

# Углубление самоконтроля контрольно-проверочной аппаратуры изделий систем управления: расширение областей контроля

С. Белов<sup>1</sup>

УДК 004.42 + 004.514 | ВАК 05.11.13

Описанная в статье [1] методика расширенного анализа стимулов и реакций не является единственным направлением углубления самоконтроля контрольно-проверочной аппаратуры (далее – КПА) изделий систем управления (далее – ИСУ).

Исходный комплект тестов самоконтроля КПА охватывает лишь проверку качества функционирования специфических плат расширения. При этом тестирование системного блока не проводится, платы расширения проверяются поверхностно.

С целью дальнейшего углубления самоконтроля КПА были разработаны алгоритмы проверки системной платы, драйверов и носителя информации в составе системного блока. Также проведено углубление алгоритмов проверки плат расширения в области, не относящейся к стимулам и реакциям.

## ВВЕДЕНИЕ

В рамках политики повышения качества продукции на предприятии требовалось углубить самоконтроль контрольно-проверочной аппаратуры КПА ИСУ.

Анализ 64 тыс. работ по ключевому слову «самоконтроль» на портале Elibrary.ru показал отсутствие работ, рассматривающих вопросы самоконтроля стационарной КПА ИСУ (данные актуальны на момент поступления статьи в редакцию в 2020 г.). Небольшое число работ относится к самоконтролю ЛА в полете [2–4]; часть из них посвящена датчикам, гироскопам, акселерометрам и другим составляющим изделий или общим проблемам метрологии (около 50 работ) и не имеет отношения к КПА.

Отсутствие нужной информации при таком значительном количестве рассмотренных источников привело к выводу о необходимости углубления самоконтроля КПА путем изучения имеющихся на данный момент алгоритмов его проведения. Выяснилось, что при проведении тестов оператором КПА системный блок не анализируется совсем, а платы расширения анализируются поверхностно (нахождение нужного количества плат в системе, корректность их программного открытия и закрытия). Было принято решение углублять самоконтроль КПА именно в данной предметной области.

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ САМОКОНТРОЛЯ СИСТЕМНОГО БЛОКА И ПЛАТ РАСШИРЕНИЯ В СОСТАВЕ КПА

Для решения задачи, помимо технической документации КПА, были изучены технические руководства производителей различных компонентов, велась переписка с производителями. Была составлена предварительная таблица, систематизировавшая возможности анализа различных параметров комплектующих КПА. Однако в реальности была воплощена лишь часть этой таблицы, в том числе из-за отсутствия технических возможностей (например, отсутствие необходимого функционала в драйверах производителей). Реализованные на практике алгоритмы тестирования тех или иных параметров аппаратуры в составе КПА приведены в табл. 1. В процессе работы был создан модуль работы со S.M.A.R.T. накопителей [5], позволяющий получить любые параметры S.M.A.R.T., не ограничиваясь табл. 1.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поиск путей углубления самоконтроля КПА в научной литературе не дал практически значимых результатов. Поэтому было проведено исследование по выявлению такого недостатка текущего самоконтроля КПА, как отсутствие контроля ее комплектующих, оказывающих существенное влияние на качество выполнения целевых задач КПА.

<sup>1</sup> АО «ГосНИИП», ведущий инженер, for-work2016@mail.ru.

