

Физическая аппаратура и её элементы

УДК 621.391

Универсальная установка для контроля параметров электронных блоков, входящих в состав ФПУ

В. В. Александров, Я. С. Бычковский, Б. Н. Дразников,
К. В. Козлов, И. С. Кондюшин, А. В. Матвеев

Разработана универсальная установка измерения и контроля параметров электронных блоков фотоприемных устройств, позволяющая проводить тестирование сложных электронных блоков без монтажа специального оборудования и оснастки. Высокая универсальность установки заключается в наличии широкого набора средств для работы с цифровыми и аналоговыми сигналами, а также гибко настраиваемым программным обеспечением. Для подключения к измерительному тракту достаточно разработки жгутов и программного обеспечения, использующего модули АЦП, ЦАП, порты цифрового ввода-вывода и стандартное контрольно-измерительное оборудование, размещенное в 19' серверной стойке, управляемое по интерфейсам IVI, NI DAQ, SCPI и VISA. В качестве примера применения измерительной установки представлены исследования характеристик электронного тракта блока телеметрии

PACS: 06.90.+v

Ключевые слова: ФПУ, электронный блок, контроль параметров, устройство телеметрии.

Введение

Уровень сложности разработки современных фотоприемных устройств (ФПУ) не только требует применения специальной вычислительной техники, но и делает необходимым качественное оснащение рабочего места инженера-конструктора и инженера-разработчика электронных устройств.

Тенденции увеличения сложности объектов испытания, к которым относятся электронные блоки фотоприемных устройств, приводят к смешиванию традиционного тестирования типовыми измерительными приборами (осциллограф, генератор, мультиметр и т. д.) и новых решений в об-

ласти электроники, построенных на базе ПЭВМ, что является стимулом к увеличению гибкости систем тестирования и сокращению времени разработки.

Системы испытаний должны приспосабливаться к изменениям объектов со временем. Единственный способ добиться выполнения данных требований заключается в использовании программируемой модульной архитектуры, не отменяя традиционный задел за многие годы разработок.

Целью работы была разработка универсальной установки измерения и контроля параметров электронных блоков фотоприемных устройств, позволяющая проводить тестирование сложных электронных блоков без монтажа специального оборудования и оснастки.

Проектирование и создание установки

При проектировании универсальной установки контроля параметров электронных блоков была использована концепция, основанная на программно-конфигурируемых измерительных приборах, которые позволяют проводить измерения электронных блоков и печатных плат фотоприемных устройств как в ручном режиме, так и в автоматизированном с помощью управления ручными

Александров Вадим Вячеславович, инженер¹.

Бычковский Ярослав Сергеевич, ведущий инженер¹.

Дразников Борис Николаевич, начальник НТЦ¹.

Козлов Кирилл Владимирович, инженер¹, аспирант².

Кондюшин Илья Сергеевич, инженер¹.

Матвеев Алексей Владимирович, инженер¹.

¹ОАО «НПО «Орион».

Россия, 111123, Москва, шоссе Энтузиастов, 46/2.

Тел. (495) 373-94-00.

E-mail: orion@orion-ir.ru

²Московский физико-технический институт.

Россия, 141700, г. Долгопрудный МО, Институтский пер., 9.

Статья поступила в редакцию 29 октября 2014 г.

приборами от ПЭВМ. Такой подход позволяет выбирать инженеру наиболее приемлемый к поставленной задаче метод.

На универсальной установке контроля параметров электронных блоков применяются измерительные приборы, способные работать в ручном режиме, а также от ПЭВМ через технологии IVI, VISA драйверов и набора SCPI команд. Такой подход обеспечивает соединение приборов в единую информационную среду, которая идеально подходит для решения задач автоматизации испытаний и разработки электронных блоков фотоприемников и фотоприемных устройств.

Универсальная установка контроля параметров электронных блоков состоит из двух программно и аппаратно связанных конструктивных единиц:

- стенда сбора данных, управления и обработки информации (рис. 1, справа);
- стенда программно-конфигурируемых измерительных приборов (рис. 1, слева).

Принципиальная схема универсальной установки контроля параметров электронных блоков представлена на рис. 2.

Все входящее в состав стендов оборудование размещается в двух стандартных 19" серверных шкафах высотой 27U и 18U.

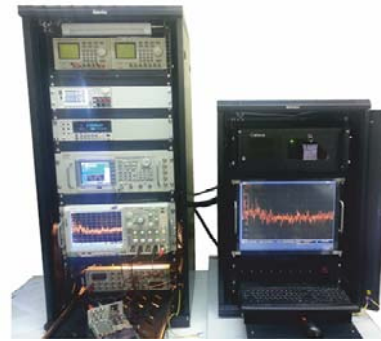


Рис. 1. Универсальная установка контроля параметров электронных блоков

Стенд сбора данных, управления и обработки информации представляет собой универсальную многофункциональную платформу с изменяемой архитектурой для разработки электронных блоков ФПУ и проведения их тестовых измерений, на основе виртуальных и типовых контрольно-измерительных приборов. Ядром стенда является высокопроизводительная ПЭВМ с установленным специальным программным и аппаратным обеспечением на основе технологий VISA, IVI, SCPI, NI DAQ, использующая стандартизированный интерфейс ввода-вывода в области тестирования и измерений для управления приборами, поддерживающая интерфейсы IEEE-488 (GPIB), VXI, RS-232, а также USB и LAN для измерительных устройств. Технические характеристики универсальной установки представлены в таблице.

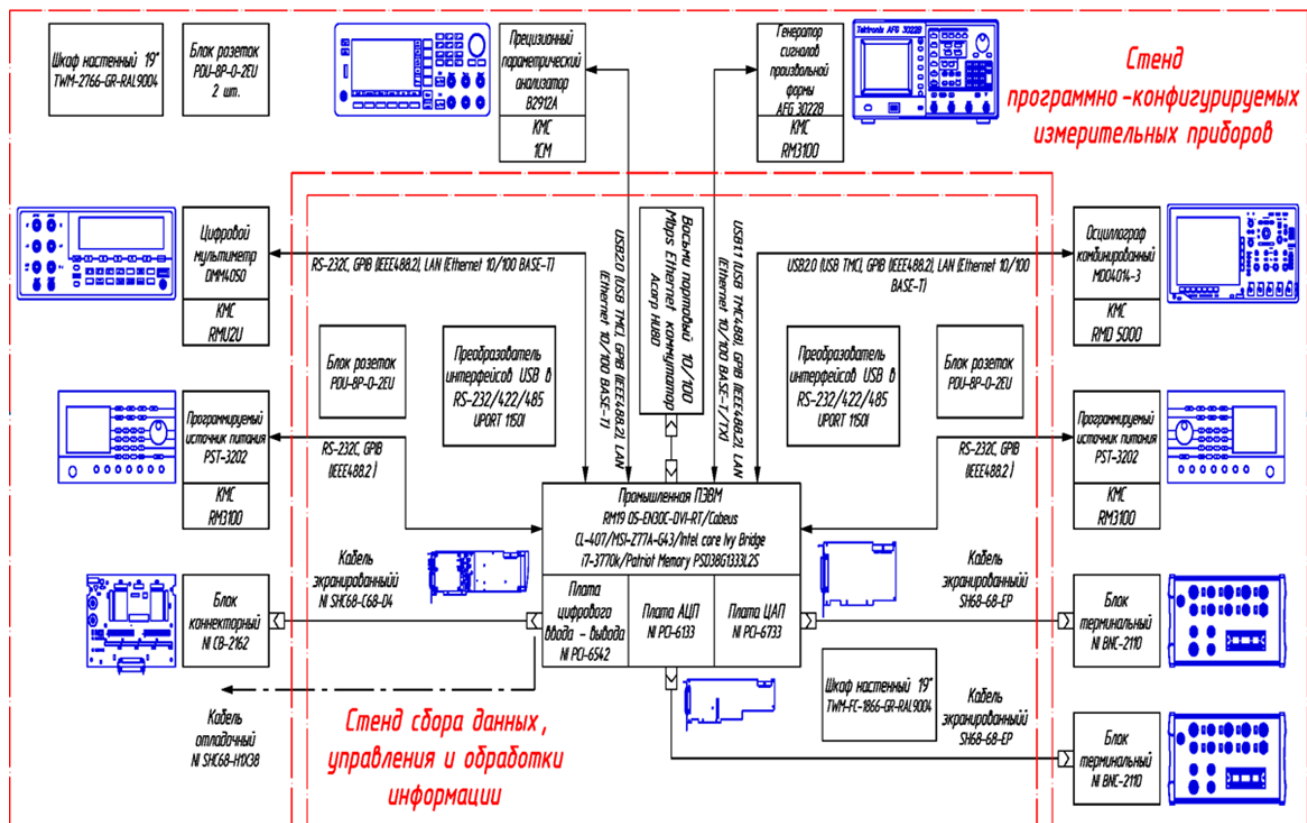


Рис. 2. Принципиальная схема универсальной установки контроля параметров электронных блоков

Таблица

Характеристика	Универсальная установка контроля параметров электронных блоков
	Значение
Характеристики цифровых каналов	
Количество каналов генерации/анализа	от 52
Количество дополнительных каналов генерации/анализа	16
Диапазон уровней входных/выходных сигналов	5,0, 3,3, 2,5, 1,8 В
Частота канала тактового сигнала	мах 100 МГц
Глубина памяти выборок на канал	64 М выборок
Характеристики источников питания/измерителей	
Количество источников питания с функцией измерителя	от 2
Напряжение/Ток	±200В/3А
Максимальное разрешение напряжение/ток в режиме источника питания	100 нВ/10 фА
Точность задания напряжения/тока	±(0,015 % + 225 мВ)/ ±(0,10 % + 50 рА)
Генерация сигналов произвольной формы	Возможна
Количество диапазонов измерений напряжение/ток	4/11
Характеристики осциллографа	
Количество каналов	4 аналоговых, 16 цифровых и 1 радиочастотный канал
Полоса пропускания	от 100 МГц
Разрядность преобразования аналоговых каналов	16 бит
Дополнительно	Коррелированный по времени захват аналоговых, цифровых и радиочастотных сигналов, анализ спектра
Программное обеспечение	LabView, LabWindows CVI, NI Test, NI HSDIO, Специализированное ПО
Режим работы	Ручной и автоматизированный

Для сбора, обработки и оцифровки аналоговых данных используется модуль сбора данных NI PCI-6133 32 MS Memory № 779421-01.

Многофункциональная плата NIPCI-6133 с одновременной оцифровкой по всем каналам идеально подходит для приложений, требующих быстрой регистрации данных, таких как сбор информации с аналоговых выходов фотоприемников и фотоприемных устройств. Плата построена на базе многофункциональной архитектуры аналогово-цифровых преобразователей, обеспечивающей большую пропускную способность каждого из каналов и высокую точность измерений. Модуль оснащен многоканальной системой ввода-вывода, включающей в себя аналоговый ввод-вывод, цифровой ввод/вывод, счетчики и таймеры.

Для имитации аналоговых сигналов с фотоприемников при отладке блоков сопряжения фотоприемных устройств используется модуль аналогового вывода NI PCI-6733 № 778510-01.

На рис. 3 показана блок-схема эксплуатации универсальной установки. Рис. 4 иллюстрирует взаимодействие приборов с ПЭВМ.

Основными преимуществами универсальной установки являются значительное сокращение себестоимости и времени разработки за счет простой интеграции оборудования, использование классического и графического программирования, наличие большого количества готовых библиотек обработки и анализа сигналов, возможность быстрой разработки и отладки программного обеспечения, переориентация из предметной области проектирования и исследования схем электронных устройств в разработку программного обеспечения, гибкий переход к новым проектам.

Благодаря переходу от аппаратной разработки нестандартного контрольно-измерительного оборудования в программную область, значительно сократились объем и сроки работ, количество задействованных в разработке сотрудников и снизился бюджет разработки.

Набор простых в освоении и функциональных инструментов и методов программной инженерии позволяют добиться высокого качества исходного кода.

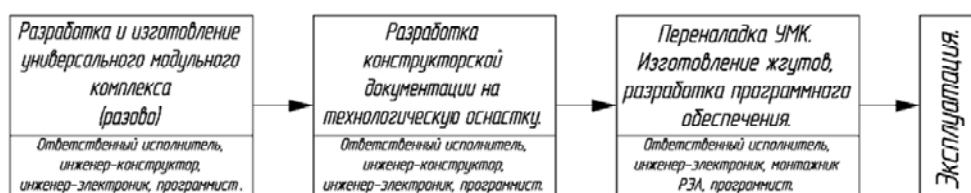


Рис. 3. Блок-схема эксплуатации универсальной установки

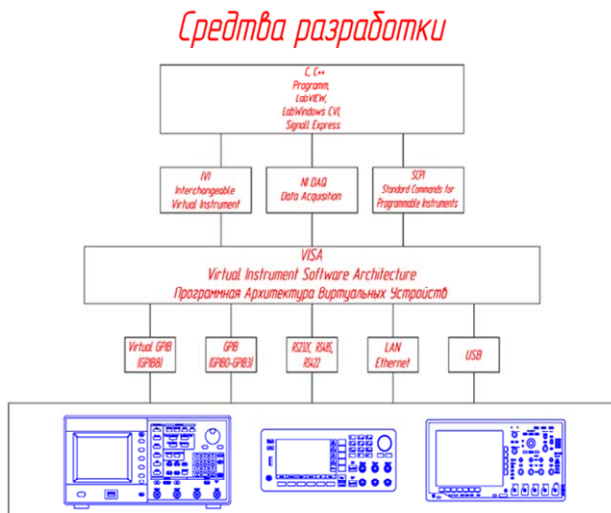


Рис. 4. Взаимодействие приборов с ПЭВМ

Применение универсальной установки контроля параметров электронных блоков для исследования устройства телеметрии.

Примером применения универсального модульного комплекса может служить проверка работы устройства телеметрии (УТ), входящего в состав фотоприёмного устройства. УТ обеспечивает первичного преобразования информации с датчиков температуры и давления для передачи информации в систему телеметрического контроля.

Функционально УТ включает в себя:

- пять преобразователей сигналов с датчиков температур (КТ1-КТ5);
- преобразователи сигналов с датчиков давления (КД1 и КД2);
- устройства контроля поступления на вход ФПУ напряжений питания (КП);
- устройства контроля поступления на вход ФПУ внешних импульсов (КС).

Функциональная схема УТ представлена на рис. 5.

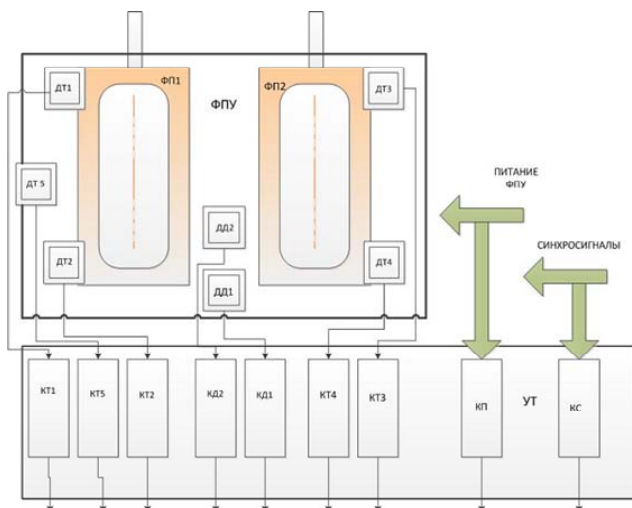


Рис. 5. Функциональная схема УТ

Основные технические характеристики УТ

УТ обеспечивает величину коэффициента преобразования сигнала с резистивного платинового датчика температуры 0,1 В/град по линейной шкале в градусах Цельсия. При этом 0 град соответствует напряжению на выходе 0 В, положительным значениям температуры — положительным значениям напряжения, а отрицательным температурам — отрицательным. Диапазон измеряемых температур: минус 120 °С — 40 °С. Погрешность схемы контроля температуры составляет 1,5 °С в диапазоне температур 40 °С — минус 40 °С. Максимальная погрешность датчика температуры 1 °С.

Схема контроля давления усиливает сигнал с датчика давления. Датчик производит измерение давления от 0 до 206,8 кПа по линейной шкале от 0 до 100 мВ.

Схема контроля поступления на вход ФПУ внешних импульсов подаёт на выход логическую единицу, если хотя бы один импульс отсутствует, и логический "0", если все управляющие импульсы подаются на ФПУ.

Схема контроля поступления на вход ФПУ напряжений питания подаёт на выход логическую единицу, если хотя бы одно питающее напряжение отсутствует, и логический "0", если все напряжения питания подаются на ФПУ.

Конструкция УТ

Конструктивно УТ выполнен в виде двух плат с разъёмами, установленных в металлический корпус, обеспечивающий установку и крепление блока УТ к корпусу ФПУ. Конструкция УТ представлена на рис. 6.



Рис. 6. Конструкция устройства телеметрии

Время подготовки к измерениям составило 3 рабочих дня. Разработка схемы подключения заняла 2 рабочих дня. Подключение УТ к измерительному комплексу осуществляется с использованием четырех жгутов, изготовление которых двумя монтажниками заняло 1 рабочий день, параллельно была разработана управляющая программа.

На схеме подключения устройства телеметрии к установке (рис. 7) показано, с помощью каких интерфейсов и по каким протоколам осуществлено подключение к измерительной системе.

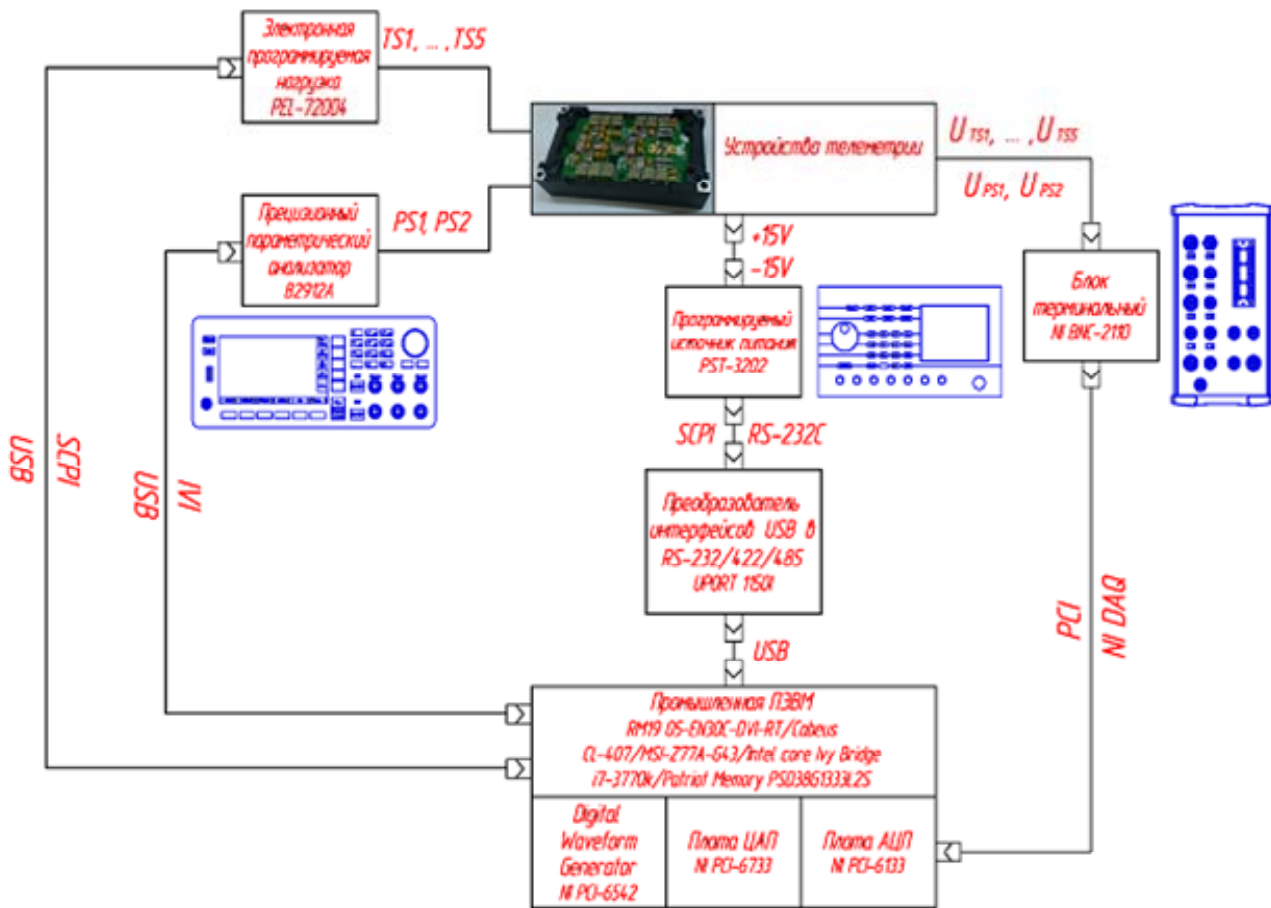


Рис. 7. Схема подключения устройства телеметрии к универсальной установке контроля параметров электронных блоков

Подача питающих напряжений на УТ осуществляется с помощью программируемого источника питания, электронная программируемая нагрузка имитирует диапазон значений датчиков температуры, прецизионный параметрический анализатор обеспечивает необходимые входные значения с датчиков давления. Выходные сигналы поступают на терминальный блок, соединенный с платой АЦП промышленной ЭВМ. Управляющая программа разработана в среде LabView и позволяет проводить измерения в двух режимах. В режиме проверки функционирования программа выводит заключение о работоспособности УТ. В режиме исследования, пользователь с помощью набора программных инструментов производит исследование электронного тракта. Имитатор цифровой нагрузки и параметрический анализатор задают значения в соответствии с контрольными точками, и измеренные платой АЦП сигналы сравниваются с требуемыми. Скриншот интерфейса программы в режиме проверки представлен на рис. 8. Данный вид испытаний проводится с использованием стандартных приборов. Возможна разработка программы с задействованием только аппаратных средств ПЭВМ.

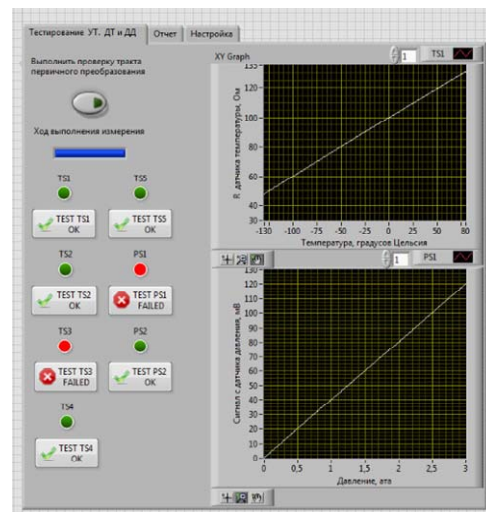


Рис. 8. Интерфейс программы контроля параметров УТ

Выводы

Разработанная универсальная установка контроля параметров электронных блоков позволяет в сжатые сроки произвести подготовку к измерениям, обеспечить контроль параметров электронных блоков при входном контроле и проведении испытаний. Влияние человеческого фактора при измерениях существенно снижается.

Высокая эргономичность универсальной установки контроля параметров электронных блоков повышает эффективность труда, снижает утомляемость и уменьшает вероятность ошибок проектирования, а модульный принцип построения обеспечивает легкую адаптацию к различным видам измерений и испытаний.

Литература

1. ГОСТ 28601.1-90 «Система несущих конструкций серии 482,6 мм. Панели и стойки. Основные размеры».
2. ЕИА-310-D «Шкафы, стойки, панели и связанное оборудование».

3. Козлов К. В., Бычковский Я. С., Кондюшин И. С. и др. // Прикладная физика. 2014. № 2. С. 64.
4. Лазарев П. С., Кондюшин И. С., Коцавцев Н. Ф. и др. // Прикладная физика. 2013. № 6. С. 21.
5. Батоврин В. К., Бессонов А. С., Мошкин В. В. и др. LabVIEW. Практикум по основам измерительных технологий. — М.: ДМК-пресс, 2011.
6. Козлов К. В., Бычковский Я. С., Кондюшин И. С. и др. // Успехи прикладной физики. 2014. Т. 2, № 2. С. 170.
7. Федосов В. П., Нестеренко А. К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW.: — М.: ДМК-пресс, 2011.
8. Филачев А. М., Таубкин И. И., Трищенко М. А. Твердотельная фотоэлектроника. Физические основы. — М.: Физматкнига, 2005.
9. Трэвис Дж., Кринг Дж. LabVIEW для всех. — М.: ДМК-пресс, 2010.

Universal equipment for measuring the electrical parameters of different electronic devices

V. V. Aleksandrov¹, Y. S. Bychkovski¹, B. N. Drazhnikov¹, K. V. Kozlov^{1,2},
I. S. Kondyushin¹, and A. V. Matveev¹

¹Orion R&P Association
46/2 Enthusiasts highway, Moscow, 111123, Russia
E-mail: orion@orion-ir.ru

²Moscow Institute of Physics and Technology
9 Institute al., Dolgoprudny, Moscow Region, 141700, Russia

Received October 29, 2014

Developed a universal installation measurement and control of electronic components photodetectors, allowing the testing of complex electronic components without installation of special equipment and tooling. Highly flexible installation is available for a wide range of tools for working with digital and analog signals as well as highly customizable software. For connection to the measuring path is sufficient to develop the bundles and software using the ADC, DAC, digital input output ports and a standard test equipment, placed in a 19-server rack, controlled via interfaces IVI, NI DAQ, SCPI and VISA. As an example of the measurement setup are presented investigating the characteristics of electronic channel telemetry unit.

PACS: 06.90.+v

Keyword: FPU, the electronic unit, control parameters, the telemetry device.

References

1. GOST 28601.1-90 [in Russian]
2. GOST EIA-310-D [in Russian].
3. K. V. Kozlov, Ya. S. Bychkovsky, I. S. Kondyushin, et al., Prikl. Fiz., No. 2, 64 (2014).
4. P. S. Lazarev, I. S. Kondyushin, N. F. Koshchavtsev, et al., Prikl. Fiz., No. 6, 21 (2013).
5. V. K. Batovrin, A. S. Bessonov, V. V. moshkin, et al., *LabVIEW. Practical Work on Foundation of Sensing Technologies* (DMK-press, Moscow, 2011) [in Russian].
6. K. V. Kozlov, Ya. S. Bychkovsky, I. S. Kondyushin, et al., Uspekhi Prijkadnoi Fiziki **2**, 170 (2014).
7. V. P. Fedosov and A. K. Nesterenko, *Digital Signal Processing in LabVIEW* (DMK-press, Moscow, 2011) [in Russian].
8. A. M. Filachev, I. I. Taubkin, and M. A. Trishenkov, *Solid-State Photoelectronics. Physical Base.* (Fizmatkniга, Moscow, 2005) [in Russian].
9. J. Travis and J. Kring, *LabVIEW for Everyone* (Prentice Hall, 2006; DMK-press, Moscow, 2010).