Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН

УТВЕРЖДАЮ

директор САО РАН
чл.-корр. РАН Балега Ю.Ю.
____ апреля 1998.

Эшелле-спектрометр высокого разрешения (Рысь) 6-м телескопа

Описание прибора. Версия 4, 28.03.98.

Клочкова В.Г.

ЭШЕЛЛЕ-СПЕКТРОМЕТР ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ (РЫСЬ)

Клочкова В.Г.

Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН

Аннотация.
Приведено краткое описание эшелле-спектрометра РЫСЬ в сочетании с матрицей ПЗС 1040 x 1160 элементов, установленного в фокусе Нэсмит-2 телескопа БТА. Даны образцы эшелле-изображений и приведены результаты испытаний последней модификации прибора.

Содержание

1 ВВЕДЕНИЕ

Данный документ является кратким описанием эшелле-спектрометра высокого разрешения (РЫСЬ), установленного в фокусе Нэсмит-2 телескопа БТА. Документ составлен на основе опыта разработки и плановой эксплуатации спектрометра. При использовании в научных публикациях материалов данного документа, не опубликованных в цитируемой ниже литературе, ссылка на документ обязательна.
Составитель заранее благодарен за конструктивные замечания как по документальной, так и по технической части метода.

2 ОПИСАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ

Система состоит из собственно спектрометра, светоприемника, блоков управления и сбора данных, средств калибровки, ПЭВМ и программных средств, позволяющих выполнять накопление и диагностику сигнала.

2.1 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Эшелле-спектрометр высокого разрешения РЫСЬ установлен в фокусе Нэсмит-2 и предназначен для детальных спектроскопических исследований точечных и протяженных объектов высокой и умеренной яркости. Масштаб изображения на щели спектрометра составляет 1.1 угл.сек./мм.

Оптико-механическая схема спектрометра разработана в Лаборатории спектроскопии звезд [1, 2, 3, 4]. Управление спектрометром разработано в УЭВЭУ. Светоприемник и система сбора разработаны в Лаборатории Перспективных Разработок [5, 6, 7, 8].

С 1991 г. спектрометр используется для обеспечения плановых наблюдений на БТА. На момент составления данной версии инструкции спектрометр РЫСЬ отработал на БТА свыше 150 наблюдательных ночей.

По мере совершенствования технологии изготовления дифракционных решеток (ГОИ им. Вавилова) и расширения ресурсов ЛСЗ схема спектрометра и его параметры изменялись. В 1991 г. использовалась решетка эшелле 75 штр/мм, в качестве узла скрещенной дисперсии использовалась призма из тяжелого флинта, а камера была построена по схеме ломаный Шмидт ([1], с.21-22). С 1992 г. используется эшелле 37.5 штр/мм, узлом скрещенной дисперсии является дифракционная решетка, а схема камеры - двухменисковый Кассегрен с полеспрямляющим корректором [2]. В обоих случаях эшелле использовались в схеме Литтрова, с выводом коллимированного и дифрагированного пучков из главной плоскости. С декабря 1994 г. использовалась новая эшелле 37.5 штр/мм, работающая в главной плоскости, узлом скрещенной дисперсии являлась дифракционная решетка с центральным отверстием, а схема камеры – линзовый триплет [3]. До июня 1995 г. в

качестве светоприемника использовалась матрица ПЗС с числом элементов 580 x 530 [5]. В июне 1995 г. установлена матрица ПЗС 1040 x 1160 [7] (параметры светоприемника приведены в Табл. 5). В феврале 1996 г. выполнен перевод спектрометра на новую систему сбора [11]. В связи с работами по созданию в Н2 эшелле-спектрографа с большим диаметром коллимированного пучка [14] возникла необходимость привязки эшелле-спектрометра Рысь к новому спектральному комплексу. Поэтому в 1997 году схема спектрометра развернута на 90 градусов вокруг оси коллиматора, для чего выполнена реконструкция несущей рамы спектрометра и всех механических узлов. Кроме того, установлена новая камера, расширен набор диспергирующих элементов и выполнены работы, позволяющие в дальнейшем упростить управление прибором и его обслуживание [4].
Телескоп и светоприемник контролируются из Аппаратной (к.211, рабочее место "Н2"). Система сбора ориентирована на ПЭВМ IBM AT [11]. Для обработки эшелле–изображений используется система MIDAS ESO [9].

2.2 ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА

Схема спектрометра представлена на Рис. 1. Инструмент состоит из двух частей, смонтированных на отдельных рамах, имеющих общим основанием платформу фокуса Нэсмит-2 (предщелевая и щелевая части, и собственно спектрометр). Пучок света от третьего зеркала БТА попадает на щель, затем на ограничитель высоты щели (деккер), затем при помощи призмы с алюминированной гранью отклоняется на коллиматор, проходя при этом через отверстие в центре решетки скрещенной дисперсии. Коллимированный пучок попадает на решетку скрещенной дисперсии, а затем отклоняется на эшелле. Для центральной длины волны центрального порядка эшелле работает в своей главной плоскости, в остальных случаях третий угол эшелле (γ) не равен нулю. Угол падения больше угла дифракции, что обеспечивает дополнительный выигрыш в широкощельности. Изображение эшелле-спектра строится на площадке светоприемника с помощью камеры, спроектированной по схеме “ломаный Шмидт”.