Таблица 1. Углубление самоконтроля КПА ИСУ

Объект тестирования	Параметр ТТХ	Обоснование	Критерии нормы	Функция возврата значения параметра	Местоположение функции
Системная плата IB945	Системные время и дата	Идентификация даты создания телеметрии, корректность печати протоколов	Дата >2018 года как факт исправности батареи BIOS	Date	Sysutils.hpp (Borland C++ Builder v.6.0)
Системная плата IB945	Состояние сетевого подключения	Искажение результатов телеметрии КПА (запаздывание приема данных – уничтожение системы реального времени)	False (отключено, сетевой кабель не подключен)	InternetGet-ConnectedState	WinAPI (Kernel32.dll). WinInit.lib, WinInit.h (Borland C++ Builder v.6.0)
Системная плата IB945	Температура процессора при полной нагрузке	Уменьшение частоты процессора при перегреве – нехватка процессорного времени <sup>1</sup>	<149 °F/65 °C	inp, outp <sup>2</sup>	DRIVER.H (National Instruments LabVIEW Run-Time Engine v.8.0), порт 0x295
Системная плата IB945	Скорость вращения вентилятора кулера процессора	Уменьшение частоты процессора при перегреве – нехватка процессорного времени <sup>1</sup>	>2000 rpm <sup>3</sup>	inp, outp	DRIVER.H (National Instruments LabVIEW Run-Time Engine v.8.0), порт 0x295
Источник питания TDK-Lambda GEN750W	Down-prog. Response time (No load)	Контроль скорости падения напряжения до 0 В, в соответствии с п. 2.3.9 Руководства (обеспечение нужного напряжения в нужное время при работе с ИСУ. Защита специалиста от удара током по причине неисправности резистора-разрядника)	≤1 000 мс	AI_ReadChannel, vDelay	DASK.H (драйвер платы PCI-9113A). Функция задержки – собственного написания, на основе анализа процессорного времени
Источник питания TDK-Lambda GEN750W <sup>4</sup>	Up-prog. Response time 0-V <sub>out</sub> max	Контроль повышения напряжения до необходимого уровня, в соответствии с п. 2.3.8 Руководства (обеспечение нужного напряжения в нужное время при работе с ИСУ)	≤80 мс	AI_ReadChannel, vDelay	DASK.H (драйвер платы PCI-9113A). Функция задержки – собственного написания на основе анализа процессорного времени
Источник питания TDK-Lambda GEN750W	OVP	Источник не позволяет выставить напряжение, равное OVP, останавливая повышение на значении (OVP – 1,8) В	(36+1,8) В	WriteFile	WinBase.h (Borland C++ Builder v.6.0)
Источник питания TDK-Lambda GEN750W	UVL	Источник не позволяет выставить напряжение, равное UVL, останавливая понижение на значении (UVL + 1,1) В	(22–1,1) В	WriteFile	WinBase.h (Borland C++ Builder v.6.0)

Таблица 1. Продолжение

Объект тестирования	Параметр ТТХ	Обоснование	Критерии нормы	Функция возврата значения параметра	Местоположение функции
Плата аналогового ввода PCI-9113A	Версия файла драйвера Pci9113.sys	Недопущение искажения измерений в КПА при использовании старой версии драйвера <sup>5</sup>	Драйвер $\geq 4.1$ (значение переменной $\geq 4.13$ )	GetFileVersionInfoSize, GetFileVersionInfo, VerQueryValue	Winver.h (Borland C++ Builder v.6.0)
Плата аналогового ввода PCI-9113A	Точность калибровки	Калибровка, согласно разделу 6.1 Руководства, осуществляется вручную	$>63\%$ значений 0 В (расчетное по пяти функционирующим комплектам КПА)	AI_ReadChannel, vDelay	DASK.H (драйвер платы PCI-9113A). Функция задержки – собственного написания на основе анализа процессорного времени
Плата ГОСТ Р 52070-2003 (MIL-STD-1553) Elcus TA1-PCI	Версия драйвера файла 1553Bwdm.sys	Подтверждение работоспособности КПА с версией драйвера, предусмотренной на этапе разработки КПА	Драйвер $\geq 0.0.3.2$ (значение переменной $\geq 3.2$ )	GetFileVersionInfoSize, GetFileVersionInfo, VerQueryValue	Winver.h (Borland C++ Builder v.6.0)
Накопитель HDD	Reallocated Sectors Count (№ 05 в таблице S.M.A.R.T.)	Согласно описанию параметра, отражает начало разрушения накопителя как признак необходимости его быстрой замены	$\leq 200$ (получено Victoria, расчетное по 20 ПК)	DeviceIoControl	WinAPI (Kernel32.dll)
Накопитель HDD	HDA temperature (№ 194 в таблице S.M.A.R.T.)	Согласно описанию параметра, содержит текущую температуру, используемую как признак перегрева накопителя из-за пыли или износа	$\leq 104$ °F / 40 °C (получено Victoria, расчетное по 20 ПК). (значение, рекомендованное производителем: $\leq 94$ °F / 35 °C)	DeviceIoControl	WinAPI (Kernel32.dll)
Накопитель HDD	G-sense errorrate/ Mechanical Shock (№ 191 в таблице S.M.A.R.T.)	Согласно описанию параметра, содержит количество ошибок в результате ударных нагрузок (количество ударов, толчков, падений). Контроль, не уронили ли диск или КПА	0	DeviceIoControl	WinAPI (Kernel32.dll)
Накопитель HDD	Disk Shift (№ 220 в таблице S.M.A.R.T.)	Согласно описанию параметра, дистанция смещения блока дисков относительно шпинделя как признак необходимости немедленной замены накопителя	0	DeviceIoControl	WinAPI (Kernel32.dll)

