

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Акселерометры CMG-5T

Назначение средства измерений

Акселерометры CMG-5T (далее - акселерометры) предназначены для измерения ускорения низкочастотных сейсмических колебаний в месте установки приборов.

Описание средства измерений

Акселерометр состоит из датчика, имеющего три ортогонально расположенные оси чувствительности, что позволяет получать данные сразу по трем направлениям: север-юг, восток-запад и в вертикальном направлении. Датчик устанавливается внутри герметичного корпуса.

Датчик представляет собой колеблющуюся массу, снабженную демпфером. При возникновении сейсмических колебаний в направлении соответствующей оси чувствительности, подпружиненная масса начинает движение, в результате чего на выходе прибора вырабатывается сигнал пропорциональный воздействующему ускорению.

Выпускаются пять исполнений акселерометров: CMG-5T-M (базовый аналоговый акселерометр), CMG-5TC-M (компактный аналоговый акселерометр), CMG-5TB-M (скважный аналоговый акселерометр), CMG-5TD-M (базовый цифровой акселерометр), CMG-5TDE-M (цифровой акселерометр с дополнительными интерфейсами съема данных).

В зависимости от исполнения акселерометра выходной сигнал может быть представлен в аналоговом виде (для акселерометров исполнений CMG-5T-M, CMG-5TC-M и CMG-5TB-M) и в цифровом (для акселерометров исполнений CMG-5TD-M и CMG-5TDE-M).

Конструктивно акселерометр состоит из отдельных функциональных блоков: датчика со встроенным калибратором (для исполнений CMG-5T-M, CMG-5TC-M и CMG-5TB-M), датчика, встроенного калибратора и 24-разрядного АЦП (для исполнения CMG-5TD-M) и датчика, встроенного калибратора, 24-разрядного АЦП и модуля ЕАМ (для исполнения CMG-5TDE-M). Все функциональные блоки акселерометра расположены в герметичном корпусе.

Характеристики различных исполнений акселерометров приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение характеристики для исполнений				
	CMG-5T-M	CMG-5TC-M	CMG-5TB-M	CMG-5TD-M	CMG-5TDE-M
Вид выходного сигнала	аналоговый			цифровой	
Цена наименьшего разряда цифрового кода*, мкм/с ²	-			0,1 – 5,0 0,01 – 0,5	
- по каналу низкого усиления	-			до 1000	
- по каналу высокого усиления	-			есть	
Частота дискретизации, Гц	-			38400	
Привязка к системе единого времени	-			RS-232	RS232 или RS422, Ethernet
Скорость обмена, бит/с, не менее	-			TCP/IP, PPP, SSH, HTTP, HTTPS	
Протокол выдачи данных в ЭВМ	-				
Поддерживаемые интернет-технологии	-				

Общий вид акселерометров представлен на рисунке 1.



Рис 1 - 1



Рис 1 - 2



Рис 1 - 3



Рис 1 - 4



Рис 1 - 5

Рис.1 Общий вид акселерометров.

1-1 - базовый аналоговый акселерометр CMG-5T-M

1-2 - компактный аналоговый акселерометр CMG-5TC-M

1-3 - скважный аналоговый акселерометр CMG-5TB-M

1-4 - базовый цифровой акселерометр CMG-5TD-M

1-5 - цифровой акселерометр с дополнительными интерфейсами съема данных CMG-5TDE-M

Программное обеспечение

С акселерометром используется встроенное и автономное программное обеспечение. Функционирование встроенного ПО осуществляется в операционной системе Linux. Встроенное ПО реализует функциональность акселерометра (сбор, обработку, хранение и передачу измерительной информации), устанавливается на этапе изготовления и в процессе эксплуатации изменено быть не может. Встроенное программное обеспечение имеется только для исполнений акселерометров CMG-5TD-M и CMG-5TDE-M.

Автономное ПО функционирует под управлением операционной системы Windows и реализует функции передачи, отображения и хранения результатов измерений.

