

## ДИАГНОСТИКА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

### ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЗАО "РУДНЕВ – ШИЛЯЕВ"

ЗАО "Руднев-Шилаев" разрабатывает и производит сложное оборудование по техническому заданию заказчика. Решения фирмы используют в системах диагностики московского метрополитена, на морских и речных судах. Принцип работы таких измерительных систем основан на сравнении эталонного сигнала или его производных характеристик (спектра) с сигналами, полученными на обследуемом или ремонтируемом оборудовании (корпус судна, двигатели, турбины и т.д.). В качестве источника информации применяются датчики (влажности, уровня воды, концентрации газа и т.д.), которые преобразуют значение исследуемого параметра в электрический сигнал. Для сбора данных с датчиков ЗАО "Руднев-Шилаев" предлагает целый ряд измерительных устройств.

Автономный измерительный прибор ЛА-5 преобразует электрические сигналы от 16 датчиков в цифровой код, который сохраняется во внутренней памяти или передается для дальнейшей обработки на ПК по интерфейсу Ethernet. Это позволяет сохранить большое количество измерений и отдельных характеристик сигналов, например частотных спектров, даже в случае продолжительного сбора данных. На основе сравнения гармонического состава частот эталонного спектра и спектра, получаемого с датчиков работающего оборудования, можно выявить дефект. Дальнейшая диагностика сводится к локализации зоны неисправности.

Отличительная особенность ЛА-5 – способность работать как в автономном режиме, так и под управлением оператора. Подключив прибор к переносному компьютеру, оператор может изменять параметры сбора данных и наблюдать результаты измерений непосредственно на объекте. Таким образом при ремонте и техническом обслуживании транспор-

та быстро выявляется дефектный узел. Однако часть дефектов электрооборудования носит скрытый характер. Они проявляются только в процессе эксплуатации объектов на линии в реальных условиях. Обнаружение таких дефектов обычно требует намного больше времени и человеческих ресурсов, чем предусмотрено заводскими нормативами. В этом случае следует использовать ЛА-5, запрограммировав его для работы в автономном режиме. При этом настраиваются все основные функции прибора: количество цифровых и аналоговых каналов, частота дискретизации и выбор входного диапазона для каждого канала, режим работы энергонезависимой памяти. Память может быть сконфигурирована как линейный массив или как циклический буфер (после заполнения всего объема новые данные записываются поверх наиболее давних записей). Кроме того, можно задать события, при возникновении которых записываемые данные помечаются как "нестираемые" (например, срабатывание аварийной защиты и др.). Соответственно, в процессе эксплуатации транспортного средства на линии, можно фиксировать в памяти прибора все отклонения от нормальной работы. ЛА-5 оснащен таймером реального времени, поэтому вместе с показаниями датчиков записываются текущая дата и время измерения. Это значительно облегчает ведение документации в течение всего периода исследования объекта данным прибором.

Парк объектов, оборудованных такими измерительными системами, постоянно расширяется, следовательно, встает вопрос их обслуживания. ЛА-5 оснащен радиоинтерфейсом Wi-Fi, поэтому, как только объект появляется в зоне доступа центрального сервера, данные из памяти прибора автоматически считываются и архивируются. При возникновении неполадок можно проследить развитие и появление дефекта, изучив данные за последний период эксплуатации объекта.

Несколько диагностических систем ЗАО "Руднев-Шилаев" разработало совместно с научно-производственным предприятием "ВИГОР" – ведущей организацией по разработке, изготовлению и внедрению автономных средств контроля рельсов в пути. До недавнего времени данные с аппаратно-программных комплексов, установленных на средствах ско-



ростного контроля, приходилось расшифровывать вручную. Но такой процесс требовал особой квалификации персонала и повышенного внимания, потому практически всегда приводил к пропуску дефектов. В 2000 году НПП "ВИГОР" начало цикл разработок в этой области. Уже через год был создан автоматизированный программно-аппаратный комплекс "ПОИСК-2000М". Он предназначен для регистрации и дешифровки дефектограмм (выходных сигналов искателей вагона-дефектоскопа, дефектоскопной автотриссы, и т.д.) в ручном и полуавтоматическом режимах. Специально для "ПОИСК-2000М" созданы платы ЛА-РДС и ЛА-РДС (USB). Они собирают информацию при дефектоскопии состояния железнодорожных рельсов. Данные измерений регистрируются в реальном времени с 12-ти каналов и после архивации записываются в ПЗУ компьютера. Также для НПП "ВИГОР" разработан счетчик путевой координаты для определения местоположения дефекта в установках контроля рельсов на рельсосварочных предприятиях.

