

В. Д. Смирнов, И. В. Кнороз, С. Е. Герсанова, А. Е. Бендюговский

## ТЕСТИРОВАНИЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ БОРТОВЫХ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ

Рассматривается один из вариантов отечественной космической тепловизионной аппаратуры, представлен оригинальный технологический процесс ее юстировки, настройки и метрологической аттестации.

**Ключевые слова:** *тестирование, системы наблюдения, коллиматор, аттестация аппаратуры, абсолютно черное тело.*

Оптико-электронные криогенно-вакуумные контрольно-измерительные стенды для исследования и тестирования фотоприемных устройств (на базе современных ИК-приемников излучения), а также для настройки бортовой космической аппаратуры наблюдения за мало-контрастными объектами [1—3] являются наиболее сложным видом метрологических технических средств.

Рассматриваемый в настоящей статье оригинальный технологический процесс метрологической аттестации инфракрасной аппаратуры апробирован при настройке и юстировке отечественной прецизионной космической аппаратуры — бортового тепловизионного комплекса (БТВК) „Метеорит — Планета“, разработанного в НИИ телевидения, Санкт-Петербург. Процесс поэтапной настройки, юстировки и метрологической аттестации всего комплекса оптико-электронной аппаратуры потребовал создания сложного (впервые построенного в отечественном приборостроении) метрологического оборудования (прецизионного ИК-диапроектора, длиннофокусных ИК-коллиматоров, малогабаритных ИК-коллиматоров контроля параметров тепловизионной аппаратуры, блоков АЧТ и др.).

Первым этапом метрологической аттестации прецизионной аппаратуры БТВК была настройка блока глубоко охлаждаемого инфракрасного фотоприемного устройства (ИК-ФПУ) на специально разработанном в НИИ телевидения вакуумно-криогенном диапроекторном стенде, где в качестве источников калибровочной температуры использованы несколько абсолютно черных тел (АЧТ). Схема стенда представлена на рис. 1, где 1 — блок контрольного приемника; 2 — блок ИК-сигнала; 3 — аппаратура цифрового преобразования и уплотнения; 4 — имитатор Земли; 5 — система управления стендом; 6 — система регулирования, стабилизации и контроля АЧТ; 7 — регистрирующий комплекс.

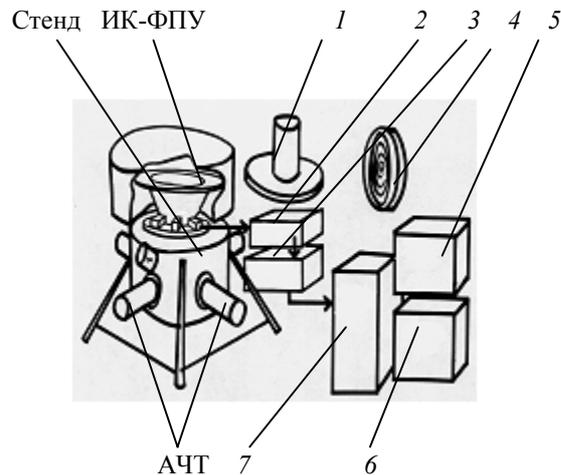


Рис. 1

С целью обеспечения рабочих температурных условий на этом стенде блок ИК-ФПУ размещен в радиационном холодильнике.

Далее, после проверки функционирования, аттестации и установки ИК-ФПУ непосредственно на аппаратуру БТВК, осуществлялся этап настройки всего комплекса с помощью длиннофокусных (с фокусом 25 и 10 м) коллиматорных стендов, имитирующих „бесконечно“ удаленные малоконтрастные малоразмерные (точечные) излучатели — АЧТ: см. рис. 2, где 1 — комплекс контрольно-поверочной аппаратуры; 2 — комплекс регистрирующей аппаратуры; 3 — фокальный блок коллиматора с АЧТ; 4 — блок коррекции; 5 — аппаратура цифрового преобразования; 6 — блок обработки ИК-сигнала; 7 — блок ИК-ФПУ; 8 — система вакуумирования; 9 — система заливки жидкого азота.

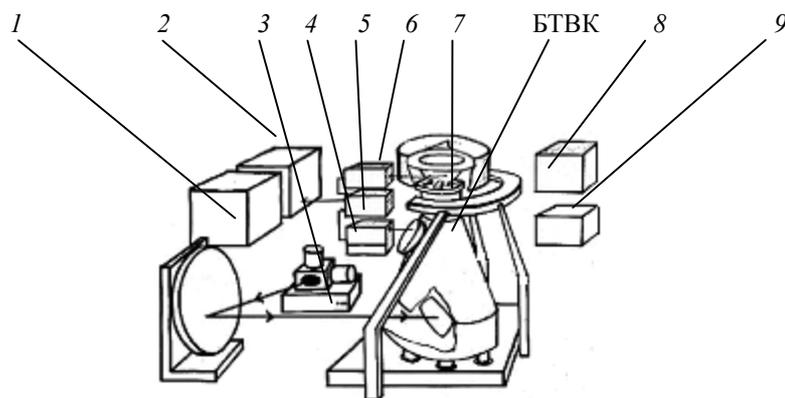


Рис. 2

На третьем этапе (перед отправкой заказчику) аппаратура БТВК аттестовывалась с использованием „переносного“ малогабаритного коллиматора с указанием в сопроводительной документации измеренной на выходе БТВК величины паспортного отношения сигнал / шум от точечных излучателей. (Данная операция необходима для проверки этим же „переносным“ коллиматором „сохранности“ параметров комплекса после транспортировки аппаратуры

БТВК к заказчику.) Рис. 3 иллюстрирует этот этап аттестации БТВК, здесь 1— оптико-механический комплекс БТВК; 2 — „переносной“ коллиматор; 3 — точечный излучатель (АЧТ).

