

Г. А. ГУРЗАДЯН и Э. А. АРУТЮНЯН

ОРБИТАЛЬНАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ „ОРИОН“

На космической станции „Салют“, выведенной на орбиту вокруг Земли в мае 1971 г., была установлена астрофизическая обсерватория „Орион“. Она была предназначена главным образом для получения индивидуальных спектрограмм горячих звезд в области длин волн 2000—3800 Å и со спектральным разрешением около 5 Å (на 2600 Å). Работой „Ориона“ на орбите управлял космонавт, находящийся все время внутри космической станции. Принцип совместной работы космонавта и автоматических систем „Ориона“ описан в [1].

По существу „Орион“ был первым значительным опытом размещения астрофизической обсерватории на внешнем пространстве космической станции, непосредственно на ее корпусе. К тому же „Орион“ сохранил свою работоспособность сравнительно долго — почти два с половиной месяца, считая с момента его вывода на орбиту до момента, когда экипаж „Салюта“ покинул станцию. Разумеется, этого нельзя было достигнуть, не обеспечив нужный уровень инженерной разработки всего комплекса, начиная от общей компоновки „Ориона“ и кончая его отдельными узлами и элементами. Полагая, что этот опыт может оказаться полезным при разработке будущих аналогичных экспериментов, мы нашли целесообразным посвятить отдельную статью краткому описанию конструкции и компоновки аппаратуры „Ориона“.

Основным в „Орионе“ является зеркальный телескоп системы Мерсенна, со световым диаметром большого зеркала 280 мм, малого зеркала 50 мм и эффективным фокусным расстоянием 1400 мм. Полный диаметр большого зеркала равен 300 мм, толщина в центре 18 мм. Для удобства оптической юстировки телескопа в центре этого зеркала оставлено отверстие диаметром 80 мм.

Напротив отраженного от второго зеркала параллельного пучка света установлен бесщелевой спектрограф системы Уодсворда с вогнутой дифракционной решеткой, в фокусе которой, на расстоянии

250 мм от нее строится спектрограмма объекта в диапазоне 2000—3800 Å (оптическая схема „Ориона“ см. в [2]).

Оба зеркала „Ориона“ изготовлены из ситала, а их оправы — из инвара; при этом коэффициенты линейного расширения примененных нами ситала и инвара почти одинаковы в пределах ожидаемой температуры элементов. Зеркала были установлены в своих оправках свободно, с обеспечением зазора между оправой и зеркалом в размере 0,003—0,005 мм. Покрытие зеркала — алюминиевое, без каких-либо защитных слоев.

С целью сохранения параллельности отраженного от второго зеркала светового пучка при колебаниях температуры спайдер мерсенновского зеркала был закреплен к оправе главного зеркала тремя инваровыми дистанционными стержнями. Тубус телескопа решен в виде трубы из титанового сплава с жестким поясом, на котором крепятся спектрограф и остальные приборы и при помощи которого сам телескоп устанавливается на монтировке.

Спектрограф состоит из трех основных частей: узла дифракционной решетки, фотокамеры и механизма расширения спектрограммы. Фотокамера с фильмовым каналом (т. е. с фокальной плоскостью) закреплена к корпусу спектрографа неподвижно, а юстировка и фокусировка самого спектрографа осуществляется только перемещениями и поворотами самой дифракционной решетки. Соответственно с этим и была разработана конструкция узла дифракционной решетки, обеспечивающая плавное ее перемещение вдоль оптической оси спектрографа и такие же плавные развороты вокруг двух взаимноперпендикулярных осей. Найденное окончательное положение дифракционной решетки фиксировалось и закреплялось затем наглухо.

Фотокамера начинается с криволинейного фильмового канала, представляющего собой часть окружности радиусом 103 мм. Чистая ширина канала — 12 мм, что достаточно при работе с фотопленкой шириною 16 мм. В фотокамеру входят две кассеты — питающая и приемная, а также привод перемотки приемной кассеты. Последняя закреплена к корпусу спектрографа при помощи пирозамка. После выполнения программы работы „Ориона“ отдельной командой с бортового пульта управления эта кассета отделяется одновременно как от корпуса фотокамеры, так и от привода перемотки, после чего осуществляется ее транспортировка внутрь корабля через пристроенный к его корпусу специальный шлюз. Отделение (расчеховка) приемной кассеты сопровождается одновременно выполнением еще двух операций: автоматическое отрезание фотопленки, оставшейся неиспользованной в первичной кассете, и закрытие входной щели кассеты маленькой крышечкой.