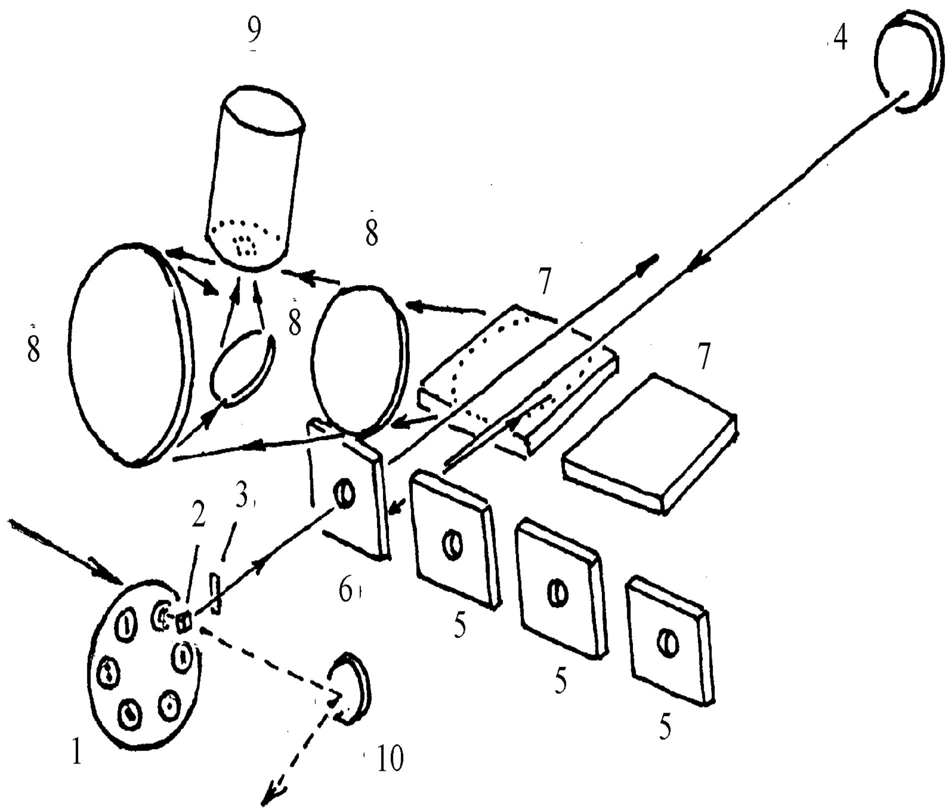


Рис. 1: Схема эшелле-спектрометра (пропорции не соблюдены). Обозначения: 1–оптика подсмотра поля, 2 – оптика канала калибровки, 3 – зеемановский анализатор, 4 – эталон Фабри-Перо, 5 – йодная ячейка, 6 – узел светоделителей, 7 – оптика подсмотра щелей, 8 – щель и деккер, 9 – поворотная призма, 10 – затвор, 11 – коллиматор, 12 – решетки скрещенной дисперсии, 13 – плоское зеркало, 14 – эшелле, 15 – оптика камеры, 16 – светоприемник, 17 – телевизионные подсмотры, 18 – щель ОЗСП, 19 – первое зеркало коллиматора НЭС.

2.2.1 ПРЕДЩЕЛЕВАЯ ЧАСТЬ

Предщелевая часть [10] состоит из узла подсмотра поля, узла калибровки, узла предщелевых устройств, узла дихроичных зеркал, узла подсмотра щели. (Первые четыре узла являются общими для всех спектральных систем, работающих в фокусе Н2).

Узел подсмотра поля представляет собой реконструированное штатное устройство фокуса Н2, развернутое вокруг оси "Z" на 90 градусов относительно прежнего положения, состоящее из плоского зеркала и линзы поля. Ввод/вывод плоского зеркала подсмотра поля осуществляется электромеханически. Изображение области неба на мониторе подсмотра поля зеркальное (W слева от линии N-S). Диаметр поля зрения подсмотра поля - 1.5 угловой минуты.

Узел искусственной звезды представляет собой зеркально-линзовую систему, проецирующую изображение источника света на щель спектрометра.

Источником является лампа с полым катодом или лампа с галогенным наполнением. Ввод/вывод плоского зеркала искусственной звезды с оси фокуса H2 осуществляется электромеханически.

Узел предщелевых устройств содержит абсорбционную йодную ячейку [12], зеемановский анализатор [13] и эталон Фабри-Перо. Эти устройства могут поочередно вводиться в сходящийся пучок. Для смены предщелевых устройств изготавливается электромеханический привод.

Узел дихроичных зеркал (светоделителей) представляет собой механизм, на котором установлены плоское зеркало и два светоделителя (синий и красный), четвертое положение механизма - свободное окно, пропускающее весь свет на щель спектрометра. Для эксплуатации эшелле-спектрометра интерес представляют три положения механизма: "П" - пустое окно (весь спектральный диапазон на щели эшелле-спектрометра), "С" - синий светоделитель (синяя часть диапазона направляется на щель Основного звездного спектрографа, красная - попадает на щель эшелле-спектрометра) и "К" - красный светоделитель (красная часть диапазона направляется на щель Основного звездного спектрографа, синяя - попадает на щель эшелле-спектрометра). В настоящее время старые светоделители демонтированы и выполняется работа по изготовлению новых. Для смены положений механизма светоделителей изготовлен электромеханический привод.

Узел подсмотра щели состоит из плоского зеркала и двух объективов, перебрасывающих изображение со щели на входную волоконнооптическую шайбу телевизионного подсмотра. Уменьшение масштаба при перебросе составляет 4^{x}. Изображение неба на мониторе подсмотра щели зеркальное (W слева от линии N-S). Диаметр поля зрения подсмотра щели - 40 угловых секунд. Когда зеркало подсмотра щели эшелле-спектрометров выведено - подсмотр работает со щелевой частью ОЗСП. Изготовлен электромеханический привод ввода/вывода зеркала подсмотра. В настоящее время силами УЭВЭУ изготовлен, установлен и испытан новый подсмотр щели.

