

С. А. АРУТЮНЯН, Р. О. ВЕКИЛЯН, К. Г. ГРИГОРЯН, А. З. ЗАХАРЯН,
М. Н. КРМОЯН, А. Р. ТАГИАНОСЯН

ЗВЕЗДНЫЕ ДАТЧИКИ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ТЕЛЕСКОПА СТАНЦИИ «АСТРОН»

Научные задачи спектрометрирования звезд с высоким разрешением для ярких звезд и относительно низким разрешением для слабых объектов решены в телескопе «Астрон» системой прецизионной стабилизации, работающей в двух режимах: автосопровождения и внеосевого (оффсетного) гидирования.

В режиме автосопровождения сигнал ошибки системы гидирования формируется в датчике положения центральной звезды (ДПЗЦ), построенном по статическому принципу. Световой поток от спектрометрируемой звезды, сформированный телескопом, попадает на вершину четырехгранной пирамиды, основание которой расположено под углом 45° к оси телескопа. Грани пирамиды наклонены к основанию под углом $1,5^\circ$, а в вершине пирамиды имеется отверстие диаметром 40 мкм, служащее входной диафрагмой спектрометра. Часть светового потока, сфокусированного телескопом на вершину пирамиды, через входную диафрагму проходит в спектрометр, а другая—отраженная от зеркальных граней пирамиды—попадает на оптико-электронную головку датчика ДПЗЦ. Оптическая схема ДПЗЦ показана на рис. 1.

В состав оптико-электронного блока входит связка из четырех фотоумножителей типа ФЭУ-127А, блок линз поля, фокусирующих входной зрачок телескопа на ФЭУ, высоковольтный источник питания и предварительные усилители.

Сигналы с выхода ДПЗЦ обрабатываются в электронном блоке, расположенном в гермоотсеке. На рис. 2 приведена блок-схема ДПЗЦ.

Отраженный от граней световой поток, пройдя через линзы, попадает на фотокатоды фотоумножителей 1—4. Выходные сигналы от фотоумножителей поступают на предварительные усилители 5—8. Сигналы постоянного тока с выхода предварительных усилителей парно, согласно осям рассогласования, подаются на вычитающие устройства 9, 10. В случае «нулевого» рассогласования по осям выходные сигналы вычитающих устройств равны нулю; наличие же сигналов свидетельствует о наличии рассогласования определенной величины. Для устранения известных недостатков, присущих усилителям постоянного тока, дальнейшая обработка сигналов рассогласования производится по схеме «модулятор—усилитель—демодулятор» 11, 12, в устройствах 13, 14. Для управления модулятором и усилителем используются опорные напряжения от специального генератора.

С целью обеспечения постоянной крутизны характеристики датчика при работе в требуемом диапазоне звезд предусмотрена система автоматической подстройки чувствительности (АПЧ). Система АПЧ позволяет поддерживать крутизну характеристики ДПЗЦ в диапазоне 1:250 с точностью $\pm 5\%$ изменением высоковольтного напряжения питания фотоумножителей.

