

УПРАВЛЕНИЕ И КОНТРОЛЬ СИСТЕМЫ ПРЕЦИЗИОННОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ТЕЛЕСКОПА КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ «АСТРОН»

Аппаратура управления предусмотрена для работы в следующих режимах: фокусировка, слежение по центральной звезде, слежение по скопа космической станции «Астрон», служит для стабилизации положения изображения исследуемой звезды в фокальной плоскости телескопа и состоит из узла вторичного зеркала (УВЗ), датчика положения центральной звезды (астродатчик АД1), датчика положения офсетной звезды (астродатчик АД2), камеры опознавания поля, блока управления (БУ).

В настоящей статье описывается система управления и контроля контура вторичного управления (КВУ) ультрафиолетового телескопа станции «Астрон».

Аппаратура управления предусмотрена для работы в следующих режимах: фокусировка, слежение по центральной звезде, слежение по офсетной звезде в режимах автоматической и командной подстройки чувствительности астродатчиков (АПЧ и КПЧ соответственно). При разработке аппаратуры был сделан упор на обеспечение идентичности алгоритмов управления системы стабилизации в режимах автосопровождения и офсетного гидирования. Но ввести полную идентичность в управлении аппаратурой невозможно, ввиду различия условий выполнения задач в каждом режиме. Это в полной мере относится к приборам и узлам аппаратуры, которые обладают совершенно разными оптико-электронными характеристиками, механической конструкцией и логикой управления. Согласно программе эксперимента аппаратура комплекса работает в двух режимах гидирования: центральном и офсетном. В случае спектрометрирования ярких звезд (до $+8^m$) стабилизация осуществляется сигналами астродатчика АД1, который использует часть света исследуемой звезды, т. е. система работает в режиме автосопровождения. В случае спектрометрирования слабых объектов (звезд, галактик, туманностей и т. д. до $+15^m$) система работает в режиме офсетного гидирования. При этом стабилизация осуществляется астродатчиком АД2 по яркой опорной звезде, расположенной в периферийной части поля зрения телескопа.

Управление приборами и узлами аппаратуры, выбор необходимого режима и обеспечение требуемой логики работы осуществляет блок автоматики, входящий в блок управления, который установлен в герметичном отсеке КА. Общий вид блока управления представлен на рис. 1.

Блок автоматики представляет собой электронное, коммутационное и логическое устройство управления. Он предназначен для приема и преобразования внешних команд управления, формирования внут-

реальных управляющих сигналов, а также выдачи в систему телеметрии аналоговых и сигнальных параметров.

На рис. 2 представлена функциональная схема блока автоматики. Питание блока автоматики и его составных частей осуществляется резервированным вторичным источником питания.

Внешние команды управления передаются с Земли по командной радиолинии на борт космического аппарата из центра управления дальней космической связи [1]. По способу кодирования они подразделяются на две группы:

1. Функциональные команды, передающиеся в унитарном коде. Назначение команды определяется линией связи, по которой она поступает в аппаратуру;

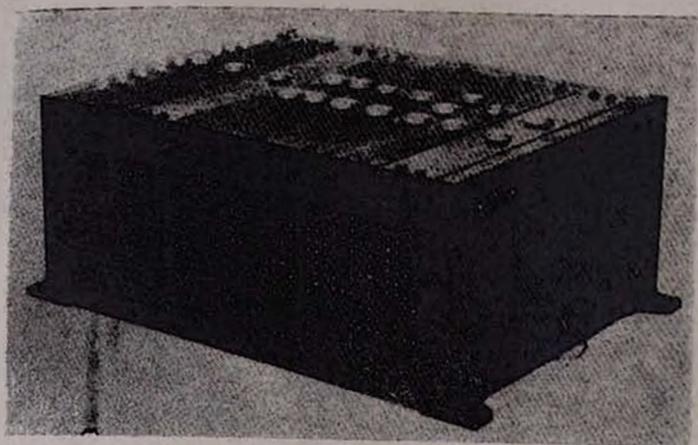


Рис. 1. Общий вид блока управления

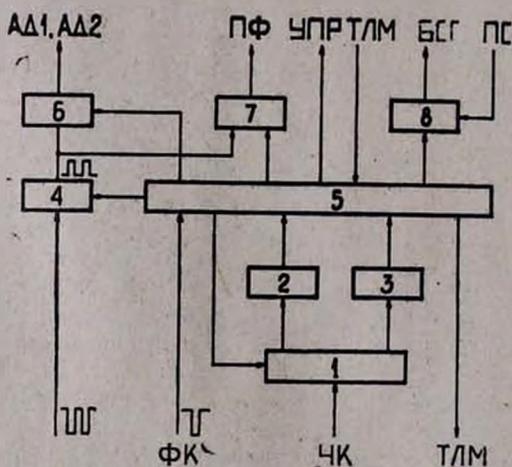


Рис. 2. Функциональная схема блока автоматики:

1—распределитель кода установки, 2, 3—входные регистры, 4—преобразователь уровня, 5—блок логических коммутаций БЛК, 6—счетчик КПЧ, 7—коммутатор фаз, 8—пороговое устройство

2. Уставки или кодовые команды, передающиеся параллельным семиразрядным двоичным кодом.

