

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Система автоматизированная сейсмического мониторинга гидротехнических сооружений Зейской ГЭС

#### Назначение средства измерений

Система автоматизированная сейсмического мониторинга гидротехнических сооружений Зейской ГЭС (далее – АССМ ГТС Зейской ГЭС) предназначена для измерений амплитуды и частоты электрических сигналов, а также непрерывной регистрации сейсмического и микросейсмического фона плотины и прилегающего массива, фиксирования реакции плотины на сейсмические воздействия с целью определения динамических характеристик и оценки эксплуатационного состояния, повышения надежности и эффективности оперативного контроля состояния гидротехнических сооружений (ГТС), путем измерений значений физических величин с помощью первичных преобразователей, а также информирования руководящего и оперативного персонала электростанции об уровне безопасного состояния ГТС.

#### Описание средства измерений

Принцип действия АССМ ГТС Зейской ГЭС заключается в определении параметров технологических процессов по измеренным электрическим величинам, поступающим от первичных измерительных преобразователей (трехкомпонентных сейсмоприемников) и передаче данных для обработки, регистрации результатов измерений и визуализации протекающих технологических процессов на основе измеренных данных с последующим архивированием. Архивирование проводится с целью накопления и дальнейшего анализа, с помощью специализированного программного обеспечения, материалов по воздействию сейсмических событий разной интенсивности и направлению прихода сейсмического воздействия, что позволяет оценить уровень воздействия на ГТС сейсмических событий и отклик ГТС на определенный тип воздействия, а также выделить по натурным наблюдениям наиболее опасные направления прихода сейсмического воздействия, с учетом частотного состава, который зависит от глубины и расстояния до очага сейсмического события.

АССМ ГТС Зейской ГЭС, конструктивно, представляет собой многоуровневую автоматизированную измерительную систему с распределённой функцией измерения, состоящую из трех уровней, связанных между собой посредством кабельных (проводных), цифровых линий связи на основе стандартных интерфейсов.

АССМ ГТС Зейской ГЭС включает в себя следующие уровни:

1-й уровень – включает в себя измерительные первичные преобразователи (сейсмоприемники пьезоэлектрические А1638), предназначенные для преобразования колебательного ускорения в пропорциональный электрический сигнал;

2-й уровень – устройства сбора и передачи данных, элементы удаленной связи с объектом и технические средства приема-передачи данных, выполнен в виде комплектных шкафов, которые включают в себя электрокоммутационные, серверные и распределительные стойки, клеммные шкафы, а также измерительное оборудование, выполненное на базе станции телеметрического сейсмического мониторинга SGD-SME30 в составе:

- модуль полевой (регистратор) SGD-SME/FU3 осуществляет предварительное усиление электрических аналоговых сигналов, поступающих от первичных преобразователей (сейсмоприемников пьезоэлектрических А1638), их преобразование в цифровую форму и передачу зарегистрированных сейсмических данных по линии связи на модуль бортовой SGD-SME/CUA. Модуль полевой (регистратор) SGD-SME/FU3 осуществляет также трансляцию цифровых данных, команд управления и синхронизации от бортового или других полевых модулей;

- модуль бортовой SGD-SME/CUA предназначен для тестирования, управления режимами работы и сбора данных от полевых модулей (регистраторов) SGD-SME/FU3, регистрации и записи сейсмических данных в запоминающее устройство типа microSD Card, визуализации процесса регистрируемых сейсмических данных на экране дисплея в реальном времени и передачи сейсмических данных по интерфейсу ETHERNET в режиме реального времени;

- модуль ретранслятора SGD-SME/TR предназначен для ретрансляции данных, команд управления и синхронизации между модулями полевыми SGD-SME/FU3 и модулем бортовым SGD-SME/CUA.

3-й уровень – информационно-вычислительный комплекс (АРМ), с соответствующим компьютерным и программным обеспечением, включающий в себя каналобразующую аппаратуру, серверы сбора и баз данных, специализированное программное обеспечение, представлен техническими средствами сбора и обработки информации, выполнен на базе IBM PC совместимых компьютеров под управлением операционных систем WINDOWS, объединённые локальной вычислительной сетью на базе протоколов семейства IP и ModBUS RTU.