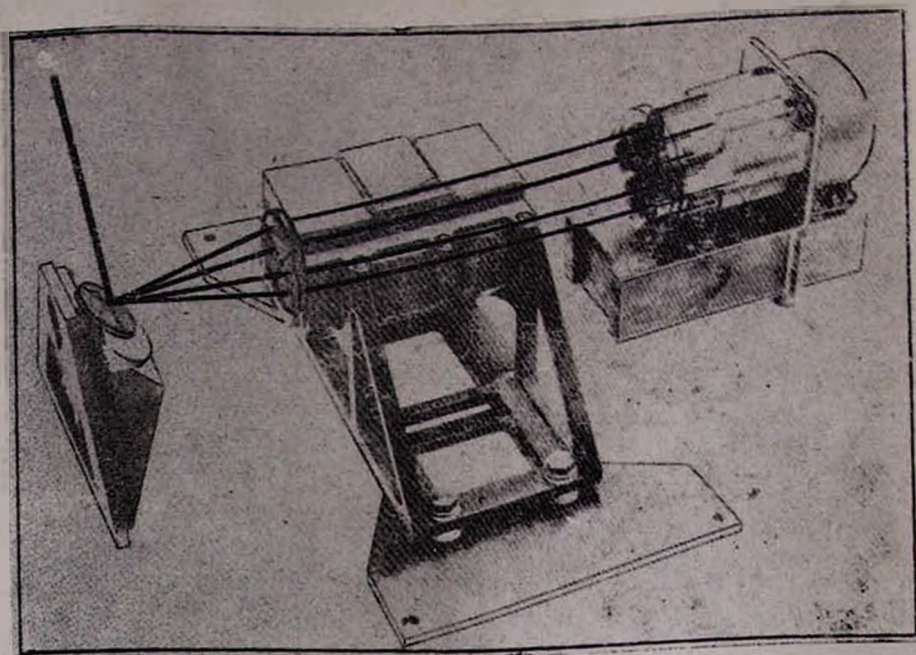


Рис. 1. Оптическая схема ДПЗЦ

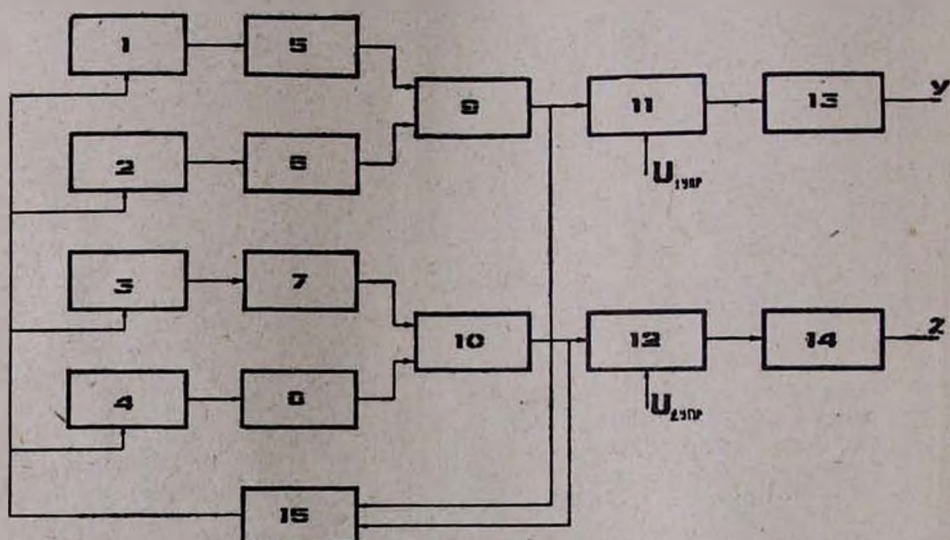


Рис. 2. Блок-схема ДПЗЦ: 1—4—ФЭУ; 5—8—предварительные усилители; 9, 10—вычитающие устройства; 11, 12—модулятор, усилитель, демодулятор; 13, 14—фильтры; 15—АПЧ

Основные технические данные ДПЗЦ следующие:

- поле зрения 10 угл. мин;
- чувствительность на линейной зоне характеристики—2 В/угл. с.;
- линейная зона $\pm 1,3$ угл. с.;
- вес 5,5 кг;
- энергопотребление (с блоком электроники) 8,9 Вт.

В основу датчика положения звезды офсетной (ДПЗО) заложен принцип с вращающимся полудисковым модулятором. Принцип работы датчиков с подобным анализатором достаточно широко описан в литературе, и поэтому здесь не приводится [1, 2].

Конструктивно ДПЗО выполнен в виде двух блоков: оптико-электронного, расположенного внутри телескопа, и электронного, размещенного внутри гермоотсека.