Перед фильмовым каналом, в специальном пазе, установлена кварцевая плоскопараллельная пластинка толщиной 2 мм, служащая

светофильтром для устранения второго порядка спектра (т. е. области, короче 1900 Å) от нашего рабочего диапазона. Здесь же размещен затвор камеры, выполненный в виде вращающейся вокруг продольной оси цилиндрической трубки с широкой щелью. Вращение осуществляется с помощью электромагнита по сигналу, поступающему из программника в момент перемотки пленки.

Весь тракт прохождения фотопленки — от питающей кассеты через फिल्मный канал до собирающей кассеты — скомпонован так, чтобы исключить возможность соприкосновения с металлом центральной полосы, шириною 10 мм, стороны фотопленки, покрытой эмульсией.

Что касается расширения спектрограмм (в размере 0,4 мм), то оно осуществляется с помощью обычного кулачкового механизма, сообщающего упругие качания узлу дифракционной решетки в плоскости, перпендикулярной направлению дисперсии. Хотелось отметить очень хорошую равномерность, которая была достигнута таким путем в расширенной спектрограмме. Проверка равномерности расширения спектрограмм была осуществлена на оптико-механическом стенде, специально созданном для этой цели. Спектрограф изготовлен в основном из титановых сплавов.

К корпусу телескопа параллельно его оптической оси закреплен двухкоординатный звездный фотогид. Он предназначен для захвата звезды (до $4^m - 4^m.5$), спектрограммы которой нужно получить, и автоматического слежения (гидирования) за ней с точностью до $10''$. Фотогид работает по принципу вращающегося от электродвигателя зеркального ножа-модулятора в комбинации с генератором опорных напряжений (подробности см. в [3]). Оптическая система фотогиды — линзовая (просветленная), поле зрения 3° , диаметр входного зрачка 70 мм, фокусное расстояние 450 мм, порог чувствительности $5''$. Фотогид был снабжен откидной диафрагмой, уменьшающей поле зрения до $40'$, благодаря чему можно обеспечить захват и слежение за объектами, в непосредственной близости от которых находятся яркие звезды.

Особое внимание было обращено на обеспечение герметизации узла модулятора звездного фотогиды с приводным электродвигателем и генератором опорных напряжений; эти узлы были залиты герметиком. Полная герметизация этого узла потребовала установки приспособления для накачки сухого воздуха и проверки возможности запотевания оптики приемной части фотогиды при низких температурах.

На корпусе телескопа имеется также площадка для установки, по желанию, других приборов специального назначения. Так, например, в тех случаях, когда в период вывода орбитальной станции на орбиту в пределах доступной области неба (со стороны теневой части орбиты) окажутся некоторые яркие туманности, то, установив на упомянутой площадке портативный небулярный спектрограф, можно попытаться получить их спектрограммы. В таких случаях питающая

и приемная кассеты выполняются совместно с фильмовым каналом в виде отдельного блока небольших размеров. Этот блок закрепляется к корпусу спектрографа при помощи другого пирозамка, он может быть отделен по команде с бортового пульта управления и транспортирован внутрь корабля аналогично тому, как это делается в случае звездного спектрографа.

Телескоп со всеми закрепленными на нем приборами устанавливается на монтировке типа карданного подвеса. Поскольку телескоп предназначен для получения спектрограмм индивидуальных звезд, то в данном случае достаточно иметь двухосную монтировку с двумя приводами. Последние работают по сигналам рассогласования, поступающим от звездного фотогида. Приводы выполнены с частично герметизированными редукторами с применением специальных электродвигателей, пригодных для работы в условиях Космоса. Последние две пары зубчатых зацеплений приводов снабжены люфтоввыбирающими устройствами. Герметизация подшипников и зубчатых зацеплений осуществлена фторопластовыми уплотнительными втулками. Шарикоподшипники применены стандартные, смазка — консистентная.

С целью предохранения приборов и приводов от воздействия вибрационных нагрузок, ударов и перегрузок на активном участке движения ракеты весь блок телескопа с его монтировкой зачекован в транспортировочном положении при помощи двух пирозамков к корпусу корабля. Расчековка пирозамков осуществляется уже после вывода станции на орбиту нажатием кнопки на пульте управления „Ориона“.