Внешние команды управления представляют собой импульс напряжения бортовой сети.

Функциональные команды выполняют:

—выбор режима работы комплекса (включается КВУ или камера опознавания поля, включается центральное или офсетное слежение, включается режим возврата УВЗ в «нулевое» положение);

—выбор основного или резервного блока питания;

—управление положением фоновой диафрагмы;

—разрешают или запрещают прием кода уставок и т. д.

Ввиду ограниченного числа функциональных команд, часть из них выполняет дополнительные функции. Например, команда включения КВУ выбирает также регистр 1 уставки и включает блокировку выходов астродатчиков.

Семиразрядный код уставки принимается в первый или второй регистр уставок. Седьмой разряд кода уставки представляет собой маркерный импульс, при получении которого в выбранный заранее функциональной командой регистр переписывается пришедший одновременно с ним код уставки. Каждый разряд кода уставки (0 или 1) выбирает определенный режим работы комплекса или состояние его систем. Для первого регистра—выбор направления отработки фокусировки, выбор основного или резервного коммутатора фаз, блоков системы слежения, выбор режима работы астродатчиков АПЧ или КПЧ, выходов камеры опознавания поля. Для второго регистра—выбор комплекта нагревателей и втросенных имитаторов звезд.

Для контроля положения узла вторичного зеркала, положения модулятора астродатчика АД2, работы системы слежения, отсчета значений параметров, подлежащих регулированию на борту и т. д. предусмотрен телеметрический отсчет параметров, которые поступают после обработки в информационно-вычислительном комплексе на магнитную ленту и телевизионные индикаторы (мониторы) [2].

Работа по управлению аппаратурой КВУ в полете осуществляется группой операторов, находящихся в центре управления полетом. В обязанности операторов входит расчет уставки для перемещения модулятора астродатчика АД2, расчет уставки привода фокусировки, расчет величины уставки КПЧ астродатчиков АД1, АД2, контроль нормального функционирования бортовой аппаратуры по данным телеметрии, запись телеметрических данных, представляющих оперативную ценность и т. д. В случае несоответствия какого-либо параметра расчетным или тарифовочным характеристикам операторы могут оперативно вмешаться и откорректировать работу аппаратуры.

После выведения КА на орбиту искусственного спутника Земли производится проверка работоспособности отдельных приборов и всего комплекса в целом. Вначале проверяется работа механизма фокусировки узла вторичного зеркала. При наличии функциональной команды «Разрешение ввода уставки КВУ» на входной регистр 1 (рис. 2) поступает код уставки. В зависимости от наличия единицы в первом и втором разрядах кода уставки подготавливаются цепи на перемещение узла вторичного зеркала в направлении вначале «+Х», а затем «-Х» вдоль главной оптической оси телескопа. Последовательность импульсов с частотой 4 или 32 Гц поступает с объекта на преобразователь уровня 4 и далее, при наличии команды «Разрешение ввода уставки фокусировки», выбирается «адрес Х» и подается на основной или резервный коммутатор фаз 7. Коммутатор фаз обеспечивает необ-

ходимую длительность управляющих импульсов и фазовый сдвиг между ними. Управляющие импульсы с выхода коммутатора фаз поступают на шаговый двигатель привода фокусировки (ПФ) узла вторичного зеркала и обеспечивают перемещение вторичного зеркала вдоль оси «Х» с шагом равным 1 мкм. Режим фокусировки автоматически прекращается после обработки необходимого количества шагов перемещений, равных числу импульсов, поступающих в регистр и заложенных в коде уставки фокусировки.

Затем проверяется механизм перемещений оптической головки астродатчика АД2 в направлениях Y и Z, для чего с объекта подается уставка, представляющая собой последовательность импульсов определенного количества с частотой 4 или 32 Гц. Адрес и знак уставки, а также частота прохождения импульсов задаются соответствующей функциональной командой (прямой и обратный ход Y и Z). Последовательность импульсов коммутирует прямую или реверсивную обмотку двигателя механизма перемещений, осуществляя тем самым передвижение оптической головки астродатчика АД2 на необходимое количество шагов вперед или назад в зависимости от знака уставки. Шаг перемещений составляет 10 мкм (0,25 угл. с). Контроль выполнения режима перемещений осуществляется телеметрическими датчиками положений. Для обеспечения необходимой точности передачи информации предусмотрен нониусный метод преобразования и передачи телеметрической информации с грубого и точного датчиков положений, расположенных по осям Y и Z астродатчика АД2. На каждые 200 шагов грубого датчика приходится один оборот точного датчика положения.

Штатная работа. Режим автосопровождения выполняется после ориентации и стабилизации объекта (оптической оси телескопа) на исследуемую звезду. При подаче на БЛК функциональной команды «Вкл. КВУ» включаются вторичные источники питания узлов, входящих в блок БУ (блоки следящих систем, блок автоматик, усилитель астродатчика АД1), при этом блокируется выход астродатчика АД1, происходит обнуление счетчика АРУ (в режиме КПЧ). Команда «Центр. слежение» воспринимается БЛК, которая включает режим автосопровождения. При этом включаются блоки следящих систем по осям Y и Z, запитывается усилитель звездного датчика АД1, включается высоковольтное напряжение астродатчика АД1. При наличии в поле зрения датчика АД1 опорной звезды автоматически включается режим калибровки звездного датчика (как в режиме АПЧ, так и в режиме КПЧ). На время калибровки выход усилителя датчика АД1 отключен от входов системы слежения (режим блокировки). После окончания режима калибровки автоматически, в режиме АПЧ и через 2—3 с после захвата звезды, в режиме КПЧ, блокировка снимается, выходы усилителя датчика подключаются ко входам системы слежения, начинается режим стабилизации.

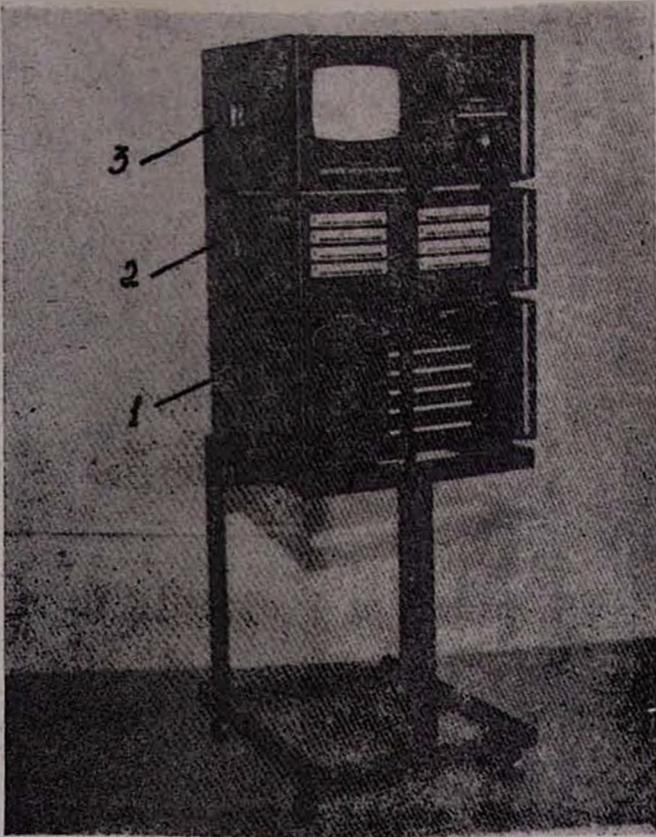
После окончания переходного процесса система переходит в режим стабилизации по опорной исследуемой звезде. После количественной оценки точности стабилизации, операторами выдаются заключения о возможности перехода к режиму спектрометрирования звезды. Контроль работы аппаратуры в процессе слежения по исследуемой звезде производится в течение всего времени работы как с помощью аналоговых, так и сигнальных параметров (сигналы ошибок по каналам Y и Z, уровень установки чувствительности астродатчика АД1,

высоковольтное напряжение датчика АД1, сигнал прохождения режима калибровки и т. д.).

При работе аппаратуры в офсетном режиме предварительно производится соответствующая ориентация и стабилизация объекта таким образом, чтобы оптическая ось телескопа была направлена на исследуемую звезду, а оптическая ось астродатчика АД2—на опорную звезду. После включения КВУ на БЛК выдается функциональная команда, разрешающая прием уставки, затем подается семиразрядный код уставки для перемещения модулятора астродатчика АД2 в соответствующую точку фокальной плоскости телескопа с учетом взаимного углового положения опорной звезды и исследуемого объекта. И только убедившись, по показаниям телеметрии, что модулятор астродатчика находится в расчетной точке фокальной плоскости телескопа, выдается функциональная команда «Офсетное слежение». Команда воспринимается БЛК—включается режим слежения по офсетной звезде и отключается режим центрального слежения. При этом включаются блоки следящих систем, управляющие УВЗ по осям Y и Z, запитывается усилитель астродатчика АД2, включается высоковольтное напряжение датчика АД2. При наличии в поле зрения датчика АД2 опорной звезды автоматически включается режим калибровки звездного датчика. На время калибровки выход усилителя датчика АД2 отключен от входов системы слежения. После окончания режима калибровки, блокировка выходов усилителя датчика АД2 снимается, выходы усилителя датчика подключаются ко входам системы слежения. После окончания переходного процесса система переходит в режим стабилизации по опорной офсетной звезде с необходимой точностью (около 3 угл. с), при этом изображение исследуемого объекта попадает на соответствующую диафрагму спектрометра. Контроль работы производится по соответствующим телеметрическим параметрам.

Одним из важных требований к системе управления является наличие возможности оперативного приведения в исходное состояние всей аппаратуры [3]. Необходимость этого требования исходит из желания предохранить аппаратуру в случае возникновения аварийных ситуаций, таких как потеря ориентации, нарушение стабилизации, выход системы на крайние упоры и т. д. Поэтому в конце каждого сеанса спектрометрирования выдается функциональная команда «Возврат»—команда на приведение аппаратуры в исходное состояние. Команда воздействует на БЛК и запускает автоматическую логическую систему. По этой команде выключается действующий в данный момент режим слежения, снимается высокое напряжение с фотоэлектрических умножителей, приводится в строго определенное «нулевое» положение узел вторичного зеркала по осям Y и Z и отключается напряжение узлов и блоков аппаратуры. По завершению этих операций аппаратура приходит в исходное состояние и схема автоматически выключается.

С целью проверки отдельных приборов и контроля функционирования всей аппаратуры в целом в наземных условиях, отработки и снятия тарифовых характеристик была создана контрольно-проверочная аппаратура (рис. 3). В состав контрольно-проверочной аппаратуры входят: пульт автономных испытаний 1, предназначенный для имитации стыковки аппаратуры с КА по цепям управления, питания и контроля сигнальных (дискретных) телеметрических параметров; приставка вольтметров 2, для контроля аналоговых (непрерывных) телеметрических параметров; видеоконтрольное устройство 3, для контроля работы камеры опознавания поля.



Րիս. 3. Կոնտրոլնո-պրոճերոչնա արարարա

10 մայ 1984 ղ.

Շ. Մ. ՀԱՐՈՒՔՑՈՒՑԱՆ, Ա. Զ. ԶԱՔԱՐՑԱՆ, Ե. Բ. ԲԵԼԻ, Ս. Ք. ՀԱԿՈՐՑԱՆ, Ա. Լ. ԿԱՇԻՆ

«ԱՍՏՐՈՆ» ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ԿԱՑԱՆԻ ՈՒԼՏՐԱՄԱՆՈՒՇԱԿԱԳՈՒՅՆ ԱՍՏՂԱԴԻՏԱԿԻ ԳԵՐՃՇԳՐԻՏ ԿԱՑՈՒՆԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԿԱՐԳԱՎՈՐՈՒՄԸ ԵՎ ՍՑՈՒԳՈՒՄԸ

Նկարագրվում է «Աստրոն» տիեզերական կայանի աստղադիտակի գերճըզգրիտ կայունացման համակարգի ավտոմատիկայի հանգույցի աշխատանքի սկզբունքը կենտրոնական և օֆսեթ հետևման գործելակարգերում:

Քննարկվում է աստղադիտակի ֆոկոսացման համակարգի աշխատանքի և աստղատվիչի տեղակայման մեխանիզմի սկզբունքը: Բերվում է ավտոմատ հանգույցի ֆունկցիոնալ սխեմայի վերահսկիչ-ստուգիչ սարքավորման նըկարագրությունը:

SH. M. HARUTUNIAN, A. Z. ZAKHARIAN, E. B. BELIY, S. K. HAKOPIAN
A. L. KASHIN

GUIDANCE AND CONTROL OF THE HIGH PRECISION
STABILIZATION SYSTEM OF THE SPACE ULTRAVIOLET
TELESCOPE „ASTRON“

The principle of the automatic operation of the high precision stabilization system in direct and offset operation modes of the „Astron“ space station telescope is described. The logics of the telescope focusing system and of star sensor attitude control mechanism is discussed. The block diagram of the automatics and test and control functional schemes are described.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Крат, Л. М. Котляр, Стратосферная астрономия, Л., Наука, 1976.
2. А. В. Милицин, В. К. Самсонов, В. А. Ходак, И. И. Литвак, Отображение информации в центре управления космическими полетами, М., Радио и связь, 1982.
3. Н. Ф. Романтеев, Е. В. Хрунов, Астрономическая навигация пилотируемых космических кораблей, М., Машиностроение, 1976.