, зеркало перекидывается в положение MIRROR=FIBERS. При запуске экспозиций neon и flat, зеркало само перебрасывается в положение MIRROR=FIELD.
2. Для каждого типа экспозиции можно задать свою комбинацию параметров считывания ПЗС (gain, rate, all/region, binX, BinY). Но при смене формата считываемого кадра для экспозиций obj, такие же значения биннинга и фрагмента считывания автоматически устанавливаются для bias, neon и flat
3. При спектральных наблюдениях обычно работают с BinX=1 BinY=2, в то время как изображения при наведении объекта на цель снимают с binX=BinY=2. Чтобы не менять каждый раз параметры считывания объекта, прямые снимки в этом режиме удобно получать с помощью типа экспозиции MAP.

В зависимости от вида наблюдения в меню **Exposure Control** рекомендуется устанавливать следующие параметры:

Readout rate (темп считывания):

для фокусировок, калибровок и пробных экспозиций – **Fast**

для накоплений объекта – **Normal** (при этом меньше шум считывания). **Gain:**

4 (High) – $0.5e/ADU$ обычное значение.

1 (Low) – $2.0e/ADU$, можно ставить для фотометрии ярких объектов.

Binning:

прямые снимки – **2x2**

спектроскопия с длинной щелью – **1x2**

спектроскопия с MULTISLIT – **1x1**

All/region (полное поле/фрагмент):

для прямых снимков и спектроскопии протяженных объектов: **All**

для спектроскопии звездообразных объектов:

Region: Xbeg:0, Width:2048, Ybeg:800, Height: 400

6.5 Наведение на объект

Ввод координат в телескоп и грубое наведение осуществляется согласно инструкции к программе управления телескопом. Обычно во время наведения редуктор устанавливается в режим изображений (Observing Modes=Long slit/Image, SCORPIO MODES=Image), поскольку даже при съемке спектров сперва получают изображение объектов в поле.

Сразу во время наведения телескопа можно запустить программу поиска гидрирующих звезд (кнопка **Find Guiding Stars**) и установить гидрировочные поля по предварительным координатам.

После наведения, если объект виден на TV-подсмотре, его можно установить на крест в центре поля с помощью пульта коррекции положения телескопа (при этом зеркало должно быть в положении FIELD). Затем, поскольку координаты телескопа изменились, следует вновь запустить поиск звезд гидрирования.

Описание последовательности действий для точной установки звезд гидрирования дано в главе 4.8.

6.6 Фокусировка телескопа

Перед началом наблюдений (а также периодически в течении наблюдательной ночи) необходимо произвести фокусировку телескопа, т.е. совместить фокальную плоскость телескопа со щелью спектрографа. Грубая фокусировка производится "на глаз" с помощью пульта управления телескопом по изображению звезд на TV-подсмотре. Для более точной фокусировки производится серия накоплений изображений звезд для различных значений фокуса телескопа. Рекомендуемая последовательность действий:

1. Установка конфигурации спектрографа для прямых снимков в выбранном фильтре: Observing Modes=Long slit/Image, SCORPIO MODES=Image.
2. В меню **EXPOSURE CONTROL** выбрать тип экспозиции – obj либо MAP, подобрать время экспозиции (для этого произвести пробный снимок) GAIN=low, RATE=fast, BinX=2, BinY=2
3. нажать кнопку **focusing**, в открывшемся меню выбрать: **SCORPIO/Telescope=TELESCOPE**. Далее задать диапазон и шаг изменения фокуса (обычно 0.5–1.0 мм). **name file of series** – имя файлов фокусирующей последовательности (к этому имени будет еще добавляться порядковый номер).
4. Нажать **RUN**. Программа производит серию экспозиций с разными значениями фокуса телескопа, эти экспозиции сохраняются в файлы с заданными именами. Для того, чтобы программа управляла фокусом телескопа обязательно должен быть запущена программа **controlBTA** (см главу 6.1)!
5. После того как будут накоплены все кадры фокусирующей последовательности откроется меню программы оценки качества изображений (подробнее см. 4.10), где уже будут установлены необходимые параметры. Выбор звезды для фокусировки производится нажатием кнопки мыши. Далее в каждом файле автоматически вокруг этой звезды оценивается уровень фона в анализируемом окне, в изображениях звезд вписывается двухмерный профиль, при выводе фокусирующих зависимостей рисуются три графика: FWHM в тангенциальном направлении (тангенциальное), FWHM радиальное и FWHM среднее. Практика показала, что при хороших изображениях (лучше 1.5–2") лучший фокус надо смотреть по первой картинке (FWHM тангенциальное). При более плохих изображениях оценки лучшего фокуса по всем графикам близки друг к другу.
6. Найденное значение лучшего фокуса устанавливает с помощью программф управления телескопом.

Качество фокусировки необходимо время от времени контролировать, поскольку фокус телескопа в течении ночи может меняться, прежде всего из-за температурных деформаций трубы телескопа.

6.7 Точная установка объекта на щель

Если наблюдения проводятся в спектральном режиме, то после того как звезды найдены и установлены на кресты гидирующих микроскопов необходимо произвести точную установку объекта на щель (координаты щели на ПЗС уточняются перед началом наблюдений, см. главу 8). Для этого последовательно производятся пробные экспозиции поля в режиме SCORPIO MODES=Image, определяется положение центра объекта (к примеру выделить объект рамкой и нажать кнопку **region centroid**) и вычисляется необходимые коррекции по обеим координатам в единицах пикселей текущего изображения. Коррекции положения телескопа производятся согласно инструкции в главе 6.8.

6.8 Управление смещениями телескопа

Если работает автогид, то для смещения телескопа (при получении прямых изображений или спектров звездообразных объектов) применяется следующий алгоритм:

1. С помощью **Across slit**, **Along slit** – установить требуемые смещения телескопа поперек щели (вдоль направления X на ПЗС) и вдоль щель (те по направлению Y). Смещения задаются в пикселях для указанного значения биннинга (по умолчанию принимается текущий BinY).
2. Нажать кнопку **Shift, px CCD**. При этом выполняются смещения гидирующих волокон и соответствующую коррекцию положения телескопа.
3. Подождать, пока гид снова “захватит” изображение звезды и запустить
4. При спектральных наблюдениях объект экспозиции объекта получают в в двух положениях телескопа, смещая спектр вдоль щели и возвращая обратно. Если один раз задать величину смещения в поле **Along slit** то далее достаточно кликнуть мышкой на поле **Shift Y**, чтобы сдвинуть телескоп (Yes) или вернуть обратно (No).

6.9 Архивация наблюдательных данных и создание журнала наблюдений

Последовательно нажать кнопки:

1. **create LOG** – создание текстового журнала наблюдений на в текущем каталоге (sYYMMDD.txt)
2. **print LOG** – создание PS-версии журнала наблюдений (sYYMMDD.ps). Открывается меню программы GhostView, откуда журнал при желании можно распечатать.
3. **create and save ZIP** – файлы с данными наблюдений в текущем каталоге архивируются (создается серия ZIP-файлов, в каждом упакован свой "куб" и протокол работы командного файла – zip.tst) и копируются на компьютеры tb и alcor (вместе с журналом наблюдений).

7 Особенности наблюдений в режиме прямых снимков

Режим считывания ПЗС: readout rate: **Normal**, binning: **2x2**

Рекомендуемая последовательность действий:

1. Ввод координат, команда на ЦПУ – перенаведение телескопа.
2. Запуск программы поиска гидирующих звезд (кнопка **Load telescope parameters**) – можно запускать уже в момент перенаведения телескопа.
3. Установить требуемый фильтр.
4. Когда телескоп наведен по требуемым координатам – произвести точную установку гидировочных звезд на кресты.
5. Запустить автогид ;(см главу G)
6. Запустить экспозицию.
7. Сменить фильтр (если требуется).
8. После того как сняли по одной экспозиции в каждом фильтре, рекомендуется сделать небольшое смещения телескопа по одной из координат (см главу 6.8).

8 Особенности наблюдений в режиме "длинная щель"

Перед началом наблюдательной ночи необходимо получить изображение щели, засвеченной лампой NEON или FLAT и измерить положение центра щели на ПЗС в том режиме, в котором планируется получать прямые изображения (обычно это $binning = 2 \times 2$). Значение координаты щели (X_{slit}) – следует записать в журнал. **Внимание! Значения X_{slit} зависят от величины биннинга BinX**

*Формула для расчета позиционного угла щели: $PA_{slit} = P2 - P_{table} + 132.5$
(до 2006 года константа была 131.0)
Но лучше для установки требуемого позиционного угла использовать специальное меню, описанное в главе 4.6*

Режимы считывания ПЗС:

readout rate: **Normal** – для объектов, **Fast** – для калибровок

binning: **1x2** – для спектров, **2x2** – для прямых снимков

Рекомендуемая последовательность действий:

1. Ввод координат, команда на ЦПУ – перенаведение телескопа.
2. Запуск программы поиска гидрирующих звезд (кнопка **Load telescope parameters**) – можно запускать уже в момент перенаведения телескопа. Поскольку программа поиска звезд рисует положение щели спектрографа на небе (а также направление атмосферной дисперсии), то можно заранее прикинуть – подходит ли требуемый позиционный угол и развернуть поворотный стол в более удобное положение.
3. Установить фильтр для получение изображения объекта. Обычно выбирают V или R.
4. Когда телескоп наведен по требуемым координатам – произвести точную установку гидрированных звезд на кресты.
5. Запустить автогид; (см главу G)
6. Запустить экспозицию.
7. Измерить на полученном кадре координату X центра исследуемого объекта, вычислить $\Delta X = X_{slit} - X$
8. Если $\Delta X > 1$ пикселя то произвести коррекцию положения телескопа, так как описано в главе 6.8.
9. Повторить пункты 7-8, пока объект не установится точно на щель
10. Перейти в режим спектроскопии.
11. Сделать требуемое число экспозиций объекта. При съемке звездообразных объектов в "красном" спектральном диапазоне рекомендуется после каждой экспозиции делать смещение вдоль щели на 30-50 пикселей (см 6.8)
12. Кадры спектра сравнения (NEON) желательно получать для каждого объекта, кадры FLAT – для каждого 2-3 объекта (при заметной смене зенитных расстояний)

9 Особенности наблюдений в режиме бесщелевой спектроскопии

При наблюдениях звезд- спектrophотометрических стандартов, обычно используется режим бесщелевой спектроскопии, так в нем отсутствуют потери на щели, что позволяет провести калибровку потока. Рекомендуемая последовательность действий совпадает с описанной для режима спектроскопии с длинной щелью, за исключением того, что кроме накоплений "щелевых" спектров звезды необходимо снять объект и в бесщелевом режиме (SCORPIO MODES=SLITLESS SPECTRA).

10 Особенности наблюдений с многощелевым блоком

10.1 Выбор объектов и подготовка координат щелей

Наблюдения в многощелевом режиме предполагают определение оптимальной ориентации исследуемого поля и предварительное определение координат щелей. Для этого используется программа **PREPARESLITS.pro**, которую можно либо запустить отдельно в среде IDL, либо как опцию **Prepare slits** в меню **TOOLS**. Экранный интерфейс программы показан на рис. 23

Для выбора объектов можно использовать изображение исследуемой области, полученное как на БТА, так и на другом телескопе. Изображение должно быть записано в FITS-формате и иметь в шапке стандартную астрометрическую структуру. Если астрометрическая структура отсутствует, следует воспользоваться программой **ASTROMETRY.pro**, которую можно запустить отдельно в среде IDL, либо как опцию **ASTROMETRY** в меню **TOOLS** оболочки. В большом окне программы выводится часть исходного изображения в масштабе прямого снимка SCORPIO, соответствующего биннингу 2x2. Там же прямоугольниками показаны пределы перемещения щелей многощелевого блока SCORPIO. Центр исходного изображения и его ориентация показаны большим светлым крестом со стрелками. Текущее положение курсора в координатах исходного изображения и поля зрения SCORPIO индицируются в правой части меню программы.

