

# Физическая аппаратура и её элементы

УДК 621.383

## Система управления и автономной регистрации данных в процессе испытаний фотоприемных устройств

Б. Н. Дrajнников, Я. С. Бычковский, И. С. Кондюшин, К. В. Козлов

*Разработана универсальная система контроля параметров электронных блоков фотоприемных устройств в процессе их испытаний. С ее помощью возможно проведения продолжительных испытаний с автоматической регистрацией и сохранением результатов измерения параметров через настраиваемые промежутки времени. Универсальность достигается наличием АЦП и ЦАП, а так же встроенными коммутаторами сигналов. Рассмотрены примеры объектов исследования. Описана конструкция системы контроля параметров и методы обеспечения требуемых характеристик.*

PACS: 06.60.Mr

*Ключевые слова:* фотоприемное устройство, испытание, электронный блок, автоматическая регистрация.

### Введение

Исследования характеристик электронных блоков фотоприемных устройств (ФПУ) являются неотъемлемой частью опытно-конструкторских работ. Зачастую, испытания и исследования проводятся во временной зависимости, а именно в течение нескольких дней или недель, что, в свою очередь, требует присутствия оператора для своевременной регистрации промежуточных результатов.

Использование специализированных измерительных платформ [1] является эффективным, но, зачастую, экономически нецелесообразным методом. При испытаниях электронных блоков ФПУ основные требования к контрольно-измерительной системе сводятся к универсальности, легкой перенастройке под разные задачи и тиражированию [2].

Целью данной работы была разработка системы контроля параметров, обеспечивающая автономную регистрацию данных и устранение человеческого фактора и позволяющая проведение испытаний и исследований параметров электронных блоков в широких климатических и температурных диапазонах, а также в других сложных условиях.

Одной из задач разработки было обеспечение небольшого веса (не более 1 кгс) и малых габаритов системы, что позволило бы реализовать высокую мобильность системы при перемещении к месту проведения испытаний и удобство её размещения. Другая задача состояла в максимальном использовании широкодоступных комплектующих узлов и элементной базы. Это открывает возможность создания простой, надежной и недорогой контрольно-испытательной системы, что является особенно актуальным для испытаний на надежность и стойкость [3].

---

Дражников Борис Николаевич, и. о. начальника НТЦ.  
Бычковский Ярослав Сергеевич, ведущий инженер.  
Кондюшин Илья Сергеевич, инженер.  
Козлов Кирилл Васильевич, инженер.  
ОАО «НПО «Орион».  
Россия, 111123, Москва, шоссе Энтузиастов, 46/2.  
E-mail: orion@orion-ir.ru

Статья поступила в редакцию 30 сентября 2014 г.

© Дражников Б. Н., Бычковский Я. С., Кондюшин И. С.,  
Козлов К. В., 2014

### Система контроля параметров ФПУ

В результате исследований и использования накопленного опыта была разработана универсальная система контроля параметров электронных блоков ФПУ в процессе их испытаний. С ее помощью возможно проведения продолжительных испытаний с автоматической регистрацией и со-

хранением результатов измерения параметров через настраиваемые промежутки времени.

Для увеличения информативности и точности измерений деградации характеристик электронных блоков во время испытаний регистрация информации проводится в автоматическом режиме, обеспечивая запись полученных данных на съемный носитель через задаваемые промежутки времени.

Примером объекта исследования являются элементы фотоприемного устройства в составе:

- фотоприемный модуль (ФМ), (рис. 1 и 2), функционирующий в составе фотоприемного устройства (ФПУ), обеспечивает преобразование теплового излучения в электрические сигналы, осуществляет их предварительное усиление и коммутацию;

- БУПОС (рис. 3) обеспечивает формирование импульсов управления БИС мультиплексоров с возможностью внешнего программирования параметров временной диаграммы, синхронизации схем управления с внешними синхроимпульсами, питания мультиплексоров от источников питания постоянного тока, усиления аналогового сигнала с выходов мультиплексоров;

- устройство телеметрии (УТ) (рис. 4) выводит информацию о температурном режиме работы ФПУ, давлении в корпусе и наличии тактовых импульсов, свидетельствующих о корректной работе ФПУ.

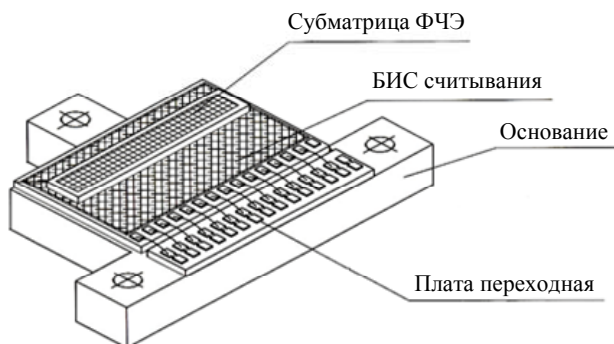


Рис. 1. Чертеж фотоприемного модуля

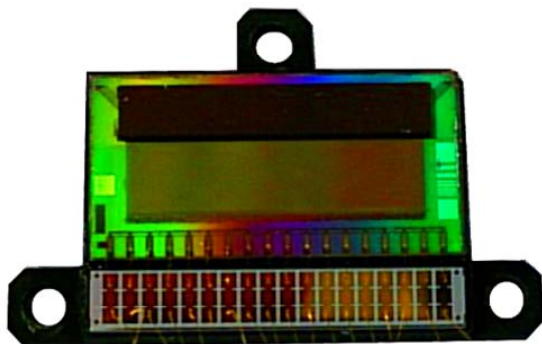


Рис. 2. Фотография фотоприемного модуля



Рис. 3. Фотография БУПОС



Рис. 4. Фотография УТ

В составе ФПУ ФМ помещается в специальный вакуумный криостат, обеспечивающий его охлаждение до рабочей температуры. Поэтому для испытаний разработана специальная оснастка, обеспечивающая соединение электрических цепей с помощью микросварки с коммутационной платой и имитацию оптического сигнала лампой накаливания. Оснастка для установки ФМ изготовлена из алюминиевого сплава и оснащена кварцевым входным окном и разъемом для подключения к блоку управления и питания (БУП) и защищает ФМ от механических повреждений [4].

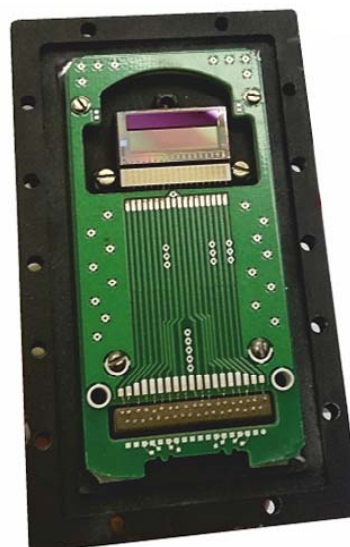


Рис. 5. Фотоприемный модуль в оснастке

Для наибольшей корректности проведения исследований и испытаний была обеспечена электрическая имитация работы электронных блоков в составе фотоприемного устройства в рабочем режиме с регистрацией параметров электрического тракта в реальном времени.

Длина выходных проводников электронных блоков ФПУ в стандартной схеме включения не превышает 500 мм и не обеспечивает достаточно-го выходного тока для работы на длинную линию. В связи с этим для проведения испытаний разработано специальное оборудование, в состав которого вошли блок управления и питания (БУП), пульт регистрации данных и оснастка для установки ФМ с лампой, имитирующей сигнал от цели в заданном спектральном диапазоне. Оборудование, предназначенное для контроля параметров критериев годности и обеспечивающее имитацию функционирования в составе ФПУ, может быть вынесено на расстояние около 25 м.

БУП (рис. 6) выполнен в виде моноблока в алюминиевом корпусе без органов управления и оснащен входным и выходным разъемами. Питание электронных блоков обеспечивается схемой прецизионного аналогового питания, реализованной на операционных усилителях. Подача цифровых последовательностей управления осуществляется с помощью ПЛИС Xilinx Spartan-3AN. Предусмотрены две возможности передачи выходных аналоговых сигналов. В первом случае используется микросхема аналого-цифрового преобразователя, управляемая ПЛИС. Оцифрованные значения передаются на пульт регистрации данных, где происходит их запись на съемный носитель информации с помощью микроконтроллера ARM. Во втором случае аналоговые сигналы, предварительно усиленные, поступают на пульт, где оцифровываются микроконтроллером и записываются на съемный диск или выводятся на стандартное контрольно-измерительное оборудование. Одновременно БУП формирует импульсы

включения лампы и обеспечивает буферное усиление выходного сигнала для работы на длинную кабель.



Рис. 6. БУП с подключенным макетом УТ

На основе проведенных экспериментальных исследований для передачи данных по длинному кабелю выбраны двухканальные быстродействующие операционные усилители AD 826 с обратной связью по напряжению, которые обеспечивают высокую нагрузочную способность (50 мА/канал) и способны работать на неограниченно большую емкостную нагрузку. Они идеально подходят для применения в задачах, где требуется стабильность при единичном коэффициенте усиления и высокая нагрузочная способность: в качестве буферов АЦП/ЦАП или активных фильтров в системах сбора данных, и обеспечивают установление в пределах погрешности 0,01 % за 70 нс [5].

Пульт регистрации данных выполнен в виде моноблока с органами управления, вынесенными на переднюю панель. Пульт питает БУП, а испытуемый электронный блок используется для регистрации данных. С помощью аналого-цифрового преобразователя микроконтроллер производит оцифровку измеренных значений сигналов и производит их запись во внутреннюю память. Выходные сигналы также выводятся на стандартное контрольно-измерительное оборудование (осциллограф и мультиметр).

Схема подключения оборудования для исследования характеристик элементов ФПУ представлена на рис. 7.

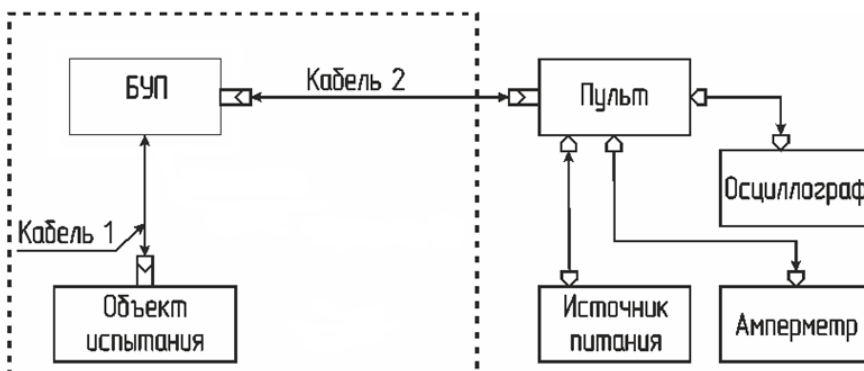


Рис. 7. Схема размещения электронного блока и вспомогательного оборудования во время испытаний

Для проверки корректности работы электронных блоков ФПУ выбираются параметры критерии годности, по которым система регистрации и анализа данных производит контроль значений. В случае отклонений контролируемых значений от допустимых система выводит сигнал отказа блока на пульт.

Основные параметры системы регистрации данных представлены в таблице.

устройства, регистрацию и предварительный анализ сигналов, автономную запись данных измерений на съемный носитель. Стоимость разработки и изготовления системы не сопоставима с затратами на проведение продолжительных испытаний обычными способами. Система была опробована во время испытаний фотомодулей на стойкость к воздействию внешних факторов и показала отличные результаты.

Таблица

АЦП/ЦАП в режиме регистрации данных с пульта	3/2 каналов, разрядность 12 бит
АЦП в режиме оцифровки в БУП	5 каналов, разрядность 16 бит
Количество цифровых каналов управления	18
Количество цифровых каналов контроля	18
Степень защиты корпуса БУП	IP65
Количество каналов передачи данных на пульт	16
Напряжение питания	30 В

Система была опробована во время испытательных фотомодулей на стойкость к воздействию внешних факторов и показала отличные результаты.

### Заключение

Разработанная система обеспечивает имитацию функционирования фотоприемного модуля и электронных блоков в составе фотоприемного

### Литература

1. Тараскин А. С., Савченков Д. В., Печенкин А. А. // Спецтехника и связь. 2011. № 4—5. С. 15.
2. Козлов К. В., Бычковский Я. С., Кондюшин И. С. и др. // Успехи прикладной физики. 2014. Т. 2. № 2. С. 170.
3. Висарев В., Критенко М., Постнов В. // Электроника НТБ. 2002. № 5.
4. Дразников Б. Н., Бычковский Я. С., Кондюшин И. С. и др. // Успехи прикладной физики. 2013. Т. 1. № 3. С. 386.
5. Бочков В. Д., Дразников Б. Н., Кузнецов П. А. и др. // Прикладная физика. 2014. № 1. С. 53.

## Control system and autonomous data logging during testing

*B. N. Drazhnikov, Y. S. Bychkovskiy, I. S. Kondyushin, and K. V. Kozlov*

Orion R&P Association  
46/2 Entuziastov shosse, Moscow, 111123, Russia  
E-mail: orion@orion-ir.ru

Received September 30, 2014

*Developed is an universal system control parameters of electronic components photodetectors during testing. With its help, it is possible to perform continuous tests with automatic registration and preservation of the measurement parameters via configurable intervals. Universality is achieved by the presence of ADC and DAC, as well as built-in switch signals. Examples of objects under study are considered. The construction of the control system parameters and methods to ensure the required characteristics have been described.*

PACS: 06.60.Mr

*Keywords:* photodetector, testing, electronic block, automatic registration.

### References

1. A. S. Taraskin, D. V. Savchenkov, and A. A. Pechenkin, *Spetsstekhnika i Svyaz*, No. 4—5, 15 (2011).
2. K. V. Kozlov, Ya. S. Bychkovsky, I. S. Kondyushin, et al., *Uspexhi Prikladnoi Fiziki* **2**, 170 (2014).
3. V. Visarev, M. Kritenko, and V. Postnov, *Elektronika NTB*, 2002. No. 5, (2002)
4. B. N. Drazhnikov, Ya. S. Bychkovskiy, I. S. Kondyushin, et al., *Uspexhi Prikladnoi Fiziki* **1**, 386 (2013).
5. V. D. Bochkov, B. N. Drazhnikov, P. A. Kuznetsov, et al., *Prikladnaya Fizika*, No. 1, 53 (2014).