2.2.2 ЩЕЛЕВАЯ ЧАСТЬ

Щелевая часть состоит из узла щели, узла деккера и узла призмы.

Узел щели представляет собой стандартное устройство, позволяющее раскрывать щель до 2-х угл. сек. Расположение щечек щели горизонтальное, для обеспечения подсмотра щели плоскость щечек неперпендикулярна оси "Z" телескопа. С учетом этого наклона цена одного оборота отсчетного устройства щелевой головки составляет 0.5 угл. сек, цена малого деления - 0.01 угл. сек. Узел деккера изготовлен на основе механизма гартмановской диафрагмы щели лабораторного спектрографа и имеет четыре фиксированных положения, соответствующие различной высоте щели. Отсчетам головки узла деккера соответствуют: “26” – высота 5.9 угл. сек. (27 pix), “19” – 4.4 угл. сек. (20 pix), “12” – 2.7 угл. сек. (12 pix), “0” – 18 угл. сек. (82 pix). Переключение деккера ручное. Узел призмы служит для отклонения пучка, прошедшего щель и деккер, на коллиматор эшелле-спектрометра высокого разрешения. При выведенной призме свет попадает в оптическую схему эшелле-спектрографа с большим диаметром коллимированного пучка (НЭС). В настоящее время, в связи с вводом НЭС в опытную эксплуатацию, выполняются работы по замене узла щели и узла деккера на новый автоматический узел, который является общим для обеих эшелле-систем. При этом реконструируется и узел поворотной призмы.

2.2.3 КОЛЛИМАТОР

Коллиматор представляет собой вогнутое алюминированное параболическое зеркало из ситалла (фокусное расстояние 3074 мм, световой диаметр 140 мм). Коллиматор снабжен юстировочными приспособлениями.

2.2.4 УЗЕЛ СКРЕЩЕННОЙ ДИСПЕРСИИ

В качестве узла скрещенной дисперсии используется одна из трех сменных высокоэффективных (с концентрацией в максимуме рабочего порядка не ниже 86% отраженного света) дифракционных решеток с размерами заштрихованной части 145 x 145 мм^2. В центре каждой из решеток имеется круглое отверстие, диаметр которого соответствует тени кабины первичного фокуса в коллимированном пучке. Такое решение позволяет использовать осевой коллиматор. Параметры решеток обеспечивают эффективное использование спектрометра в широком диапазоне длин волн, включая и вариант наблюдений с зеемановским анализатором спектра. Параметры решеток приведены в Табл. 1. В таблице 2 для комбинации решетки 300 штр/мм с эшелле 37.5 штр/мм приведена величина разведения центров соседних порядков эшелле, измеренная на эшелле-изображении и выраженная в элементах матрицы ПЗС. По данным этой таблицы можно вычислить параметры эшелле-кадров для других пяти комбинаций решеток скрещенной дисперсии и эшелле.

В отличие от предыдущей модификации спектрометра [3], где смена кросс-дисперсера и изменение рабочего угла решетки скрещенной дисперсии осуществлялось вручную с контролем по микрометрическому индикатору, здесь применен принцип, позволяющий существенно облегчить работу с прибором. Все решетки скрещенной дисперсии смонтированы на подвижной станине и могут перемещаться в плоскости, перпендикулярной оси

Таблица 1: Параметры решеток скрещенной дисперсии.

Обозначение решетки	Число штрихов	Угол блеска, град.	λ_c Å	Эффективность в максимуме, %
A	150	3.4	9000	86
B	300	4.7	5600	90
C	600	6.0	4200	87

Таблица 2: Измеренное разведение соседних порядков с решеткой скрещенной дисперсии 300 штр/мм. Обозначения: m - номер порядка, h – расстояние до порядка с номером m-1, выраженное в пикселах.

m	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71
h	46	48	49	50	52	53	55	56	58	59	61	62	64	68	70	73	76	79

коллиматора, занимая строго фиксированные положения. Рабочий угол каждой решетки фиксирован. На этой же станине установлено плоское зеркало с центральным отверстием. Когда оно введено вместо одного из кросс-дисперсеров, спектрометр превращается в эффективное средство измерения лучевых скоростей кросс-корреляционным методом (режим "Астроспидометр").

2.2.5 ЭШЕЛЛЕ

В данной версии спектрометра используются две классические R2-эшелле (угол блеска $\Theta_{\rm b} = 64.3^{o}$) с числом штрихов 37.5 и 75 штр/мм и размерами заштрихованной части 300 x 200 мм^2. Максимум концентрации энергии составляет 60 и 73 % отраженного света соответственно.

Эшелле ориентированы так, чтобы угол падения α был больше среднего угла дифракции β. В этом случае обеспечивается дополнительный выигрыш в широкощельности, который компенсирует снижение максимума концентрации энергии. Рабочий угол каждой эшелле фиксирован. Обе эшелле смонтированы на подвижной станине и могут поочередно вводиться в рабочее положение.

В Табл. 3 даны номера избранных порядков m, значения минимальной и максимальной длины волны $\lambda_{\rm m}$, $\lambda_{\rm M}$ для варианта наблюдений с решеткой скрещенной дисперсии 300 штр/мм и эшелле 37.5 штр/мм.