Все ПО является метрологически значимым.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 2

Таблица 2

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
Встроенное ПО акселерометра 5TD				
Загрузчик	Boot-loader	v2.0b11	3A24781C	CRC32
Код ARM	ARM	v106b55r	C53A40AC	CRC32
Код DSP	DSP	v1.086	54369D34	CRC32
Встроенное ПО акселерометра 5TDE	DM32-7E	v.306	589DE307	CRC32
Автономное ПО Scream!	Scream!	v.4.5	E5259420	CRC32

Влияние программного обеспечения на метрологические характеристики учтено при нормировании метрологических характеристик.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «С» по МИ 3286–2010

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики акселерометров приведены в таблицах 3-5.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики для исполнений				
	CMG-5T-M	CMG-5TC-M	CMG-5TB-M	CMG-5TD-M	CMG-5TDE-M
Количество измерительных каналов, шт	3				
Диапазон выходного сигнала,	$\pm 10\text{B}$				
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения ускорения, м/с ²	$\pm(10^{-6} \text{ Xmax} + \text{X}/1000)$				
Рабочий частотный диапазон преобразования (по уровню -3 дБ)*, Гц	0-50 0-100 0-200				
Динамический диапазон, дБ, не менее	165				
- по постоянному ускорению					
- по переменному ускорению:					
в полосе частот 0,005 – 0,05 Гц;	145				
в полосе частот 3 – 30 Гц	127				
Нелинейность амплитудной характеристики, %	0,1				
Относительный коэффициент поперечной чувствительности	0,001				
Неравномерность амплитудно-					

Наименование характеристики	Значение характеристики для исполнений						
	CMG-5T-M	CMG-5TC-M	CMG-5TB-M	CMG-5TD-M	CMG-5TDE-M		
частотной характеристики (АЧХ) в рабочем диапазоне частот, дБ	3						
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения ускорения с помощью встроенного калибратора, м/с ²	$\pm(10^{-6} X_{\max} + 1 \cdot 10^{-4} X)$						
Диапазон рабочих температур, С	от минус 20 до +70						
Габаритные размеры, мм, не более:	Ø176×97	Ø122×99	Ø75×400	Ø176×245	Ø176×245		
Масса, кг, не более	2,7	1,31	3,75	4,3	4,3		
Питание: напряжение источника постоянного тока, В	10-36		11-30	10-28			
Потребляемая мощность, Вт, не более							
-при напряжение питания 12В	0,5						
-при напряжение питания ±12В	0,36						
Выходное сопротивление, Ом	47						
Срок службы, лет	10						
Средняя наработка на отказ, ч	45000						

Ниже приведены значения коэффициента преобразования акселерометра для различных диапазонов измерения ускорения для исполнений с аналоговым (таблица 4) и цифровым (таблица 5) выходами.

Таблица 4

Коэффициент преобразования*, В·с ² /м, по дифференциальному выходу низкого/высокого усиления	0,25/2,5	0,5/5	1/10	2/20	10/100
Диапазон преобразования* по дифференциальному выходу низкого/высокого усиления	±4g/±0,4g	±2g/±0,2g	±1g/±0,1g	±0,5g/±0,05g	±0,1g/±0,01g
Отклонение значений коэффициента преобразования от приведенных в таблице, не более, %.	±10				

Таблица 5

Коэффициент преобразования*, (отсч. \cdot s^2/m), по дифференциальному выходу низкого (высокого) усиления	419400 (4194000)	838900 (8389000)	1678000 (16780000)	3355000 (33550000)	16780000 (167800000)
Диапазон преобразования* по дифференциальному выходу низкого/ высокого усиления	$\pm 4g/\pm 0,4g$	$\pm 2g/\pm 0,2g$	$\pm 1g/\pm 0,1g$	$\pm 0,5g/\pm 0,05g$	$\pm 0,1g/\pm 0,01g$
Отклонение значений коэффициента преобразования от приведенных в таблице, не более, %.				± 10	

Где:

- X – измеряемое ускорение,
- X_{max} – ускорение, максимальное для данного диапазона
- * - значение параметра устанавливается при изготовлении по требованию заказчика

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации акселерометра типографским способом.

Комплектность средств измерений

Комплектность средств измерений приведена в таблице 6.

Таблица 6

Наименование	Кол-во исполнение				
	CMG-5T-M	CMG-5TC-M	CMG-5TB-M	CMG-5TD-M	CMG-5TDE-M
Акселерометр	1	1	1	1	1
Комплект соединительных кабелей:					
- кабель сигнал-питание с разъемом	1	1	1	1	1
- кабель для подключения приемника сигналов СЕВ	-	-	-	1	1
- кабель для подключения внешних дисков FireWire	-	-	-	1	1
- кабель NET	-	-	-	-	1
- кабель консольный GPIO	-	-	-	-	1
Устройство коммутации*	1	1	1	-	-
Устройство управления*	1	1	1	-	-
24-разрядный АЦП*	1	1	1	-	-
Приемник сигналов СЕВ	-	-	-	1	1
Приспособление для крепления акселерометра	1	1	-	1	1

Наименование	Кол-во				
	исполнение				
	CMG-5T-M	CMG-5TC-M	CMG-5TB-M	CMG-5TD-M	CMG-5TDE-M
Программа Scream!*	-			1	
Руководство по эксплуатации		1			
Методика поверки МП 253-12-93		1			
Детализированный лист калибровки	1				

*Состав комплекта оговаривается при заказе.

