

УДК 111.23

АСТРОНОМИЯ

Член-корреспондент АН Армянской ССР Г. А. Гурздян, Э. А. Казарян,
 М. Н. Крмоян, Р. А. Епремян

Ракетная астрофизическая обсерватория К-2

(Представлено 8/IV 1971)

3 октября 1970 г. в Советском Союзе был произведен запуск ракетной обсерватории, предназначенной для комплексного исследования Солнца в области далекого ультрафиолета и рентгеновских лучей. Настоящая статья посвящена описанию принципов работы и структуры этой обсерватории (условное название «К-2»).

Принцип работы обсерватории К-2. В основу работы ракетной обсерватории К-2 заложена идея использования инертной массы ракеты в качестве платформы первичной стабилизации, когда она стабилизирована и ориентирована в отношении небесных систем координат с очень плохой точностью — нескольких градусов дуги — на пассивном участке ее полета. Установленная в головной части ракеты обсерватория К-2, не отрываясь от нее, сама отрабатывает требуемую точность ориентации и стабилизации, в данном случае не хуже одной минуты дуги, в течение всего периода пассивного полета. Момент инерции подвижной части К-2 в среднем одинаков по всем осям и порядка одного кг м сек^2 . Моменты инерции используемой ракеты с пустыми баками по отношению к ее поперечной и продольной осям порядка сотен кг м сек^2 . При таком большом отношении моментов инерции ракеты и обсерватории, возмущения, возникающие вследствие отработки рассогласования положения обсерватории относительно небесных систем координат, практически не будут сказываться на поведении ракеты.

В стартовом положении обсерватория К-2 находится внутри сферического контейнера и наглухо закреплена на опорном кольце, находящемся в нижней части контейнера. Основная задача контейнера — спасение обсерватории со всеми приборами и кассетами с отснятыми фотопленками после выполнения программы астрономических наблюдений. С этой целью контейнеру придана достаточная жесткость и прочность, он оснащен нужными теплозащитными средствами и имеет парашютную систему.

Использованная для запусков К-2 ракета поднималась почти вертикально до высоты около 500 км. Из них 120 км относятся к активному участку траектории; работа К-2 по программе начинается с высоты

120 км. В конце активного участка движения ракеты поступает сигнал к открытию контейнера. Когда контейнер полностью открыт, специальная блокирующая система подключает электропитание к автономному программирующему устройству, к следящей системе и электродвигателям подвижных платформ К-2.

На нисходящей траектории полета, с целью своевременной подготовки операций по спасению обсерватории, ее работа прекращается на высоте 140 км. Затем поступает сигнал к закрытию контейнера и его отстрелу от ракеты. Далее происходит свободное падение контейнера и его торможение в плотных слоях атмосферы. После этого, на высоте нескольких километров раскрывается парашют, который и обеспечивает мягкую посадку контейнера с К-2 на Землю (со скоростью 8—9 м/сек).

Последовательность всех перечисленных этапов движения ракеты и состояния контейнера с К-2 показана на рис. 1. Общая продолжительность программной работы обсерватории на пассивном участке полета ракеты составляет около 570 сек.