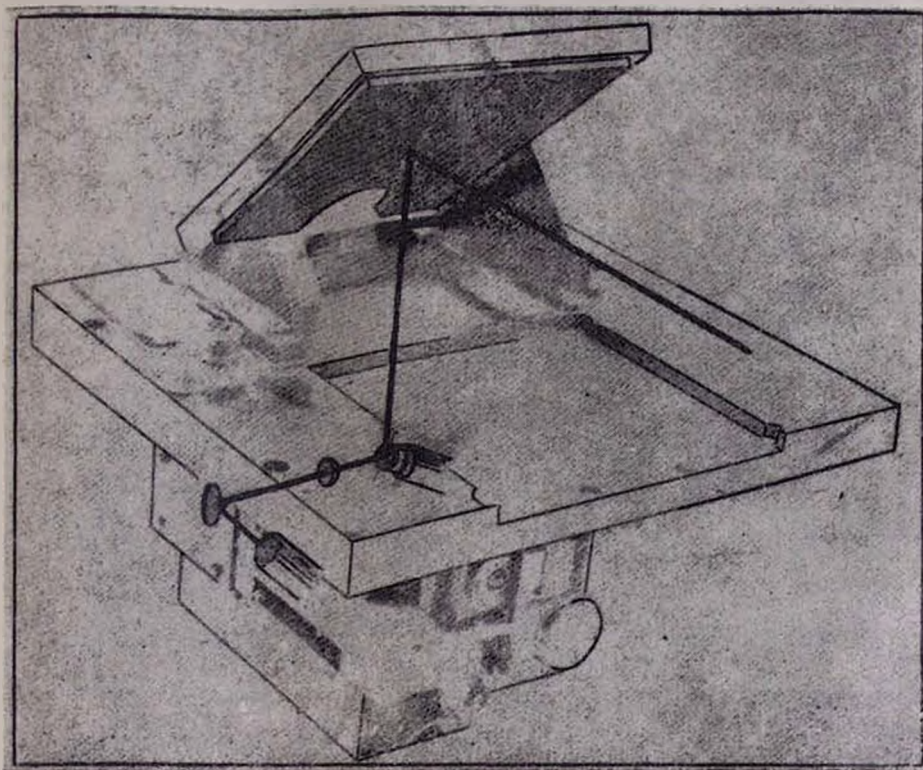


Рис. 3. Оптическая схема ДПЗО

На рис. 3 показана оптическая схема ДПЗО. С помощью плоского диагонального зеркала, форма которого позволяет избежать экранировки центральной части фокальной плоскости телескопа, выделяется световой поток периферийной области поля зрения телескопа. Световой поток от выбранной звезды гидирования падает на зеркальный полудисковый анализатор, имеющий мгновенное поле зрения 10 угл. мин. Установленная после анализатора линза строит изображение входного зрачка телескопа на фотокатоде фотоумножителя. В ДПЗО использован фотоумножитель типа ФЭУ-86.

Оптико-электронный блок ДПЗО конструктивно является автоном-

ным прибором с герметичным объемом. Общий вид блока показан на рис. 4. Для выделения сигналов рассогласования по осям Y и Z используется генератор опорного напряжения (ГОН), выполненный на двух оптопарах, расположенных друг к другу под углом 90° . Обтюратор, расположенный на валу двигателя, обеспечивает модуляцию излучения от светодиода, а на выходе фотодиода образуется электрический сигнал переменного тока с частотой, равной частоте вращения двигателя. Сигналы с фотодиода в дальнейшем усиливаются в электронном блоке до нужной величины и используются для управления ключами демодулятора.

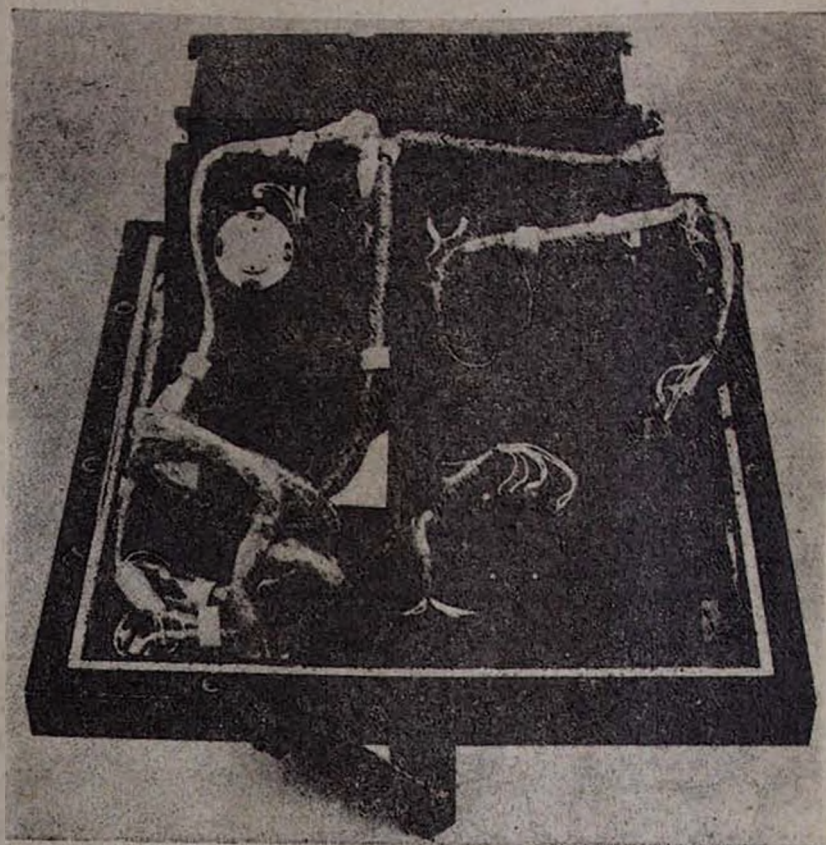


Рис. 4. Общий вид ДПЗО (со снятым кожухом)

В оптико-электронном блоке ДПЗО установлен узел фотоумножителя, состоящий из самого ФЭУ, высоковольтного источника питания и предварительного усилителя. Для тестовых проверок ДПЗО в корпусе узла модулятора под углом 45 угл. град. к осям ГОНа установлены имитаторы звезды.