Последовательность действий по предварительной расстановке щелей следующая:

1. Для загрузки изображения необходимо нажать кнопку **loadimage**. Если в исходном изображении требуется вычесть фон неба, перед загрузкой установить **YES** в опции **SKY SUBSTRACTION**
2. Прочитать список координат объектов (если он имеется), которые отмечены на изображении кружками. Для этого следует нажать кнопку **load objects list**. Файл координат объектов с расширением **.coo** в ASCII-формате содержит последовательные строки в которых указан номер (имя) объекта и его координаты (либо в координатах исходного изображения, либо в параллактических координатах).
3. Двигая горизонтальный и вертикальный слайдеры (слева и вверху поля зрения) устанавливаем оптимальное положения центра. Двигая слайдер в правом верхнем углу меню выбираем оптимальный поворот изображения. При этом нужно добиваться, чтобы максимальное число исследуемых объектов (или объектов списка) попало в пределы перемещения щелей. Оптимальной является расстановка, когда выбранные объекты расположены посередине высоты щели.
4. Установив курсор на требуемый объект нажатием левой клавиши мыши отмечаем положение щели (на изображении поля будет отображена щель черным цветом). Если этого

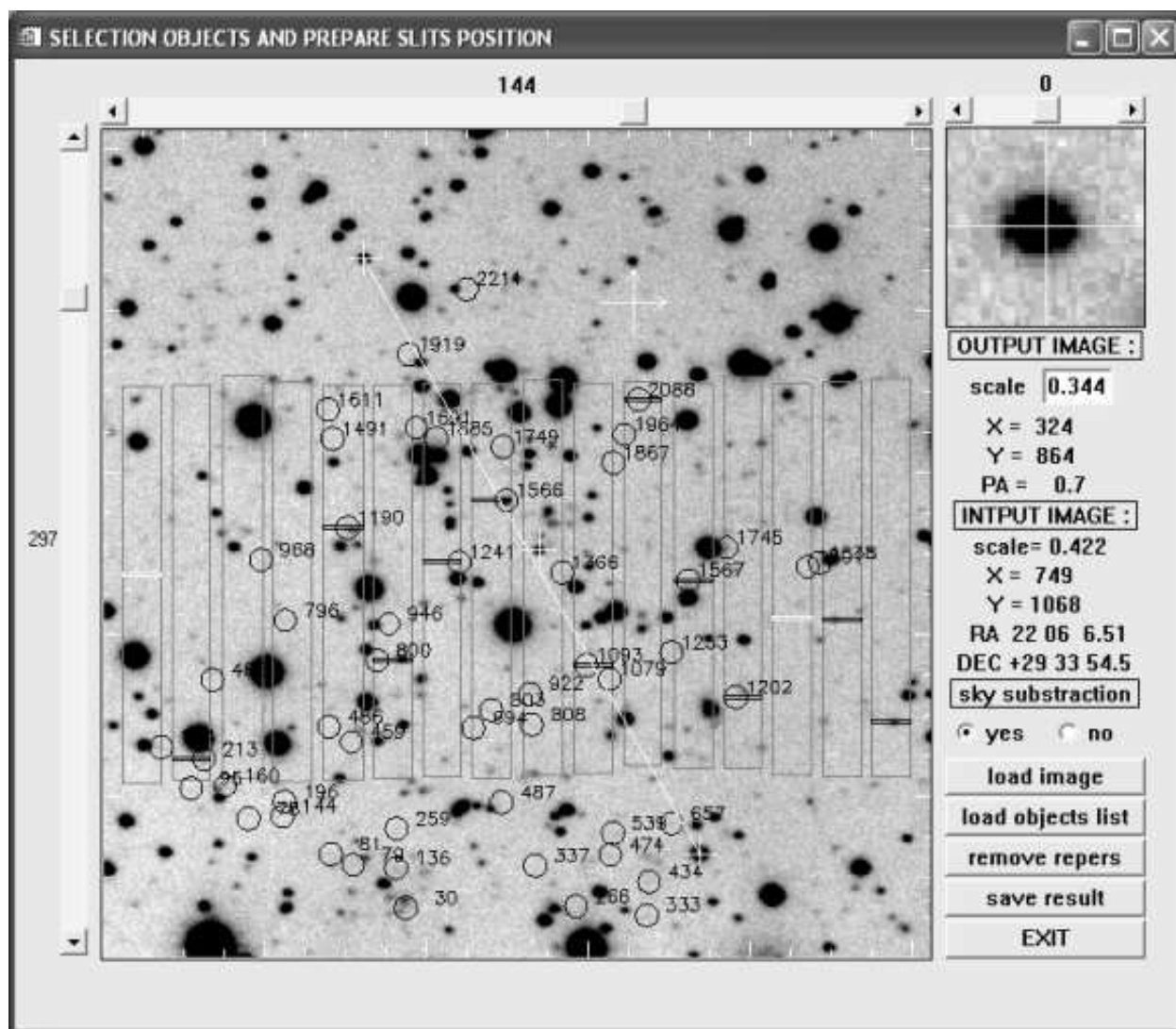


Рис. 23: Меню программы выбора объектов и определения координат щелей

объекта нет в списке, положение щели будет отмечена по вычисленному центру тяжести. Если это объект из списка - координаты щели будут соответствовать пересчитанным координатам списка в координаты поля зрения SCORPIO

5. В том случае, если мы хотим отметить щель для фона неба, нужно установить курсор на изображение щели и нажав левую клавишу мыши и не отпуская ее сдвинуть курсор по оси Y. После отпущения клавиши новое положение щели отобразится белым цветом и в выходном списке координат ему будет присвоен признак sky.
6. После выбора положений щелей следует выбрать три реперные звезды, отмечающие положение центра и ориентацию поля зрения SCORPIO. Для этого подводя курсор последовательно к центральной и двум боковым звездам нажимаем на правую клавишу. Координаты центров тяжести опорных звезд будут записаны в выходной файл. При этом в поле зрения SCORPIO реперные звезды будут отмечены светлыми крестами, а боковые звезды, отмечающие ориентацию будут соединены прямой линией. Если реперы выбраны неудачно, то следует нажать на кнопку **remove repers** и повторить процедуру.
7. Перед выходом из программы, для записи расстановки щелей на диск следует нажать клавишу **save result**. При этом программа запросит имя выходного файла. Указав это

имя (например, **fileout**), мы запишем на диск в библиотеку **name.pos**, где **name** – имя исходного изображения, три файла с именем **fileout** и расширениями **.fts**, **.txt** и **.ps**. Первый файл представляет собой изображение, выводимое в окне программы в FITS-формате, второй - содержит номера и координаты щелей и соответствующие им имена объектов и их параллактические координаты, координаты реперных звезд и параллактические координаты центра поля и его позиционный угол. Последний файл содержит результат расстановки щелей на изображении и информацию об их координатах и может быть распечатан на принтере. Файлы **fileout.fts** и **fileout.txt** в дальнейшем используются для расстановки щелей

8. При необходимости другой расстановки щелей пункты 3-7 повторить, сменив только имя выходного файла.

10.2 Установка на область и расстановка щелей

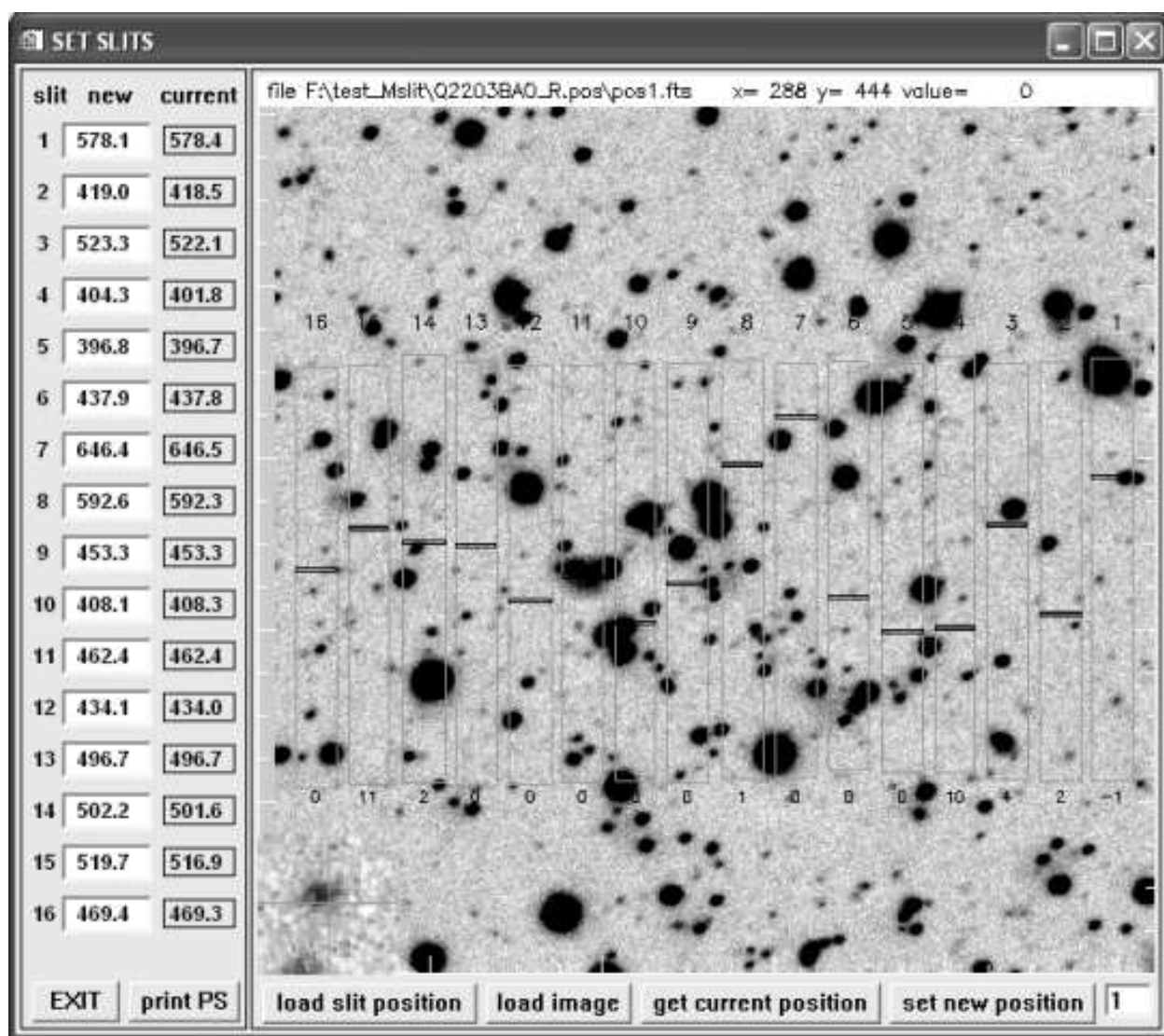


Рис. 24: Меню программы расстановки щелей

В начале наблюдений в многощелевом режиме следует навести по телескоп по предварительно определенным координатам центра и установить расчетный позиционных угол. Далее следует получить снимок поля с биннингом 2x2 в режиме SCORPIO MODES = IMAGE. После