Весь блок телескопа „Ориона“ с монтировкой был установлен на наружной поверхности космической станции, в специально отведенной для этой цели нише. С внешней стороны эта ниша закрыта матами экранно-вакуумной термоизоляции, за исключением входных отверстий оптических приборов. Благодаря этому обеспечивается нужный температурный режим приборов „Ориона“ за счет диффузии тепла от корпуса станции. Специального обогрева не имеется ни в одной части „Ориона“. Общая схема структуры и компоновки телескопического узла системы „Орион“ приведена на рис. 1 в двух проекциях.

Важной составной частью „Ориона“ является визирная система. Она предназначена для дистанционного наведения блока телескопа, находящегося снаружи, на исследуемый объект с помощью синхронно-следящей системы с точностью, обеспечивающей захват объекта (звезды) звездным фотогидом. Лишь после этого подключается система точной наводки и автоматического слежения, уже без участия оператора. Сам поиск объекта осуществляется космонавтом визуально, а нацеливание на него визирной трубки — вручную, с помощью клавишных переключателей.

Визирная система представляет собой коллиматорный прицел, установленный на небольшой двухосной монтировке. Последняя связана электрически с монтировкой телескопа с помощью двух электро-механических приводов и грубой следящей системы с потенциометри-

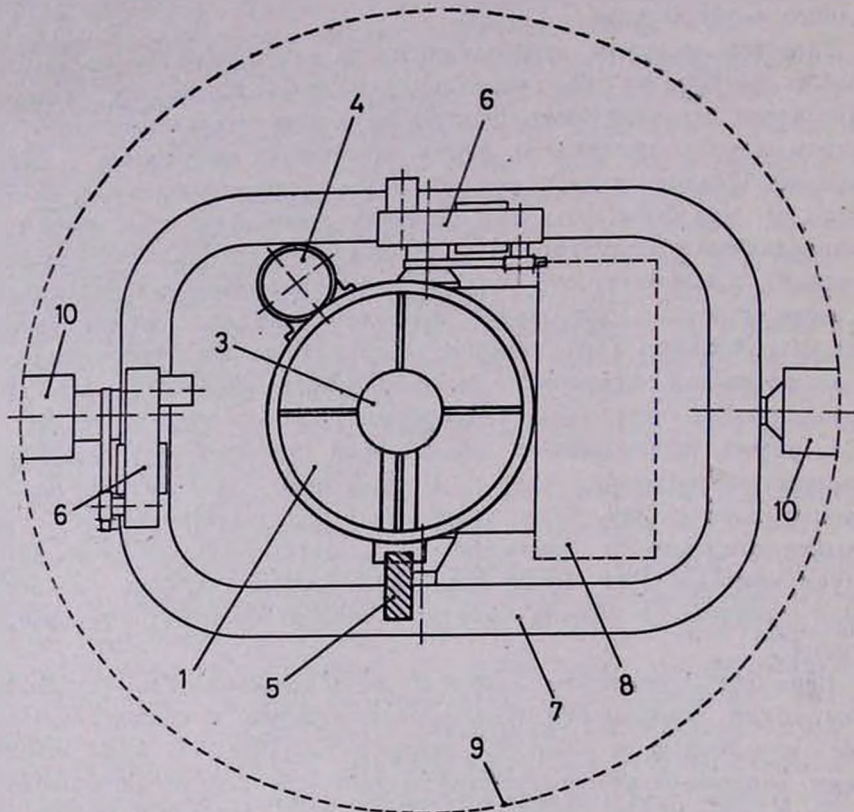


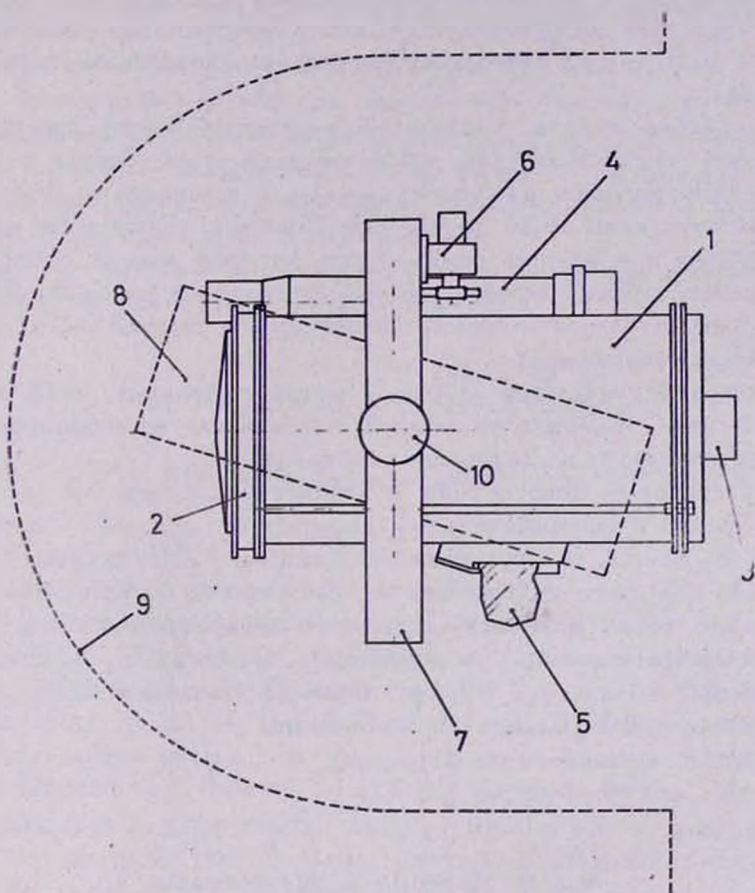
Рис. 1. Компановка и схематический вид обсерватории «Орион»: 1—телескоп лоньего зеркала, 4—звездный фотоид, 5—кассета звездного спектрографа, 6—электронного прибора, 9—ниша на корпусе корабля, 10—посадочные места «Ориона».

Դի. 1. «Օրիոն» աստղադիտարանի ընդհանուր տեսքը և գործիքային կազմը. 1. Աստղա-Ստղադիտարանի տվյալը, 5. Աստղային սպեկտրոգրաֆի կապսուլան, 6. Հետևող սխեմայի էլեկտրաշար-հարան սինգլերանավի մարմնի վրա, 10. «Օրիոնի» նստիլատեղը խողանի վրա:

ческими датчиками угла (подробности см. в [3]). Визир имеет две угловые скорости наведения — замедленную ($15' \text{сек}^{-1}$) и ускоренную ($1,5 \text{сек}^{-1}$). Зона обзора визира имеет квадратную форму со стороной 35° , поле зрения увеличительной трубки 9° , увеличение шестикратное, угловое разрешение $1'$.