АССМ ГТС Зейской ГЭС включает в себя устройства синхронизации системного времени, реализованные на базе Сервера синхронизации времени ССВ-1Г (Регистрационный № 58301-14). Синхронизация осуществляется по сигналам точного времени от централизованной защищенной системы регистрации технологической информации (ЦЗСРТИ) ПАО «РусГидро» с целью синхронизации всех средств измерений, входящих в состав, имеющих встроенные часы. Для этого компьютер операторской станции настраивается на рассылку команд синхронизации часов на удаленные объекты учета и контроля минимум один раз в сутки.

Места установки пломб и нанесения оттисков клейм от несанкционированного доступа на технические средства из состава АССМ ГТС Зейской ГЭС предусмотрены на шкафах, в которых располагаются измерительные компоненты, которые закрываются на ключ или пломбируются. Защита от несанкционированного доступа обеспечивается наличием ключей для шкафов.

### **Программное обеспечение**

В АССМ ГТС Зейской ГЭС используется следующее программное обеспечение (ПО):

- программы управления телеметрической станцией сейсмометрического мониторинга SGD-SME30, функционирующие в составе станции, которые делятся на встроенное программное обеспечение «Программное обеспечение «SGFP» модуля полевого (регистратора) SGD-SME/FU3» (ПО «SGFP»), предназначенное для синхронизации, программирования параметров каналов преобразования, считывания аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и передачи данных в модуль бортовой и автономного программного обеспечения «Программное обеспечение «TAIGA-T» модуля бортового SGD-SME/CUA» (ПО «TAIGA-T»), предназначенное для управления полевыми сейсмическими модулями, приема и буферизации сейсмических данных, взаимодействия с сервером сейсмометрического комплекса, организации пользовательского интерфейса между оператором и техническим оборудованием. Метрологически значимой частью автономного программного обеспечения «TAIGA-T» является исполняемый файл sgdImboard-metrology.

Метрологически значимая часть ПО АССМ ГТС Зейской ГЭС приведена в таблице 1.

Уровень защиты ПО АССМ ГТС Зейской ГЭС от непреднамеренных и преднамеренных изменений предусматривает ведение журналов фиксации ошибок, фиксации изменений параметров, защиты прав пользователей и входа с помощью пароля, защиты передачи данных с помощью контрольных сумм, что соответствует уровню – «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ПО «SGFP»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже SGFP 956.00.05
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	-
Идентификационное наименование ПО	ПО «TAIGA-T»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	-
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	24141b72ff2216929caaa43174b31b276
Алгоритм расчета цифрового идентификатора (контрольной суммы) ПО	MD5

### Метрологические и технические характеристики

Состав измерительных каналов (ИК) АССМ ГТС Зейской ГЭС и их основные метрологические и технические характеристики приведены в таблицах 2, 3, 4.

Таблица 2 – Состав ИК АССМ ГТС Зейской ГЭС

Номер ИК	Наименование	Наименование и тип СИ, входящих в состав ИК	
		первичный преобразователь	вторичное устройство
ДС-1-1а	Отметка 315 Датчик сейсмометрический №1	Сейсмоприемник пьезоэлектрический А1638, регистрационный № 47759-11	Станция телеметрическая сейсмического мониторинга SGD-SME30, регистрационный № 72191-18
ДС-2-10	Отметка 315 Датчик сейсмометрический №2	Сейсмоприемник пьезоэлектрический А1638, регистрационный № 47759-11	Станция телеметрическая сейсмического мониторинга SGD-SME30, регистрационный № 72191-18
ДС-6-17	Отметка 298 Датчик сейсмометрический №6	Сейсмоприемник пьезоэлектрический А1638, регистрационный № 47759-11	Станция телеметрическая сейсмического мониторинга SGD-SME30, регистрационный № 72191-18
ДС-3-25	Отметка 315 Датчик сейсмометрический №3	Сейсмоприемник пьезоэлектрический А1638, регистрационный № 47759-11	Станция телеметрическая сейсмического мониторинга SGD-SME30, регистрационный № 72191-18