этого вызвать программу расстановки щелей нажатием клавиши **set slits** в меню управления редуктора. На рис. 24 показано меню программы расстановки щелей. В левой части меню показаны текущие и новые (подлежащие установке координаты щелей) в координатах ССД с биннингом 2x2. Нажатием клавиши можно загрузить либо реальное изображение, полученное на БТА, либо изображение полученное программой **PREPARESLITS**. Если при вводе изображения в меню выбора файла нажать клавишу **отмена**, то будет введено пустое поле. В большом окне меню прямоугольниками отображаются пределы перемещения щелей и текущие (черным цветом) и новые (красным цветом) изображения щелей. Цифры под каждым прямоугольником показывают величину рассогласования текущего и нового положения щели в шагах механизма перемещения щелей. Следует иметь ввиду, что 1 шаг соответствует 0.1 секунды дуги. Нумерация щелей идет слева направо. При первом запуске программы управления SCORPIO координаты щелей берутся из конфигурационного файла. Для определения текущего положения щелей следует установить SCORPIO MODES = SLIT IMAGE и нажать клавишу **get current position**. Система управления сделает короткую экспозицию (1 сек) изображения щелей, определит их координаты по оси Y и отобразит результат в меню программы. Установку новых координат щелей можно делать тремя способами: указанием новых координат в окне **new** для соответствующей щели, использованием мыши (для этого достаточно щелкнуть левой клавишей в соответствующем прямоугольнике) и загрузкой файла с координатами щелей (нажатие клавиши **load slit position**). Если при выборе файла нажать **отмена**, то будут загружены одинаковые координаты для всех щелей, равные 490 (все щели расположатся в длинную псевдощель). Расстановка щелей на поле делается в два этапа:

1. *Установка реперных звезд в поле и его поворот..* Получить прямой снимок поля в режиме **MAP** с bin 2x2 и экспозицией 30-60 сек. Загрузить нажатием клавиши **load image** изображение, а нажатием клавиши **load slit position** файл подготовленных заранее координат щелей и реперных звезд. В окне программы **SET SLITS** отобразятся новые положения щелей и реперных звезд. Измерить положения реперных звезд (подводя курсор к изображению звезды и нажимая правую клавишу мыши, определяем центрострелку изображения) Определить необходимое смещение центра и поворот поля. Повторить снимок, загрузить его снова программу **SET SLITS** и проверить положение реперов. Повторять процедуру до тех пор, пока положение реперов и поворот поля не будут отличаться от расчетных (точность установки смещения не менее 0.5 px, а поворота - не менее 0.1 градуса). После этого установить звезды гидирования на кресты. После точной юстировки поля расчетные изображения щелей должны совпасть с положениями объектов. Для объектов, уверенно видимых на изображении можно уточнить положения щелей, установив курсор на объект и нажатием правой мыши определив центрострелку. При этом координата щели для данного объекта будет исправлена.

2. *Расстановка щелей.* Установить SCORPIO MODES = SLIT IMAGE. Если текущее положение щелей не определено, нажать клавишу **get current position**. После этого нажать клавишу **set new position**. Система управления расставит щели в новые позиции, сделает снимок щелей и определит их координаты. Повторять эту операцию до тех пор, пока рассогласование расчетного (new) и текущего (current) положений не будет превышать 1-2 шага механизма перемещения. Опыт наблюдений показывает, что для расстановки щелей с необходимой точностью требуется 3-4 итерации (в среднем около минуты на каждую итерацию).

После расстановки щелей можно приступать к наблюдениям. Для упрощения последующей обработки в конце накоплений экспозиций объектов поля и калибровок, рекомендуется установить все щели в псевдощель. Для этой расстановки щелей следует получить изображение спектра сравнения, которое в дальнейшем будет использовано для определения геометрических искажений. Бесщелевой спектр спектрофотометрического стандарта также следует снимать в этой расстановке щелей.

11 Особенности спектрополяриметрических наблюдений

При спектрополяриметрических наблюдениях, в зависимости от качества изображений, используются различные входные маски (диафрагмы), устанавливаемые в фокальную плоскость редуктора. Первая, представляющая из себя пунктирную щель, используется только при изображениях 1-1.5". Ширина отдельной щели при этом 1.5", высота - 7.3", а расстояние между щелями по высоте равно 16.8". Вторая маска представляет собой набор круглых диафрагм диаметром 4.3", расположенных вдоль прямой (псевдощели) с шагом 16.8". Эта маску рекомендуется использовать при среднем качестве изображений 2-3", когда не требуется высокое спектральное разрешение.

11.1 Выбор области считывания

Из-за того, что при вводе и повороте различных элементов (анализатор, диспергирующий элемент) изображение маски смещается поперек дисперсии, требуется выбрать оптимальный размер области считывания по высоте. Для этого снимаем изображение пунктирной щели (маски) с bin 1x1 с выведенным анализатором. Определяем координаты щели Y_{slit} вблизи центра, на которую в дальнейшем будет устанавливаться объект. Вводим анализатор и решетку. Снимаем два изображения спектров и находим средние координаты щели (взяты как полусумма координат обыкновенного и необыкновенного изображения) для углов поворота анализатора 0° и 45° . Определяем координаты центра области считывания $Y_{center} = (Y_{mean}(0^\circ) + Y_{mean}(45^\circ))/2$. Начальная и конечная координаты области считывания по высоте тогда будут соответственно $Y_{beg} = Y_{center} - \Delta Y$ и $Y_{end} = Y_{center} + \Delta Y$, где ΔY полуширина области считывания по высоте. Величина ΔY зависит от выбранного количества щелей (диафрагм) и типа маски. При наблюдениях звездообразных источников целесообразно использовать 5 щелей (одну для объекта и четыре для фона неба). В этом случае $\Delta Y = 275$ для пунктирной щели, и $\Delta Y = 255$ для диафрагм. Установив в **FRAME PROPERTIES** для bin 1x1 найденные размеры области считывания по Y, а по X 1-2068, получаем прямое изображение щелей (диафрагм), по которому уточняем координаты центральной щели X_{slit} и Y_{slit} .

11.2 Наблюдения

Методика наблюдений в режиме спектрополяриметрии мало отличается от обычных спектральных наблюдений. Нужно только иметь в виду, что следует особенно тщательно устанавливать объект на щель по обеим координатам. Для измерения линейной поляризации снимается серия экспозиций объекта для углов анализатора 0° и 45° , которые переключаются последовательно, затем снимается **neon** и **flat** в этих же углах. Если требуется измерение круговой поляризации, та же серия экспозиций снимается при введенной $\lambda/4$ -пластине. Вначале или конце наблюдений объекта в обязательном порядке следует снимать стандарт нулевой поляризации, который в дальнейшем используется для калибровки системы. Наблюдения стандарта ненулевой поляризации необходимы для уточнения нуля-пункта угла поворота плоскости поляризации. Все накопления в режиме спектрополяриметрии, из-за большого числа переключений, рекомендуется делать в пакетном режиме. Следует также иметь в виду, что в этом режиме требуется тщательная фокусировка прибора.

11.3 Юстировка поворота $\lambda/4$ -пластины.

Так как $\lambda/4$ -пластина является сменным элементов, то при ее установке в SCORPIO (при спектрофотометрических наблюдениях во вторую турель) следует выставить угол поворота вектора максимальной скорости относительно анализатора. Для этого следует:

1. Установите в первую турель поляризатор с точечной диафрагмой. Введите анализатор, установив угол поворота равный 0° . Вращая анализатор постройте зависимость I_e/I_o от угла

поворота, где I_o интенсивность обыкновенного изображения (с меньшей координатой Y), а I_e интенсивность необыкновенного изображения (с большей координатой Y). Минимум этой зависимости (значение около 0.003) даст значение угла ориентации анализатора, при котором плоскость поляризации совпадает с направлением главной оси анализатора. Установите значение найденного угла.

2. Введите $\lambda/4$ -пластину. Вращая пластину, постройте зависимость величины I_e/I_o от угла поворота. Найденный минимум даст угол поворота $\lambda/4$ -пластины относительно главной оси на 45° . После этого поверните пластину относительно найденного угла на $+22.5^\circ$. Пластина установлена.

11.4 Вычисление параметров Стокса

В отличие от общепринятого способа измерения параметров Стокса (когда наряду с неподвижным анализатором используется вращающаяся $\lambda/2$ -пластина) в SCORPIO применяется вращение анализатора. С точностью до неизвестного нуля-пункта угла поворота плоскости поляризации параметры Стокса U и Q могут быть найдены из выражений:

$$U/I = \left(\frac{I_o - I_e \cdot R(\lambda)}{I_o + I_e \cdot R(\lambda)} \right), \text{ угол поворота анализатора} = 0^\circ$$

$$Q/I = \left(\frac{I_o \cdot R(\lambda) - I_e}{I_o \cdot R(\lambda) + I_e} \right), \text{ угол поворота анализатора} = 45^\circ$$

где $R(\lambda) = I_o/I_e$ – калибровочная зависимость, определяемая по стандарту нулевой поляризации, а I – полная интенсивность. Если в пучок ввести $\lambda/4$ -пластину, отъюстированную в соответствии с методикой предыдущего пункта, то разница параметров Стокса Q' и U' даст значение круговой поляризации:

$$(Q' - U')/I = \sqrt{2} \cdot V/I$$

При этом должно выполняться соотношение $U' + Q' = U + Q$, которое в дальнейшем используется для контроля качества данных. Степень поляризации определится из выражения $P = \sqrt{U^2 + Q^2}$, а угол поворота плоскости поляризации $\varphi = \varphi_0 - \frac{1}{2} \arctan(U/Q) + PA$, где PA – позиционный угол направления щели SCORPIO, а φ_0 – нуль-пункт, равный $65 \pm 0.5^\circ$. Разумеется, истинные значения U и Q должны быть вычислены из измеренных путем использования преобразования вращения.

12 Наблюдения с ИФП

12.1 Предварительные установки

1. Установить ИФП на каретке диспресеров, подключить и настроить контроллер Queensgate
2. TEST->SET CONFIG: установить название ИФП в разделе PUPIL
3. Проверить связь с компьютером (COM1). Здесь возможны два варианта:
Старый – запустить программу D:\SCORPIO\SCANQG6.EXE, файл параметров - p235r. Если по истечению нескольких секунд раздастся звуковой сигнал и появится меню управления – то все нормально, иначе программа зависает.
Новый вариант (рекомендуется) - в директории c:\RSI\IDL62\remote запустить команду QG_LINE.EXE P 1 I если порт нормально работает – запускается инициализация, иначе – сообщение об ошибке связи.

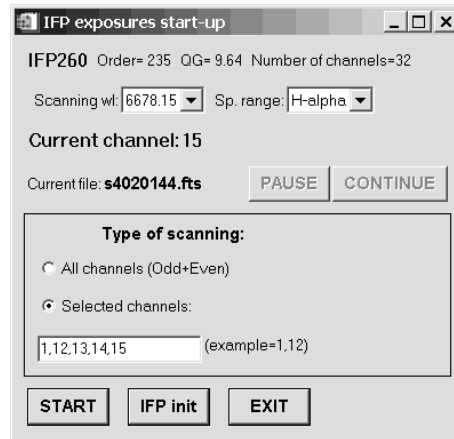


Рис. 25: Интерфейс управления сканирующим ИФП

4. Проверить установки фильтров для объектов и калибровки. Рекомендуемые фильтры для выделения линий калибровочной He-Ne-Ar лампы:

длина волны	фильтр
5080.08Å	IFP508
6598.95Å	#80, #81, IFP661
6678.15Å	IFP667, AC6700
6717.04Å	AC6730, IFP671

при наблюдениях надо выбирать калибровочную линию наиболее близкую к длине волны на которой наблюдаем объект.

Для вызова программы подбора фильтров для наблюдений объекта и калибровок (рис. 26) нужно в меню управления экспозицией нажать кнопку **TOOLS** и выбрать опцию **IFP filters**. Далее ввести лучевую скорость, температуру в СПФ (достаточно точности 5 °C) и выбрать эмиссионную линию их списка (Line/wavelength). В правом окне будет отображен запрошенный спектральный диапазон, схематично тонкой черной линией отмечены линии в спектре объекта (на рис. 26 это H α и дублет [NII]), изучаемая линия дополнительно отмечается вертикальным красным пунктиром. Жирными цветными линиями будут показаны кривые пропускания рекомендуемых фильтров, внизу указана рекомендуемая длина волны сканирования и фильтры для калибровки шкалы длин волн.