При регистрации медленно меняющихся процессов и сигналов скорости информационных потоков невелики, поэтому передавать и сохранять их на ПК достаточно просто. Однако с повышением частоты дискретизации пропускной способности интерфейсов не хватает для надежной передачи данных. Например, у платы ЛА-н1РСИ скорость информационного потока достигает 1 Гбайт/с. Для взаимодействия внутренних устройств в ЗАО "Руднев-Шилиев" применяют интерфейсы РСИ (для внешних – USB) с пропускной способностью, недостаточной для достоверной записи сигналов при такой скорости. В этом случае информация накапливается и хранится во внутренней памяти платы. На ЛА-н1РСИ установлена буферная память объемом 8 Мбайт, что позволяет сохранить данные за период 8 мс. В задачах с более длительным интервалом измерения (локация, импульсная техника, радиомониторинг и др.) целесообразно использовать систему продолжительного сбора информации "СПаСИ". Она позволяет непрерывно

сохранять поток данных со скоростью 1 Гбайт/с в течение 4 часов. Система реализована в виде двух блоков с накопителями информации и объединительной платой. Добавляя устройства хранения, можно создать систему со значительно большим интервалом сбора данных. "СПаСИ" применяют с ЛА-н1РСИ и другими платам ЗАО "Руднев-Шилиев", чтобы обеспечить необходимую скорость записи и динамический диапазон сигнала.

Успешно эксплуатируются и системы поверочного медицинского оборудования. Например, на основании методики Р50.2.009-2001 по поверке электрокардиографов разработан и внедрен в серийное производство прибор "ДИАТЕСТ". Он формирует весь спектр сигналов для первичной и периодической поверки электрокардиографов. Прибор применяется во многих медицинских учреждениях, имеет сертификат соответствия RU.C.35.010.A N23540, а его следующее поколение, ДИАТЕСТ-4, позволяет проводить поверки не только электрокардиографов, но и электроэнцефалографов, реографов, миографов, каналов ЭКГ-мониторов.

Для разработчиков измерительных систем фирма предоставляет готовые платы сбора данных с интерфейсами ISA, PCI, USB, Ethernet и PC104. Поставляемое с устройствами ПО состоит из комплекта программ ADCLab: анализатора спектра, программ записи данных в память ПК (SAVER) и обработки сохраненной информации (VIEWER). При этом поддерживаются различные форматы данных. Например, проводить обработку результатов можно в оболочке Microsoft Excel. При построении систем диагностики оборудование от ЗАО "Руднев-Шилиев" (табл. 1,2,3) можно использовать в качестве модулей. Необходимые драйверы устройств и примеры программ, написанных на языках VB, VC, Builder C++, Delphi, представлены на сайте фирмы ([www.rudshel.ru](http://www.rudshel.ru)). Кроме того, существуют законченные программные оболочки, которые позволяют производить различную математическую обработку данных. ○

**Таблица 1. Платы ЦАП и цифрового синтеза сигналов**

Параметр	ГСПФ-051	ГСПФ-052	ГСПФ-053	ЛА-2ЦАП70/15
Число разрядов ЦАП	14	14	14	12
U <sub>вых</sub> , В	±5/ ±10	±5/ ±10	±5/ ±10	±5; ±10; 0-10
R <sub>вых</sub>	50 Ом/ 1МОм	50 Ом/ 1МОм	50 Ом/ 1МОм	10 Ом
Время установления	45 нс	45 нс	45 нс	70/15 мкс
Буферная память, кСлов	256	256	256	–
Интерфейс	ISA-16	PCI	USB	ISA-16
Число выходов	1	1	1	2
Гальваническая изоляция	–	–	–	+
Функциональный генератор	+	+	+	–
Сертификат (Госреестр)	RU.C.35.010AN#18433	RU.C.35.010AN#18433	RU.C.35.010AN#18433	–
Стоимость, руб.	10900	13000	14000	6800/8000

Таблица 2. Предлагаемые измерительные устройства (высокочастотные платы)