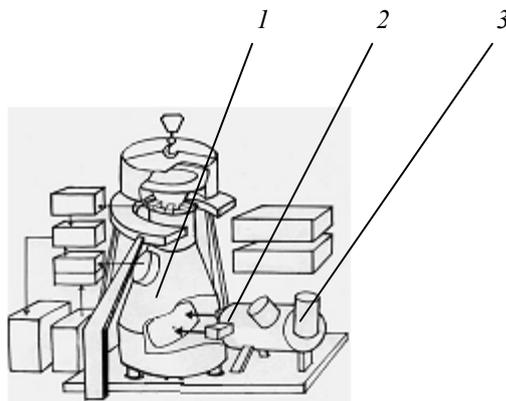


Рис. 3

На рис. 4 представлено изображение БТВК при его настройке с использованием „переносного“ коллиматора. Этот режим обеспечивает получение изображений с высоким энергетическим разрешением.

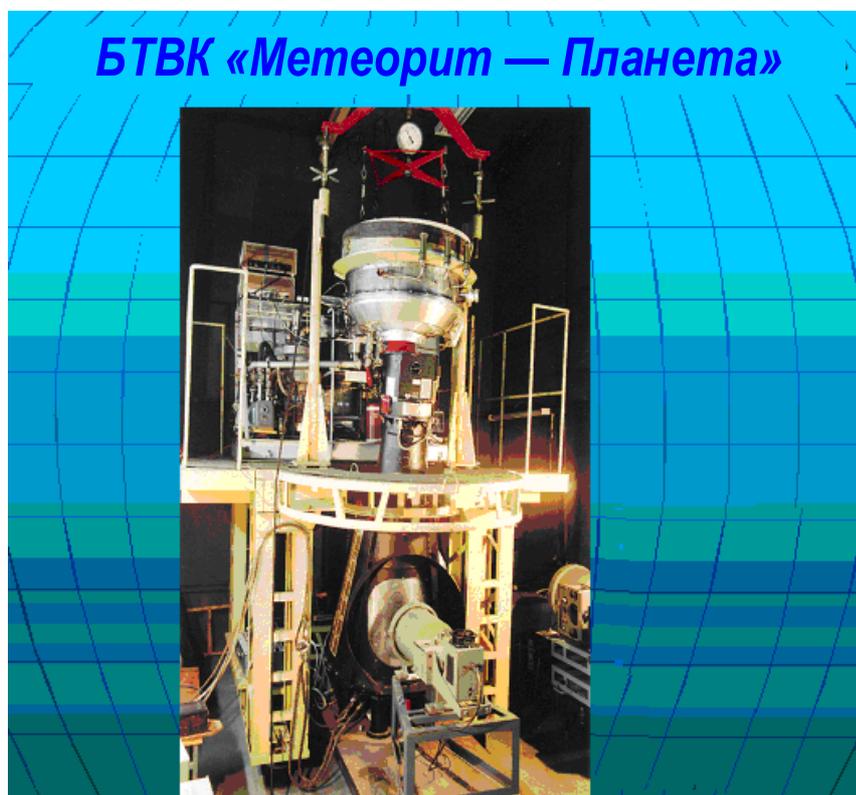


Рис. 4

Результаты комплексных и летных испытаний аппаратуры БТВК (проведенных в 1996 г. на космическом аппарате „Электро“ с геостационарной орбиты) подтвердили возможность создания прецизионных отечественных „тепловизионных“ космических комплексов, обеспечивающих регистрацию объектов в инфракрасном (8—14 мкм) спектральном диапазоне [1, 2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов В. Д. Оптические и оптико-электронные системы космического технического зрения для беспилотных летательных аппаратов. СПб.: Изд-во Петербург. ин-та печати, 2006.

2. Цыцулин А. К. Телевидение и космос. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ „ЛЭТИ“, 2003.
3. Смирнов В. Д. Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника в полиграфии СПб.: Изд-во Петербург. ин-та печати, 2000.

**Сведения об авторах**

- Всеволод Дмитриевич Смирнов** — д-р техн. наук, профессор; НИИ телевидения, Санкт-Петербург;  
E-mail: niit@infos.ru
- Ирина Владимировна Кнорз** — аспирант; НИИ телевидения, Санкт-Петербург
- Светлана Евгеньевна Герсанова** — аспирант; НИИ телевидения, Санкт-Петербург
- Александр Евгеньевич Бендюговский** — канд. техн. наук; НИИ телевидения, Санкт-Петербург

Рекомендована Институтом

Поступила в редакцию  
12.03.08 г.