Таблица 1. Продолжение

Объект тестирования	Параметр ТТХ	Обоснование	Критерии нормы	Функция возврата значения параметра	Местоположение функции
Накопитель HDD	Power-off retract count (№ 192 в таблице S.M.A.R.T.)	Согласно описанию параметра, отражает число аварийных отключений или отказов накопителя	0	DeviceIoControl	WinAPI (Kernel32.dll)
Накопитель HDD	Write Error Rate (№ 200 в таблице S.M.A.R.T.)	Согласно описанию параметра, содержит общее количество ошибок записи информации в кластер	≤200 (связан с Reallocated Sectors Count)	DeviceIoControl	WinAPI (Kernel32.dll)

- Теоретические 37,5% пустых циклов по умолчанию [6]. Но на практике – 50% по умолчанию на материнских платах КПА. При включенном по умолчанию Thermal Monitor 2 (TM2) включается Thermal Control Circuit (TCC) и при выданном сигнале PROCHOT# вставляет в процессор пустые циклы [7]. PROCHOT# выдается датчиком(ами) процессора.
- MSAcpi\_ThermalZoneTemperature, Win\_32\_TemperatureProbe, Win32\_Fan в составе WMI недостоверны, что было доказано и ранее [8]. ПО «SpeedFan» (единственное ПО, корректно показывающее температуру процессора) не работает в операционной системе КПА. Решением стало самостоятельное написание кода с ручным подбором коэффициентов для микросхемы Winbond 83627DHG.
- По анализу поведения вентилятора в составе поставляемой IB945, ГОСТ 10921-2017 (приложение И, п. 10) [9], ГОСТ 27925-88 п. 4.4 [10]: падение 10% от оборотов при температуре в помещении 15 °С (минимальный порог НКУ по ГОСТ 15150-69 [11] и ТУ на КПА).
- Производитель источника GEN750W (ТП TDK-Lambda) не ответил на запрос – не дополнил описание параметра 2.3.10: «Time for the output voltage to recover within 0.5% of its rated output for a load change 10–90% of» [12].
- Производитель плат PCI-9113A (ТП ADLINK) не ответил на запрос о наличии функций сервисного обслуживания данной платы.

Созданные алгоритмы для получения параметров оборудования и их оценки приведены в табл. 1. Данные параметры были внедрены в ПО самоконтроля КПА ИСУ. Реализация для оператора КПА представлена в виде отдельного теста «Тест комплектующих», первого по порядку в процедуре тестирования. Введена блокировка по умолчанию для следующих далее тестов в процедуре тестирования. В случае неуспешного выполнения «Теста комплектующих» остальные тесты самоконтроля КПА не разблокируются, в протоколе самоконтроля КПА будет зафиксирован отрицательный результат.

Данное углубление самоконтроля не является предельным, так как нет ограничений на анализ любых свойств любых объектов в составе КПА. Возможно, имеет смысл обращаться к производителю драйверов плат расширения КПА с требованием добавления необходимого функционала в драйверы плат.

**ЛИТЕРАТУРА:**

- Белов С.** Углубление самоконтроля контрольно-проверочной аппаратуры изделий систем управления: однократные и многократные тесты плат расширения // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, бизнес. 2022. № 4. С. 120–123.

- Морозов Д. В.** Методика повышения надежности функционирования системы управления летательного аппарата. Казань: V Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы и ситуационные центры», часть 2, 2018. С. 123–138.
- Морозов Д. В.** Методика определения потерь в решении задач повышения надежности функционирования системы управления беспилотного летательного аппарата.

