

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Системы измерений вибрации оборудования Саяно-Шушенской ГЭС

Назначение средства измерений

Системы измерений вибрации оборудования Саяно-Шушенской ГЭС (далее – «СИВО СШГЭС») предназначены для измерений параметров вибрационных процессов (виброускорений, виброскоростей, виброперемещений), амплитуд быстропеременных давлений и пульсаций давлений, статических давлений, относительных смещений, а также для преобразования, регистрации, обработки измерительной информации.

Описание средства измерений

Принцип действия систем основан на аналого-цифровом преобразовании электрических сигналов, поступающих с датчиков вибрации, перемещения, пульсирующего давления, быстропеременного давления с одновременной обработкой специализированным автономным программным обеспечением.

«СИВО СШГЭС» обеспечивают:

- измерение, регистрацию и первичную обработку сигналов;
- отображение значений измеряемых величин или преобразованных параметров;
- контроль значений измеряемых величин или преобразованных параметров (оценка результатов измерения и преобразования параметров, сравнение с уставками);
- самодиагностику (анализ работоспособности с возможностью вызова диагностических программ);
- архивацию результатов измерения и преобразования (хранение данных с возможностью просмотра и анализа);
- вывод текущих значений измеряемых параметров, кодов аварий и технологических сообщений на ЭВМ верхнего уровня;
- возможность подключения печатающих устройств для оформления протоколов результатов измерений;
- возможность связи с другими системами (подключение в существующую локальную вычислительную сеть).

«СИВО СШГЭС» имеет два уровня. Первый уровень включает первичные преобразователи: вибропреобразователи ускорения 8325, 8326, 8341, преобразователи виброизмерительные 4370, акселерометры оптические FOA-200, преобразователи давления измерительные ХРМ10, датчики быстропеременных давлений ЛХ 611 М, преобразователи виброперемещений ИВП-05-0,8/200, преобразователи вихретоковые PES-106, преобразователи виброперемещений емкостные PCS-302 (PCS-304) с устройствами согласования – усилителями измерительными NEXUS мод. 2694, усилителями измерительными 2635, источниками питания и соединительными кабелями. Второй уровень: комплексы измерительно-вычислительные МИС в исполнениях МИС-200М, МИС-200, МИС-026, МИС-036, включающим в себя модули измерения динамических данных МС-201, модули измерения тока МС-114 С2, компьютер промышленного исполнения (для комплексов МИС в исполнениях МИС-026, МИС-036) и программное обеспечение систем измерений вибрации оборудования Саяно-Шушенской ГЭС (далее ПО «СИВО СШГЭС»).

В «СИВО СШГЭС» реализованы следующие измерительные каналы (ИК):

- ИК виброускорений;
- ИК виброскоростей;
- ИК виброперемещений;
- ИК статических давлений;
- ИК амплитуд пульсаций давлений;

- ИК быстропеременных давлений;
- ИК относительных смещений.

ИК виброускорений

Принцип действия ИК основан на аналого-цифровом преобразовании измеряемой величины входного напряжения переменного тока, пропорционального виброускорению в двоичный код, доступный для обработки программой пользователя. Состав ИК виброускорений приведен в таблице 1.

Таблица 1

Комплексы измерительно-вычислительные МИС	Модули измерения	Первичные преобразователи
МИС-200М либо МИС-200 либо МИС-026 либо МИС-036 (номер в госреестре средств измерений 20859-09)	МС-201 (номер в госреестре средств измерений 20859-09)	– вибропреобразователи ускорения 8325, 8326, 8341 (номер в госреестре средств измерений 14923-09) совместно с усилителем измерительным NEXUS мод. 2694 (номер в госреестре средств измерений 43778-10); – преобразователи виброизмерительные 4370 (номер в госреестре средств измерений 8520-81) совместно с усилителем измерительным 2635 (номер в госреестре средств измерений 7111-79); – акселерометры оптические FOA-200 (номер в госреестре средств измерений 45702-10) совместно с усилителем измерительным NEXUS мод. 2694.

ИК виброскоростей

Принцип действия ИК основан на аналого-цифровом преобразовании измеряемой величины входного напряжения переменного тока, пропорционального виброскорости в двоичный код, доступный для обработки программой пользователя. В ИК виброскоростей осуществляется интегрирование измерительного сигнала с первичных преобразователей усилителем измерительным NEXUS мод. 2694, усилителем измерительным 2635.