Характеристики порядков, не приведенных в Табл. 3, можно оценить из Табл. 4, где для эшелле 37.5 штр/мм указаны расчетные значения централь-

Таблица 3: Характеристики эшелле-спектра, регистрируемого с решеткой скрещенной дисперсии 300 штр/мм. Обозначения: m - номер порядка, λ_m и λ_M - минимальная и максимальная длина волны соответственно.

m	λ_m	λ_M
88	5377	5453
87	5439	5516
86	5503	5581
85	5569	5647
84	5636	5715
83	5704	5785
82	5775	5856
81	5847	5929
80	5921	6004
79	5996	6081
78	6074	6160
77	6154	6241
76	6236	6324
75	6320	6409
74	6406	6496
73	6494	6586
72	6585	6678
71	6679	6773
70	6775	6870

ной длины волны λ_c и значения обратной линейной дисперсии D (Å/элемент). Для случая использования эшелле 75 штр/мм из Табл 4 следует взять только четные порядки, разделив их номер на 2.

2.2.6 КАМЕРА

В качестве камеры используется система "ломаный Шмидт" со следующими параметрами: фокусное расстояние сферического зеркала F=387 мм, диаметр зеркала D=240 мм, диаметр коррекционной пластины Шмидта d=210 мм. Размеры ломающего зеркала ("эллипс" 115 х 48 мм) учитывают деформацию пучка после прохождения кросс-дисперсера и эшелле. Фокусировка камеры осуществляется небольшими перемещениями сферического зеркала. Фактор "широкощельности" поперек основной дисперсии (т.е. без учета геометрического фактора эшелле) равен 7.94. Масштаб в фокальной плоскости вдоль проекции щели равен 8.7 угл.сек/мм, т.е. 0.14 угл. сек на элемент. Дополнительный выигрыш в широкощельности (вдвое) вдоль дисперсии обеспечивается большим различием между углом падения и углом дифракции - 21 градус (т.е. в данной модификации мы пошли на небольшое перезаполнение эшелле). Суммарный фактор широкощельности вдоль дисперсии (15.9) оказался выше, чем в прежней модификации прибора [3], при этом спектральное разрешение увеличилось за счет увеличения фокусного расстояния камеры. Масштаб в фокальной плоскости поперек изображения щели составляет теперь 0.28 угл. сек на элемент.

2.3 КАЛИБРОВКИ

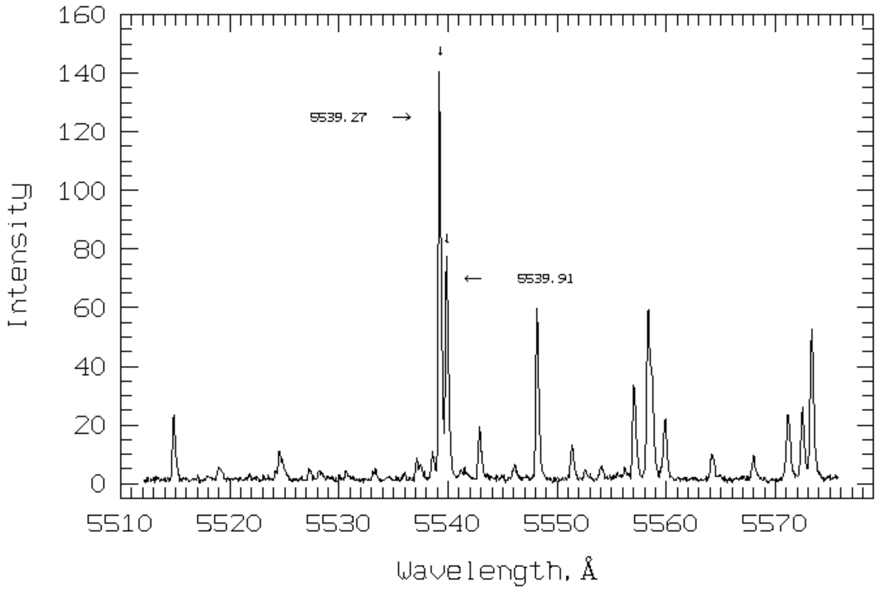
Для калибровки шкалы длин волн используется лампа с полым ториевым катодом и аргоновым наполнением. В спектре обнаружены незначительные примеси других инертных газов и водорода. Включение лампы дистанционное. Для калибровки длин волн может быть использована также лампа непрерывного спектра, свет которой пропускается через ячейку, заполненную парами йода [12]. Для калибровки "плоского поля" используется лампа непрерывного спектра. Диаметр проекции диафрагмы калибровки на щель спектрометра составляет 4 угл. сек.

3 СВЕТОПРИЕМНИК

Изложение принципа работы и описание более ранних моделей светоприемной системы даны в [5, 6]. В настоящее время спектрометр оснащен матрицей ПЗС IDS017A [8]. Паспорт светоприемника приведен в Табл. 5.

Таблица 4: Расчетные характеристики порядков эшелле

m	λ_c Å	D Å/pix	m	λ_c Å	D Å/pix	m	λ_c Å	D Å/pix
124	3840	0.054	96	4960	0.070	68	7003	0.099
123	3871	0.054	95	5013	0.071	67	7108	0.100
122	3903	0.055	94	5066	0.071	66	7215	0.102
121	3936	0.055	93	5120	0.072	65	7326	0.103
120	3968	0.056	92	5176	0.073	64	7441	0.105
119	4002	0.056	91	5233	0.074	63	7559	0.106
118	4035	0.057	90	5291	0.075	62	7681	0.108
117	4070	0.057	89	5351	0.075	61	7807	0.110
116	4105	0.058	88	5411	0.076	60	7937	0.112
115	4141	0.058	87	5474	0.077	59	8071	0.114
114	4177	0.059	86	5537	0.078	58	8211	0.116
113	4214	0.059	85	5602	0.079	57	8355	0.118
112	4252	0.060	84	5669	0.080	56	8504	0.120
111	4290	0.060	83	5737	0.081	55	8658	0.122
110	4329	0.061	82	5807	0.082	54	8819	0.124
109	4369	0.062	81	5879	0.083	53	8985	0.127
108	4409	0.062	80	5953	0.084	52	9158	0.129
107	4450	0.063	79	6028	0.085	51	9338	0.132
106	4492	0.063	78	6105	0.086	50	9524	0.134
105	4535	0.064	77	6184	0.087	49	9719	0.137
104	4579	0.064	76	6266	0.088	48	9921	0.140
103	4623	0.065	75	6349	0.089	47	10132	0.143
102	4669	0.066	74	6435	0.090	46	10353	0.146
101	4715	0.066	73	6523	0.091	45	10583	0.149
100	4762	0.067	72	6614	0.093	44	10823	0.153
99	4810	0.068	71	6707	0.094	43	11075	0.156
98	4859	0.068	70	6803	0.095			
97	4909	0.069	69	6902	0.0.7			



