

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Системы акустического контроля течи с каналами измерения акустических сигналов САКТ, САКТ-2К

### Назначение средства измерений

Системы акустического контроля течи с каналами измерения акустических сигналов САКТ, САКТ-2К (далее - системы), предназначены для определения расстояния до места течи и расхода теплоносителя через течь из трубопроводов и оборудования первого (САКТ) и второго контура (САКТ-2К) реакторных установок типа водо-водяных энергетических реакторов (ВВЭР).

### Описание средства измерений

При образовании сквозного отверстия в трубопроводе, находящегося под давлением, возникают поверхностные акустические волны (волны Релея). Принцип действия систем основан на регистрации амплитуды этих волн датчиками акустическими GT400 (рег. № 53758-13) и преобразовании полученной измерительной информации в значения расстояния от датчиков до места течи и расхода теплоносителя через течь на основании учета экспоненциального закона затухания акустического сигнала при распространении его по трубопроводам и оборудованию.

Системы САКТ, САКТ-2К имеют идентичные метрологические и технические характеристики и отличаются только местом установки на контролируемом объекте.

Системы САКТ, САКТ-2К выпускаются в двух исполнениях, отличающихся схемотехническими решениями устройств преобразования электрического сигнала, и включают в себя:

в первом исполнении: акустические датчики (АД) GT400, коробки коммутационные КК-А для подключения АД, устройство информационно-измерительное УИ-xxАЦ (где xx – порядковый номер от 01 до 12), шкаф кроссовый систем контроля течи ШК СКТ и комплекс прикладного программного обеспечения;

во втором исполнении: АД GT400, коробки коммутационные КК-А для подключения АД, блоки обработки сигналов БОС-А, устройство информационно-измерительное УИ-13АЦ и комплекс прикладного программного обеспечения.

АД размещаются на контролируемых трубопроводах и оборудовании.

В обоих вариантах исполнения визуализация измерительной информации с АД об уровне акустического сигнала, а также о наличии течи, расстоянии до места течи и расхода теплоносителя через течь осуществляется на любой ЭВМ, включенной в локальную сеть систем.

Конструктивно устройства информационно-измерительные выполнены в виде стойки.

Внешний вид составных частей систем, а также схема размещения замков для защиты от несанкционированного доступа, а также датчиков открытия дверей приведен на рисунках 1 – 3.



Рисунок 1 - Составные части системы: 1. Устройства информационно-измерительные УИ-ххАЦ; 2. Коммутационная коробка КК-А; 3. Акустический датчик GT400

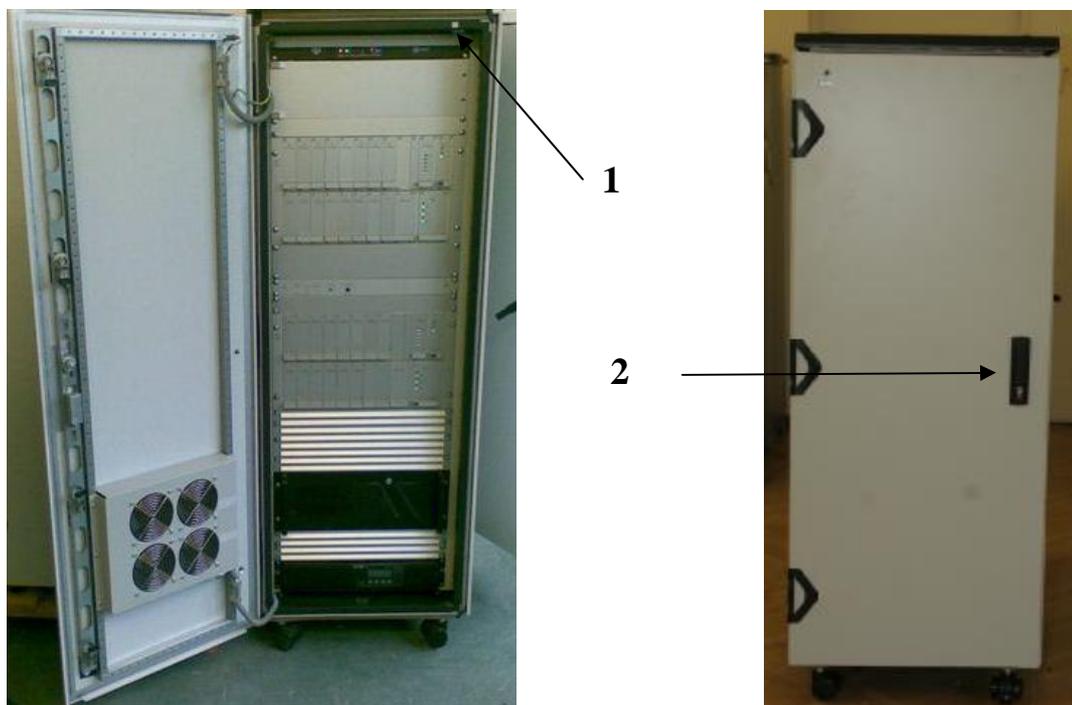


Рисунок 2 –Лицевая панель устройства информационно-измерительного УИ-ххАЦ в открытом и закрытом виде.