Выставка «нуля» астродатчика в любую точку поля осуществляется перемещениями по двум осям Y и Z с помощью механизма уставок связки «модулятор—узел фотоумножителя». Механизм уставок состоит из двух кареток, установленных на шариковых направляющих и расположенных друг к другу под углом 90° . На концах направляющих

закреплены кронштейны, несущие привода. Исполнительными органами приводов служат шаговые двигатели, от которых движение кареткам передается через передачу винт-гайка; конструкция гайки позволяет выбрать осевой люфт. Каретки перемещаются дискретно вдоль осей Y и Z с шагом 10 мкм (0,25 угл. с. в масштабе телескопа).

Для определения положения узла модулятора в поле зрения ДПЗО используются установленные по осям прецизионные потенциометры грубых и точных перемещений.

На рис. 5 показана блок-схема ДПЗО. Собранный оптической системой датчика и модулированный полудисковым анализатором световой поток от звезды попадает на фотоумножитель 1. Выходной сигнал переменного тока с нагрузки ФЭУ поступает на предварительный усилитель 2. Сигнал на выходе предварительного усилителя усиливается до нужной величины усилителем 3. В дальнейшем сигнал поступает на фазочувствительные выпрямители—демодуляторы 4 и 5. Одновременно к демодуляторам подается опорное напряжение от ГОНа 6. Разложенный по осям синхронно детектированный сигнал рассогласования поступает на выходные фильтры 7, 8.

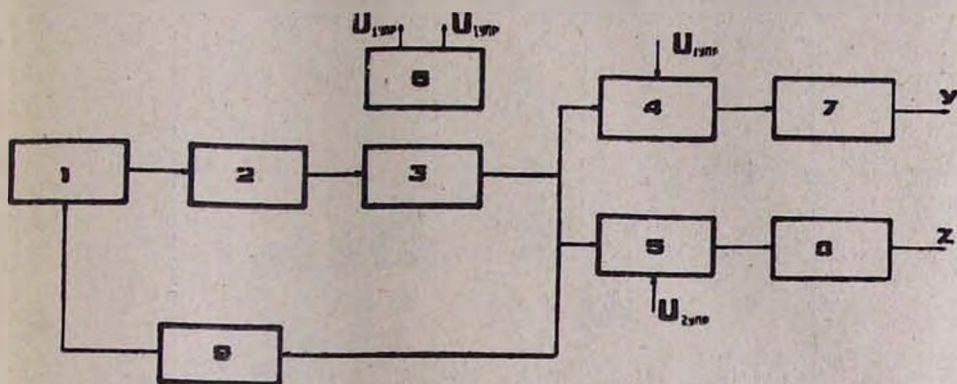


Рис. 5. Блок-схема ДПЗО

С целью обеспечения постоянной крутизны выходного сигнала при работе астродатчика в большом диапазоне звездных величин предусмотрена система дистанционной (через командную радиолинию объекта) и автоматической подстройки чувствительности 9.

Разработанная система АПЧ поддерживает крутизну выходного сигнала с точностью не хуже $\pm 5\%$ в диапазоне изменения светового потока 1:700.

Блок-схема АПЧ показана на рис. 6. Отличительной особенностью системы АПЧ является двухконтурное регулирование чувствительности фотоумножителя 5.

Основные технические данные ДПЗО следующие:

- поле зрения 10 угл. мин;
- чувствительность по линейной зоне характеристики 2 В/угл. с;
- линейная зона $\pm 1,5$ угл. с;
- вес 11 кг;
- энергопотребление (с блоком электроники) 675 Вт.

Результаты анализа телеметрической информации и полученных спектрограмм звезд свидетельствуют о полном соответствии характеристик датчиков положения центральной и офсетной звезд своим техническим требованиям.

