

УДК 520.67/523.64

Проект космического эксперимента «Спектр-УФ»

Р. Е. Гершберг, А. М. Зверева, П. П. Петров,
В. И. Проник, Н. В. Стешенко

Кримська астрофізична обсерваторія ДКНТ України, Наукове

Надійшла до редакції 08.02.95

Рассмотрены основные характеристики проекта «Спектр-УФ» — международной космической обсерватории с ультрафиолетовым телескопом диаметром 1.7 метра на борту. Телескоп будет оснащен спектрометрами высокого, среднего и низкого разрешения и камерой поля, работающими в диапазоне длин волн 912—3500 Å. Вывод телескопа на высокоапогейную (до 300 000 км от Земли) орбиту позволит проводить длительные непрерывные наблюдения астрофизических объектов.

ВВЕДЕНИЕ

«Спектр-УФ» — это международная космическая обсерватория с ультрафиолетовым телескопом диаметром 1.7 метра, оснащенным спектрографами высокого, среднего и низкого разрешения и фильтровой камерой поля, предназначенными для работы в диапазоне длин волн от 912 до 3500 Å. Телескоп будет иметь дифракционное качество изображения в УФ-области спектра (до 2000 Å) и оснащен высокоточной (0.1—0.2") системой наведения и стабилизации изображения. Панорамные приемники УФ-излучения в спектрографах и применение дифракционных решеток эшеле в спектрографах высокого разрешения позволят наблюдать одновременно широкие участки спектра, что особенно важно при исследовании нестационарных процессов в космосе. Вывод телескопа на эллиптическую высокоапогейную (до 300 000 км от Земли) орбиту позволит проводить непрерывные наблюдения в течение многих десятков часов при исследовании, например, переменных звезд или при регистрации излучения от предельно слабых объектов.

Среди разрабатываемых или планируемых мировым сообществом на ближайшие десять лет космических приборов для УФ-области длин волн «Спектр-УФ» стоит вне конкуренции как по размеру телескопа (количество собираемого излучения), так и по широте задач, которые будут доступны

для решения с помощью этой обсерватории. В реализации проекта основная роль принадлежит России, Украине, Италии и Германии. Рассматривается также возможность участия в этом проекте других стран.

В Украине основная часть работы выполняется Крымской астрофизической обсерваторией (КраО) Госкомитета по науке и технологиям. Так сложилось, что КраО, входившая раньше в состав Академии наук СССР, с самого начала космической эры активно включилась в работы по созданию приборов для наблюдений в космосе. В отделах физики Солнца и физики звезд и галактик выдвигались и обосновывались научные задачи, в отделе экспериментальной астрофизики проектировались приборы, а в оптической и механической мастерских КраО непосредственно создавалась уникальная космическая аппаратура.

ВНЕАТМОСФЕРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ КраО

Первым прибором, разработанным и созданным в КраО для внеатмосферных наблюдений, был солнечный коротковолновый дифракционный спектрометр (КДС), который работал на третьем корабле-спутнике, запущенном в 1959 году. С помощью этого спектрометра, снабженного автономной сис-

темой астроориентации на Солнце, были зарегистрированы спектры Солнца в области 304 \AA (Прокофьев, 1961). Исследования Солнца в далеком ультрафиолете были продолжены в 1967 г. на ИСЗ «Космос-166». В результате этих исследований была выявлена переменность УФ-излучения во время солнечных вспышек (Bruns et al., 1969).

Далее, предметом изучения становится интегральное свечение неба, особый интерес представляет получение физических характеристик пыли и газа межпланетного и межзвездного пространства на основе изучения УФ-свечения фона неба. Так, на низкоорбитальных ИСЗ «Космос-51» (1964) и «Космос-213» (1968) был получен первый опыт в фотометрических внеатмосферных измерениях яркости неба. С помощью широкоугольного (250 m^2) двухканального фотометра, одновременно в УФ- (2700 \AA) и видимой (5400 \AA) областях спектра, было измерено свечение больших участков неба. Задача этих экспериментов сводилась к определению максимальных и минимальных значений яркости неба и сравнению их с ожидаемыми на основе моделей звездных атмосфер, статистики звезд в Галактике и данных о свечении зодиакального света. Результаты экспериментов показали, что наблюдаемая яркость неба в направлениях как на Млечный Путь, так и на полюс Галактики в пределах точности измерений не отличается от ожидаемой (Димов и др., 1972). Эти исследования были продолжены в следующем эксперименте, выполненном на аппарате «Луноход-2» (1973) с помощью модернизированного двухканального фотометра: впервые — 16 января 1973 г. — были измерены ультрафиолетовое и видимое свечения лунного неба в районе кратера Лемонье. Для успешного проведения эксперимента потребовалась тщательная подготовка измерительной аппаратуры с учетом быстрых и больших перепадов температур во время измерений. При тесном сотрудничестве с группой управления, путем маневрирования «Луноходом» и его крышкой, удалось провести 12 успешных сеансов наблюдений, как во время лунного дня, так и во время сумерек и лунной ночи. Избыточная яркость, зарегистрированная в УФ-канале фотометра (2700 \AA) превосходила ожидаемую в 3—16 раз, что в совокупности с другими наблюдательными данными свидетельствовало о существовании нестационарной пылевой атмосферы Луны с оптической толщиной $4 \cdot 10^{-6}$. Для двух характерных размеров пылинок лунного грунта 10 и 70 мкм такая оптическая толщина могла быть обусловлена 5 и 0.1 частиц в столбе с основанием в 1 cm^2 соответственно, и такая малая концентрация пыли над поверхностью Луны не может быть выявлена

при наблюдениях края Луны с Земли (Зверева и др., 1974, 1975).