Состав ИК виброскоростей приведен в таблице 2.

Таблица 2

Комплексы измерительно-вычислительные МИС	Модули измерения	Первичные преобразователи
МИС-200М либо МИС-200 либо МИС-026 либо МИС-036	МС-201	– вибропреобразователи ускорения 8325, 8326, 8341 совместно с усилителем измерительным NEXUS мод. 2694; – преобразователи виброизмерительные 4370 совместно с усилителем измерительным 2635; – акселерометры оптические FOA-200 совместно с усилителем измерительным NEXUS мод. 2694.

ИК виброперемещений

Принцип действия ИК основан на аналого-цифровом преобразовании измеряемой величины входного напряжения переменного тока, пропорционального виброперемещению в двоичный код, доступный для обработки программой пользователя. В ИК виброперемещений с

использованием вибропреобразователей ускорения 8325, 8326, 8341, преобразователей виброизмерительных 4370, акселерометров оптических FOA-200 осуществляется двойное интегрирование измерительного сигнала с первичных преобразователей усилителем измерительным NEXUS мод. 2694, усилителем измерительным 2635.

Состав ИК виброперемещений приведен в таблице 3.

Таблица 3

Комплексы измерительно-вычислительные МИС	Модули измерения	Первичные преобразователи
<p>МИС-200М либо МИС-200 либо МИС-026 либо МИС-036</p>	<p>МС-201 и МС-114 С2 (номер в госреестре средств измерений 20859-09)</p>	<p>– вибропреобразователи ускорения 8325, 8326, 8341 совместно с усилителем измерительным NEXUS мод. 2694; – преобразователи виброизмерительные 4370 совместно с усилителем измерительным 2635; – акселерометры оптические FOA-200 совместно с усилителем измерительным NEXUS мод. 2694; – преобразователи виброперемещений ИВП-05-0,8/200 (номер в госреестре средств измерений 47052-11) совместно с двуполярными источниками напряжения (9 – 15) В; – преобразователи вихретоковые PES-106 (номер в госреестре средств измерений 45463-10) совместно с двуполярными источниками напряжения (10 – 24) В; – преобразователи виброперемещений емкостные PCS-302 либо PCS-304 (номер в госреестре средств измерений 45463-10) совместно с двуполярными источниками напряжения (10 – 24) В.</p>

ИК статических давлений

Принцип действия ИК основан на аналого-цифровом преобразовании измеряемой величины входного напряжения постоянного тока, пропорционального статическому давлению в двоичный код, доступный для обработки программой пользователя.

Состав ИК статических давлений приведен в таблице 4.

Таблица 4

Комплексы измерительно-вычислительные МИС	Модули измерения	Первичные преобразователи
<p>МИС-200М либо МИС-200 либо МИС-026 либо МИС-036</p>	<p>МС-201</p>	<p>преобразователи давления измерительные XPM10 модификаций XPM10-S116-5BS-/LC10-RevB и XPM10-S116-35BS-/LC10-RevB (номер в госреестре средств измерений 48089-11) совместно с двуполярными источниками напряжения (10 – 24) В.</p>

ИК амплитуд пульсирующих давлений

Принцип действия ИК основан на аналого-цифровом преобразовании измеряемой величины входного напряжения переменного тока, пропорционального амплитудам пульсаций давлений в двоичный код, доступный для обработки программой пользователя.

Состав ИК амплитуд пульсирующих давлений приведен в таблице 5.

Таблица 5

Комплексы измерительно-вычислительные МИС	Модули измерения	Первичные преобразователи
МИС-200М либо МИС-200 либо МИС-026 либо МИС-036	МС-201	преобразователи давления измерительные ХРМ10 модификаций ХРМ10-S116-5BS-/LC10-RevB и ХРМ10-S116-35BS-/LC10-RevB совместно с двуполярными источниками напряжения (10 – 24) В.

ИК быстропеременных давлений

Принцип действия ИК основан на аналого-цифровом преобразовании измеряемой величины входного напряжения переменного тока, пропорционального пульсациям давлений в двоичный код, доступный для обработки программой пользователя.

Состав ИК быстропеременных давлений приведен в таблице 6.

Таблица 6

Комплексы измерительно-вычислительные МИС	Модули измерения	Первичные преобразователи
МИС-200М либо МИС-200 либо МИС-026 либо МИС-036	МС-201	датчик быстропеременных давлений совместно с усилителем измерительным 2635.