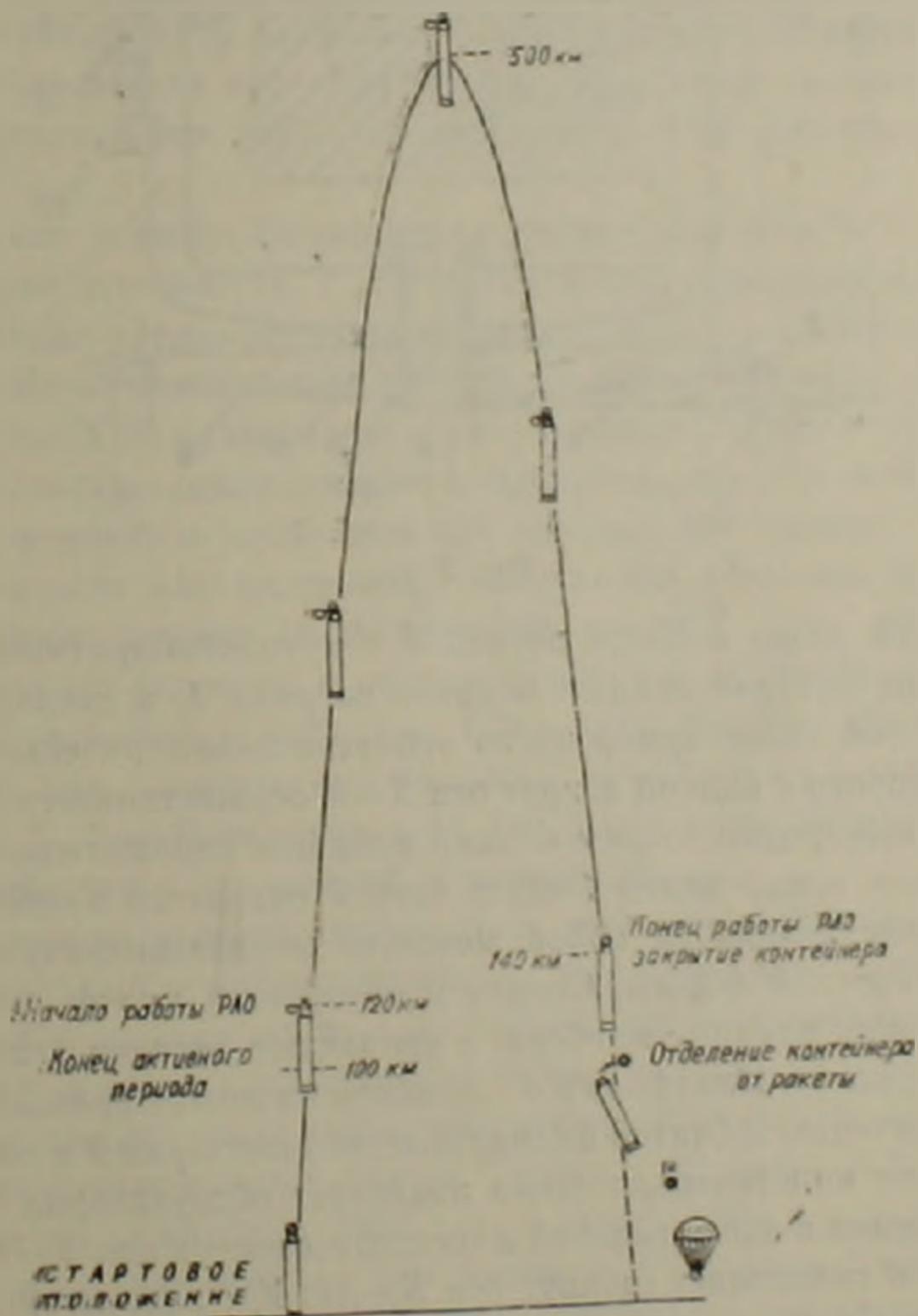


Рис. 1

Конструктивная схема обсерватории К-2. Основная конструктивная схема обсерватории К-2 показана на рис. 2. Сварная опорная рама 1 является основным несущим элементом, воспринимающим статические и динамические нагрузки обсерватории с учетом перегрузок (до 10 g) и вибраций. Рама 1 одновременно опирается по периметру на силовое кольцо 2 контейнера, к которому она закрепляется двенадцатью болтами В