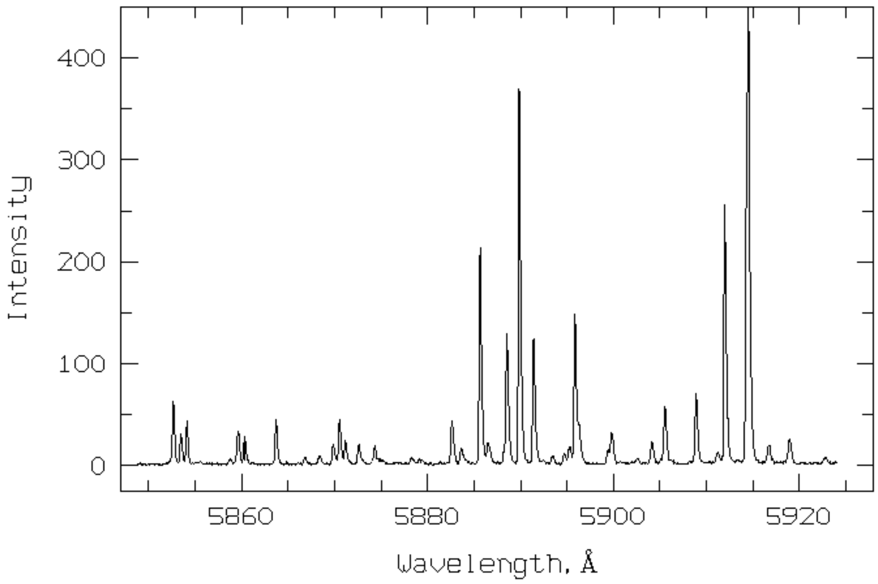


Рис. 2: Фрагменты спектра сравнения.

Таблица 5: Паспорт светоприемника [8]

Параметр	Значение
Размер элемента	16 x 16 мкм^2
Число элементов	1040 x 1160
Размер фоточувствительной поверхности	16.6 x 18.6 мм^2
Рабочая температура	-70...-150^o C
Коэффициент преобразования	
(стандартный)	2.15$^-$/ разряд АЦП
Шум считывания	6.5 e$^-$
Емкость потенциальной ямы	115000 e$^-$
Неэффективность переноса	$< 10^{-4}$
Количество событий, регистрируемых	
от космических частиц, на кадр	$\approx 3 - 4$ соб/мин

3.1 СИСТЕМА СБОРА

Поставленная вместе со светоприемником система сбора состоит из блока управления, линии связи, платы интерфейса ПЭВМ [8], собственно ПЭВМ и программы накопления и визуализации изображений [7]. Время считывания кадра составляет 96 сек., время очистки кадра – 14 сек. С февраля 1996 г. используется новая система сбора, представляющая собой специальный контекст [11] системы MIDAS ESO [9] . Система сбора позволяет управлять режимами работы светоприемника, а также обеспечивает выполнение ряда вспомогательных процедур: визуализацию накопленных ранее изображений, оценку уровня сигнала, статистические оценки накопленного сигнала, построение разрезов изображения [11]. В марте 1998 г. установлена более мощная ПЭВМ системы сбора.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Для исследования последней модификации системы техническое время не выделялось. Ниже приводим данные, полученные при частичном использовании времени, распределенного нам для выполнения научных программ спектроскопии субкарликов и звезд на стадии post-AGB. На рис. 2-5 приведены примеры эшелле-спектрограмм.

4.1 ОЦЕНКА ПОЗИЦИОННОЙ ТОЧНОСТИ

Позиционная стабильность спектрометра исследована в различных режимах работы телескопа.