В 1974 г. на спутнике «Интеркосмос-16» с помощью ультрафиолетового спектрометра были выполнены измерения резонансного рассеяния в солнечной короне. Прибор разрабатывался и создавался совместно с учеными из Швеции, и это был первый опыт КрАО по реализации космического проекта в международной кооперации.

В 1975 г. на пилотируемой станции «Салют-4» с помощью орбитального солнечного телескопа ОСТ, разработанного и созданного силами КрАО, были получены ультрафиолетовые спектры спокойного Солнца и солнечных вспышек. Телескоп имел автономное (независимое от станции) высокоточное (2") ориентирование на Солнце. Астрофизические наблюдения проводились космонавтами, которые проходили специальную подготовку в КрАО. Одновременно с космическими наблюдениями в КрАО были организованы параллельные наземные наблюдения, которые проводились при оперативной связи с Центром управления полетом. Обработка всех полученных материалов выполнена в КрАО. В результате эксперимента получено свыше 600 УФ-спектров активных образований на Солнце и около двух тысяч его изображений, отождествлено более 100 эмиссионных линий в области спектра 970—1400 \AA (Брунс, 1979; Брунс и др. 1979а, 1979б).

На высокоапогейных станциях «Прогноз-6» (1977) и «Прогноз-7» (1978) — в апогее станции удалялись от Земли на 200 000 км — был установлен УФ-спектрометр ГАЛАКТИКА с полем зрения 36 m^2 , созданный в КрАО совместно с Марсельской лабораторией космических исследований. В результате эксперимента для 26 площадок неба было получено более 4000 спектров фона неба в диапазоне спектра 1200—1900 \AA . Данные со станций получались в Центре управления полетом как в режиме непосредственной передачи, так и в режиме записи. Большой наблюдательный материал и новые методы обработки данных позволили получить УФ-спектры галактического свечения в различных направлениях на небе, как на низких, так и на высоких галактических широтах. В результате анализа полученных спектров показано, что для галактических широт менее 30° УФ-фон хорошо согласуется с моделями диффузного галактического света; для широт более 30° наблюдается избыток свечения УФ-фона неба. В результате было установлено, что этот избыток УФ-свечения связан с излучением горячих и плотных образований водородного газа, который является источником и рентгеновской, и ультрафиолетовой эмиссии фона неба (Zvereva et al., 1982; Severny, Zvereva, 1983).

Первый внеатмосферный гелиосейсмологический эксперимент КраО (совместно с французскими и швейцарскими учеными) — ИФИР был выполнен на межпланетной станции ФОБОС. Прибор — прецизионный фотометр — работал на пролетной части траектории станции на пути к Марсу. Уникальность эксперимента состояла в том, что на большом удалении от Земли, что исключало земные помехи, и, практически, непрерывно в течении 180 ч проводились измерения флуктуаций солнечного излучения, составляющие 1 миллионную долю от его среднего уровня. Полученные данные позволили рассчитать параметры глобальных колебаний Солнца с наилучшей на сегодняшний день точностью и выявить импульсные особенности изменения параметров колебаний со временем (Брунс и др., 1990; Брунс, Шумко, 1992). Продолжение исследований КраО солнечных осцилляций яркости на более высоком экспериментальном уровне входит в программу исследований проекта «Марс-96/98» — эксперимент СОЯ. Повторение цикла измерений в течении ряда лет существенно повысит ценность каждого отдельного цикла, позволит проследить изменение характера осцилляций с 11-летним циклом солнечной активности и определить наличие и величину вариаций его параметров.

В 1983—1989 гг. был осуществлен крупнейший советский ультрафиолетовый эксперимент — космические наблюдения с астрофизической станции АСТРОН, оснащенной 80-см УФ-телескопом. К моменту запуска АСТРОНа лишь в американском эксперименте КОПЕРНИК использовался телескоп со столь большим зеркалом. АСТРОН был первым ультрафиолетовым телескопом, выведенным на высокую орбиту, которая уходила далеко за пределы магнитосферы Земли, что позволило снизить помехи до минимума и наблюдать весьма слабые объекты. В создании установленного на телескопе сканирующего спектрометра с вогнутой дифракционной решеткой непосредственное участие приняли сотрудники Марсельской лаборатории космических исследований. На станции АСТРОН были установлены рентгеновские счетчики, изготовленные сотрудниками Института космических исследований РАН. Сотрудники КраО принимали самое активное участие на всех этапах этого эксперимента: в разработке его научной концепции и программы, в расчете, изготовлении и аттестации оптики телескопа, в разработке и изготовлении сканирующего спектрометра, в сборке и юстировке всего телескопа, в проведении сеансов связи с АСТРОНОм в Центре дальней космической связи в Евпатории, в обработке и анализе полученных данных. Недавно вышла монография «Астрофизические исследова-