12.2 Наблюдения

1. установить параметры считывания объекта и калибровок (обычно работаем с полным полем, bin 4x4), gain=high. Однако, при экспозициях NEON и FLAT надо ставить gain=low (так как лампы очень яркие).
2. Нажать "REMOTE IFP" в открывшемся меню (см рис. 25) установить требуемую длину волны сканирования (длина волны калибровочной линии, см. выше) и спектральный диапазон (то, что будет писаться в FITS-шапку: H β , [OIII], H α , [NII] или [SII]). Программа сама (в зависимости от названия установленного ИФП) выберет величину константы QG, порядок интерференции и число спектральных каналов (36 для IFP501 и 32 для IFP235).
3. Выбор типа сканирования (**Type of scanning**):

Весь куб (All channels (Odd+Even))

- для OBJ, NEON и FLAT

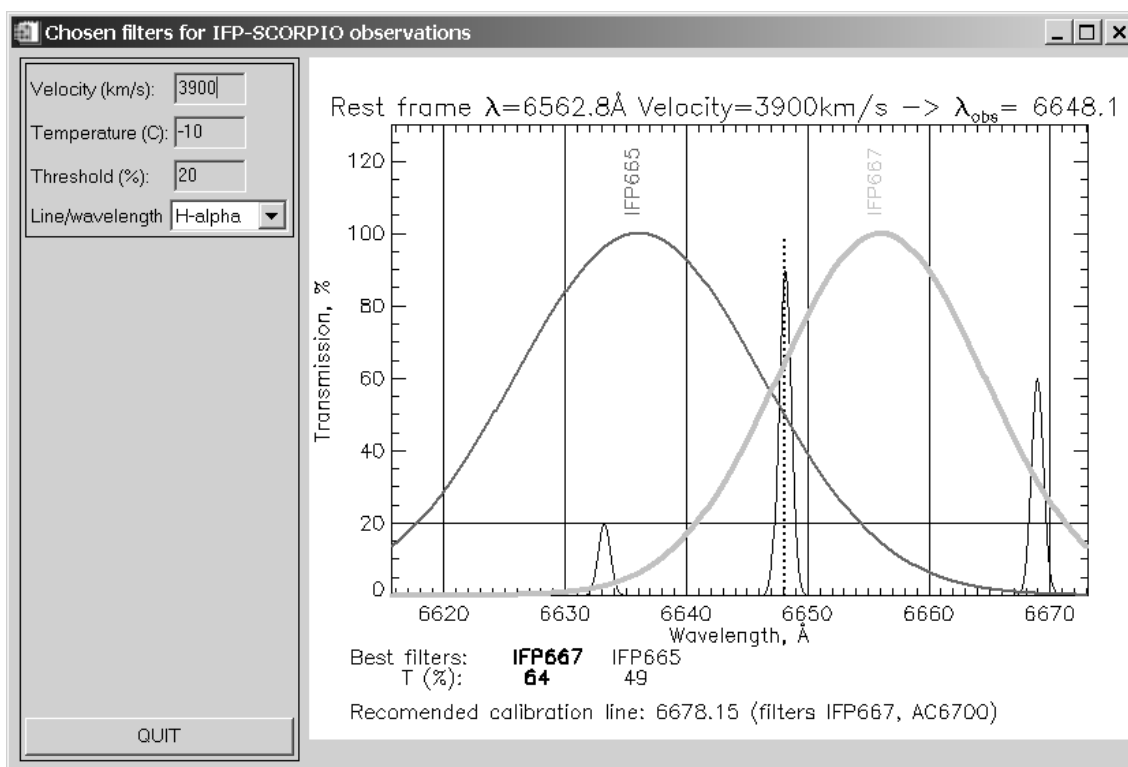


Рис. 26: Интерфейс программы выбора фильтров для наблюдений с ИФП

Произвольные каналы (Selected channels) - контрольные накопления NEON

*Тип, номер и параметры текущей экспозиции задаются как обычно, в меню **Exposure control**. Однако для запуска накоплений с требуемым типом сканирования необходимо нажимать кнопку **START** в меню управления ИФП (**IFP exposures start-up**). Если же нажать аналогичную кнопку в общем меню **Exposure control** (frame properties), то сканирования производиться не будет, а запустится обычное накопление.*

4. Нажать **IFP init** – инициализация
5. По возможности, перед началом наблюдений произвести калибровку NEON (All channels) для всех тех длин волн сканирования, на которых предполагаются наблюдения. То же и для калибровки FLAT в тех фильтрах, в которых предполагаются наблюдать. Следует отметить, что вначале сканирование идет через все нечетные каналы, а потом – через все четные.
6. После того, как установили объект в поле (не забывать про возможные блики!), запускаем кадр NEON в двух-трех каналах (в окне Selected channels, указать номер канала, например: 1, 15, 30). Эти экспозиции необходимы для контроля стабильности сканирования и положения центра колец. **Как правило, любые повороты стола приводят к расстройке ИФП – если калибровочные кольца необычно широкие – надо заново сделать инициализацию!**
7. Вводим фильтр для наблюдений объекта и в этот же куб записываем каналы OBJ (All channels).

8. Закончив экспозицию объекта, в этот же куб записываем несколько кадров NEON (для контроля стабильности ИФП). Type of scanning=Selected channels (каналы указывать через запятую, например: 10,20,30)
9. После наблюдений – произвести калибровку NEON (All channels) для всех требуемых длин волн сканирования.
10. При необходимости – калибровки FLAT в тех фильтрах, в которых проводились наблюдения.

Во время наблюдений удобно пользоваться режимом IFP в программе анализа PSF (подробнее см. главу 4.10.3)

*Для остановки цикла сканирования достаточно нажать кнопку **STOP** в меню **Exposure control**. При этом сразу прерывается текущее накопление. Альтернативный вариант – можно нажать кнопку **PAUSE** в меню управления ИФП (**IFP exposures start-up**). В этом случае текущая экспозиция не прерывается, но после нее сканирование останавливается и может быть запущено вновь (с того же номера канала ИФП) нажатием кнопки **CONTINUE**. Во время паузы можно производить любые действия с программой управления (тестовые экспозиции, изменять конфигурацию прибора и т.д.), но нельзя закрывать окно **IFP exposures start-up**, поскольку его повторный вызов обнуляет счетчик каналов. Возможность сделать паузу удобна в том случае, если наблюдатель хочет проверить фокусировку телескопа, а потом продолжить сканирование.*

Список литературы

Афанасьев В.Л., Моисеев А.В., "Универсальный редуктор светосилы 6-м телескопа SCORPIO Письма в Астрономический журнал, 2005, т. 31, с. 214

Афанасьев В.Л., Гажур Э.Б., Желенков С.Р., Моисеев А.В., "SCORPIO: редуктор светосилы первичного фокуса БТА Bulletin of the Special Astrophysical Observatory, 2005, v. 58, p.90

Моисеев А.В., "Обработка ПЗС-наблюдений со сканирующим интерферометром Фабри-Перо"2002, препринт САО РАН N 166, 1

A Атлас спектра сравнения лампы с He-Ne-Ar наполнением.