ИК относительных смещений

Принцип действия ИК основан на аналого-цифровом преобразовании измеряемой величины входного напряжения постоянного тока, пропорционального относительному смещению в двоичный код, доступный для обработки программой пользователя.

Состав ИК относительных смещений приведен в таблице 7.

Таблица 7

Комплексы измерительно-вычислительные МИС	Модули измерения	Первичные преобразователи
МИС-200М либо МИС-200 либо МИС-026 либо МИС-036	МС-201 и МС-114 С2	– преобразователи вихретоковые PES-106 совместно с двуполярными источниками напряжения (10 – 24) В; – преобразователи виброперемещений емкостные PCS-302 либо PCS-304 совместно с двуполярными источниками напряжения (10 – 24) В.

Внешний вид средств измерений второго уровня «СИВО СШГЭС» представлен на рис. 1



MIC-200M

MIC-200

MIC-026

MIC-036

Рис. 1

Программное обеспечение

Идентификационные данные метрологически значимых частей автономного программного обеспечения – расчетных библиотек Scale.dll и MeraTable.dll – представлены в таблице 8.

Таблица 8

Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровые идентификаторы программного обеспечения	Другие идентификационные данные	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
Scale.dll	1.0.1.8	10BEBEA93E93 8A6EFD5A11D EE35D4917	-	MD5
MeraTable.dll	1.0.1.8	A5C2D4932CE8 DA85DF14CBV 4EE12877D	-	MD5

Защита метрологически значимого автономного программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – уровень С по МИ 3286-2010.

Метрологические характеристики измерительных каналов нормированы с учетом влияния ПО.

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики ИК виброускорений приведены в таблице 9.

Таблица 9

Модель используемого первичного преобразователя	Диапазон измерений виброускорений, м/с ²	Пределы допускаемой относительной погрешности, %	Неравномерность амплитудно-частотной характеристики	Технические характеристики
Вибропреобразователи ускорений 8325, 8326	от 0,5 до 500	± 5	± 15 %	Диапазон частот измеряемых виброускорений – от 1 до 8000 Гц

Вибропреобразователи ускорений 8341	от 0,5 до 500	± 5	$\pm 15 \%$	Диапазон частот измеряемых виброускорений – от 0,7 до 4800 Гц
Преобразователи виброизмерительные 4370	от 0,5 до 500	± 5	$\pm 15 \%$	Диапазон частот измеряемых виброускорений – от 0,7 до 4800 Гц
Акселерометры оптические FOA-200	от 0,5 до 500	± 5	± 3 дБ	Диапазон частот измеряемых виброускорений – от 10 до 1000 Гц

Метрологические и технические характеристики ИК виброскоростей приведены в таблице 10.

Таблица 10

Модель используемого первичного преобразователя	Диапазон измерений виброскоростей, м/с	Пределы допускаемой относительной погрешности, %	Неравномерность амплитудно-частотной характеристики	Технические характеристики
Вибропреобразователи ускорений 8325, 8326	от 0,1 до 100	± 7	$\pm 15 \%$	Диапазон частот измеряемых виброскоростей – от 1 до 2000 Гц
Вибропреобразователи ускорений 8341	от 0,1 до 100	± 7	$\pm 15 \%$	Диапазон частот измеряемых виброскоростей – от 0,7 до 2000 Гц
Преобразователи виброизмерительные 4370	от 0,1 до 100	± 7	$\pm 15 \%$	Диапазон частот измеряемых виброскоростей – от 1 до 2000 Гц
Акселерометры оптические FOA-200	от 0,1 до 100	± 7	± 3 дБ	Диапазон частот измеряемых виброскоростей – от 10 до 1000 Гц

Метрологические и технические характеристики ИК виброперемещений приведены в таблице 11.

Таблица 11

Модель используемого первичного преобразователя	Диапазон измерений виброперемещений, мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности, %	Неравномерность амплитудно-частотной характеристики	Технические характеристики
Вибропреобразователи ускорений 8325, 8326	от 1 до 1250	± 7	$\pm 15 \%$	Диапазон частот измеряемых измерений виброперемещений – от 1 до 500 Гц
Вибропреобразователи ускорений 8341	от 1 до 1250	± 7	$\pm 15 \%$	Диапазон частот измеряемых измерений виброперемещений – от 0,7 до 500 Гц

Преобразователи виброизмерительные 4370	от 1 до 1250	± 7	$\pm 15 \%$	Диапазон частот измеряемых измерений виброперемещений – от 1 до 500 Гц
Акселерометры оптические FOA-200	от 0,1 до 100	± 7	± 3 дБ	Диапазон частот измеряемых измерений виброперемещений – от 10 до 500 Гц

Продолжение таблицы 11.