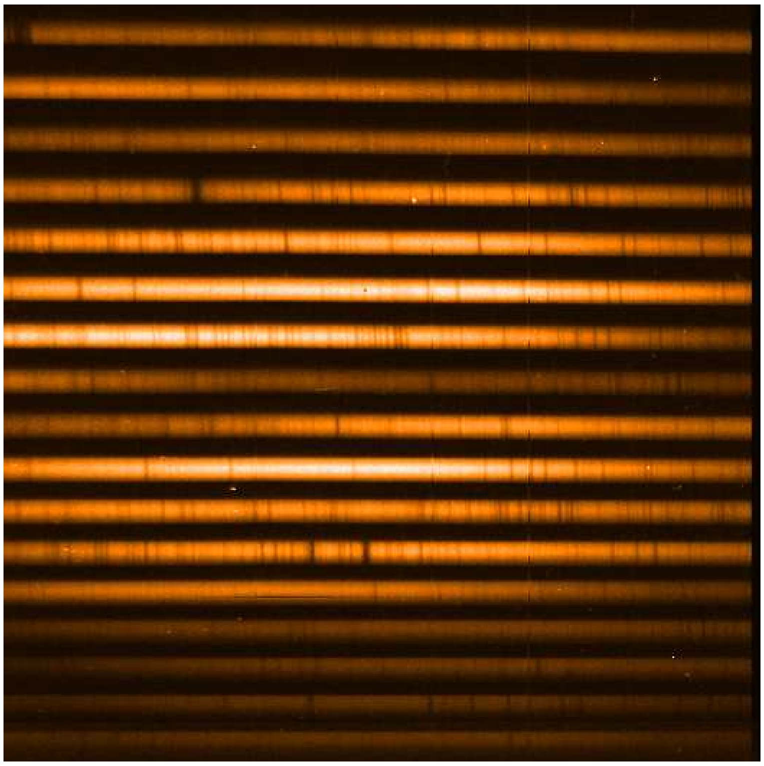


Рис. 3: Эшелле-спектр Урана ($\lambda\lambda 5370 - 6870$ Å).

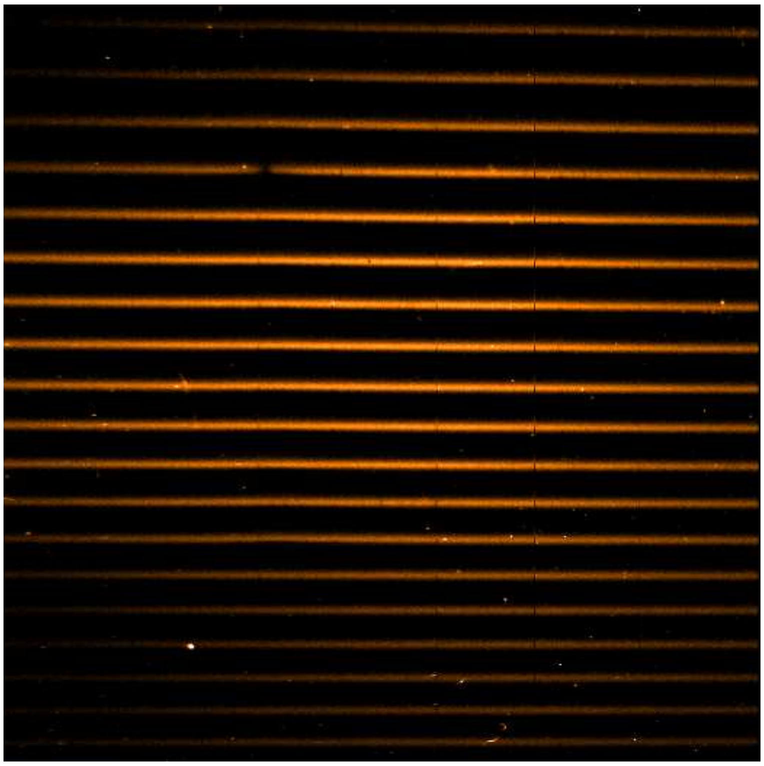


Рис. 4: Эшелле-спектр холодного субкарлика $V = 10.8^m$, ($\lambda\lambda 5370 - 6870$ Å). Время накопления $\Delta\,t = 3200$ сек. Качество изображения 2 угл. сек.

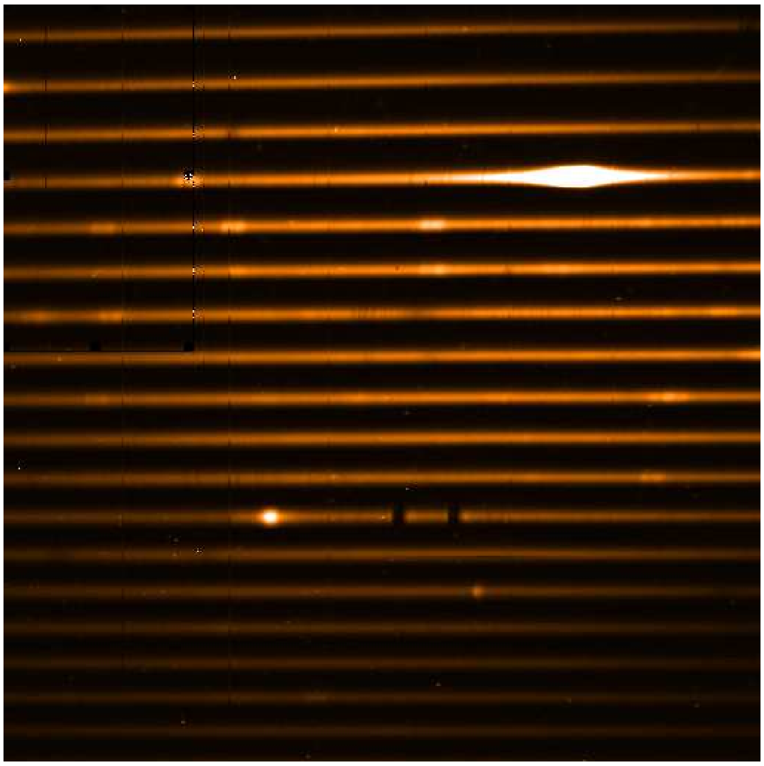


Рис. 5: Эшелле-спектр симбиотической звезды MWC 314, $V = 9.8^m$ ($\lambda\lambda 5370 - 6870$ Å). Время накопления $\Delta\,t = 3200$ сек. Качество изображения 3 угл. сек.