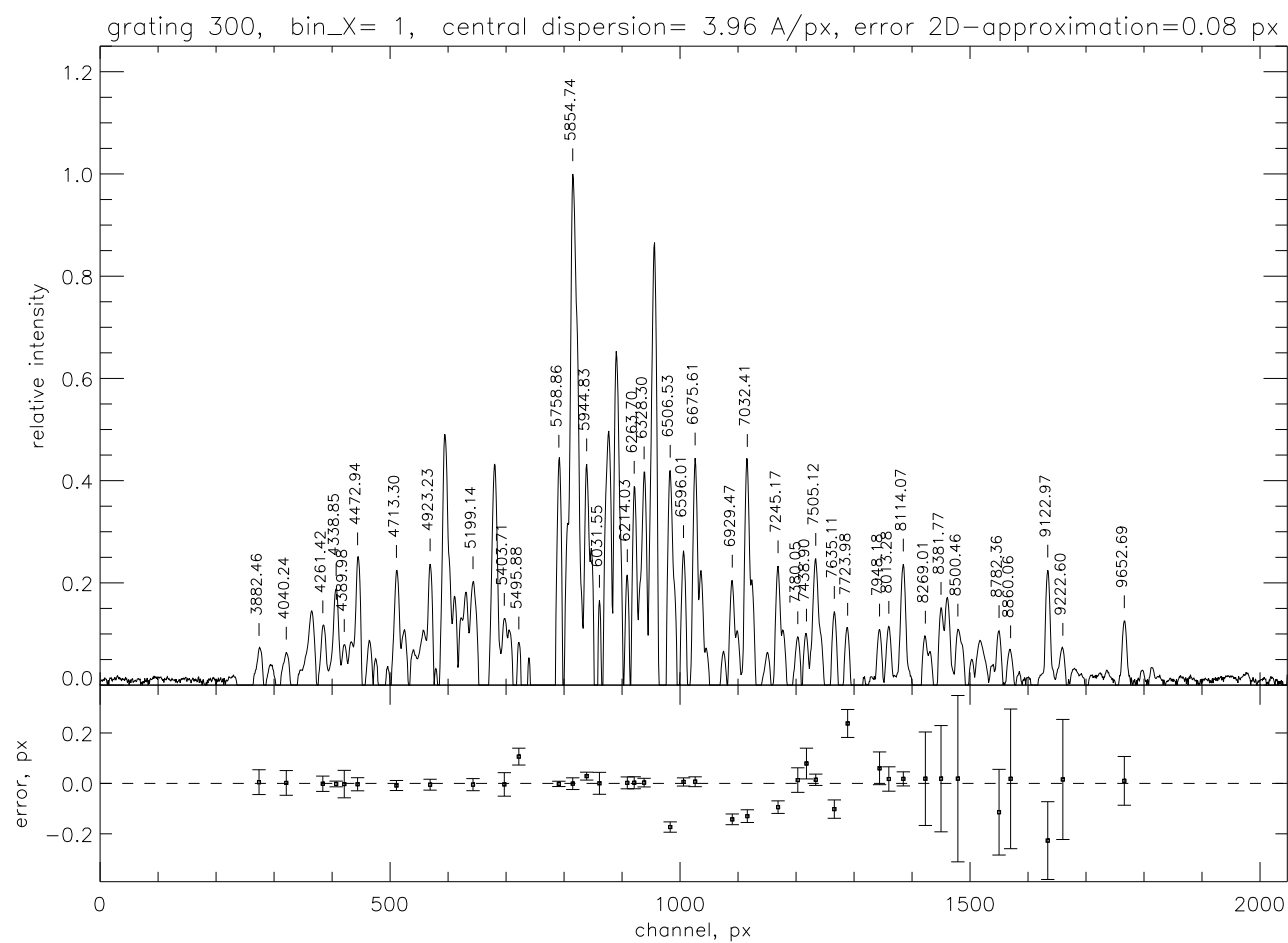


Рис. 27: Вид спектр сравнения при ширине щели 1'' с гризмой GR300

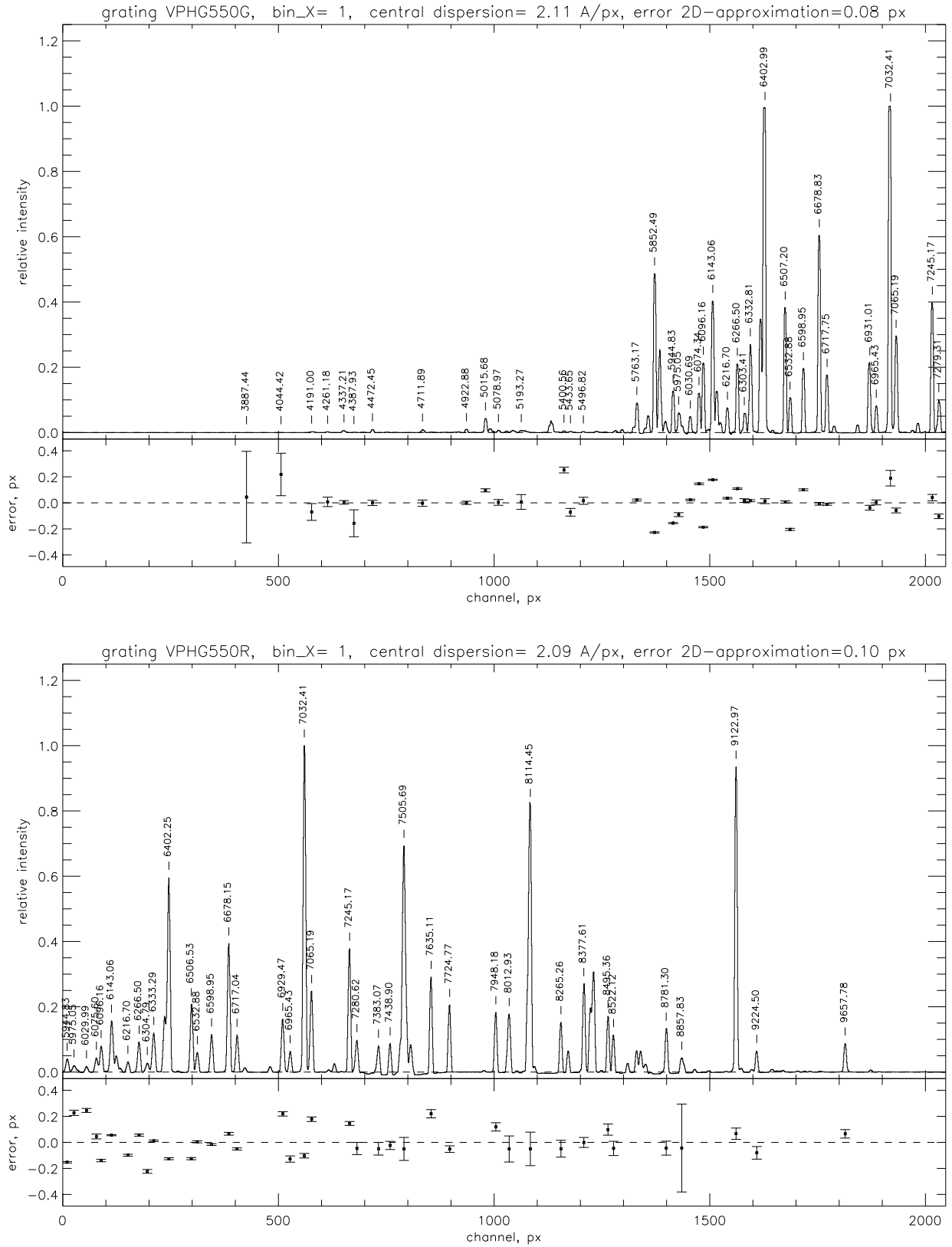


Рис. 28: Вид спектр сравнения при ширине щели 1'' с гризами VPHG550G (вверху) и VPHG550R (внизу)

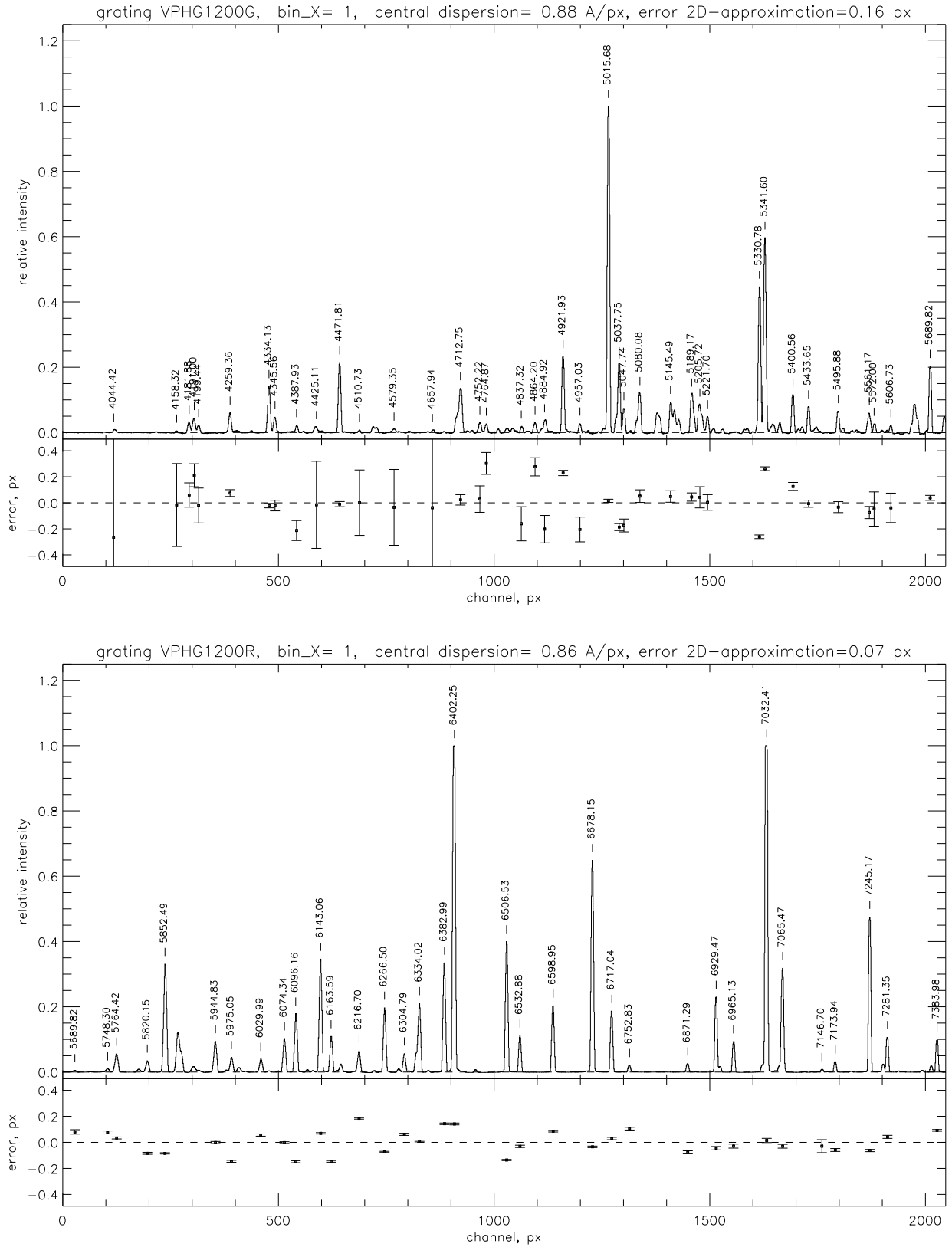


Рис. 29: Вид спектр сравнения при ширине щели 1'' с гризми VPHG1200G (вверху) и VPHG1200R (внизу)

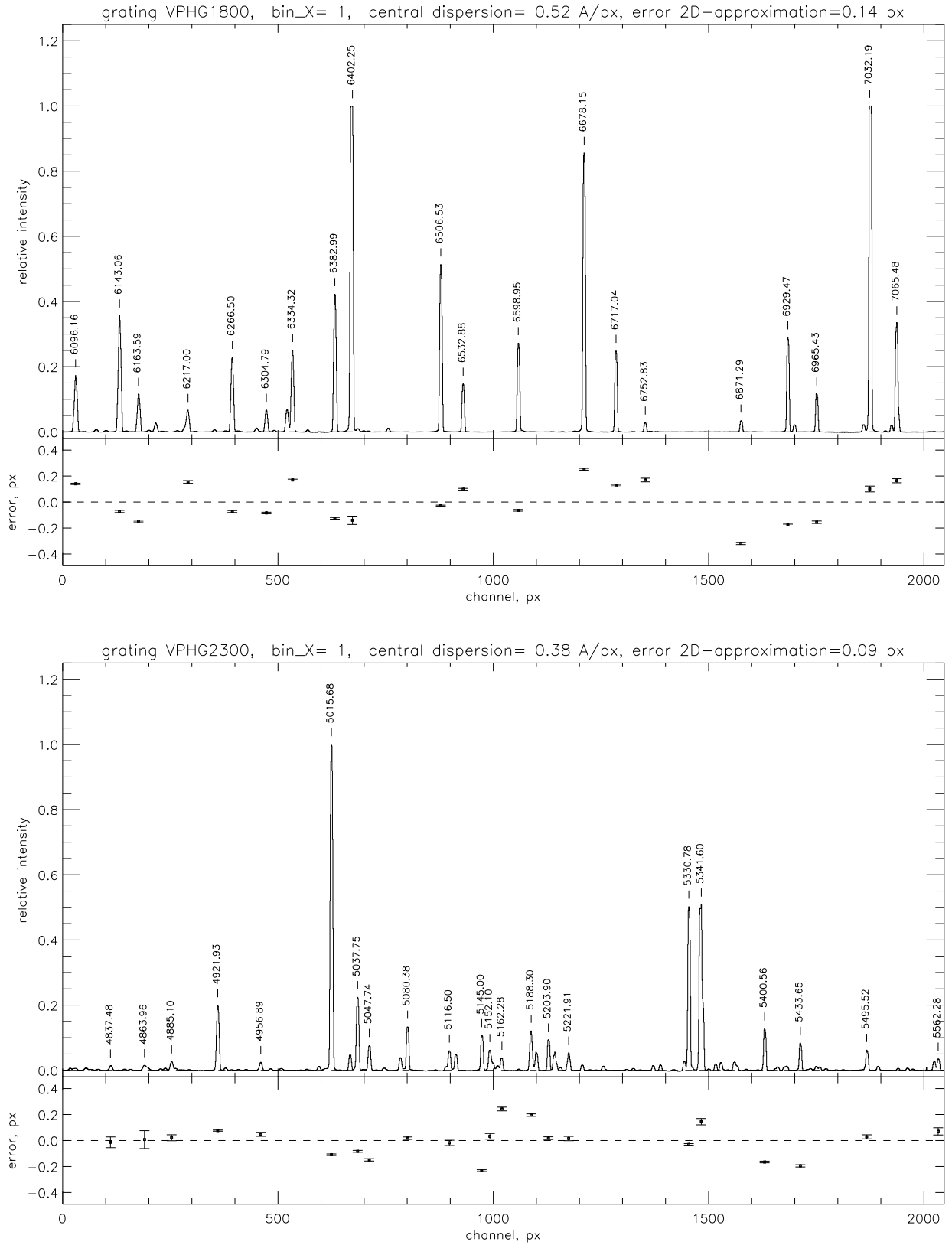


Рис. 30: Вид спектр сравнения при ширине щели 1'' с гризмами VPHG1800 (вверху) и VPHG2300 (внизу)