Весь блок визирной системы установлен внутри орбитальной станции, перед одним из ее иллюминаторов, находящимся к тому же недалеко от ниши основной аппаратуры «Орион».

Визир и блок телескопа с монтировкой после установки на борт станции взаимно юстируются, с точностью около $10'$, на параллель-

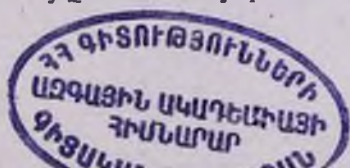


с бесщелевым звездным спектрографом, 2—оправа большого зеркала, 3—оправа матричных приводов следящей системы, 7—двухосная монтировка, 8—посадочное место за-
в пине.

դիտակը ոչ նեղֆային սպեկտրոգրաֆով: 2. Մեծ հայելու նեցուկը: 3. Փոքր հայելու նեցուկը: 4. Ժիշենը, 7. Նրկառանցֆային մեխանիկական սեղանը, 8. Լացուցիչ գործիքի նստելատեղը, 9.

ность их оптических осей. Отработка рассогласования между главными осями обеих систем при штатной работе осуществляется по сигналам, поступающим от потенциометров, установленных на осях монтировки обоих блоков.

В составе „Ориона“ имеется еще бортовой пульт управления. Он выполнен в форме прямоугольной коробки сравнительно небольших размеров и установлен около визирной трубки. С помощью этого пульта управления космонавт осуществляет управление всеми си-



стемами „Ориона“, начиная с расчеховки и кончая транспортировкой кассет через шлюз. Само управление осуществляется путем выдачи команд как в автоматическом режиме, так и в ручном. Через пульт управления осуществляется также контроль за выполнением команд и контроль за состоянием аппаратуры средствами визуальной индикации.

В коробке пульта управления размещено также программное устройство, обеспечивающее автоматический цикл съемки от одной до пяти спектрограмм для одной звезды, в зависимости от ее яркости, с экспозициями от 10 до 810 сек. Вместе с тем имеется возможность работы и в ручном режиме, при котором можно сфотографировать спектрограмму звезды с любой экспозицией (не более 30 мин, т. е. продолжительности пребывания станции в теневой части орбиты) при помощи секундомера.

Аппаратура системы „Орион“ и его отдельные узлы прошли обычный цикл наземных испытаний, в том числе на вибропрочность, холодоустойчивость и вакуумные испытания.