Во-первых, стабильность спектрометра оценена путем сравнения экспозиций спектра сравнения, выполненных последовательно в течение времени, когда телескоп непрерывно сопровождал астрономический объект (наблюдения выполнялись в другом фокусе). Измерения показали, что относительный сдвиг линий для соседних экспозиций (центры интервалов экспозиций разнесены на 20 минут, разность азимутов $\Delta\,A = 7^o$, разность зенитных расстояний $\Delta Z = 2^o$) не превышает 0.1 км/сек, т.е. 0.02-0.03 пикселя.

Во-вторых, стабильность спектрометра при наведении на объект оценивалась путем сравнения экспозиций спектра сравнения, полученных при сопровождении телескопом двух различных объектов, а также экспозиции, полученной частично за время наведения (разворот телескопа с $\Delta\,A = 60^o$). Здесь относительный сдвиг линий составляет менее 0.2 км/сек.

В-третьих, полный разворот телескопа "по всем румбам" приводит к сдвигам с амплитудой 0.025 пикселя (см. рис. 6).

В-четвертых, сдвиги положений линий, обусловленные изменением веса криостата вследствие испарения азота, не зарегистрированы.

В-пятых, заливка азота в криостат может вызвать систематический сдвиг линий до 1-3 км/сек, т.е. около 0.5 пикселя.

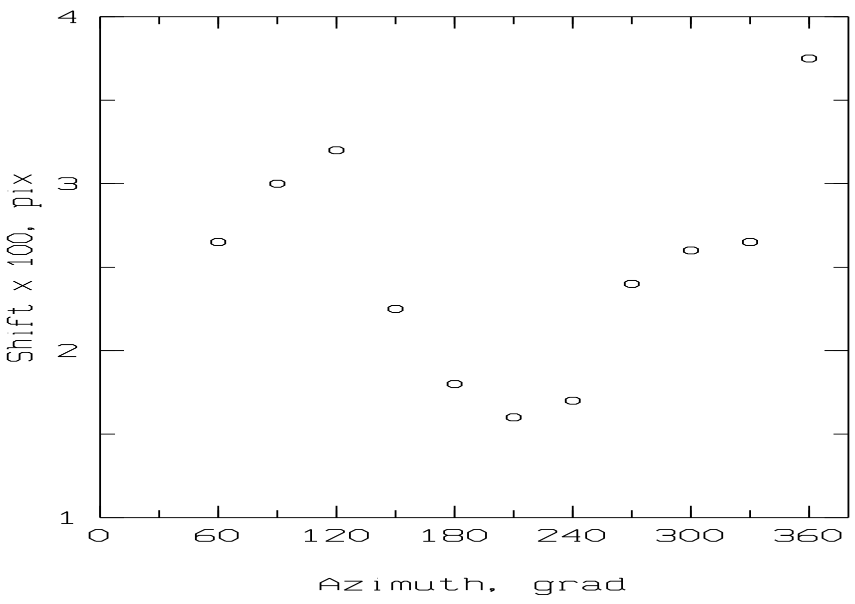


Рис. 6: Результаты испытаний жесткости спектрометра (сдвиг в долях пикселя в функции азимута телескопа).

4.2 ОЦЕНКА ПРОНИЦАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

Для оценки проницающей способности спектрометра использованы результаты наблюдений по избранным научным программам. Поэтому ниже приводим расчетные данные, нормированные по результатам отдельных наблюдений. На рис. 7 приведено расчетное соотношение "сигнал/шум - звездная величина", нормированное по наблюдениям звезд 10-11-й величины.

4.3 ОЦЕНКА ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ

Для оценки фотометрической точности системы приводим результаты обработки эквивалентных ширин линий в спектре стандарта эквивалентных ширин α C Mi. Высота апертуры считывания спектра составила 15 пикселей, режим считывания - среднеарифметический. Для 5-секундного единичного накопления, выполненного со щелью 0.5 угл. сек., при высоте деккера 2.7 угл. сек., качестве изображений 5 угл. сек. - ошибка измерения эквивалентных ширин линий в интервале $4 - 10\,\mathrm{m\AA}$ составляет 6 %. Для пересчета на другие параметры наблюдений следует учесть, что ошибка измерения слабой линии пропорциональна размеру элемента разрешения, обратно пропорциональна отношению сигнал/шум и пропорциональна квадратному корню из числа элементов, занимаемых данной спектральной линией [2].

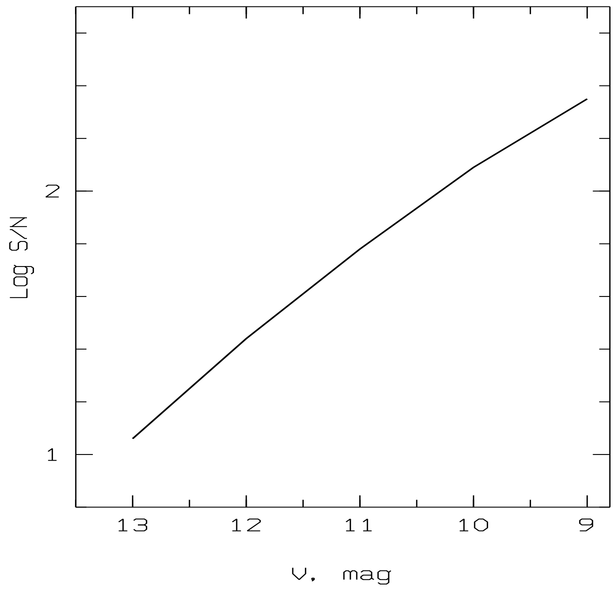


Рис. 7: Проницающая способность спектрометра. Условия и параметры: диаметр изображений 2.5 угл. сек., эшелле 37.5 штр/мм, решетка 300 штр/мм, щель 0.7 угл. сек., экспозиция 1 час.