ния на космической станции АСТРОН» (Боярчук, 1994), в которой собран весь полученный в этом эксперименте материал. Именно на АСТРОНе исследователи нашей страны приобрели наиболее богатый опыт астрофизических наблюдений в космосе: с этого аппарата проведены многочисленные наблюдения распределения энергии в спектрах звезд; записаны профили спектральных линий, свидетельствующие о мощных истечениях вещества из звезд; оценены размеры горячих, невидимых с Земли компонентов в карликовых двойных системах, где происходят оптические и рентгеновские вспышки; оценены интенсивности излучения во многих эмиссионных линиях в спектрах внегалактических систем и в спектрах диффузных туманностей нашей Галактики; с рекордно высоким временным разрешением зарегистрированы вспышки в ультрафиолете на красной карликовой звезде; по наблюдениям молекулярных полос оценен темп испарения кометы Галлея; по изменениям в спектре Сверхновой 1987 г. в Большом Магеллановом Облаке зарегистрировано — существенно раньше, чем в других наблюдениях — появление продуктов термоядерного синтеза.

В результате этого эксперимента в КраО был получен значительный опыт космических наблюдений в реальном времени и в автоматическом режиме управления космическим телескопом: все наблюдения на АСТРОНе велись в реальном времени и управление телескопом проводилось из Центра дальней космической связи (ЦДКС) в Евпатории с участием астрономов КраО. Вся научная информация по УФ-наблюдениям оперативно — в течении суток — проходила первичную обработку в КраО, что позволяло быстро корректировать дальнейшую программу наблюдений. Окончательная обработка наблюдательного материала и анализ полученных результатов по ультрафиолету полностью выполнены силами КраО. Рассмотрение результатов, полученных на АСТРОНе, показало, что зеркальное покрытие крупногабаритной оптики, изготовленной в оптической мастерской КраО, не имело эффектов деградации за весь длительный 6-летний период функционирования телескопа.

ПРОЕКТ «СПЕКТР-УФ»

В результате многолетней работы КраО в области космических исследований на обсерватории создан научно-технический коллектив и организована техническая база для проведения дальнейших работ в этом направлении. Богатый опыт, накопленный при разработке, изготовлении и эксплуатации

станции АСТРОН, позволил приступить к более крупному эксперименту — созданию астрофизической станции «Спектр-УФ» с орбитальным космическим телескопом Т-170.

Проект «Спектр-УФ» состоит в создании долговременной орбитальной астрофизической обсерватории на базе космического аппарата-модуля «Спектр», разработанного в Научно-производственном объединении им. С. А. Лавочкина, которое ранее изготовило космическую платформу, использовавшуюся в эксперименте АСТРОН, и механическую конструкцию телескопа. Предполагается использовать этот модуль для проведения трех международных астрофизических экспериментов, которые перекроют практически весь диапазон электромагнитного неоптического излучения космических тел: «Спектр-РГ», «Спектр-УФ» и «Спектр-Радио». Космический модуль «Спектр» позволит вывести на орбиту телескоп диаметром около 2 м с общим весом научного оборудования до 2.5 тонн. Аппарат будет иметь весьма высокую точность ориентации и стабилизации, что очень существенно при астрофизических наблюдениях, он будет выведен на высокоапогейную орбиту с периодом около 7 сут, что исключит вредное влияние радиационных поясов и магнитосферы Земли на работу электронных систем и обеспечит длительный срок проведения эксперимента. Работа на значительном удалении от Земли позволит проводить наблюдения с многочасовыми экспозициями, недоступными для крупнейшего ныне космического телескопа Хаббла.

Эксперимент «Спектр-УФ» планируется провести в рамках широкого международного сотрудничества с участием Украины, России, Италии, Германии и возможно некоторых других стран. На сегодняшний день распределение работ по проекту «Спектр-УФ» между его участниками таково.

Украина:

Крымская астрофизическая обсерватория — расчет, изготовление, аттестация и сборка оптики телескопа Т-170, разработка всего научного оборудования телескопа Т-170 — комплекса спектрометров и камеры поля, его научное и технологическое обоснование, экспертная оценка независимых предложений по этим вопросам других участников эксперимента, сборка и испытания научного оборудования, наземные испытания всего комплекса, участие в составлении и проведении технологических испытаний аппарата на орбите и научной программы эксперимента, создание регионального центра обработки научной информации.

Главная астрономическая обсерватория НАНУ

разрабатывает поляризационную оптику инструментального отсека и участвует в составлении научных программ эксперимента.

Россия:

Институт астрономии и Институт космических исследований Российской академии наук, Научно-производственное объединение им. С. А. Лавочкина (Москва) и Ижевский научно-исследовательский центр «Восход» — расчет, изготовление, сборка и испытания КА, разработка и изготовление наземных средств поддержки эксперимента и системы автономного гидирования телескопа Т-170, бортовая электроника, участие в составлении и проведении технологических испытаний аппарата на орбите и научной программы эксперимента, астрометрическое обеспечение эксперимента. Работа российских участников эксперимента «Спектр-УФ» координируется Институтом астрономии РАН во главе с академиком А. А. Боярчуком, который был научным руководителем эксперимента АСТРОН.