В разработке конструкции и кинематических систем телескопа, спектрографа и вспомогательной аппаратуры „Орион“ принимали участие А. Кашин, Н. Аракелян, Э. Казарян, Р. Исаджанян, М. Арутюнян, А. Сарксян. Юстировка и фокусировка оптических систем „Ориона“, а также наземные испытания аппаратуры велись при непосредственном участии Г. Лорецьяна, Дж. Оганесян, Р. Л. Оганесяна, Р. Епремьяна. Аппаратура „Орион“ была изготовлена в СКБ „Астро“ под наблюдением Е. Сарьяна и Р. Бабаяна.

Филиал БАО по Космическим Исследованиям.

СКБ „Астро“

Գ. Ա. ԳՈՒՐԶԱԴՅԱՆ, Է. Ա. ԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ՈՒՂԵՄՐԱՅԻՆ «ՕՐԻՈՆ» ԱՍՏՐԱԴԻՏԱՐԱՆԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Քերվում է ուղեծրային «Օրիոն» աստղադիտարանի կոնստրուկցիայի օպտիկական և կինեմատիկական հանգույցների նկարագրությունը: Աստղադիտարանը տեղակայված է եղել «Սալլուտ» ուղեծրային կայանի վրա և նախատեսված էր առանձին աստղերի կարճալիք սպեկտրոգրամները ստանալու համար: «Օրիոն»-ը բաղկացած է Մերսենն տիպի հայելաին դիտակից (տրամաչափը 280 մմ) և անձեղք սպեկտրոգրաֆից, հագեցած դիֆրակցիոն ցանցով: Սպեկտրոգրաֆի լուսանկարող հանգույցը ամրացված է անշարժ, իսկ սարքավորման ճշգրիտ տեղակայումը և ֆոկուսիտիկական իրականացվում է դիֆրակցիոն ցանցի հանգույցի տեղաշարժումներով: Այդ նույն հանգույցին

հաղորդում է նաև ճոճական շարժում՝ սպեկտրոգրամները լայնացնելու նպատակով, Հիմնական դիտակի մարմինն և նրա առանցքին զուգահեռ տեղակայված է հետևող օպտիկական սխեման, որը նախատեսված է մինչև $4''$ աստղերին բռնելու և հետևելու համար: Հետևող օպտիկական սարքի կլբի մասը հերմետիկացված է: Հիմնական դիտակը տեղակայված է երկառանցք մեխանիկական սեղանի վրա, որը դիտակին հնարավորություն է տալիս հետևելու նկարահանվող աստղին՝ պահանջվող ճշտությամբ: Ամբողջ դիտակը իր շարժական մասերով նախապես կապանքվում է վառողային ամրացուցիչների օգնությամբ, որոնք արձակվում են միայն այն բանից հետո, երբ տիեզերական կայանը ուղեծիր է դուրս բերվում:

«Օրիոն»-ը ունի հատուկ տեսափող՝ դիտակը աստղի վրա ուղղելու համար, ինչպես նաև կառավարման փոքրիկ խցիկ:

G. A. GURZADYAN, E. A. HARUTYUNIAN

THE ORBITAL ASTROPHYSICAL OBSERVATORY „ORION“

S u m m a r y

A description is given of the construction, optical and kinematic parts of the astrophysical observatory „Orion“, installed in the orbital station „Salyut“. The „Orion“ consists of a mirror telescope of the Mersenn system with a light diametre of the large mirror 280 mm and a slitless spectrograph of the Wadsworth system with a diffraction lattice. The camera with a film gate is fastened firmly, the spectrograph is adjusted and focused by shifting the part of the diffraction lattice. The part is given elastic swings with the aim of enlarging the spectrogram up to 0.4 mm. A stellar photoguide designed to catch and guide stars up to $4''$ is fastened to the body of the telescope, parallel to its optical axis. The part of the modulator of the stellar guide is hermetically sealed. The telescope is mounted on a biaxial installation of the cardan suspension type. In flight the telescope is sealed by means of two separation charges to the body of the spaceship. The unsealing is effected after the station is put into orbit.

The „Orion“ is equipped with a sight system of guidance and an board control desk with programing device.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Г. А. Гурздян, Сообщ. Бюраканск. обс., вып. 45, 5, 1972.
2. [В. И. Пацаев], Джульетта Оганесян, Г. А. Гурздян, Сообщ. Бюраканск. обс., вып. 45, 20, 1972.
3. М. Н. Крмоян, А. В. Захарян, Ш. М. Арутюнян, Сообщ. Бюраканск. обс., вып. 45, 27, 1972.