5 ОСНОВНЫЕ ИСПОЛНИТЕЛИ РАБОТЫ

Расчеты оптической схемы выполнены В.Г. Клочковой и В.Е. Панчуком.
Механические работы по реконструкции эшелле-спектрометра выполнены В.Е Панчуком и И.Д. Найденовым, с привлечением сотрудников механического участка СЭК БТА (нач. участка А.М. Притыченко).
Изготовление оптических деталей выполнено Е.И. Перепелицыным, Г.М. Поповым и Э.А. Яковлевым. Юстировка произведена Н.А. Викульевым, И.Д. Найденовым и В.Е. Панчуком.
Разработка и поддержка светоприемника - Лаборатория перспективных разработок (зав. ЛПР С.В. Маркелов). Разработка и поддержка системы сбора - А.Ю. Князев, В.С. Шергин.
Наблюдения и исследования результатов наблюдений - В.Г. Клочкова, С.В. Ермаков и В.Е. Панчук. Архивирование результатов наблюдений и обработки - В.К. Кононов, В.Г. Клочкова, Н.С. Таволжанская.
Составление документации - В.Г. Клочкова.

6 БЛАГОДАРНОСТИ

Работы по кадровому обеспечению метода эшелле-спектроскопии на БТА постоянно поддерживаются бюджетом САО. Изготовление светоприемника также финансировалось из бюджета САО. Изготовление оптических деталей поддержано грантами РФФИ 93-02-02958-а (рук. проекта В.Е. Панчук) и 94-02-03281-а (рук. проекта В.Г. Клочкова). Совершенствование системы обработки эшелле-изображений и создание архива наблюдений поддержано грантом РФФИ 95-07-19306 (рук. проекта В.Е. Панчук). Последняя модификация спектрометра выполнена при частичной поддержке Федеральной программой "Астрономия" (проект 2.1.5.5, рук. В.Е. Панчук).

7 ПРОГРАММА ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАБОТЫ

С вводом в опытную эксплуатацию спектрографа НЭС и в результате модификации эшелле-спектрометра РЫСЬ статус последнего изменяется - теперь это система, преимущественно ориентированная на исследования объектов слабее 10-й и ярче 13-й звездной величины. Важно подчеркнуть, что набор функций управления спектрометром минимизирован: кроме управления предщелевыми устройствами и выбора фиксированного значения ширины щели - предусмотрена только смена комбинаций эшелле/кросс-дисперсер, причем углы диспергирующих устройств всегда остаются неизменными. Поэтому после завершения работ по автоматизации спектрометра, - на БТА появится общедоступный прибор, в принципе интегрируемый в систему дистанционных наблюдений. Следовательно, основным элементом программы развития спектрометра теперь является работа по автоматизации наблюдений в фокусе Н2. Кроме того, при наличии технического времени планируется выполнить исследования всех вариантов работы спектрометра.

Список литературы

1. Клочкова В.Г. - Спектроскопические проявления эволюции звездных атмосфер. - Дисс. д.ф.-м.н., Нижний Архыз, 1991, 115с.
2. Панчук В.Е., Клочкова В.Г., Галазутдинов Г.А., Рядченко В.П., Ченцов Е.Л. - Эшелле-спектрометр с матрицей ПЗС для 6-м телескопа. - Письма в Астрон. журн., 1993, т.19, с.1061.
3. Клочкова В.Г. - Эшелле-спектрометр высокого разрешения (Рысь) 6-м телескопа. Оперативная инструкция. - Нижний Архыз, 1995, Отчет САО, N 243. 30с.
4. Панчук В.Е., Клочкова В.Г., Найденов И.Д., Викульев Н.А., Романенко В.П. - Спектральный комплекс фокуса Нэсмит-2 6-метрового телескопа БТА. IV. Модернизация эшелле-спектрометра РЫСЬ. - Препринт САО N136, 1998.
5. Борисенко и др. (Borisenko A.N., Markelov S.V., Ryadchenko V.P.) - A virtual phase CCD in the image system for spectral observations on the 6-m telescope. - Препринт САО N76, 1991.
6. Рядченко В.П. - Разработка ПЗС-систем и их применение в фотометрических и спектральных исследованиях на 6-м телескопе. - Дисс. к.ф.-м.н., Нижний Архыз, 1992, 145с.
7. Рудешко И.В. - Программа накопления и визуализации изображений LIma for Windows. - Нижний Архыз, 1995, 40с.
8. S1000. Система регистрации астрономических изображений на матрице ПЗС 1040x1160. Нижний Архыз, 1995, 24с.
9. MIDAS Users Guide. Vol. A, B. IPG ESO 92NOV.
10. Панчук В.Е., Найденов И.Д., Викульев Н.А.- Спектральный комплекс фокуса Нэсмит-2 6-метрового телескопа БТА. III. Предщелевая часть. - Препринт САО N135, 1998.
11. Князев А.Ю., Шергин В.С. OS Linux и система обработки астрономических данных MIDAS в Linux. 1994. Отчет САО РАН, N 226, с.1-10.
12. Панчук В.Е., Ермаков С.В., Бондаренко Ю.Н. - 1998, Бюллетень САО, т.44, с.127.
13. Najdenov I.D., Klochkova V.G., Panchuk V.E. - Zeeman effect measurements at the 6-m telescope - ASP Conf. Ser. 1996, V.108, p.259
14. Панчук В.Е., Клочкова В.Г., Найденов И.Д. - Спектральный комплекс фокуса Нэсмит-2 6-метрового телескопа БТА. I. Эшелле-спектрограф с большим диаметром коллимированного пучка. - Препринт САО N133, 1998