Италия:

Разработка и изготовление роуландовского комплекса спектрометров и системы точного гидирования.

Германия:

Разработка и изготовление комплекса спектрометров высокого разрешения и спектрометра с высокой цельюю.

Каждый участник эксперимента получит долю наблюдательного времени, пропорциональную финансовому вкладу в создание космического аппарата и наземное обеспечение эксперимента.

Рассмотрим более подробно основные составные части проекта «Спектр-УФ», в котором предполагается использование:

- высококачественной оптики;
- высокоточной системы наведения и стабилизации;
- комплекса современных приборов для анализа и регистрации собираемого телескопом УФ-излучения;
- современной бортовой вычислительной техники с бортовой памятью большой емкости;
- высокоинформативной линии связи «Земля—борт».

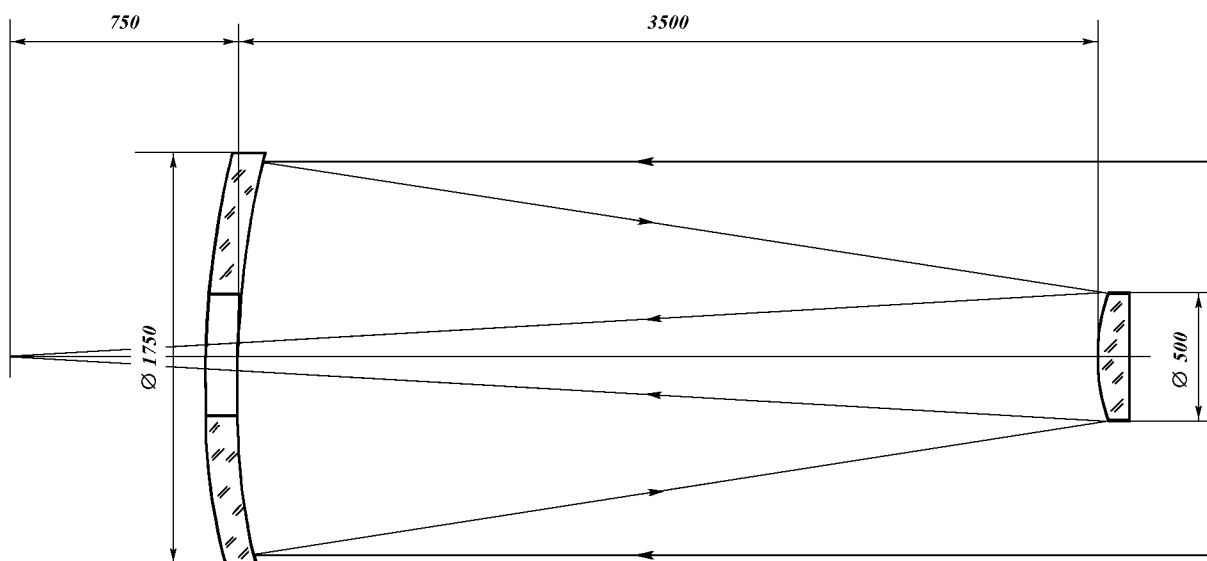


Рис. 1. Оптическая схема телескопа Т-170

ТЕЛЕСКОП Т-170

Телескоп Т-170 создается как универсальный прибор для регистрации УФ-излучения различных небесных тел. В его механическую конструкцию заложены многие идеи, опробованные в эксперименте АСТРОН.

В качестве оптической схемы Т-170 выбрана классическая двухзеркальная схема Ричи—Кретьяна с диаметром главного зеркала 1.7 м и расстоянием между вершинами главного и вторичного зеркал 3.5 м (рис. 1). При фокусном расстоянии оптической системы 17 м масштаб изображения в его фокальной плоскости составит 82"/мм. При изготовлении зеркал доводка оптических поверхностей будет проводиться реализованным в КРАО методом ионной обработки в вакууме; это позволит получить высокую точность формы оптической поверхности со средним квадратическим отклонением от расчетной поверхности не более 100 Э, что на порядок меньше самой короткой рабочей длины волны в эксперименте. Главное вогнутое гиперболическое зеркало будет изготовлено тонким — всего 10 см — равнотолщинным мениском. Это позволит осуществлять коррекцию формы зеркала на орбите, для чего в КРАО проводится разработка специального технологического оснащения телескопа и математического обеспечения этого процесса. Центральная часть зеркала будет иметь отверстие около 660 мм. Оба зеркала будут снабжены блен-

дами, которые — вместе со специальной кососрезанной блендой, устанавливаемой в рабочем положении перед тубусом после выведения аппарата на орбиту — будут существенно ослаблять рассеянный свет от Солнца, Луны и Земли.

Рабочие поверхности оптики телескопа будут покрыты алюминием и фтористым магнием, что обеспечит эффективную работу оптической схемы вплоть до 900 Э.