- 1 – датчик открытия двери, сообщает оператору системы об открытии двери;
- 2 – место установки замка для защиты от несанкционированного доступа и опломбирования;



Рисунок 3 - Внешний вид блока обработки сигналов БОС-А

### **Программное обеспечение**

Программное обеспечение (ПО) состоит из метрологически значимого (ППО САКТ-ВТ, ППО САКТ-2К-ВТ, ППО БОС-А) и прикладного сервисного ПО (ППО САКТ, ППО САКТ-2К).

ППО БОС-А является метрологически значимым, встраиваемым программным обеспечением БОС-А, не поставляется отдельно от БОС-А и не имеет возможности изменения.

ППО САКТ-ВТ, ППО САКТ-2К-ВТ является метрологически значимым, устанавливается на промышленный компьютер БСБ-02Р из состава устройств информационно-измерительных УИ-ххАЦ и не имеет возможности изменения.

ППО САКТ-ВТ, ППО САКТ-2К-ВТ выполняет следующие функции:

- прием конфигурационных данных о количестве и местах установки датчиков на контролируемом оборудовании от ППО САКТ, ППО САКТ-2К;

- сбор измерительной информации и прием данных от БОС-А (либо прием данных от УИ-ххАЦ);

- расчет значений расхода теплоносителя через течь и расстояния до места течи;

- сохранение информации об измеряемых величинах;

- диагностирование неисправностей измерительных каналов системы.

ППО БОС-А выполняет следующие функции:

- непрерывное измерение амплитуды сигналов акустических датчиков GT400;

- формирование импульсных сигналов в цепи диагностирования акустических датчиков;

- формирование результатов измерений в цифровой форме и передача по интерфейсу RS-485 в УИ-13АЦ для последующей обработки.

Защита ППО САКТ-ВТ, САКТ-2К-ВТ от случайных и преднамеренных изменений реализована путем проверки контрольной суммы при старте, специализированного формата обмена данных, не дающего возможности несанкционированного изменения.

Прикладное сервисное ПО (ППО САКТ и ППО САКТ-2К) не имеет метрологически значимой части, устанавливается на промышленный компьютер, и выполняет следующие функции:

- передачу конфигурационных данных о количестве и местах установки датчиков на контролируемом оборудовании в ППО САКТ-ВТ, ППО САКТ-2К-ВТ;
- считывание из БД конфигурационных данных;
- отображение расчётных данных на экранной форме пользовательского интерфейса;
- контроль собственных технических средств комплекса технических средств (КТС) САКТ, САКТ-2К;
- контроль доступа в УИ-ххАЦ, УИ-13АЦ и БОС-А и выдача сигнализации оператору;
- обеспечение контроля и передачи данных в системы верхнего уровня.

Идентификационные данные метрологически значимой части ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
ППО САКТ-ВТ 643.08624390.00130	не ниже 01	-	-
ППО САКТ-2К-ВТ 643.08624390.00132	не ниже 01	-	-
ППО БОС-А 643.08624390.00125	не ниже 01	-	-

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «А» по МИ 3286-2010.

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики систем приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение
Количество подключаемых АД	до 80
Минимальная обнаруживаемая величина расхода теплоносителя через течь, л/м	1,5
Пределы допускаемой относительной погрешности определения расхода теплоносителя через течь, %	± 50
Диапазон расстояний между АД, м	от 2 до 16
Диапазон измерений расстояния от места течи до ближайшего АД, м	от 0 до 8
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения расстояния от АД до места течи, м	±2
Время запаздывания информации, мин, не более:	
- при возникновении течи	3
- при определении расстояния до места течи и расхода теплоносителя через течь	10
Динамический диапазон изменения входного сигнала от АД на УИ-ххАЦ, БОС-А, дБ	от 0 до 60