Модель используемого первичного преобразователя	Диапазон измерений виброперемещений, мкм	Пределы допускаемой относительной погрешности, %	Неравномерность амплитудно-частотной характеристики	Технические характеристики
Преобразователи виброперемещений ИВП-05-0,8/200	от 1 до 1000	± 7	$\pm 15 \%$	Диапазон частот измеряемых измерений виброперемещений – от 0,8 до 200 Гц
Преобразователи вихретоковые PES-106	от 0 до 6000	± 11	от - 3 до 0,5 дБ	Диапазон частот измеряемых измерений виброперемещений – от 0 до 1000 Гц
Преобразователи виброперемещений емкостные PCS-302	от 300 до 2300	± 6	от - 3 до 0,5 дБ	Диапазон частот измеряемых измерений виброперемещений – от 0 до 1000 Гц
Преобразователи виброперемещений емкостные PCS-304	от 500 до 4500	± 6	от - 3 до 0,5 дБ	Диапазон частот измеряемых измерений виброперемещений – от 0 до 1000 Гц

Метрологические характеристики ИК статических давлений приведены в таблице 12.

Таблица 12

Модель используемого первичного преобразователя	Диапазон измерений статических давлений, МПа	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
Преобразователи давления измерительные XPM10 модификации XPM10-S116-5BS-/LC10-RevB	от 0,004 до 0,5	± 1
Преобразователи давления измерительные XPM10 модификации XPM10-S116-35BS-/LC10-RevB	от 0,03 до 3,5	± 1

Метрологические и технические характеристики ИК амплитуд пульсаций давлений приведены в таблице 13.

Таблица 13

Модель используемого первичного преобразователя	Диапазон измерений амплитуд пульсаций давления, МПа	Пределы допускаемой относительной погрешности, %	Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, %	Технические характеристики
Преобразователи давления измерительные XPM10 модификации XPM10-S116-5BS-/LC10-RevB	от 0,004 до 0,5	± 6	± 18	Диапазон частот измеряемых амплитуд пульсаций давления – от 0 до 1000 Гц
Преобразователи давления измерительные XPM10 модификации XPM10-S116-35BS-/LC10-RevB	от 0,03 до 1,75	± 6	± 18	Диапазон частот измеряемых амплитуд пульсаций давления – от 0 до 1000 Гц

Метрологические характеристики ИК быстропеременных давлений приведены в таблице 14.

Таблица 14

Модель используемого первичного преобразователя	Диапазон измерений быстропеременных давлений, МПа	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
Датчики быстропеременных давлений ЛХ 611 М	от 0,05 до 5,5	± 13

Метрологические характеристики ИК относительных смещений приведены в таблице 15.

Таблица 15

Модель используемого первичного преобразователя	Диапазон измерений относительных смещений, мм	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
Преобразователи вихретоковые PES-106	от 0 до 6	± 11
Преобразователи виброперемещений емкостные PCS-302	от 0,3 до 2,3	± 6
Преобразователи виброперемещений емкостные PCS-304	от 0,5 до 4,5	± 6

Технические характеристики комплексов измерительно-вычислительных МИС приведены в таблице 16.

Таблица 16

Наименование характеристики	Значение характеристики
Габаритные размеры МИС-200М не более, мм	215 x 238 x 115
Габаритные размеры МИС-200 не более, мм	215 x 238 x 115
Габаритные размеры МИС-026 не более, мм	260 x 320 x 155
Габаритные размеры МИС-036 не более, мм	465x 320 x 155
Напряжение питания постоянного тока, В	48±8; 24±6; 12±4
Напряжение питания переменного тока, В	от 187 до 242
Время прогрева комплексов	40 минут
Наработка на отказ	не менее 10000 часов
Средний срок службы	не менее 10 лет
Пульсации напряжения сети постоянного тока. не более, %	2

Технические характеристики первичных преобразователей (датчиков) приведены в таблице 17.