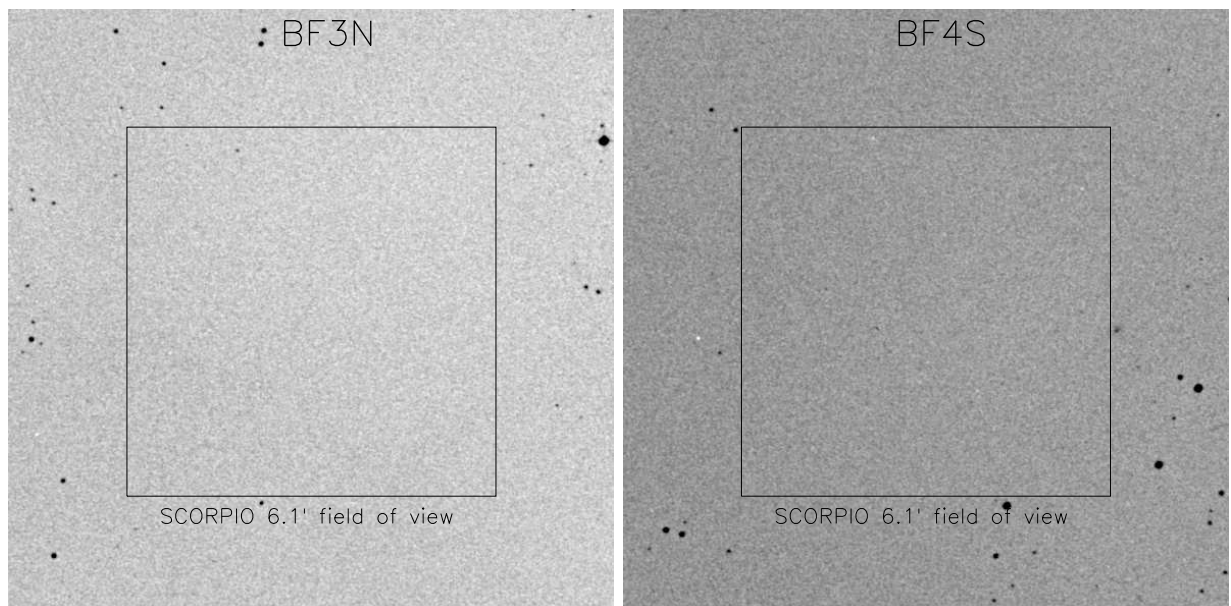
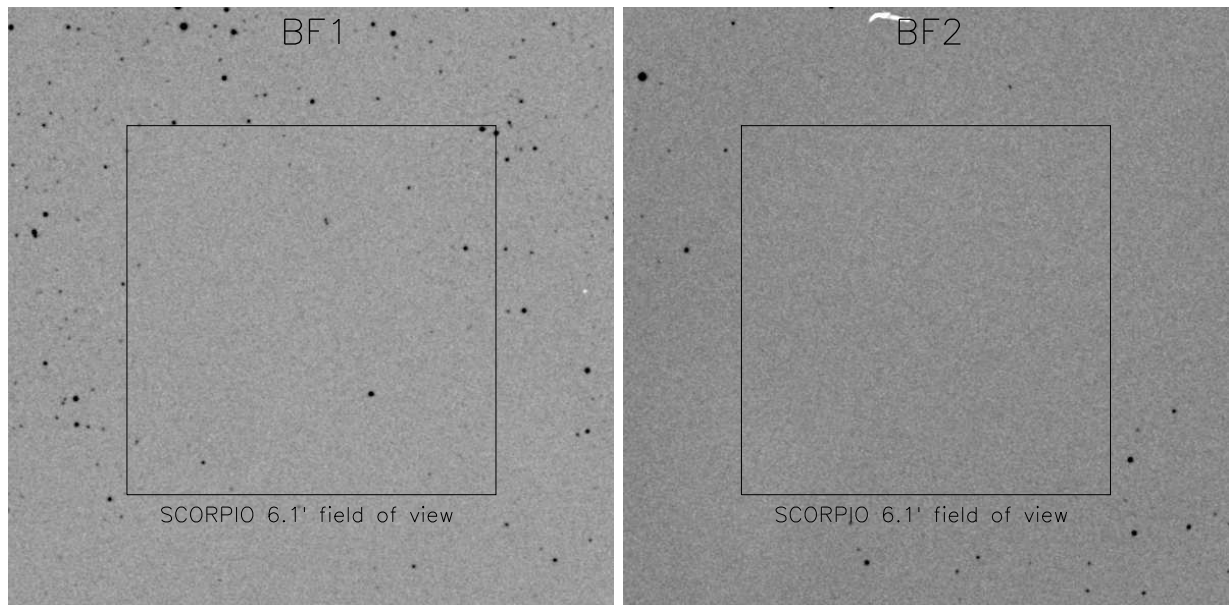
В Рекомендуемые времена калибровочных экспозиций в режиме спектроскопии с длинной щелью (BinX=1, BinY=2, gain=low)

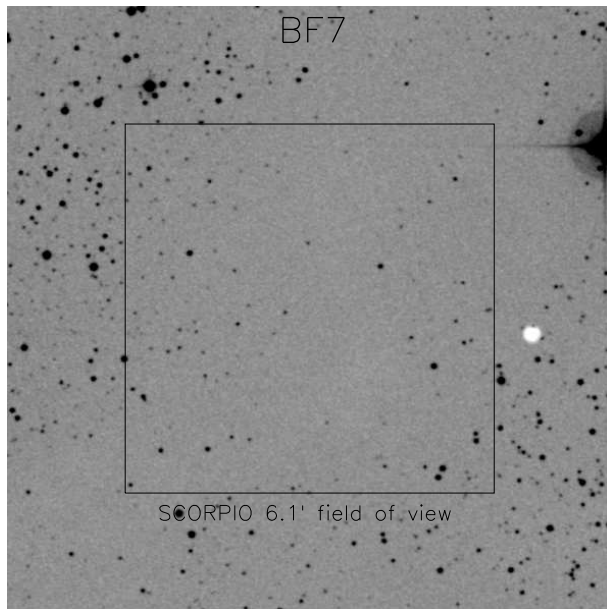
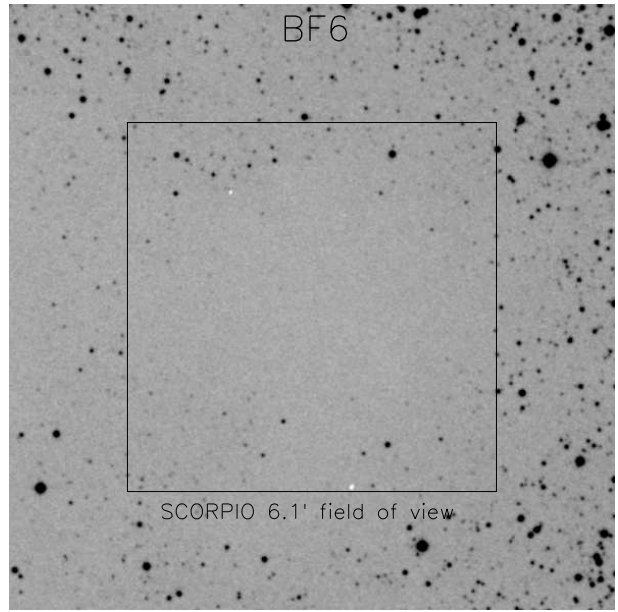
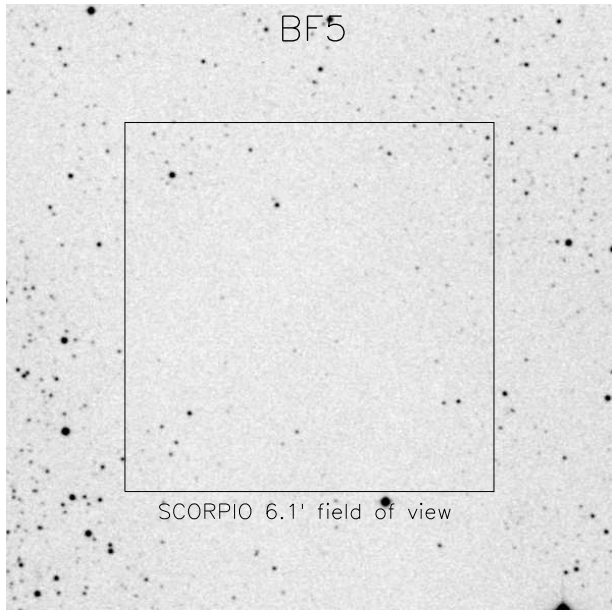
призма	NEON, сек	FLAT, сек
GR300	60	10
VPHG550G	30	10
VPHG550R	60	10
VPHG1200G	60	10
VPHG1200R	30	20
VPHG1800R	30	20
VPHG2300R	90	40

С Пустые площадки (плоские поля) для калибровки фотометрических данных (Фатхуллин Т.А.)

Обозначение	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	Р.А.	Комментарии
BF1	04 : 29 : 53.4	+54 : 16 : 10	0	звезды в поле
BF2	04 : 29 : 52.5	+24 : 28 : 08	0	звезд нет
BF3N	15 : 53 : 35.0	-04 : 35 : 56	0	звезда на краю
BF4S	15 : 53 : 30.5	-04 : 44 : 29	0	звезд нет
BF5	19 : 21 : 30.0	+12 : 28 : 51	0	звезды в поле
BF6	19 : 26 : 26.5	+13 : 50 : 18	0	звезды в поле
BF7	23 : 56 : 50.4	+59 : 43 : 27	0	звезды в поле

DSS2(red) Изображения "пустых" площадок размером $10 \times 10'$





Д Фотометрические стандарты (Фатхуллин Т.А.)

Для получения абсолютных звездных величин стандартная процедура калибровки требует наблюдений полей, содержащих фотометрические стандарты. Наиболее часто используемые стандарты приведены в работе Landolt, 1992, AJ, 104, 340 (карточки отождествления и координаты доступны, например, по адресу <http://www.lis.eso.org/lasilla/Telescopes/2p2T/Landolt/>). Кроме того, можно рекомендовать использовать поля стандартов, измеренных Питером Стетсоном (Stetson, 2000, PASP, 112, 925). Карточки отождествления и координаты полей Стетсона доступны по адресу <http://www2.cadc-ccda.hia-ihp.nrc-cnrc.gc.ca/community/STETSON/standards/>. В случае наблюдений поля, имеющего пересечение с обзором SDSS, для относительной привязки можно рекомендовать использовать уравнения перехода от SDSS фотометрической системы к Джонсона-Крона-Коузиса. Несколько вариантов таких уравнений (и ссылки на соответствующие работы) можно получить по адресу <http://www.sdss.org/dr6/algorithms/sdssUBVRITransform.html>.

Е Список рекомендуемых спектрофотометрических стандартов

Star Name	RA (2000) h m s	Dec d ' ''	V mag.	Spec type	Spectral coverage(mkm)	File Name
G158-100	00 33 54.32	-12 07 57.1	14.89	dG-K	0.32-0.92	g158_100
GD50	03 48 50.06	-00 58 30.4	14.06	DA2	0.11-0.92	gd50
SA95-42	03 53 43.67	-00 04 33.0	15.61	DA	0.11-0.92	sa95_42
HZ4	03 55 21.70	+09 47 18.7	14.52	DA4	0.11-0.92	hz4
LB227	04 09 28.76	+17 07 54.4	15.34	DA4	0.32-0.92	lb227
HZ2	04 12 43.51	+11 51 50.4	13.86	DA3	0.11-0.92	hz2
GD71	05 52 27.51	+15 53 16.6	13.03	DA1	0.00-3.00	gd171
G191-B2B	05 05 30.62	+52 49 54.0	11.78	DA1	0.00-3.00	g191b2b
HILT600	06 45 13.33	+02 08 14.1	10.44	B1	0.33-1.04	hilt600
G193-74	07 53 27.40	+52 29 35.7	15.70	DA0	0.33-0.92	g193_74
BD+75d325	08 10 49.31	+74 57 57.5	9.54	O5p	0.11-0.92	bd75d325
AGK+81d266	09 21 19.06	+81 43 28.6	11.92	sd0	0.10-0.92	agk81d266
GD108	10 00 47.33	-07 33 31.2	13.56	sdB	0.11-0.92	gd108
Feige34	10 39 36.71	+43 06 10.1	11.18	D0	0.11-0.92	feige34
Feige56	12 06 39.7	+11 40 39	11.06	B5p	0.33-1.01	feige56
HZ21	12 13 56.42	+32 56 30.8	14.68	D02	0.11-0.92	hz21
Feige66	12 37 23.55	+25 04 00.3	10.50	sd0	0.11-0.92	feige66
Feige67	12 41 51.83	+17 31 20.5	11.81	sd0	0.11-0.92	feige67
GD153	12 57 02.37	+22 01 56.0	13.35	DA1	0.00-3.00	gd153
G60-54	13 00 09.53	+03 28 55.7	15.81	DC	0.32-0.92	g60_54
HZ43	13 16 21.99	+29 05 57.0	12.91	DA1	0.00-3.00	hz43
HZ44	13 23 35.37	+36 08 00.0	11.66	sd0	0.11-0.92	hz44
GRW+70d5824	13 38 51.77	+70 17 08.5	12.77	DA3	0.11-0.92	grw70d5824
BD+33d2642	15 51 59.86	+32 56 54.8	10.81	B2IV	0.11-0.92	bd33d2642
G138-31	16 27 53.59	+09 12 24.5	16.14	DC	0.32-0.92	g138_31
G24-9	20 13 56.05	+06 42 55.2	15.72	DC	0.32-0.92	g24_9
LDS749B	21 32 15.75	+00 15 13.6	14.67	DB4	0.11-0.92	lsd749b
G93-48	21 52 25.33	+02 23 24.3	12.74	DA3	0.11-0.92	g93_48
BD+25d4655	21 59 42.02	+26 25 58.1	9.76	0	0.33-0.92	bd25d4655
Feige110	23 19 58.39	-05 09 55.8	11.82	D0p	0.33-1.00	feige110
GD248	23 26 06.69	+16 00 21.4	15.09	DC	0.32-0.92	gd248

F Памятка для наблюдений со SCORPIO без сервера tb.sao.ru

Автоматическое заполнение FITS-шапок:

В нормальном режиме наблюдений, при включении компьютера **lena** автоматически запускается программа **bta_write** на **tb.sao.ru**: в каталоге `/u/obs/telescop`, которая создает в этом каталоге файл параметров **bta_param.save** Его читают программа управления прибором на **lena** и программа гидирования на **rare**.

Если же сервер **tb** отключен, то следует на **lena** запустить файл `C:\cygwin\bin\bta_write.bat` (иконка на рабочем столе), при этом на диске **E:** появиться файл **bta_param.save**, который каждые 2 секунды обновляется. Чтобы его использовала программа управления прибором, надо выйти из нее и отредактировать конфигурационный файл `D:\scorpio.cfg\remote.cfg`, а именно, в строке 102 изменить параметр **path_BTA** на "e:(обычное его значение: g:\).

Для работы программы гидирования на компьютере **rare** необходимо подмонтировать диск **E:** как `\\Lena\e` (вместо `E:\\Tb\obs_telescop`)

Следует отметить, что файлы **bta_param.save** создаваемые на **tb** и **lena** различаются количеством строк (в версии для Windows - больше параметров). По состоянию на апрель 2008 - программы управления MPFS и SCORPIO переделаны так, что без ошибок читают любой из этих файлов. А вот с программой гидирования ViewTvnew периодически (раз в 1-2 часа) возникает проблема с чтением файла и она вырубается, приходится перезапускать IDL. В чем проблема пока до конца не разобрался, видимо какие-то особенности чтения файлов, созданных в windows

Управление телескопом – только через интерфейс оператора. Пароль: **btaoper**, посылка координат – через окно **Alt+1**, загрузка списка объектов - "Файл/чтение списка объектов"

Выход на подсмотровые камеры - через <http://zserv.sao.ru>

Гид Шергина – работает как обычно

G Использование TVguide со SCORPIO

Здесь кратко описывается работа с системой гидирования, разработанной В. Шергиным, которая может использоваться в наблюдениях, как альтернатива программы viewTV. Следует однако отметить, что данная программа не адаптирована для работы со SCORPIO и в ней отсутствуют ряд полезных функций (автоматическая установка объекта на цель, отключение подсмотра во время калибровок и т.п.)

G.0.1 Запуск программы

1. С рабочего стола CPF запустить программу **TV image 0**. Сделать пробное накопление, к примеру, **VS60 action/Get single image.** (или **CNTRL+1**) В случае проблем – сообщите о них дежурному инженеру.
2. Запустить программу **TV guide 0**
3. Открыть окно **TV guide Options** с помощью кнопки **Options** и загрузить файл параметров для SCORPIO `tv_pf_scorpio.conf`

G.0.2 Гидирование

1. В программе TVimage установите окно считывания (**Mouse mode/Set Frame**). Сделайте пробное накопление, к примеру, **VS60 action/Get single image.** (или **CNTRL+1**)
2. Выделите объект гидирования окном (**Mouse mode/Set Frame**).
3. **ОБЯЗАТЕЛЬНО!** отключите посылку коррекции на телескоп! Это делается в окне **TV guide Options**, закладка **Guide**, установкой флажка в состояние **Don't Send**. Иначе программа попытается подогнать объект к центру выделенного окна.
4. Провести сеанс одиночной коррекции нажатием кнопки **Once** в окне программы **TVguide**. Зафиксировать текущее положение центра как цель гидирования кнопкой **Fix**. При необходимости повторить эту операцию с другими установками или положением окна гидирования.
5. Включить посылку коррекции на телескоп. Установить флаг в положение **Send Cor**. При этом программа может спросить пароль: **camac**.
6. Запустить процесс гидирования нажатием кнопки **Start**.
7. Завершить гидирование кнопкой **Stop**.
8. Для продолжения гидирования по старому центру достаточно просто нажать кнопку **Start**.

G.0.3 Дополнительные замечания

1. Чтобы избежать нежелательных смещений телескопа при вводе зеркал отключите гидирование кнопкой **Stop**. Потом можно будет продолжить по старой цели. Либо – уберите высокое напряжение с подсмотра – программа прекратит гидирование.
2. Будьте осторожны с мышью в программе **TVimage**, чтобы в процессе гидирования не сместить окно.

3. Файл конфигурации `sky:/users/obs/TVconf/tv_pf_scorpio.conf`. Основные переменные приведены ниже:

```
PosAngle = 54
Xscale   = 0.0714
Yscale   = 0.0783
FlipX    = yes
FlipY    = no
```

Н DINACMD for Windows NT/2000/XP. Руководство пользователя

Лаборатория перспективных разработок САО РАН (2005 г.)

Н.1 Общие сведения

Программа "DINACMD for Windows NT/2K/XP" предназначена для взаимодействия с ПЗС-контроллером из командной строки и обеспечивает:

- инициализацию контроллера;
- очистку ПЗС;
- управление затвором;
- накопление заряда;
- считывание данных;
- запись данных.

Н.2 Состав программы

Программа является консольным приложением, то есть, запускается из командной строки DOS, либо из bat-файла, и не имеет собственного окна.

Программное обеспечение состоит из следующих файлов:

- основной исполняемый модуль (**dinacmd.exe**);
- дополнительный исполняемый модуль (**killdina.exe**);
- библиотека функций взаимодействия с сервером CCD (**dinaccd.dll**);
- библиотека классов основного модуля (**cw3220.dll**);
- пакетный драйвер, обеспечивающий обмен данными с контроллером через сетевой адаптер (**prf.sys**);
- сервер CCD, или виртуальный контроллер (**ccdserv.exe**);
- библиотека функций для работы с пакетным драйвером (**packet.dll**);
- библиотеки классов сервера CCD (**mfc70.dll**, **msvcr70.dll**, **msvcp70.dll**). Необходимые конфигурационные файлы (подкаталог CFG);
- конфигурационный файл с параметрами ПЗС-матрицы (**chip.cfg**);
- конфигурационный файл для инициализации контроллера (**init*.cfg**);
- файл телеметрии - с параметрами температуры и уровней напряжений (**tele*.cfg**);
- файл-шаблон fits-заголовка (**fits_.hdr**);
- файл с коэффициентами преобразования для телеметрии (**waves.kfc**);
- загрузочные файлы для контроллера (***.ldr**);
- файлы с временными диаграммами (***.ngr**).

Программы написаны на языке Си++ в интегрированных средах Borland C++ v5.01 и Microsoft Visual C++.NET v7.0.

Н.3 Инсталляция программы

Н.3.1 Системные требования

Для нормального функционирования программы необходим компьютер следующей конфигурации:

- процессор не ниже Pentium 166 МГц;
- минимальный объем оперативной памяти 128 МВ;
- свободное пространство на жестком диске не менее 3,5 МВ для файлов программного комплекса и по 8,5 МВ на каждое полученное изображение размером 2048 × 052 пикселей с разрешением 16 бит на пиксел;
- операционная система Windows NT 4.0, Windows 2000 или Windows XP;
- сетевой адаптер для обмена данными с контроллером и установленный для него NDIS-драйвер.

Н.3.2 Инсталляция сетевого драйвера

Для нормального функционирования программы необходим компьютер следующей конфигурации:

- вставьте в компьютер сетевой адаптер, входящий в комплект оборудования

Windows NT 4.0:

- зайдите в систему с правами администратора, в ответ на сообщение, что обнаружено новое устройство, нажмите кнопку "Установить с диска" и укажите путь к файлу OEMSETUP.INF (каталог DINACMD/NDIS/NT с инсталляционного диска). Выберите адаптер и нажмите "ОК"; Если система не обнаружила новый сетевой адаптер, в "Панели управления" откройте "Сеть" и выберите в меню "Адаптеры" кнопку "Добавить". В окне выбора сетевых плат нажмите кнопку "Установить с диска" и укажите путь к файлу OEMSETUP.INF (каталог DINACMD/NDIS/NT с инсталляционного диска). Выберите адаптер и нажмите "ОК". Перегрузите компьютер;
- зайдите в систему с правами администратора, проверьте, установлен ли в системе протокол TCP/IP ("Панель управления" > "Сеть" > "Протоколы"). Если нет, установите его. Настройка протокола: в "Панели управления" откройте "Сеть" и выберите в меню "Протоколы" из списка Сетевые протоколы строку "Протокол TCP/IP". В поле "Адрес IP" укажите несуществующий адрес для вашей подсети, например, 192.168.53.1. Остальные поля могут совпадать с соответствующими полями для уже установленного ранее сетевого адаптера;
- в "Панели управления" откройте "Сеть" и выберите в меню "Привязки" из списка привязок строку "всех сетевых плат". Откройте для нового сетевого адаптера список его привязок, нажав рядом с ним кнопку "+". Отключите в этом списке все протоколы, кроме TCP/IP, используя кнопку "Отключить". Нажмите "ОК". Перегрузите компьютер.

Windows 2000:

- зайдите в систему с правами администратора, нажмите на кнопку "Start выберите "Settings" > "Network and Dial-up Connections". Выберите строку Local Area Connection для вашего адаптера. Нажмите на кнопку "Properties". Отключите в списке Component checked are used by this connection все протоколы, кроме TCP/IP;

- настройка протокола: не закрывая предыдущего окна, нажмите кнопку "Advanced". В открывшемся окне выберите вкладку "WINS" и отметьте строку "Disable NetBios over TCP/IP". Нажмите "ОК"

Windows XP:

- зайдите в систему с правами администратора, нажмите на кнопку "Пуск"("Start"), и в "Панели управления"("Control Panel") выберите "Настройка> Сетевые подключения"("Network Connection")-> "Подключения по локальной сети"("Local Area Connection") для вашего адаптера. Нажмите на кнопку "Свойства"("Properties"). Отключите в списке "Отмеченные компоненты используются этим подключением"("This connection uses the following items") все протоколы, кроме TCP/IP;
- настройка протокола: не закрывая предыдущего окна, нажмите кнопку "Advanced". В открывшемся окне выберите вкладку "WINS" и отметьте строку "Disable NetBios over TCP/IP". Нажмите "ОК".