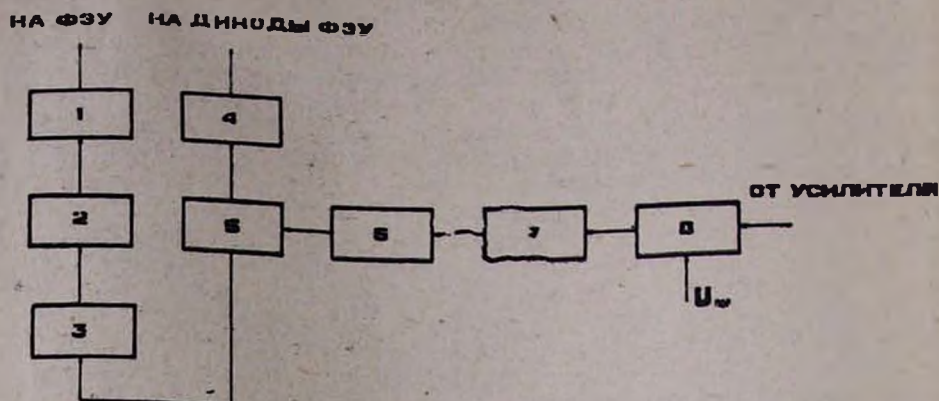


Рис. 6. Блок-схема АПЧ

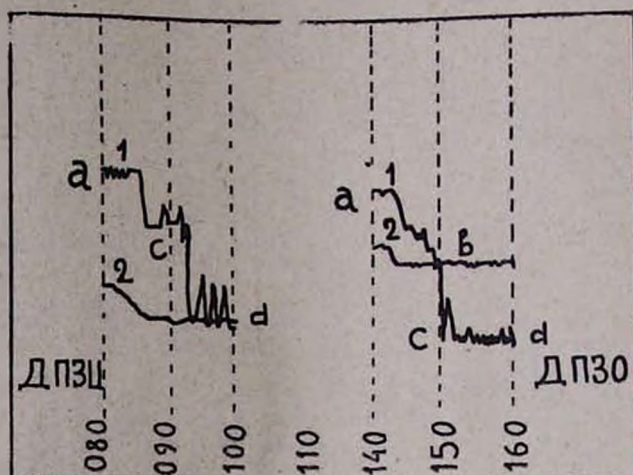


Рис. 7. Телеметрическая запись параметров: кривая 1—сигнал рассогласования, кривая 2—высоковольтный источник питания; отрезок *ab* соответствует сигналу от звезды до работы АПЧ; отрезок *bc*—режим работы АПЧ; отрезок *cd*—режим наведения и стабилизации.

В качестве примера на рис. 7 приведены записи телеметрических параметров сигнала рассогласования датчиков ДПЗО и ДПЗЦ во время одного из сеансов работы системы стабилизации телескопа по звезде № 78402+6,1 АО (каталог САО).

10 мая 1984 г.

Ս. Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Ռ. Շ. ՎԵՔԻԼՅԱՆ, Կ. Գ. ԳՐԻԳՐՅԱՆ, Ա. Զ. ԶԱԹԱՐՅԱՆ,
Մ. Ն. ՔՐՄՈՅԱՆ, Ա. Ռ. ՔԱՂԱՆՈՍՅԱՆ

«ԱՍՏՐՈՆ» ԿԱՅԱՆԻ ՈՒՆՏՐԱՄԱՆՈՒՇԱԿԱԳՈՒՅՆ ԱՍՏՂԱԴԻՏԱԿԻ
ԿԱՅՈՒՆԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԱՍՏՂԱՅԻՆ ՏՎԻԶՆԵՐԸ

Դիտարկվում են «Աստրոն» տիեզերականի ուղտրամանուշակագույն
աստղադիտակի կայունացման համակարգի աստղային տվիչները՝ կայու-

նացման երկու գործելակարգերում: Բերվում են տվիչների որոշ կոնստրուկտիվ առանձնահատկությունները: Վերլուծության են ենթարկվում շահագործման ընթացքում ստացված հեռուստաչափական ինֆորմացիայի տվյալները: Ներկարգրվում են օպտիկական և ֆունկցիոնալ սխեմաները:

S. A. HARUTYUNIAN, R. H. VEKILIAN, K. G. GRIGORIAN, A. Z. ZAKHARIAN,
M. N. KRMOYAN, A. R. TAGIANOSSIAN

THE STAR SENSORS OF THE „ASTRON“ ULTRAVIOLET TELESCOPE STABILIZATION SYSTEM

The star sensors of the stabilization system of the ultraviolet telescope on the space station „Astron“ in two modes of stabilization are considered. Some constructive details of the sensors are presented. The results of analysis of telemetric information obtained during operation of the telescope are presented. The optical and functional schemes are described.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. В. Николаев, Ю. А. Сабинин, Фотоэлектрические следящие системы. Л., Энергия, 1969.
2. Л. З. Криксунов, И. Ф. Усольцев, Инфракрасные системы обнаружения, пеленгации и автоматического сопровождения движущихся объектов. М., Сов. радио, 1968.