Таблица 17

Тип датчика	Значение характеристики
Масса, г не более	
Вибропреобразователь ускорения 8325	88
Вибропреобразователь ускорения 8326	88
Вибропреобразователь ускорения 8341	41
Преобразователь виброизмерительный 4370	54
Акселерометр оптический FOA-200	25
Преобразователь давления измерительный XPM10	300
Датчик быстропеременных давлений ЛХ 611 М	100
Преобразователь виброперемещений ИВП-05-0,8/200	130
Преобразователь вихретоковый PES -106	50
Преобразователь виброперемещений емкостной PCS-302, PCS-304	110
Габаритные размеры, мм не более	
Вибропреобразователь ускорения 8325	Ø 20,3 x 48,3
Вибропреобразователь ускорения 8326	Ø 20,3 x 48,3
Вибропреобразователь ускорения 8341	Ø 17 x 40,1
Преобразователь виброизмерительный 4370	Ø 7,3 x 11
Акселерометр оптический FOA-200	18 x 18 x 35
Преобразователь давления измерительный XPM10	Ø 15 x 21
Датчик быстропеременных давлений ЛХ 611 М	Ø 15 x 12
Преобразователь виброперемещений ИВП-05-0,8/200	27 x 86,5 x 54
Преобразователь вихретоковый PES -106	Ø 12 x 60
Преобразователь виброперемещений емкостной PCS-302, PCS-304	Ø 20 x 135

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульные листы руководства по эксплуатации и паспорта типографским способом.

Комплектность средства измерений

Комплектность «СИВО СШГЭС» приведена в таблице 18.

Таблица 18

Наименование изделия	Количество
«Система измерений вибрации оборудования Саяно-Шушенской ГЭС» № 001. Исполнение на базе комплекса измерительно-вычислительного МИС-200М.	1
«Система измерений вибрации оборудования Саяно-Шушенской ГЭС» № 002. Исполнение на базе комплекса измерительно-вычислительного МИС-200.	1
«Система измерений вибрации оборудования Саяно-Шушенской ГЭС» № 003. Исполнение на базе комплекса измерительно-вычислительного МИС-026.	1
«Система измерений вибрации оборудования Саяно-Шушенской ГЭС» № 004. Исполнение на базе комплекса измерительно-вычислительного МИС-036.	1
Техническая документация	
«5.1.9. Руководство по эксплуатации «СИВО СШГЭС»	1
«Система измерений вибрации оборудования Саяно-Шушенской ГЭС». Паспорт»	1

Поверка

осуществляется в соответствии с разделом 12 «Методика поверки» документа «5.1.9. Руководство по эксплуатации. Системы измерений вибрации оборудования Саяно-Шушенской ГЭС», согласованным с ГЦИ СИ ФБУ «Новосибирский ЦСМ» 20 июня 2013 года.

Перечень основных средств поверки (эталонов), применяемых для поверки: средства поверки элементов «СИВО СШГЭС» в соответствии с методиками поверки на соответствующие элементы.

Государственный первичный специальный эталон единицы давления в диапазоне от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^6$ Па для частот от $5 \cdot 10^{-2}$ до 10^4 Гц и длительностей от $1 \cdot 10^{-5}$ до 10 с (гэт 131-81)

Сведения о методиках (методах) измерений

Методы измерений приведены в документе «5.1.9. Руководство по эксплуатации «СИВО СШГЭС».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к «СИВО СШГЭС»

- ГОСТ 30296-95 «Аппаратура общего назначения для определения основных параметров вибрационных процессов. Общие технические требования».
- МИ 2070-90 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений виброперемещения, виброскорости и виброускорения в диапазоне частот $3 \cdot 10^{-1}$ – $2 \cdot 10^4$ Гц»

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

– при осуществлении производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

Изготовитель

Филиал ОАО «РусГидро» - «Саяно-Шушенская ГЭС имени П.С. Непорожного»
Россия, Республика Хакасия 655619, г. Саяногорск, пос. Черёмушки, а/я 39
тел/факс: (39042)32605
e-mail: ofis@sges.rushydro.ru

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Новосибирской области» (ФБУ «Новосибирский ЦСМ»)

Россия, Сибирский федеральный округ, 630112 г. Новосибирск, пр-т. Дзержинского, 2/1

телефон (383) 2782037, факс (383) 2782010

e-mail: otdel57@ncsm.ru

Аттестат аккредитации № 30060-10, действителен до 01.09.2015 г.

Заместитель Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п. «____» _____ 2014 г.