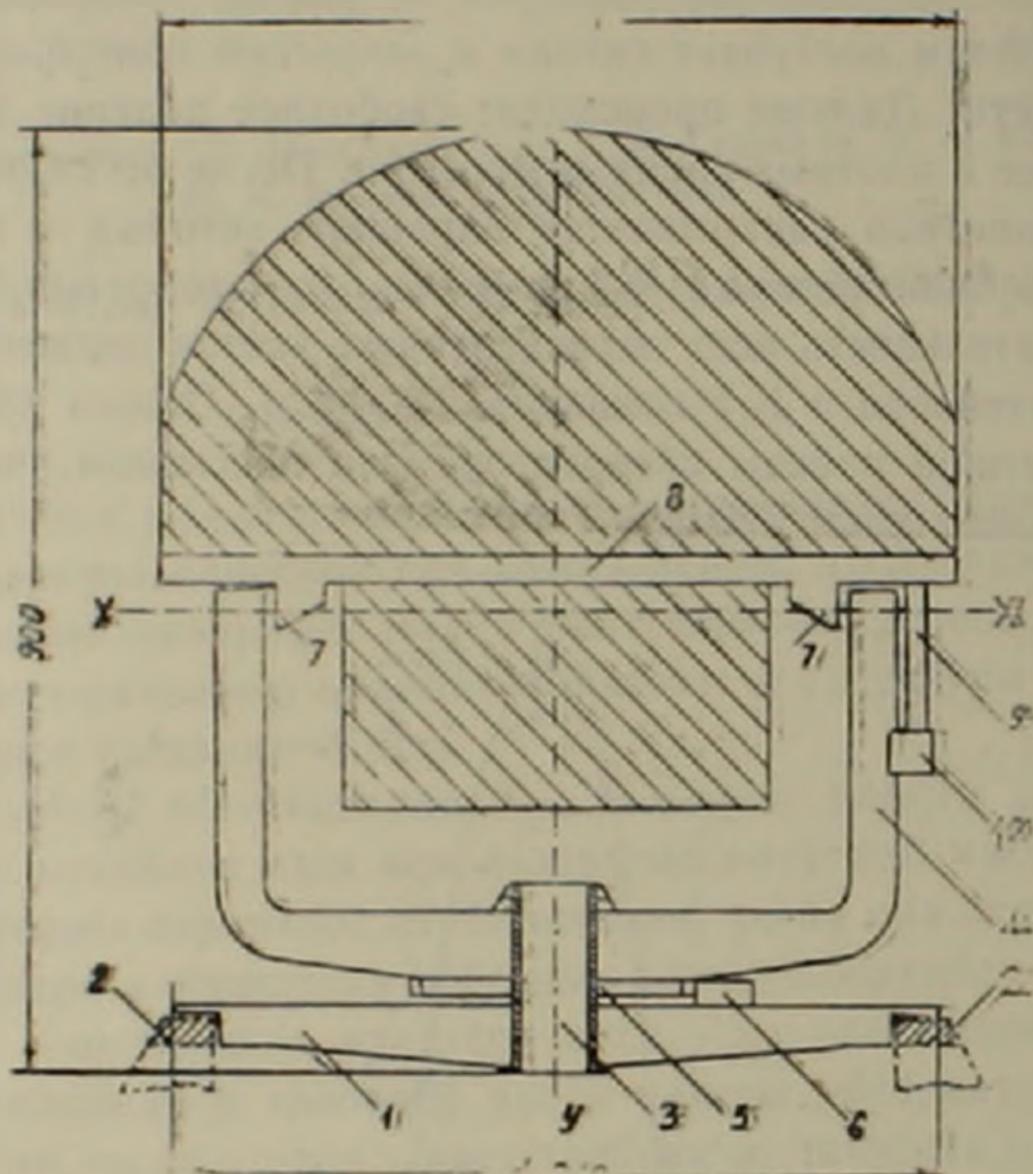


Рис. 2

центре опорной рамы имеется втулка 3 с крупногабаритными шарикоподшипниками, которая опирается снизу на раму 1, а сверху связана с вилкой 4. К этой вилке прикреплено зубчатое цилиндрическое колесо 5, вращение которого с вилкой вокруг оси X—X осуществляется с помощью редуктора с электродвигателем 6, закрепленным неподвижно на раме 1.

На верхние концы вилки 4 через лапы 7 опирается приборная платформа 8, представляющая собой мощную дюралюминиевую ажурную плиту почти круглой формы. Сверху и снизу этой платформы установлены неподвижно научные приборы и солнечные датчики (заштрихованная часть на рис. 2). Платформа 8 с приборами может вращаться вокруг оси X—X с помощью зубчатой цилиндрической шестерни 9 и редуктора 10.

Выбранная кинетическая схема позволяет обсерватории К-2 осуществлять вращение в азимутальной плоскости (вокруг оси Y—Y) в пределах 0—360° по склонению (вокруг оси X—X). К-2 рассчитана на захват и гидирование Солнца, когда оно находится на 10—20° выше математического горизонта.

Внешний контур объема, внутри которого расположены приборы, выбран таким образом, чтобы при всех положениях платформы 8 относительно оси $X-X$ ни один прибор не соприкасался с внутренней поверхностью контейнера. Непосредственно к колесу 5 и вилке 4 закрепляется горизонтальная платформа (не указанная на рис. 2), где устанавливается часть вспомогательных приборов (бортовой программник, электронные блоки следящей системы и т. д.). Некоторые из этих блоков закреплены прямо на стойках вилки 4.

Все электрические провода и жгуты, которые должны идти от К-2 к приборному отсеку ракеты, расположенному под контейнером, проходят через центральное отверстие 3, не мешая свободному вращению верхней части К-2 вокруг вертикальной оси.

Полный вес обсерватории К-2 около 200 кг, габаритные размеры 900 × 900 мм.