Продолжение таблицы 2

Номер ИК	Наименование	Наименование и тип СИ, входящих в состав ИК	
		первичный преобразователь	вторичное устройство
ДС-4-32	Отметка 315 Датчик сейсмометрический №4	Сейсмоприемник пьезоэлектрический А1638, регистрационный № 47759-11	Станция телеметрическая сейсмического мониторинга SGD-SME30, регистрационный № 72191-18
ДС-5-43	Отметка 315 Датчик сейсмометрический №5	Сейсмоприемник пьезоэлектрический А1638, регистрационный № 47759-11	Станция телеметрическая сейсмического мониторинга SGD-SME30, регистрационный № 72191-18
ДС-7-10	Отметка 232 Датчик сейсмометрический №7	Сейсмоприемник пьезоэлектрический А1638, регистрационный № 47759-11	Станция телеметрическая сейсмического мониторинга SGD-SME30, регистрационный № 72191-18
ДС-8-17	Отметка 232 Датчик сейсмометрический №8	Сейсмоприемник пьезоэлектрический А1638, регистрационный № 47759-11	Станция телеметрическая сейсмического мониторинга SGD-SME30, регистрационный № 72191-18
ДС-10-32	Отметка 232 Датчик сейсмометрический №10	Сейсмоприемник пьезоэлектрический А1638, регистрационный № 47759-11	Станция телеметрическая сейсмического мониторинга SGD-SME30, регистрационный № 72191-18
ДС-9-25	Отметка 232 Датчик сейсмометрический №9	Сейсмоприемник пьезоэлектрический А1638, регистрационный № 47759-11	Станция телеметрическая сейсмического мониторинга SGD-SME30, регистрационный № 72191-18

Таблица 3 - Основные метрологические характеристики АССМ ГТС Зейской ГЭС

Наименование характеристики	Значение
Для первичных преобразователей: Диапазон рабочих частот, Гц	от 0,1 до 400
Пределы допускаемой основной относительной погрешности преобразования, %	
- в диапазоне частот от 0,1 до 1 Гц	±10
- в диапазоне частот от 1 до 100 Гц	±4
- в диапазоне частот от 100 до 400 Гц	±10
Пределы допускаемой дополнительной погрешности преобразования, вызванной изменением температуры окружающей среды, %/°С	±0,1
Максимальное измеряемое гармоническое ускорение (эффективное значение) при коэффициенте искажений выходного сигнала не более 1 %, м·с <sup>-2</sup>	5
Номинальное значение коэффициента преобразования, В/(м·с <sup>-2</sup> )	0,5
Для вторичного устройства: Диапазон рабочих частот, Гц	от 0,1 до 30
Диапазон измерений среднеквадратических значений виброускорения низкочастотных колебаний по осям X, Y, Z (при коэффициенте преобразования сейсмоприёмника 0,5 В/(м·с <sup>-2</sup> )), м/с <sup>2</sup>	от 6·10 <sup>-7</sup> до 2,82
Пределы относительной погрешности измерений виброускорения в рабочем диапазоне амплитуд, %	±5
Пределы относительной погрешности измерений виброускорения в диапазоне частот от 0,1 до 30 Гц, дБ	от -3 до +1
Пределы относительной погрешности измерений виброускорения в диапазоне частот от 0,1 до 25 Гц, дБ	от -2 до +1
Пределы относительной погрешности измерений виброускорения в диапазоне частот от 1 до 16 Гц, дБ	±1
Пределы относительной погрешности измерений виброускорения в диапазоне частот от 0,1 до 25 Гц и рабочем диапазоне амплитуд, дБ	от -3,3 до +1,2
Пределы относительной погрешности измерений виброускорения в диапазоне частот от 0,1 до 30 Гц и рабочем диапазоне амплитуд, дБ	от -2,2 до +1,2
Пределы относительной погрешности измерений виброускорения в диапазоне частот от 1 до 16 Гц и рабочем диапазоне амплитуд, дБ	±1,2