Максимальная частота дискретизации	Разрядность АЦП	Число входных аналоговых каналов	Диапазон входного сигнала	Входное сопротивление (импеданс)	Синхронизация (запуск)	Буферная память	Полоса сигнала	Частота стробоскопа (если есть)	Интерфейс	Рекомендуемая плата				
2 ГГц	8	1 канал	от ±0,125В до ±25В	1 МОм, 17пФ	внутр., внешн.: ±5В, ±0,5В, 1 МОм, 50 Ом	ОЗУ 8 Мбайт	100 МГц	нет	USB	ЛА-н1USB				
			от ±0,125В до ±1,25В	50 Ом			300 МГц			ЛА-н1USB				
1 ГГц	8	2 синхр. канала	от ±0,125В до ±25В	1МОм, 17 пФ	внутр., внешн.: ±5В, ±0,5В, 1 МОм, 50 Ом	ОЗУ 8 Мбайт	100 МГц	нет	USB	ЛА-н1USB				
			от ±0,125В до ±1,25В	50 Ом			300 МГц			ЛА-н1USB				
		1 канал	от ±0,5В до ±5В	1МОм, 17 пФ	внутр., внешн.: ±5В, ±0,5В, 1 МОм. ФНЧ, ФВЧ	ОЗУ 8 Мбайт	100 МГц	10 ГГц	PCI	ЛА-н1PCI				
			от ±0,25В до ±2В	50 Ом			300 МГц	10 ГГц		ЛА-н1PCI				
500 МГц	8	1 канал	от ±0,125В до ±25В	1МОм, 17 пФ	внутр., внешн.: ±5В, ±0,5В, 1 МОм. ФНЧ, ФВЧ	ОЗУ 2 Мбайт	100 МГц	1 ГГц	USB	ЛА-н4USB				
			от ±0,5В до ±5В	1 МОм			100 МГц			1 ГГц	PCI	ЛА-н10М8-500		
			от ±0,2В до ±2,5В	50 Ом								180 МГц	ЛА-н10М8-500	
250 МГц	8	2 синхр. канала	от ±0,125В до ±25В	1МОм, 17 пФ	внутр., внешн.: ±5В, ±0,5В, 1 МОм. ФНЧ, ФВЧ	ОЗУ 2 Мбайт	100 МГц	1 ГГц	USB	ЛА-н4USB				
			от ±0,125В до ±25В	1МОм, 17 пФ			100 МГц			1 ГГц	PCI	ЛА-н10М8-250		
100 МГц	8	1 канал	от ±0,25В до ±1В	1МОм	внутр.	ОЗУ 512 кбайт	50 МГц	нет	PC/104	ЛА-н-10PC104				
			от ±0,5В до ±5В	1МОм, 30 пФ	внутр. или внешн. ±5В	ОЗУ 256 кСлов	50 МГц			нет	PCI	ЛА-н10М6PCI		
			от ±0,5В до ±5В	1МОм	внутр. или внешн. ±5В	ОЗУ 256 кСлов	50 МГц			нет	ISA	ЛА-н10М6		
	12	2 синхр. канала	от ±0,125В до ±25В	1МОм, 17 пФ	внутр., внешн.: ±5В, ±0,5В, 1 МОм. ФНЧ, ФВЧ	ОЗУ 2 Мбайт	100 МГц	1 ГГц	PCI	ЛА-н10М8-100				
				1МОм, 17 пФ			внутр. или внешн. ±5В			ОЗУ 2 Мбайт	100 МГц	1 ГГц	USB	ЛА-н10U5B
				от ±0,125В до ±25В			1МОм, 17 пФ			внутр. или внешн. ±5В	ОЗУ 2 МСлова	35 МГц	нет	Ethernet
80 МГц	12	2 синхр. канала	от ±0,2В до ±2В	50 Ом	внутр. или внешн. ±5В	ОЗУ 2 МСлова	35 МГц	нет	USB	ЛА-н10-12USB-Y				
			от ±0,2В до ±2В	50 Ом			35 МГц			нет	PCI	ЛА-н10-12PCI-Y		
			от ±0,2В до ±2В	50 Ом			35 МГц			нет	USB	ЛА-н10-12USB		
50 МГц	8	2 синхр. канала	от ±0,5В до ±5В	1МОм, 30 пФ	внутр. или внешн. ±5В	ОЗУ 256 кСлов	50 МГц	нет	PCI	ЛА-н10М6PCI				
			от ±0,5В до ±5В	1МОм			ОЗУ 256 кСлов			50 МГц	нет	ISA	ЛА-н10М6	
	12	2 синхр. канала	от ±0,2В до ±2В	50 Ом	внутр. или внешн. ±5В	ОЗУ 256 кСлов	30 МГц	нет	PCI	ЛА-н20-12PCI				
			от ±0,2В до ±2В	1 МОм, 30 пФ			ОЗУ 256 кСлов			30 МГц	нет	PCI	ЛА-н20-12M1PCI	
40 МГц	12	16 однополосн.	±1В	1 МОм	внутр. или внешн. ±5В	ОЗУ 64 МСлов	20 МГц	нет	ISA	ЛА-БПн25-12MEM128				
20 МГц	8	16 однополосн.	±1В	1МОм	внутр. или внешн. ±5В	FIFO 8 кСлов	30 МГц	нет	PCI	ЛА-н50-12PCI				
							30 МГц			нет	USB	ЛА-н50-12USB		

