

УДК 520.1; 520.6

Космические исследования НИИ “КрАО”

Р.Е. Гершберг, Н.Н. Степанян, Н.В. Стешенко

НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория”, 98409, Украина, Крым, Научный

Поступила в редакцию 30 сентября 2008 г.

Крымская астрофизическая обсерватория участвует в космических исследованиях буквально с самого начала их проведения в Советском Союзе – с организованных Астросоветом Академии наук СССР оптического патрулирования первых искусственных спутников Земли. С началом запуска таких аппаратов к Луне и к планетам Солнечной системы телескопы НИИ “КрАО” активно использовались для регистрации их слабых изображений с целью коррекции траектории полета при значительном удалении от Земли. За разработку методов наблюдений и оперативного определения координат далеких искусственных космических объектов сотрудники обсерватории П.П. Добронравин, В.К. Прокофьев и В.Б. Никонов были удостоены Государственной премии СССР.

Большую роль в организации первых пилотируемых космических полетов сыграли разработанные в НИИ “КрАО” методы прогноза солнечных вспышек, которые могли представлять опасность для жизни космонавтов. В НИИ “КрАО” под руководством А.Б. Северного работал центр, куда стекались наблюдения Солнца со всех обсерваторий СССР, и на их основе давался прогноз опасных вспышек.

НИИ “КрАО” не только “обслуживал” космические полеты, но и активно использовал их для фундаментальных астрофизических исследований. В научных отделах НИИ “КрАО” разрабатывались, в отделе астрономического приборостроения проектировались и в оптической и механической мастерских непосредственно создавались уникальные космические приборы, которые устанавливались на советских ИСЗ для проведения внеатмосферных наблюдений. Начиная с 1959 года на спутниках и космических станциях были установлены 14 приборов НИИ “КрАО”, с которыми проводились наблюдения Солнца и яркости неба в ультрафиолетовом диапазоне.

Наблюдения Солнца

Первым прибором, разработанным и созданным в НИИ «КрАО» для внеатмосферных наблюдений, был солнечный коротковолновый дифракционный спектрометр КДС, который работал на третьем ИСЗ, запущенном в 1959 году. С помощью этого спектрометра, снабженного автономной системой астроориентации на Солнце, были зарегистрированы спектры Солнца в области 30.4 нм (В.К. Прокофьев). Исследования Солнца в далеком ультрафиолете были продолжены в 1967 году на ИСЗ Космос-166. В результате этих исследований была выявлена переменность УФ-излучения во время солнечных вспышек (А.В. Брунс, В.К. Прокофьев, А.Б. Северный).

В 1974 году 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 НИИ “КрАО” по реализации космического проекта в международной кооперации.

В 1975 году в НИИ “КрАО” был создан Орбитальный солнечный телескоп (ОСТ-1) (научный руководитель Н.В. Стешенко, конструктор А.В. Брунс), установленный на борту станции Салют-4. Телескоп имел независимое от станции и высокоточное (2") ориентирование на Солнце. Астрофизические наблюдения проводились космонавтами, которые проходили специальную подготовку в НИИ “КрАО”. Одновременно с космическими наблюдениями в НИИ “КрАО” проводились параллельные наземные наблюдения при оперативной связи с Центром управления полетом. Обработка всех полученных материалов выполнена в НИИ “КрАО”. В результате эксперимента получено свыше 600 ультрафиолетовых спектров активных образований на Солнце и около двух тысяч его изображений, отождествлено более 100 эмиссионных линий в области спектра 97–140 нм, которые позволили выявить характеристики тонкоструктурных образований вспышек и флоккулов в переходной зоне хромосфера-корона (А.В. Брунс, Г.Г. Сидоров, Н.В. Стешенко).

Первый внеатмосферный гелиосейсмологический эксперимент НИИ “КрАО” – 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 он проходил на большом удалении от Земли, где отсутствовали земные помехи, и проводились практически непрерывно в течение 180 часов измерения флуктуаций солнечного излучения, составляющие 1 миллионную долю от его среднего уровня. Полученные данные позволили рассчитать параметры глобальных колебаний Солнца с наилучшей на то время точностью и выявить импульсные особенности изменения параметров колебаний со временем (А.В. Брунс, С.М. Шумко).

Интегральное свечение неба

В ряде космических экспериментов НИИ “КрАО” объектом исследования было 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 кв. град.) двухканального фотометра одновременно в ультрафиолетовой (270 нм) и видимой (540 нм) областях спектра было измерено свечение больших участков неба. 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 (В.А. Димов, А.М. Зверева, А.Б. Северный).

Эти исследования были продолжены в следующем эксперименте, выполненном на аппарате Луноход-2 (1973) с помощью модернизированного двухканального фотометра. 16 января 1973 года впервые были измерены ультрафиолетовое и видимое свечения лунного неба в районе кратера Лемонье. При тесном сотрудничестве с группой управления, маневрируя 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 (270 нм), превосходила ожидаемую в 3–16 раз, что в совокупности с другими наблюдательными данными свидетельствовало о существовании нестационарной пылевой атмосферы Луны с оптической толщиной 4×10^{-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 кв. см соответственно, и такая малая концентрация пыли над поверхностью Луны не может быть выявлена при традиционных наблюдениях края Луны с Земли (А.М. Зверева, А.Б. Северный, Э.И. Терез).