Н.3.3 Инсталляция программного комплекса

- зайдите в систему Windows с правами администратора и запустите программу `dina_cmd_nt.exe` (для Windows NT), либо `dina_cmd_2k_xp.exe` (для Windows 2000 и Windows XP) с инсталляционного диска;
- следуйте инструкциям программы установки;
- перезагрузите компьютер.

Н.4 Формат данных

Перед началом данных в файл записывается FITS-заголовок, который содержит информацию об изображении и имеет длину 5760 байтов. Образец fits-заголовка хранится в файле `fits_.hdr` в подкаталоге "CFG":

```
SIMPLE = T / Standard FITS file
BITPIX = 16 / No. of bits per pixel
NAXIS = 2 / No. of axes in matrix
NAXIS1 = 2048 / No. of pixels in X
NAXIS2 = 2052 / No. of pixels in Y
CRVAL1 = 0 / Offset in X
CRVAL2 = 0 / Offset in Y
DATE = 'YYYY-MM-DD' / Creation data of this file
ORIGIN = ' / ACQUISITION SYSTEM
DATE-OBS= 'YYYY/DD/MM' / DATE (YYYY/DD/MM) OF OBS.
TELESCOP= ' / TELESCOPE NAME
INSTRUME= ' / INSTRUMENT
OBSERVER= ' / OBSERVERS
OBJECT = ' / NAME OF IMAGE
PROG-ID = ' / observational program identifier
AUTHOR = ' / AUTHOR OF PROGRAM
BSCALE = 1.00 / REAL = TAPE*BSCALE + BZERO
BZERO = 0.00 /
DATAMAX = 65535.0 / MAX PIXEL VALUE
DATAMIN = 0.0 / MIN PIXEL VALUE
```

```

FILE      = ' / original name of input file
IMAGETYP= ' / object, flat, dark, bias, scan, eta, neon, push
OBSERVAT= ' / observatory
START     = ' / measurement start time (local) (hh:mm:ss)
EXPTIME  = / actual integration time (sec)
CAMTEMP  = / camera temperature (K)
DETECTOR= ' / detector
RATE     = / readout rate (KPix/sec)
GAIN     = / gain, electrons per adu
NODE     = ' / output node (A, B, AB)
BINNING  = ' / binning
PXSIZE   = ' / pixel size (mkm x mkm)
UT       = ' / universal time (hh:mm:ss.ms)
ST       = ' / sidereal time (hh:mm:ss.ms)
RA       = ' / Right Ascension (DD MM SS)
DEC      = ' / Declination (DD MM SS)
EPOCH    = / EPOCH OF RA AND DEC
Z        = / zenith distance
A        = / azimuth
PARANGLE= / parallactic angle
ROTANGLE= / field rotation angle
SEEING   = ' / seeing
FILTER   = / filter
FOCUS    = / focus of telescope (mm)
IMSCALE  = ' / image scale ("/Pix x "/Pix)
CAMERA   = 1 / camera number
SLITWID  = / slit width (")
MIRRTEMP= / mirror temperature (C)
DOMETEMP= / dome temperature (C)
OUTTEMP  = / outside temperature (C)
WIND     = / wind (m/s)
CLOUDS   = / clouds (%)
PRESSURE= / pressure
MODE     = ' / mode of instrument
DISPERSE= ' / disperser and/or dispersion A/px
SPERANGE= ' / spectral coverage
ORDER    = / order of dispersion TILTPOS
TILTPOS  = ' / tilt position
FILTERS  = ' / name on both wheels
FILTPOS1= / position of wheel number 1
FILTPOS2= / position of wheel number 2
CAMFOCUS= / focus of reducer (mm)
QGCONST  = / Queensgate constant
LSCAN    = / wavelength of IFP scan
CHANNEL  = / IFP channel
HISTORY
COMMENT
END

```

Данные изображения записываются как 16 битовые двоичные целые числа со знаком, байты переставляются. Из каждого значения 16 разрядных данных вычитается число 32768, которое записывается в поле BZERO заголовка. Перед началом каждой экспозиции программа

ccdserver.exe берет содержимое заголовка, заполняет в нем указанные ниже поля, затем к нему добавляет накопленные данные и сохраняет на диске. Длина полученного файла всегда кратна 2880 байтам, поэтому, при необходимости, в конце данных записываются нули.

BITPIX	число бит на пиксел
NAXIS1	ширина изображения в пикселах
NAXIS2	высота изображения в пикселах
DATE	дата создания файла
ORIGIN	название системы сбора
DATE-OBS	дата наблюдений (YYYY-MM-DD)
CRVAL1	сдвиг по X
CRVAL2	сдвиг по Y
BZERO	смещение значения интенсивности относительно 0
DATAMAX	максимальное значение интенсивности в файле
DATAMIN	минимальное значение интенсивности в файле
FILE	имя файла
IMAGETYP	тип изображения
START	местное время старта экспозиции (hh:mm:ss)
EXPTIME	время накопления в секундах
CAMTEMP	температура детектора в кельвинах
DETECTOR	название детектора
RATE	скорость считывания
GAIN	коэффициент усиления
NODE	выходной узел
BINNING	биннинг
PXSIZE	размеры пиксела в микронах

Н.5 Список ключей. Пример bat-файла

Использование: **dinacmd [options]**

Список ключей:

-?, -h, /?, /h Посмотреть список всех ключей программы. Данный ключ используется отдельно от остальных.

-a [N] Получить список доступных сетевых адаптеров или установить новый адаптер. Текущий адаптер в списке будет помечен символом *. Данный ключ используется отдельно от остальных.

-i Загрузить в контроллер программу инициализации.

-c Очистить матрицу перед экспозицией. По умолчанию очистка не производится.

-s Не открывать затвор (shutter) во время накопления. По умолчанию, затвор будет открываться, если время экспозиции больше 0, для всех типов наблюдений, кроме bias, dark и eta.

-t Texр Установить время накопления, в секундах. По умолчанию, время равно 0. Значение времени может быть как целым, так и значением с плавающей точкой.

-b Bx By Установить режим биннинга. По умолчанию, Bx и By равны 1.

-x X1 X2 Первое и последнее значения номеров пикселов в строке. По умолчанию, считывается вся строка. Значения пикселов начинаются с 0.

-y Y1 Y2 Первое и последнее значения номеров считываемых строк. По умолчанию, считываются все строки. Значения строк начинаются с 0.

-r s|n|f Скорость считывания данных (s-медленная, n-нормальная, f-быстрая). По умолчанию, устанавливается медленная скорость считывания.

-g l|h Коэффициент усиления (l-низкий, h-высокий). По умолчанию, устанавливается низкий коэффициент усиления.

-n A|B|AB Выходной узел. По умолчанию данные выводятся через узел A.

-o o|f|b|d|s|e|n|p Тип наблюдений (object, flat, bias, dark, scan, eta, neon, push-pull).

По умолчанию, устанавливается тип object.

-v oC oL Число пересканированных столбцов и линий. По умолчанию, задается 20 столбцов и 20 линий.

-w "Filename" Задать имя файла для данных изображения. По умолчанию, запись производится в файл `ccd_tmp.fts`. Имя файла может содержать полный путь, если он правильный, ключ -p не будет учитываться.

-p "Path" Установить путь для записываемого файла. По умолчанию, или если указанная директория не существует, берется каталог, где находится файл `dinacmd.exe`. Путь не должен кончаться символом ":".

Программа без ключей производит накопление 0 секунд, без очистки, не открывая затвор, затем считывание всего кадра с медленной скоростью и низким коэффициентом усиления через узел A и запись его в файл `ccd_tmp.fts`, в каталог с программой управления `dinacmd.exe`.

Н.6 Выполнение программы

Перед выполнением программы следует закрыть приложения `dinasys.exe` и `dinaserv.exe`. Затем следует запустить приложение `ccdserv.exe`.

Запуск основного модуля управления ПЗС-контроллером в пакетном режиме осуществляется из командной строки. В командной строке Windows (окно DOS) в папке, где установлено программное обеспечение, необходимо ввести имя программы (`dinacmd.exe`) и необходимые параметры. При запуске программы без параметров будет выведен полный список возможных ключей и примеры их использования.

Во время выполнения программы пользователю будет сообщаться оставшееся время экспозиции и количество считанных данных в процентном отношении, а также различная необходимая информация о ходе выполнения команд. Во время работы с контроллером программа-сервер каждую минуту измеряет значение температуры и заносит его в файл `temperature.txt` в корневом каталоге программы.

Модуль `dinacmd.exe` также можно запустить, используя пакетный файл (командный файл DOS). Пример пакетного файла приведен ниже.

```
@echo off

dinacmd -i -c -t 15 -y 0 399 -r f -g h -n A -o f -w "d:\1.fts"

if errorlevel 1 goto :error
goto :done

:error
echo DINACMD Error.
goto :end

:done
echo DINACMD Success.

:end
```

При успешном завершении программа возвращает в переменную среды окружения `ERRORLEVEL` значение 0.

Примеры запуска `dinacmd.exe` с параметрами содержатся в файлах `cmd1.bat`, `cmd2.bat`, `cmd3.bat`.

Аварийное завершение работы модуля **`dinacmd.exe`** во время выполнения производится нажатием сочетания клавиш `Ctrl-C`, либо с помощью модуля **`killdina.exe`**. Чтобы остановить досрочно процесс экспозиции, необходимо из другого окна DOS в папке, где установлено программное обеспечение, ввести строку **`'killdina -s'`**. Экспозиция остановится, данные будут считаны и записаны в файл. Если выполнение производилось из пакетного файла, то следующая команда в файле продолжит выполняться. Чтобы полностью прервать процесс экспозиции или считывания, необходимо из другого окна DOS в папке, где установлено программное обеспечение, ввести строку **`'killdina -a'`**. Экспозиция или считывание прервутся, данные не будут записаны в файл. Если выполнение производилось из пакетного файла, то следующие команды в файле не выполнятся.

I Возможные неисправности и способы их устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
При запуске программы REMOTE не открываются окна управления редуктором и адаптером и/или появляется сообщение об отсутствии связи с COM-портом	Нет связи с прибором	Закрыть IDL. Выключить компьютер. Выключить электропитание редуктора и адаптера. Проверить все кабели/разъемы, идущие на последовательный порт компьютера (через переходник USB) и COM-порты прибора.
При запуске экспозиций в окне CCDserver сообщения об ошибке (отсутствие питания или связи с контроллером) и/или не работает счетчик времени экспозиции	Сбой контроллера ПЗС	Нажать STOP (меню Exposure Control), далее - "Initialization CCD"
В накопленном файле все значения интенсивностей равны 100. Температура ПЗС (Tccd) более чем на 1 градус отличается от -130.	Сбой контроллера ПЗС	Провести инициализацию контроллера кнопкой "Initialization CCD"
Программа поиска звезд показывает неправильные координаты телескопа. При фокусировке телескопа программа анализа изображений говорит что все значения фокуса одинаковые. В FITS-шапку записываются неправильные координаты и метеопараметры	сбой программы управления телескопом.	Закрыть окно программы controlBTA (терминал с иконкой – фотографией BTA), заново запустить программу controlBTA кликнув на иконку на рабочем столе
"Мигает"прямоугольник выделяющий положение текущего диспергирующего элемента (PUPIL)	Каретка дисперсера еще не достигла конечного положения	Подождать 30-40 секунд
На компьютере CPF не запускается программа автоматического гидирования.	"Завис" компьютер sky, управляющий TV-грабером	Взять на вахте ключ от комнаты 207. Выключить компьютер sky (слева от входной двери). нажав на несколько секунд кнопку электропитания. Включить компьютер заново.

Ж Комментарии наблюдателей