Таблица 3. Предлагаемые измерительные устройства (низкочастотные платы)

Частота дискретизации (частота опроса канала)	Разрядность АЦП	Число входных аналоговых каналов	Диапазон входного сигнала	Наличие ЦАП, разрядность	Число цифровых линий	Коэффициент усиления	Интерфейс	Рекомендуемая плата
10 МГц	12	16 однополосн.	±1В	нет	8 вывод/8 ввод	нет	USB	ЛА-н50-12USB
						нет	PCI	ЛА-н50-12PCI
700 кГц	12	32 однополосн./16 дифференц.	от ±0,05В до ±10В	нет	8 вывод/8 ввод	программируемый коэф. усиления	PCI	ЛА-н150-14PCI
500 кГц	12	32 однополосн./16 дифференц.	от ±0,05В до ±10В	2 ЦАП 12 бит	8 вывод/8 ввод	прогр. коэф. усиления на канал отдельно 1,2...40,100,200	USB	ЛА-2USB-12
				нет	8 вывод/8 ввод	прогр. коэф. усиления на канал отдельно 1,2...40,100,200	PCI	ЛА-1.5PCI
400 кГц	14	32 однополосн./16 дифференц.	от ±0,05В до ±10В	2 ЦАП 12 бит	8 вывод/8 ввод	прогр. коэф. усиления на канал отдельно 1,2...40,100,200	USB	ЛА-2USB-14
				нет	8 вывод/8 ввод	прогр. коэф. усиления на канал отдельно 1,2...40,100,200	PCI	ЛА-1.5PCI-14
	12	32 однополосн./16 дифференц. 8 синхронных дифф. каналов	от ±0,05В до ±10В	нет	8 вывод/8 ввод	прогр. коэф. усиления на канал отдельно 1,2...40,100,200	PCI	ЛА-2М5PCI
250 кГц	12	4 синхронных дифф. канала	от ±0,025В до ±5В	нет	нет	1,2,4,10,20,40,10,200	USB	ЛА-ISO4USB
		16 однополосн./8 дифференц.	от ±0,5В до ±10В	нет	8 вывод/8 ввод	1, 10 джампером на плате	ISA	ЛА-4
140кГц	16	16 однополосн./8 дифференц.	от ±1В до ±10В	нет	8 вывод/8 ввод	1, 10 джампером на плате	ISA	ЛА-7
102,4 кГц	24	8 синхронных дифф. канала	±10В	нет	8 вывод/18 универсальных	задается при заказе	PCI	Леонардо-II
50 кГц	12	32 однополосн./16 дифференц.	от ±0,05В до ±10В	нет	8 вывод/8 ввод	прогр. коэф. усиления на канал отдельно 1,2...40,100,200	USB	ЛА-20USB
20 кГц	10	16 однополосн. 8 дифференц.	от ±0,1В до ±5В	нет	8 вывод/8 ввод	1,5,10,50	USB	ЛА-50USB
14 кГц	12	16 однополосн./8 дифференц.	от ±0,5В до ±5В	нет	8 вывод/8 ввод	пользовательский коэф. усиления	ISA	ЛА-70M4
4 кГц	12	16 однополосн./8 дифференц.	от ±0,5В до ±5В	ЦАП 12 разрядов	16 входных	прогр. коэф. усиления на канал отдельно 1,2...40,100,200	Ethernet	ЛА-5
							Ethernet, Wi-Fi	ЛА-5(Wi-Fi)
							Ethernet, Optic	ЛА-5 (Optic)
800 Гц	24	4 синхронных дифф. канала	от ±39,0625мВ до ±2,5В	нет	8 вывод/8 ввод	1,2,4,8,16,32,64	USB	ЛА-И24USB
50 Гц	24	1/2/3 синх.; 2/4/6 мультип. дифф.	от ±0,02В до ±2,5В	нет	нет	прогр. коэф. усил.	ISA	ЛА-И24-1/2/3