На высокоэллиптических станциях Прогноз-6 (1977) и Прогноз-7 (1978) – в апогее станции удалялись от Земли на 200 тысяч км – был установлен ультрафиолетовый спектрометр ГАЛАКТИКА с полем зрения 36 кв. градусов, созданный в НИИ “КраО” совместно с Марсельской лабораторией космических исследований. В результате эксперимента в 26 площадках неба было получено более 4000 спектров фона неба в диапазоне 120–190 нм. В результате анализа полученных данных было показано, что на галактических широтах менее 30 градусов УФ-фон хорошо согласуется с моделями диффузного галактического света; для широт более 30 градусов наблюдается избыток свечения УФ-фона неба. И было установлено, что этот избыток УФ-свечения связан с излучением горячих и плотных образований водорода, который является источником и рентгеновской, и ультрафиолетовой эмиссии фона неба (А.Б. Северный и А.М. Зверева).

Астрофизическая станция АСТРОН

В 1983–1989 годы НИИ “КраО” был проведен крупнейший советский ультрафиолетовый эксперимент – космические наблюдения с астрофизической станции АСТРОН, оснащенной универсальным 80-см ультрафиолетовым телескопом. К моменту запуска АСТРОНа лишь в американском эксперименте КОПЕРНИК использовался телескоп со столь большим зеркалом. Но АСТРОН был первым ультрафиолетовым телескопом, выведенным на высокую орбиту, которая уходила далеко за пределы радиационных поясов Земли, что позволило снизить помехи до минимума и наблюдать весьма слабые объекты. Телескоп был разработан и изготовлен в НИИ “КраО” совместно с НПО им. С.А. Лавочкина. В создании установленного на телескопе сканирующего спектрометра с вогнутой дифракционной решеткой непосредственное участие приняли сотрудники Марсельской лаборатории космических исследований. Сотрудники НИИ “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. За проведение этого эксперимента А.Б. Северный и А.А. Боярчук с группой сотрудников НПО им. С.А. Лавочкина были удостоены Государственной премии СССР.

В монографии “Астрофизические исследования на космической станции АСТРОН”, вышедшей под редакцией научного руководителя эксперимента А.А. Боярчука (Наука, 1994), был собран весь полученный в этом эксперименте материал. Именно на АСТРОНе исследователи нашей страны приобрели самый богатый опыт астрофизических наблюдений в космосе: с этого аппарата были 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 был оценен темп испарения кометы Галлея; по изменениям в спектре Сверхновой 1987 года в Малом Магеллановом облаке было зарегистрировано – существенно раньше, чем в других наблюдениях – появление продуктов термоядерного синтеза.

В результате многолетней работы НИИ “КраО” с АСТРОНОм был создан творческий коллектив и организована техническая база для проведения дальнейших работ в этом направлении. В НИИ “КраО” был получен значительный опыт в проведении 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 НИИ “КрАО”. Вся научная информация по ультрафиолетовым наблюдениям оперативно – в течение суток – проходила первичную обработку в НИИ “КрАО”, что позволяло быстро корректировать дальнейшую программу наблюдений. Окончательная обработка наблюдательного материала и анализ полученных результатов по ультрафиолету полностью выполнены силами НИИ “КрАО”. Рассмотрение результатов, полученных на АСТРОНе, показало, что крупногабаритная оптика, изготовленная в оптической мастерской НИИ “КрАО”, не имела эффектов деградации за весь 6-летний период функционирования телескопа. 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”

Начиная с 1988 г. Крымская астрофизическая обсерватория принимает активное участие в международном проекте “Спектр-УФ”, а до распада СССР КрАО была ведущей организацией проекта. Этот проект заключается в создании универсальной долговременной орбитальной астрофизической обсерватории на базе космического аппарата-модуля “Спектр”, разработанного в НПО им. С.А. Лавочкина. Космический модуль “Спектр” позволит с помощью ракеты-носителя вывести на высокоапогейную орбиту (до 300 тыс. км) телескоп диаметром 1.7 метра 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 орбиту с периодом около 7 суток, что исключит вредное влияние радиационных поясов 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. Реализация проекта “Спектр-УФ” позволит продолжить изучение ультрафиолетовых спектров широкого класса астрономических объектов – звезд, туманностей, шаровых скоплений, галактик, квазаров, планет Солнечной системы и их спутников.

К настоящему времени первоначальный проект “Спектр-УФ” перерос в широкий международный проект Всемирной космической ультрафиолетовой обсерватории (WSO/UV) с участием России, Германии, Италии, Китая, Украины, Венгрии, Великобритании, Израиля, Аргентины, Болгарии. В этом проекте на НИИ “КрАО” возложены следующие задачи: расчет, участие в изготовлении, аттестации и сборке оптики телескопа Т-170; разработка камеры поля, научное и технологическое обоснование эксперимента; экспертная оценка независимых предложений по этим вопросам других участников эксперимента; участие в сборке и испытаниях научного оборудования, наземных испытаниях всего комплекса; участие в составлении и проведении технологических испытаний аппарата на орбите и в составлении научной программы эксперимента.