Таблица 4 – Основные технические характеристики АССМ ГТС Зейской ГЭС

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой погрешности СОВБ, с	±5
Количество измерительных каналов системы	10
Число измерительных осей в каждом канале	3
Диапазон напряжений питания, для первичных преобразователей, от двухполярного источника, В	от 10 до 14
Диапазон напряжений питания, для вторичных устройств, от источника постоянного тока, В	от 28 до 48
Условия эксплуатации: диапазон рабочих температур, °С	
- для АРМ	от +10 до +35
- для первичных преобразователей	от -40 до +50

Продолжение таблицы 4

Наименование характеристики	Значение
- для вторичных устройств относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, % атмосферное давление, кПа	от -30 до +50 от 5 до 90 от 84 до 106,7

**Знак утверждения типа**

наносится на титульные листы эксплуатационной документации АССМ ГТС Зейской ГЭС.

**Комплектность средства измерений**

Комплектность АССМ ГТС Зейской ГЭС приведена в таблице 5.

Таблица 5 - Комплектность АССМ ГТС Зейской ГЭС

Наименование	Обозначение	Количество
Система автоматизированная сейсмического мониторинга гидротехнических сооружений Зейской ГЭС, в составе:	АССМ ГТС Зейской ГЭС	1 компл.
- сейсмоприемник пьезоэлектрический (регистрационный № 47759-11)	A1638	10 шт.
- станция телеметрическая сейсмического мониторинга (регистрационный № 72191-18), в составе:	SGD-SME30	1 компл.
- модуль полевой (регистратор)	SGD-SME/FU3	10
- модуль бортовой	SGD-SME/CUA	1
- модуль ретранслятора	SGD-SME/TR	1
- автоматизированное рабочее место	АРМ	1 компл.
- программное обеспечение	ПО	3 шт.
- комплект ЗИП, в составе:		
- сейсмоприемник пьезоэлектрический	A1638	2 шт.
- модуль полевой (регистратор)	SGD-SME/FU3	2 шт.
- модуль бортовой	SGD-SME/CUA	1 шт.
- модуль ретранслятора	SGD-SME/TR	1 шт.
Сервер синхронизации времени	ССВ-1Г	2 шт
Руководство по эксплуатации	ЗЕ-004-000143/1-2015.РЭ	1 шт.
Паспорт-формуляр	ЗЕ-004-000143/1-2015.ПФ	1 шт.
Методика поверки	ЗЕ-004-000143/1-2015.МП	1 шт.

**Поверка**

осуществляется по документу ЗЕ-004-000143/1-2015.МП «ГСИ. Инструкция. Система автоматизированная сейсмического мониторинга гидротехнических сооружений Зейской ГЭС. Методика поверки», утвержденному ФБУ «ЦСМ Татарстан» 16 марта 2020 г.

Основные средства поверки:

- радиочасы МИР РЧ-02, принимающие сигналы спутниковой навигационной системы Global Positioning System (GPS), регистрационный № 46656-11;
- средства поверки в соответствии с документами на поверку средств измерений, входящих в состав АССМ ГТС Зейской ГЭС.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

**Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в эксплуатационном документе.

**Нормативные документы, устанавливающие требования к системе автоматизированной сейсмического мониторинга гидротехнических сооружений Зейской ГЭС**

ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем.  
Основные положения

**Изготовитель**

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений» (АО «НИИЭС»)  
ИНН 7733021533  
Адрес: 125362, г. Москва, Строительный проезд, д. 7А  
Телефон (факс): (499) 493-51-32, (495) 363-56-51  
E-mail: [info@niies.ru](mailto:info@niies.ru)

**Заявитель**

Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева» (АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»)  
ИНН 7804004400  
Адрес: 195220, г. Санкт-Петербург, ул. Гжатская, д. 21  
Телефон (факс): (812) 535-54-45, (812) 535-67-20  
E-mail: [vniig@vniig.ru](mailto:vniig@vniig.ru)

**Испытательный центр**

ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Республике Татарстан» (ФБУ «ЦСМ Татарстан»)  
Адрес: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Журналистов, д. 24  
Телефон (факс): (843) 291-08-33  
E-mail: [isp13@tatcsm.ru](mailto:isp13@tatcsm.ru)  
Аттестат аккредитации ФБУ «ЦСМ Татарстан» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.310659 выдан 13.05.2015 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.