СИСТЕМА НАВЕДЕНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ

Помимо стабилизации всего космического аппарата с точностью 2", в эксперименте «Спектр-УФ» будет реализована автономная система гидирования: при уходе изображения исследуемого объекта с входной диафрагмы регистрирующей аппаратуры в небольших пределах — до 20" — эта система будет удерживать его в заданном месте фокальной плоскости с точностью 0.2" с помощью соответствующего поворота вторичного зеркала по двум осям вокруг так называемой нейтральной точки. Такая система тонкого гидирования впервые в космическом эксперименте была реализована на АСТРО-Не. Как показывают расчеты (рис. 2) при работе автономной системы гидирования в указанном диапазоне качество изображения практически не ухудшается: на оси телескопа оно должно оставаться

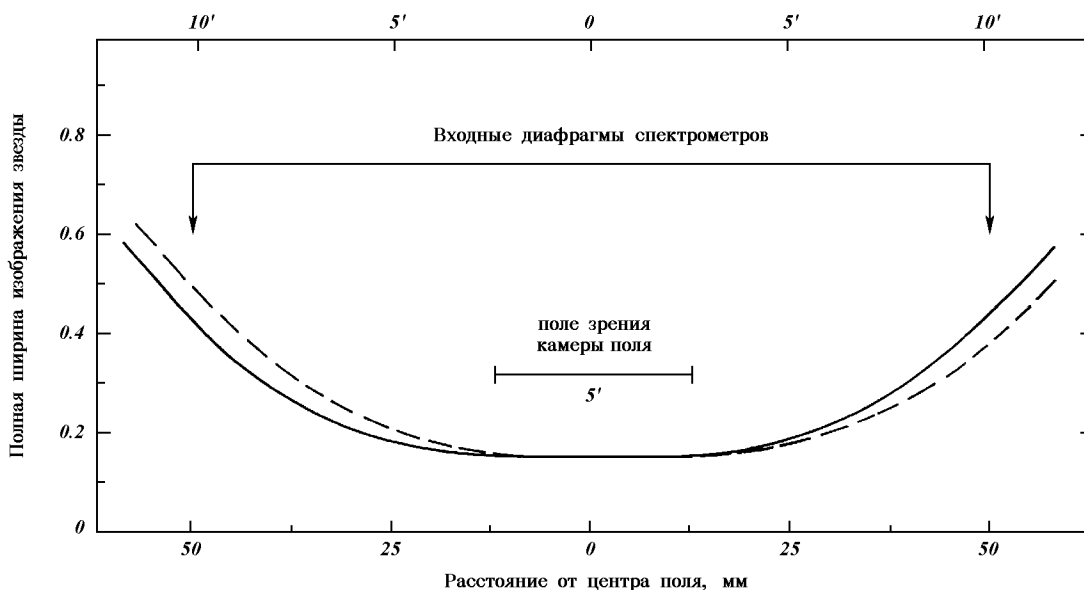


Рис. 2. Качество изображения точечного источника на фокальной поверхности Т-170 при гидировании вторичным зеркалом. Сплошная линия — центрированная система Т-170, пунктирная линия — с компенсацией ухода звезды на 20" поворотом вторичного зеркала вокруг нейтральной точки

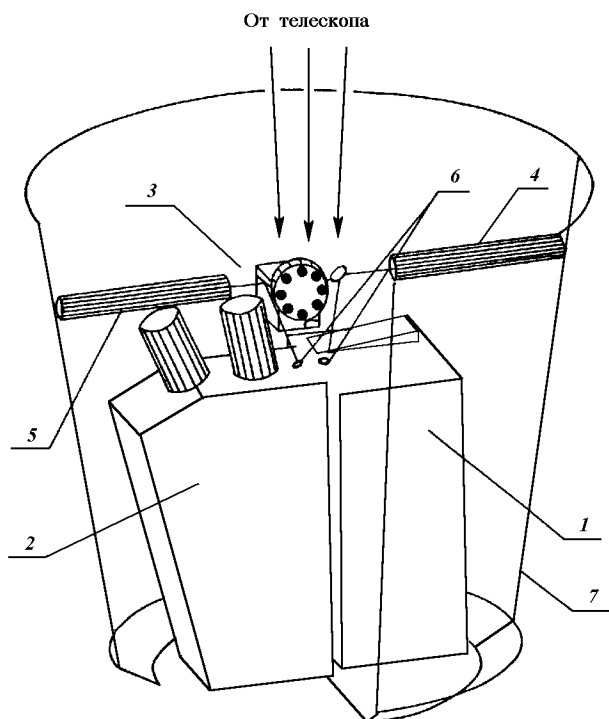


Рис. 3. Расположение приборов в инструментальном отсеке: 1 — двойной спектрометр высокого разрешения, 2 — роуландовские спектрометры, 3 — камера поля с фильтрами, 4 — датчик гида двойного спектрометра высокого разрешения, 5 — датчик гида роуландовских спектрометров, 6 — входные щели спектрометров, 7 — оболочка инструментального отсека.

ся близким к дифракционному, а на расстоянии 10' от оси, где расположены входные щели спектрометров, оно будет не хуже 0.5".