Поверка

осуществляется по документу МП 253-12-93 «Акселерометр CMG-5T. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 10.08.2012 г.

Основные средства поверки:

- Установка сейсмометрическая горизонтальная УСГ-ЗМ из состава эталона ГЭТ 159-2011. Диапазон частот 0,001-30 Гц; диапазон амплитуд ускорений $5 \times 10^{-7} - 10 \text{ м/с}^2$; $\Theta_0 = 1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-3}$; $S_0 = 2 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-3}$;
- Установка сейсмометрическая вертикальная УСВ-2 из состава эталона ГЭТ 159-2011.
- . Диапазон частот 0,001-30 Гц; диапазон амплитуд ускорений $5 \times 10^{-7} - 10 \text{ м/с}^2$; $\Theta_0 = 2 \times 10^{-4} - 4 \times 10^{-3}$; $S_0 = 2 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-3}$;
- Установка ротационная ДЦ – 3 – из состава эталона ГЭТ 94-01. Диапазон частот 0,5-30 Гц; диапазон амплитуд гармонического ускорения $8 - 250 \text{ м/с}^2$; $\Theta_0 = 2 \times 10^{-4}$, $S_0 = 1 \times 10^{-5}$.
- ЭУП - эталонная установка поворотная - из состава эталона 94-01. Диапазон измерения амплитуд постоянного линейного ускорения $1 \times 10^{-3} - 10 \text{ м/с}^2$; $\Theta_0 = 5 \times 10^{-4}$, $S_0 = 2 \times 10^{-4}$
- Преобразователь виброизмерительный - из состава эталона ГЭТ 159-2011. Диапазон частот 0,5-1000 Гц; амплитуда ускорений $1 \times 10^{-1} - 1 \times 10^4 \text{ м/с}^2$, $t_S S_S$ от $2 \cdot 10^{-3}$ до $5 \cdot 10^{-3}$.
- Генератор сигналов произвольной формы 33220А. Диапазон частот от 1 мкГц до 20 МГц, относительная погрешность 10^{-5} .

Сведения о методиках (методах) измерений

Методика измерений содержится в документах: «Акселерометр CMG-5T-M. Руководство по эксплуатации», «Акселерометр CMG-5TC-M. Руководство по эксплуатации», «Акселерометры CMG-5TB-M. Руководство по эксплуатации», «Акселерометры CMG-5TD-M. Руководство по эксплуатации», «Акселерометры CMG-5TDE-M. Руководство по эксплуатации».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к акселерометрам CMG-5T

1. ГОСТ 8.577 – 2002 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений единиц длины, скорости, ускорения и плоского угла при угловом перемещении твердого тела»
2. ГОСТ 8.562-97 «. Государственная поверочная схема для средств измерений сейсмоперемещения, сейсмоскорости и сейсмоускорения в диапазоне частот 0,01 – 20 Гц»
3. МИ 2070-90 « Государственная поверочная схема для средств измерения параметров вибрации»
4. Техническая документация изготовителя.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- осуществление деятельности в области охраны окружающей среды;

- осуществление деятельности по обеспечению безопасности при чрезвычайных ситуациях;
- осуществление производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

Изготовитель

фирма «Guralp Systems Limited», Великобритания

Адрес: Midas House, Calleva Park, Aldermaston, Reading. RG7 8EA UK

тел. +44-118-981-90-56, e-mail: sales@guralp.com

Заявитель

Общество с ограниченной ответственностью НПП «Вулкан», г. Обнинск Калужской обл.

Адрес: 249034, Калужская область, г. Обнинск, пр. Ленина, 187.

тел. (48439) 4-28-82, факс (48439) 3-62-62, e-mail: svz@vulcan-seismicsystems.com

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», регистрационный номер 30001-10.

Адрес: 190005, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19

тел. (812)251-76-01, факс (812)713-01-14, e-mail: info@vniim.ru, www.vniim.ru

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

«__»____ 2013 г.