ООО СМП ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН  
www.SMD.ru

электронные компоненты для поверхностного монтажа

НОВОЕ В ПРОГРАММЕ ПОСТАВОК

- Керамические конденсаторы до 100 мкФ
- Синфазные дроссели на ток 10 А

Москва, Ленинградский пр. 80 к. 32, e-mail: sale@smd.ru  
Тел: (499) 158-7396, (495) 940-6244, (499) 943-6780

- рата в полете/Пенза: Труды международного симпозиума «Надежность и качество», том 1, 2018. С. 139–144.
4. **Вагин А. В., Пирогов В. В., Рагуткин А. В.** Методы повышения инструментальной достоверности контроля // Современные материалы, техника и технологии. 2017. № 3 (11). С. 37–44.
  5. **Вонг А.** Оптимизация BIOS. Полный справочник по всем параметрам BIOS и их настройкам. М.: ДМК Пресс, 2014. Раздел CPU Thermal-Throttling (Технология Thermal-Throttling для CPU).
  6. Intel. Intel® Pentium® Dual-Core Processor E6000 and E5000 Series. Document number 320467-011/USA, Santa Clara: Intel Corporation, 2010. P.79.
  7. ГОСТ 10921-2017. Вентиляторы радиальные и осевые. Методы аэродинамических испытаний. М.: Стандартинформ, 2018. Приложение И, п. 10.
  8. ГОСТ 27925-88. Характеристики рабочие и конструкция электрических вентиляторов и регуляторов скорости к ним. М.: ИПК Издательство стандартов, 1990. П. 4.4.
  9. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. М.: ИПК Издательство стандартов, 1971.
  10. **Белов С.** Нестандартное использование классов и свойств Windows Management Instrumentation для привязки программного обеспечения к комплетирующим автоматизированного рабочего места без использования инсталлятора // Мир науки. 2014. № 4 (6).
  11. TDK-Lambda. User manual for Genesys™ 750W/1500W programmable DC power supplies. Document 83-507-013 Rev G. USA, Neptune: TDK-Lambda Americas Inc., 2013. P.30.
  12. **Белов С.** Получить S.M.A.R.T. накопителя (30.08.2019). М.: личный сайт, 2019. [Электронный ресурс] URL: <http://www.bad-good.ru/2019/august/smart-bcb.html>.

## КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 840 руб.

## ЭТАЛОНЫ И СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ В ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ. ЭЛЕКТРОРАДИОИЗМЕРЕНИЯ

Лукашкин В. Г., Булатов М. Ф.

*Издание осуществлено при финансовой поддержке Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям в рамках Федеральной целевой программы «Культура России (2012–2018 годы)»*

М.: ТЕХНОСФЕРА,  
2018. – 402 с.,  
ISBN 978-5-94836-512-1

В книге рассмотрены общие вопросы метрологического обеспечения и единицы физических величин. Изложены основные задачи технических средств метрологического обеспечения в области электрорадиоизмерений. Даны оценки погрешности и неопределенности первичных и рабочих эталонов.

Книга может быть полезна студентам и аспирантам при выборе и обосновании эталонной базы в области электрорадиоизмерений, а также специалистам, занимающимся вопросами разработки, производства и оценки качества средств измерений, контроля и испытаний.

### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; [knigi@technosphera.ru](mailto:knigi@technosphera.ru), [sales@technosphera.ru](mailto:sales@technosphera.ru)



**АКИП-1158** 

серия

**12** МОДЕЛЕЙ

МОЩНОСТЬ

**400 ВТ**

И

**850 ВТ**

- Регулируемая скорость нарастания / спада выходного тока для различных тестовых приложений
- Ширина одного источника питания равна половине 19-дюймовой стойки, а высота – 1U
- Возможность объединения источников серии АКИП-1158 в многоканальную систему питания (до 256 каналов с независимыми настройками), единое управление с помощью программного обеспечения.
- Боковая вентиляция и система пазов в корпусе для вертикальной установки без монтажа в стойку - «каскад» до 10 источников

## МУЛЬТИДИАПАЗОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Выходное напряжение 20/ 30/ 80/ 150/ 300/ 600 В



119071, г. Москва, 2-я Донской пр., д. 10, стр. 4; тел.: +7 (495) 777-5591; факс: +7 (495) 640-3023  
196006, г. Санкт-Петербург, ул. Цветочная, д. 18, лит. В, офис 202; тел./факс: +7 (812) 677-7508  
620089, г. Екатеринбург, ул. Цвиллинга, д. 58, офис 1; тел./факс: +7 (343) 317-3999; ek@prist.ru

**PRIST.RU**