Наименование характеристики	Значение
Время установления рабочего режима, мин, не более	10
Напряжение питания от сети переменного тока частотой (50 ± 1) Гц, В	от 187 до 242
Потребляемая мощность, кВт·А, не более	1,0
Габаритные размеры УИ-ххАЦ, УИ-13АЦ (ширина х глубина х высота), мм, не более	600×800×1600
Габаритные размеры АД (диаметр х длина), мм, не более	30´ 290
Длина выходного кабеля АД, м, не менее	5
Габаритные размеры БОС-А, (длина х ширина х высота) мм, не более	405×226×440
Габаритные размеры КК-А(длина х ширина х высота), мм, не более	180×120×90
Габаритные размеры ШК СКТ (ширина х глубина х высота) мм, не более	600×800×1600
Масса УИ-ххАЦ, УИ-13АЦ, кг, не более	300
Масса АД (без интегрированного кабеля), кг, не более	0,5
Масса БОС-А, кг, не более	20
Масса КК-А, кг, не более	3
Масса ШК СКТ, кг, не более	200
Максимальная температура поверхности объекта контроля, °С, не более	400
Степень защиты от твердых предметов УИ-ххАЦ, УИ-13АЦ и ШК СКТ по ГОСТ 14254-96	IP20
Степень защиты от твердых предметов БОС-А по ГОСТ 14254-96	IP54
Степень защиты от твердых предметов GT400 по ГОСТ 14254-96	IP65
УИ-ххАЦ, УИ-13АЦ, GT400, ШК СКТ и БОС-А соответствуют III группе исполнения, электромагнитной обстановке средней жесткости с критерием качества функционирования «А» при воздействии внешних электромагнитных факторов по ГОСТ Р 50746-2000	
УИ-ххАЦ, УИ-13АЦ и ШК СКТ по стойкости и устойчивости к сейсмическим воздействиям соответствуют II категории сейсмостойкости БОС-А – I категории по НП 031 01	
GT400 по стойкости и устойчивости к сейсмическим воздействиям сохраняет работоспособность при уровне сейсмичности 8 баллов по шкале MSK-64 по ГОСТ 17516.1–90	
УИ-ххАЦ, УИ-13АЦ, ШК СКТ и БОС-А по стойкости к механическим воздействующим факторам соответствуют группе механического исполнения М38 по ГОСТ17516.1–90	
GT400 соответствует группе 3 по устойчивости к вибрационным воздействиям по ГОСТ 29075-91	
GT400 выдерживает воздействие дезактивирующих растворов № 1, 4, 9, 10, в соответствии с ГОСТ 29075-91	
УИ-ххАЦ, УИ-13АЦ, ШК СКТ и БОС-А выдерживают воздействие дезактивирующих растворов № 8, в соответствии с ГОСТ 29075-91	
По климатическим условиям при нормальной эксплуатации УИ-ххАЦ, УИ-13АЦ и ШК СКТ соответствуют требованиям для группы исполнения изделий УХЛ с категорией размещения 4.1 по ГОСТ 15150-69	
По климатическим условиям при нормальной эксплуатации БОС-А соответствуют требованиям для группы исполнения изделий УХЛ с категорией размещения 4 по ГОСТ 15150-69	

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на лицевую панель стойки УИ-09АЦ (УИ-12АЦ), УИ-13АЦ в виде наклейки, и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским или иным способом.

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки систем в первом исполнении представлен в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Тип, марка, модель, шифр	Обозначение	Кол-во
1 Система акустического контроля течи с каналами измерения акустических сигналов САКТ или САКТ-2К (по заказу) в составе:			1
1 Оборудование			
1.1 Устройство информационно-измерительное	УИ-01АЦ УИ-02АЦ УИ-03АЦ УИ-04АЦ УИ-05АЦ УИ-06АЦ УИ-07АЦ УИ-08АЦ УИ-09АЦ УИ-11АЦ УИ-12АЦ	Э.091.6829.01 ТУ Э.091.6895.01 ТУ Э.091.7003.01 ТУ Э.091.7052.01 ТУ Э.091.7117.01 ТУ Э.091.7114.01 ТУ Э.091.7249.01 ТУ Э.091.7312.01 ТУ Э.091.7325.01 ТУ Э.091.7329.01 ТУ Э.091.7325.01 ТУ	1
1.2 Акустический датчик	GT400	АБКЖ.433649.01 ПС	до 80 (по заказу)
1.3 Коммутационная коробка КК-А	BC(IC)-10-SS	WM-SP-04/00 ТУ	до 80 (по заказу)
1.4 Шкаф кроссовый систем контроля течи (по заказу)	ШК СКТ	Э.091.7325.02	1
2 Программное обеспечение			
2.1 ППО САКТ-ВТ		643.08624390.00130	1
2.2 ППО САКТ-2К-ВТ		643.08624390.00132	1
2.3 ППО САКТ (САКТ-2К)		643.08624390.xxxxx	1
3 Документация			
3.1 Руководство по эксплуатации	РЭ	643.08624390. 427615.011 РЭ	1
3.2 Методика поверки	МП	651-13-004 МП	1

Комплект поставки систем во втором исполнении представлен в таблице 4.