Система ориентации и стабилизации К-2 Была осуществлена двухрежимная стабилизация приборной платформы К-2; режим грубой стабилизации — с помощью самой ракеты, и режим точной стабилизации — с помощью автономной двухосной стабилизированной платформы К-2. В первом случае ракета как на активном, так и на пассивном участках полета стабилизируется грубо по всем плоскостям (рыскание, крен, тангаж).

В режиме точного слежения приборная платформа К-2 стабилизируется в двух плоскостях, т. е. по одной оси, проходящей через линию Земля—Солнце. Ориентация и стабилизация приборной платформы К-2 осуществляется электромеханической системой, которая обеспечивает: а) автоматическую ориентацию в направлении Солнца в пределах $\pm 30^\circ$; б) автоматическую стабилизацию с точностью не хуже $\pm 30''$.

Исполнительным элементом для каждой оси системе ориентации и слежения служит электропривод с двигателем постоянного тока с независимым возбуждением от постоянного магнита. Для обеспечения обратной связи по скорости в редуктор встроен тахогенератор с возбуждением от постоянных магнитов. Следящая система, предусмотренная для работы при относительно больших возмущениях, разработана совместно с А. Е. Бор-Раменским и Н. Платоновым по методу оптимального быстрогодействия с нелинейной обратной связью.

Индикатором углового положения для следящей системы служит двухкоординатный и двухступенчатый прецизионный датчик Солнца. Конструктивно он состоит из двух частей — грубого датчика или захватчика Солнца, и точного датчика или фотогида Солнца. Захватчик выполнен по принципу щелевых солнечных датчиков и при его небольших размерах обеспечивает поиск и захват Солнца в пределах $\pm 30^\circ$ как по азимуту, так и по склонению. Фотогид предназначен для точного гидирования; основным элементом в нем является длиннофокусный менисковый объектив ($F = 2100$ мм), который строит на фокальной плоскости изображение Солнца диаметром около 20 мм и с достаточно резкими краями. Там же имеется маска со щелями, за которыми расположены светочув-

ствительные элементы. Основные параметры фотогида следующие: поле зрения $40'$, разрешающая способность $5''$, зона линейности $3',2$, крутизна 50 мв/мин , выходное сопротивление 500 ом .

Электрические системы. Все приборы и блоки электроники подсоединены к бортовой батарее напряжением 27 в . Ввиду того, что колебания тока в электрической сети больше, следящая система запитывается через стабилизатор, а остальные приборы подсоединены к бортовой сети непосредственно.

Программа работы обсерватории К-2 в полете осуществляется электромеханическим программно-временным механизмом, он начинает работу сразу же после включения электропитания в начале пассивного участка движения ракеты. Каждый из приборов подсоединен через дифференцирующую цепочку к отдельному диску программника.

На борту ракеты, поднимающей К-2, имеется радиотелеметрическая станция. Однако она не используется не для передачи на Землю собственно научной информации от К-2, а для контроля за работой следящей системы и отдельных научных приборов.

Приборный состав и научная программа К-2. Обсерватория К-2 предназначена для изучения отдельных крупных частей Солнца — хромосферы, средней и дальней короны, активных областей на фотосфере — в ультрафиолетовых и рентгеновских лучах. Поэтому установленные на ее приборной платформе измерительные приборы являются преимущественно короткофокусного типа.

В один комплект К-2 входят следующие научные приборы:

1. Лайман-альфа камера новой системы (1 шт.) — для получения снимков хромосферы Солнца в линии Лайман-альфа водорода. Фокусное расстояние камеры — 500 мм , входное отверстие объектива — 70 мм .

2. Корональный щелевой спектрограф системы Роуланда (1 шт.) — для получения спектрограмм короны (и хромосферы) в диапазоне $500\text{--}1300 \text{ \AA}$ и со спектральным разрешением $0,1 \text{ \AA}$.

3. Хромосферный щелевой спектрограф системы Роуланда (1 шт.) — для получения спектрограмм хромосферы в области $700\text{--}1800 \text{ \AA}$ и со спектральным разрешением $0,1 \text{ \AA}$.

4. Внезатменный коронограф (1 шт.) — для получения прямых снимков солнечной короны в области длин волн $2000\text{--}3000 \text{ \AA}$ и до расстояний от края солнечного диска около 24 радиусов Солнца. Диаметр входного отверстия 16 мм , эквивалентное фокусное расстояние — 122 мм .