ПРИБОРЫ АНАЛИЗА И РЕГИСТРАЦИИ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ

Как уже отмечалось, универсальность проектируемого УФ-телескопа Т-170 состоит в том, что с его помощью можно будет решать самые разнообразные астрофизические задачи: изучать точечные и протяженные объекты, получать прямые изображения таких объектов и их спектры, причем детальные спектры ярких объектов дадут возможность исследовать химический состав и структуру звездных атмосфер, тогда как спектры с низким разрешением позволят оценить физические условия и характер движения в атмосферах более слабых звезд и в далеких звездных системах. Естественно, что для решения столь широкого круга задач необходим целый комплекс аппаратуры, которая будет анализировать и регистрировать излучение, собранное оптической системой Т-170. Такая аппаратура будет состоять из камеры поля для получения прямых изображений и двух комплексов спектральных приборов и будет собрана в инструментальном отсеке космического аппарата (рис. 3).

Камера поля будет установлена на оси телескопа Т-170, где реализуется наилучшее изображение. В схеме, разрабатываемой в КраО и Институте астрономии РАН, предусматривается два режима — в одном будет строиться прямое изображение области неба диаметром около $4'$, даваемое телескопом Т-170 с указанным выше масштабом, во втором — с 10-кратным увеличением будет строиться изображение отдельных, наиболее интересных объектов. Камера поля будет снабжена набором светофильтров для регистрации изображений в избранных спектральных полосах.

В фокальной плоскости телескопа по обе стороны от его оси на расстояниях 5 см будут расположены входные щели спектральных приборов. УФ-спектр ярких объектов можно будет регистрировать в одном из двух спектрометров высокого разрешения: один из них будет работать в диапазоне длин волн от 1150 до 1800 Å , другой — от 1800 до 3500 Å . Оба спектрометра эшелельного типа, но в первом случае вторичным диспергирующим элементом будет служить вогнутая дифракционная решетка, во втором — призма. Разработка этих приборов в течение ряда лет велась в КраО и в Институте оптики и спектроскопии в Берлине. После критического рассмотрения предложенных схем была выбрана немецкая модель, в которой были учтены и предложения крымских разработчиков. Вторая входная щель будет использоваться комплектом роуландовских спектрометров, разрабатываемых итальянскими учеными. Здесь предполагается установить спектрометр среднего разрешения для лаймановского диапазона $\lambda\lambda$ от 900 до 1200 Å , и спектрометры среднего, низкого и очень низкого разрешения для диапазона $\lambda\lambda$ от 1200 до 3400 Å или 4000 Å . Для роуландовских спектрометров также существуют конкурирующие схемы, но выбор между ними еще не сделан. Прорабатывается возможность установки поляризационной оптики как в камере, так и в спектрографах. В качестве светоприемников во всех случаях будут использоваться современные гибридные детекторы изображений.

Работа всех научных приборов на борту будет контролироваться блоком управления научных данных, который является интерфейсом между научными приборами и служебными системами аппарата «Спектр». Блок управления научными данными будет обеспечивать предварительную обработку информации, получаемой от научных приборов, в центральном бортовом процессоре, запись данных в память для временного их хранения на борту, формирование телеметрического кадра для его последующей передачи в наземный комплекс по высокоинформативному радиоканалу.

НАЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС ЭКСПЕРИМЕНТА «Спектр-УФ»

Астрофизическая обсерватория «Спектр-УФ» будет работать круглосуточно как в режиме непосредственной связи с Землей, так и в автономном режиме. Управление аппаратом будет проводиться из Центра дальней космической связи (ЦДКС) в Евпатории. В КраО начато создание специализированного центра для получения и обработки научной информации. Для оперативной передачи данных из ЦДКС в КраО создается специальная радиорелейная линия. Предполагается производить обмен информацией с аналогичными центрами, создающимися в России и в Италии. Структурная схема наземного комплекса и его место в составе наземных средств управления представлены на рис. 4.

На конец 1994 г. состояние проекта «Спектр-УФ» в тех разработках, где участвует КраО, было следующим.

Составлена научная программа исследований с помощью Т-170: отобран ряд проблем физики звезд, звездных систем, межзвездной среды и тел Солнечной системы, а в ряде случаев — и конкретные объекты наблюдения, которые следует провести в первую очередь.

Принята принципиальная схема компоновки Т-170 на космическом аппарате «Спектр» (рис. 5). Комплекс «Спектр-УФ» прошел стадию эскизного проектирования, и сейчас специалисты НПО им. Лавочкина разрабатывают рабочие чертежи отдельных узлов и деталей комплекса.

На НПО им. Лавочкина изготовлена оправа главного зеркала Т-170 — основная несущая деталь телескопа — и проведены ее испытания. В КраО изготовлен первый экземпляр 1.7 м ситаллового зеркала, и оно отправлено в Москву для проведения в ближайшее время виброиспытаний зеркала в оправе.

В КраО проведены все необходимые расчеты, связанные с изготовлением оптики Т-170 — расчеты оптики самого телескопа и всех дополнительных оптических систем для технологического и аттестационного контроля.

В КраО разработана методика обработки оптических поверхностей ионными пучками и начато создание специальной вакуумной установки для выполнения такой обработки оптики Т-170.

В Крыму, Москве, Германии и Италии ведется разработка приборов для инструментального отсека — камеры поля и спектрометров.

О проекте «Спектр-УФ» информирована мировая астрономическая общественность (Rodono et al., 1991; Gershberg, 1992; Boyarchuk and Tanzi, 1993).

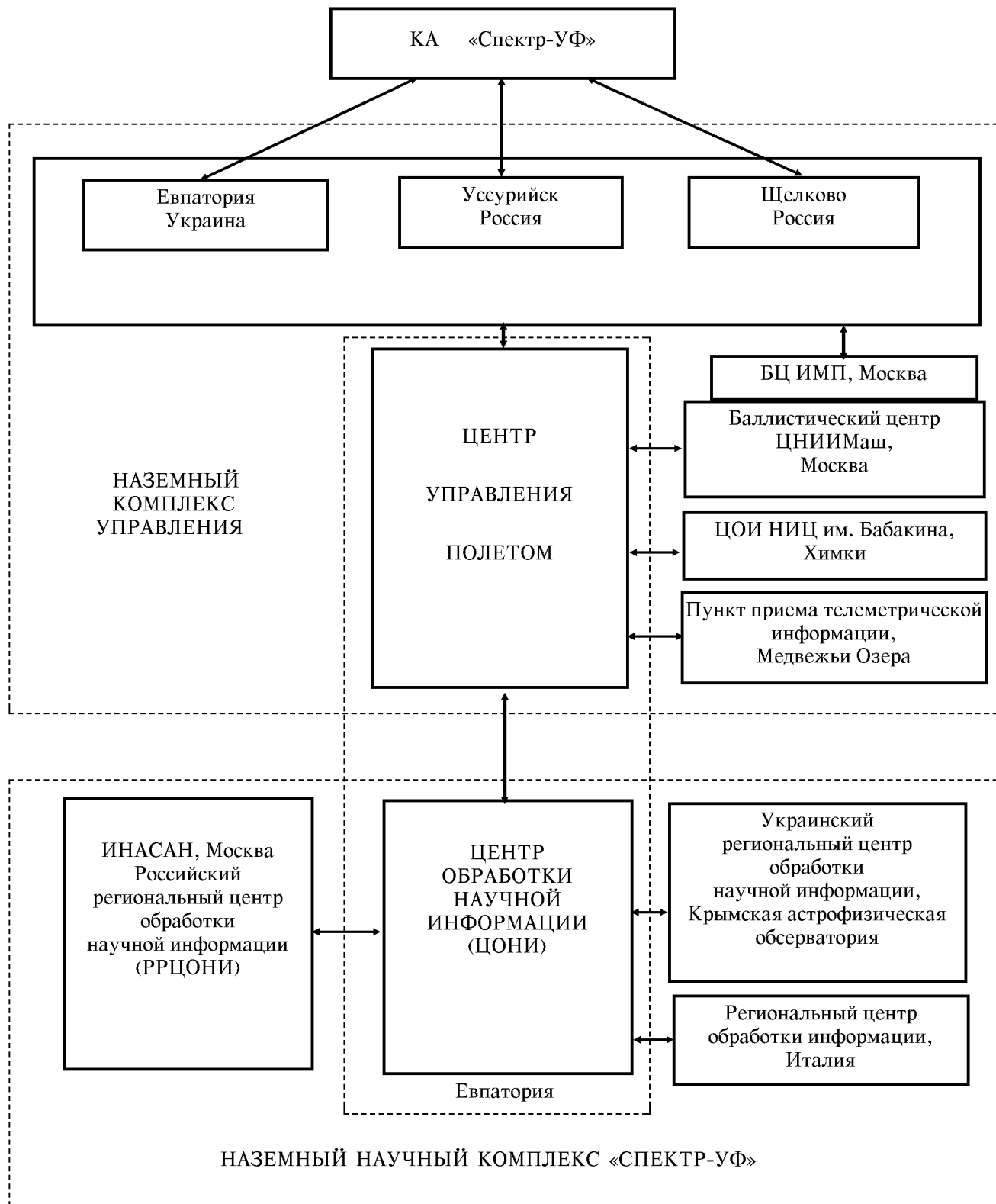


Рис. 4. Структурная схема наземного комплекса проекта «Спектр-УФ»

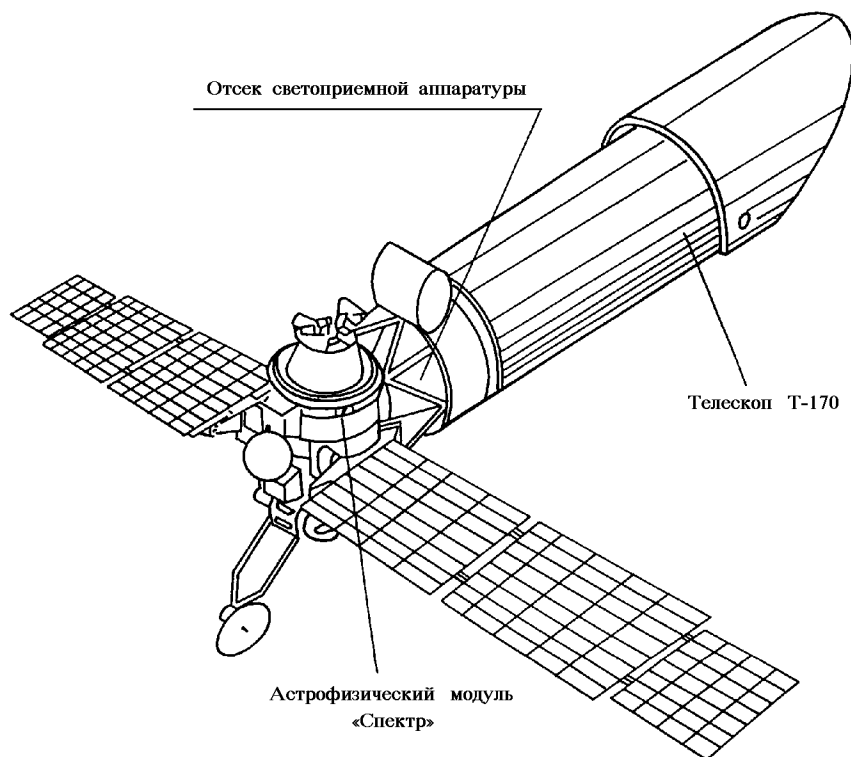


Рис. 5. Общий вид аппарата «Спектр-УФ» с научным оборудованием

Наблюдения на космической обсерватории «Спектр-УФ» будут доступны всем астрономам Украины, наряду с учеными других стран-участниц проекта. Научный программный комитет, в который войдут представители украинских обсерваторий, при разработке программы наблюдений будет руководствоваться главным критерием — актуальностью и научной целесообразностью предложенной темы исследований. В течение первого года после получения наблюдательных данных авторы программы будут иметь право распоряжаться полученными материалами наблюдений. По истечении этого срока данные наблюдений будут передаваться любому ученому, желающему использовать их в своей научной работе.

Реализация проекта «Спектр-УФ» позволит получить важные новые астрофизические результаты, а Украина войдет в семью ведущих держав, участвующих в астрономических исследованиях и мирном использовании космоса.

- Боярчук А. А. (ред.) Астрофизические исследования на космической станции АСТРОН. — М.: Наука, 1994.—416 с.
- Брунс А. В. Устройство орбитального солнечного телескопа станции «Салют-4» // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1979.—59.—С. 31—56.
- Брунс А. В., Бонне Р., Делябудинер Ж. П. и др., Результаты исследования осцилляций яркости Солнца с борта межпланетной станции «Фобос-2» // Письма в Астрон. журн.—1990.—16, № 4.—С. 330.
- Брунс А. В., Гречко Г. М., Губарев А. А. и др. Результаты спектральных исследований солнечных активных областей на «Салюте-4» // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1979а.—59.—С. 3—30, С. 31—56.
- Брунс А. В., Сидоров Г. Г., Стешенко Н. В. Ультрафиолетовый спектрограф орбитального солнечного телескопа станции «Салют-4» // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1979б.—59.—С. 57—63.
- Брунс А. В., Шумко С. М. Тонкая временная структура 5-минутных колебаний яркости Солнца по наблюдениям с борта КА «Фобос» // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1992.—85.—С. 20.
- Димов Н. А., Зверева А. М., Северный А. Б. Внеатмосферные наблюдения светимости неба со спутников Космос-51 и Космос-213 // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1972.—45.—С. 53—89.

- Зверева А. М., Северный А. Б., Терез Э. И. Измерения яркости лунного неба на Луноходе-2 // Космич. исследования.—1974.—12, вып. 6.—С. 910—916.
- Зверева А. М., Северный А. Б., Терез Э. И. Результаты исследований яркости лунного неба, полученные с помощью астрофотометра АФ-ЗЛ, установленного на Луноходе-2 // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1975.—53.—С. 3—28.
- Прокофьев В. К. Измерения далекого ультрафиолетового излучения на Солнце // Искусственные спутники Земли.—1961.—Вып. 11.
- Boyarchuk A. A., Tanzi E. G. SPECTRUM-UV Project // Mem. Soc. Astron. Ital.—1993.—64.—P. 263.
- Bruns A. V., Prokofiev V. K., Severny A. B. On the contribution of solar activity to the ultraviolet spectrum of the Sun // Ultraviolet observations: IAU Symp. N 36.—1969.—P. 187—190.
- Gershberg R. M. The SPECTRUM-UV Project for the Space Astrophysical Observatory // Cool stars, stellar systems, and the Sun: Proc. 7th Cambridge workshop / Eds M. S. Giampapa and J. A. Bookbinder // Astron. Soc. Pacific Conf. Ser.—1992.—26.—P. 652.
- Rodono M., Tanzi E. G., Boyarchuk A. A., Steshenko N. V. // Angular momentum evolution of young stars. NATO Adv.res. workshop / Eds S. Catalano and J. Stauffer. — Dordrecht: Kluwer, 1991.—P. 405.
- Severny A. B., Zvereva A. M. Possible interpretation of UV-sky background radiation observed in space experiment “Galaktika” // Astrophys. Lett.—1983.—23.—P. 71—77.
- Zvereva A. M., Severny A. B., Granitzky L. V. et al. Ultraviolet Spectrum of the Sky Background at Different Galactic Latitudes // Astron. and Astrophys.—1982.—116.—P. 312—322.