Таблица 4

Наименование	Тип, марка, модель, шифр	Обозначение	Кол-во
1 Система акустического контроля течи с каналами измерения акустических сигналов САКТ или САКТ-2К (по заказу) в составе:			1
1 Оборудование			
1.1 Устройство информационно-измерительное	УИ-13АЦ	Э.091.7372.01ТУ	1

Наименование	Тип, марка, модель, шифр	Обозначение	Кол-во
1.2 Блок обработки сигналов	БОС-А	Э.091.7372.03 ТУ	4
1.3 Акустический датчик	GT400	АБКЖ.433649.01 ПС	80 (по заказу)
1.4 Коммутационная коробка КК-А	Э.091.7325.07.01	WM-SP-04/00 ТУ	80 (по заказу)
<b>2 Программное обеспечение</b>			
2.1 ППО САКТ-ВТ		643.08624390.00130	1
2.2 ППО САКТ-2К-ВТ		643.08624390.00132	1
2.3 ППО САКТ (САКТ-2К)		643.08624390.xxxxx	1
<b>3 Документация</b>			
3.1 Руководство по эксплуатации	РЭ	643.08624390.427615.011 РЭ	1
3.2 Методика поверки	МП	651-13-004 МП	1

## Поверка

осуществляется по документу 651-13-004 МП «Инструкция. Системы акустического контроля течи с каналами измерения акустических сигналов САКТ и САКТ-2К. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИФТРИ» в октябре 2013 г.

Основные средства поверки:

- мегомметр Ф 4102/2-1М (рег. № 9225-88), предел измерений до 2500 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений  $\pm 1,5\%$ ;

- миллиомметр Е6-18 (рег. № 7017-79), диапазон измерений от 0,0001 до 100 Ом;

- генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112 ( рег. № 6703-78), диапазон частот от 10 до  $1 \cdot 10^6$  Гц, пределы допускаемой погрешности установки частоты  $dF = \pm (2+(3/f)) \%$  при f от 10 Гц до 1МГц,  $dF = \pm 3 \%$  при f от 1 МГц до 10МГц), диапазон выходного напряжения от  $1 \cdot 10^{-6}$  до 10 В, пределы допускаемой погрешности установки выходного напряжения  $dU = \pm (0,05-0,3) \%$ ;

- генератор импульсов Г5-75 (рег. № 7767-80), диапазон частоты импульсов от 1 Гц до 10 МГц, пределы допускаемой погрешности установки частоты  $DF = \pm 1 \cdot 10^{-3} F$ , где F - установленное значение частоты, диапазон задания амплитуды импульсов (на нагрузке 50 Ом) от 0,01 до 9,999 В, пределы допускаемой погрешности установки амплитуды импульсов  $DU = \pm 1\%$ , диапазон установки длительности импульсов от 5 нс до 1 с, пределы допускаемой погрешности установки длительности импульсов  $Dt = \pm (1 \cdot 10^{-3} t \pm 15 \text{ нс})$ , где t - установленное значение длительности;

- осциллограф универсальный С1-96 (рег. № 41754-09), полоса пропускания от 0 до 20 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента развертки  $\pm 5 \%$ , пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения  $\pm 3 \%$ .

## Сведения о методиках (методах) измерений

Системы акустического контроля течи с каналами измерения акустических сигналов САКТ и САКТ-2К. Руководство по эксплуатации 643.08624390. 427615.011 РЭ, Раздел 2.6.

## **Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

При осуществлении деятельности в области использования атомной энергии.

### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системам акустического контроля течи с каналами измерения акустических сигналов САКТ, САКТ-2К**

ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).

ГОСТ Р 50746-2000 Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Требования и методы испытаний.

НП-031-01 Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций.

ГОСТ 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам.

ГОСТ 29075-91 Системы ядерного приборостроения для атомных станций. Общие требования.

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.

Системы акустического контроля течи (САКТ, САКТ-2К) РУ ВВЭР-1200 (ВВЭР-1000). Технические условия. Э.091.7372.05 ТУ

### **Изготовитель**

Акционерное общество Государственный научный центр Российской Федерации — ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ имени А.И. Лейпунского (АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»).

Адрес: 249033, Калужская обл., г. Обнинск, пл. Бондаренко, д.1.

### **Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»).

Юридический адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский р-н, гор. поселение Менделеево, Главный лабораторный корпус.

Почтовый адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский р-н, п/о Менделеево.

Тел./факс (495) 744-81-12, e-mail: office@vniiftri.ru.

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30002-13 от 07.10.2013 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.