5. Гелиевый монохроматор (1 шт.) — для получения монохроматических изображений Солнца в линиях 304 He II и 584 He I . Диаметр входного отверстия — 50 мм . Фокусное расстояние монохроматора — 250 мм .

6. Камеры-обскуры (120 шт.) — для получения прямых снимков Солнца в области мягкого рентгена (короче 60 \AA). Фокусное расстояние камер — 150 мм , угловое разрешение — до одной минуты дуги.

7. Рентгеновский спектрограф косоугольного падения (1 шт.) — для получе-

ния спектрограммы солнечной короны в интервале 10—150 Å, дисперсия спектрографа около 3 Å/мм. Все научные приборы работают фотографическим методом. Во избежание фрикционных повреждений фотоэмульсий, в большинстве из этих приборов реализован способ поперечного перемещения плоских кассет, позволяющий получение нескольких снимков на одном небольшом куске фотопленки.

Наладка, юстировка и подготовка научной аппаратуры к запуску, правильное ее размещение и крепление на приборной платформе, составляют солидную часть всей работы, связанной с созданием и эксплуатацией обсерватории К-2.

Необходимо подчеркнуть, что после приземления К-2 подавляющее большинство научных приборов, а солнечные датчики и электронные блоки полностью сохраняют свою работоспособность и, согласно результатам проведенного после спуска опробования, могут быть использованы повторно.

Разработка основных принципов работы ракетной обсерватории К-2, расчет и проектирование оптико-механических систем установленных на ней научных приборов и датчиков ориентации, а также комплексная разработка технического проекта обсерватории К-2 велась в Филнале Бюраканской астрофизической обсерватории по космическим исследованиям Академии наук Армянской ССР. Часть научных приборов, установленных на К-2, была изготовлена на Ленинградском оптико-механическом заводе. Изготовление механических частей стабилизированной платформы и вспомогательной аппаратуры, а также монтаж первых комплектов К-2 были осуществлены в основном Бюраканской оптико-механической лабораторией. Новые комплекты К-2 были изготовлены, собраны и наложены Ереванским СКБ «Астро» и Филналом БАО по космическим исследованиям.

Филналь БАО по космическим исследованиям
Академии наук Армянской ССР,
СКБ «Астро»

Հայկական ՍՍՀ ԿԱ քղաքակրթ անդամ Գ. Ա. ԳՈՒՐԶԱԳՅԱՆ,
Է. Ա. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Մ. Ն. ՔՐՄՈՑԱՆ, Ի. Ա. ԵՓՐԵՄՅԱՆ

К-2 Հրթիռային աստղադիտարանը

1970 թ. հոկտեմբերի 3-ին տեղի է ունեցել К-2 հրթիռային աստղադիտարանի արձակույթը՝ Արեգակի կարճալիք ու ունեցանյան ալիքներում ուսումնասիրման նպատակով:

Հոգվածը նվիրված է այդ աստղադիտարանի աշխատանքի սկզբունքների կառուցվածքի նկարագրմանը:

Հրթիռային աստղադիտարանի աշխատանքի հիմքում դրված է հրթիռի դանդաղվածը՝ որպես նախնական ու կուպիտ կայունացման հենարան օգտագործելու միտքը: Ընդգրիտ աստղադիտական կայանացումը իրականացվում է արդեն К-2 տեղակայքի ինքնուրույն կայունացման սխեմայի օգնությամբ, օգտագործելով Արեգակի ուղղությունն զգացող հատուկ լուսարեդուները ու

Է առավարող սարքեր: Ճշգրիտ կայունացումը իրականացվում է նրկու հարթությամբ, այն է՝ միայն նրկիր-Արևգակ դժի ուղղությամբ:

Հողվածում շարադրված են հռթիռային աստղադիտարանի կոնստրուկտիվ առանձնահատկութիւնները, կայունացման սխտեմի հիմնական ցուցանիշները, տեղեկութիւններ էլեկտրոնային սխտեմների մասին:

Բերված է հռթիռային աստղադիտարանի վրա տեղափորված դիտական ու շափողական սարքերի ցանկը և նրանց հիմնական ցուցանիշները:

Այդ սարքերը նախատեսված են Արևգակի գունալուրտի ու լուսուլորդի ակտիվ տիրույթների ուսումնասիրության նպատակով:

Հոկտեմբերի 3-ի թուիչքի ընթացքում ստացված արդյունքները բերվում են այլ տեղերում: