

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система автоматизированного радиационного контроля на энергоблоках первой очереди Курской атомной электростанции (АСРК-1 КуАЭС)

Назначение средства измерений

Система автоматизированного радиационного контроля на энергоблоках первой очереди Курской атомной электростанции (далее по тексту АСРК-1 КуАЭС) предназначена для измерения объёмной активности гамма - излучающих нуклидов в жидкости и в газе, объёмной активности инертных радиоактивных газов, мощности поглощённой в воздухе дозы излучения, объёмной активности паров J-131, объёмной активности радиоактивных аэрозолей и плотности потока нейтронов при использовании в качестве автоматизированной системы радиационного контроля на энергоблоках первой очереди Курской атомной электростанции.

Описание средства измерений

АСРК-1 КуАЭС функционально представляет собой совокупность независимых измерительных каналов, типы которых указаны в таблице 3. Иерархически система разделена на три уровня: нижний уровень (блоки детектирования), уровень комплексных компонентов (устройства коммутации), верхний уровень (УУМ-30Е). Измерительный канал включает в себя первичный преобразователь (устройство детектирования УД или блок детектирования БД): УДАС-02П, БДАС-03П-01, БДМГ-08Р-03, БДМГ-08Р-04, БДМГ-08Р-05, УДПН-02П, УДГБ-02Р, УДЖГ-22Р1, БДЖГ-13Р, БДГБ-40П; устройство распределения (коммутации) УВА-06Р (Госреестр в составе станции ССД-01Р №18855-99); устройство накопления и обработки информации УНО (-17Р, -17Р1, -201Е) и устройство сигнализации УСР-3П. Блоки и устройства детектирования (до 4 шт.) подключаются к устройству распределения УВА-06Р, которое обеспечивает их питанием. Устройства УВА-06Р (до 5 шт.) подключаются к десятиканальному устройству накопления и обработки информации УНО (-17Р, -17Р1) (Госреестр в составе станции ССД-01Р №18855-99), УНО-201Е (Госреестр в составе станции ССД-02Е №25041-03), к которым подключаются также устройства отображения информации блочный щит управления (далее БЩУ), центральный щит управления (далее ЦЩУ), включая пульта верхнего уровня (резервные пульта) и устройства сигнализации УСР-3П, которые включают в себя блоки акустической сигнализации БСР-24П и световой сигнализации БСС-17П. Десятиканальное устройство сигнализации УСР-3П подключается непосредственно к устройству обработки УНО (-17Р, -17Р1, -201Е). Параллельно каждому блоку БСС-17П предусмотрено подключение БСС-17П (оптический дубль). Устройства УВА-06Р обеспечивают питанием подключенные к нему блоки и устройства детектирования и осуществляют трансляцию сигналов на устройство УНО (-17Р, -17Р1, -201Е). Структурная схема каналов АСРК-1 КуАЭС приведена на рис. 1.

Суммарное количество измерительных каналов АСРК-1 КуАЭС - 430.

Устройства и блоки детектирования осуществляют первичное преобразование измеряемой характеристики поля ионизирующего излучения в последовательность импульсных сигналов, количество которых в единицу времени пропорционально величине измеряемой характеристики, а их амплитуда служит для идентификации нуклидного состава (для пропорциональных детекторов). В зависимости от типа блока детектирования, эти сигналы поступают на УНО (-17Р, -17Р1, -201Е), где рассчитывается значение контролируемой физической величины.

Для каждого типа устройства или блока детектирования реализуется свой алгоритм работы (включая управление режимами работы и проверку работоспособности блоков и устройств детектирования).

Представление результатов измерения осуществляется на цифровых индикаторах устройства обработки УНО (-17Р1, -201Е) или на цифровых индикаторах панели индикации и управления ПСР-28Р, подключаемой к устройству обработки УНО-17Р. Индикация превышения измеряемой величиной заданных порогов осуществляется устройствами сигнализации УСР- 3П.

Нижний уровень Комплексные компоненты

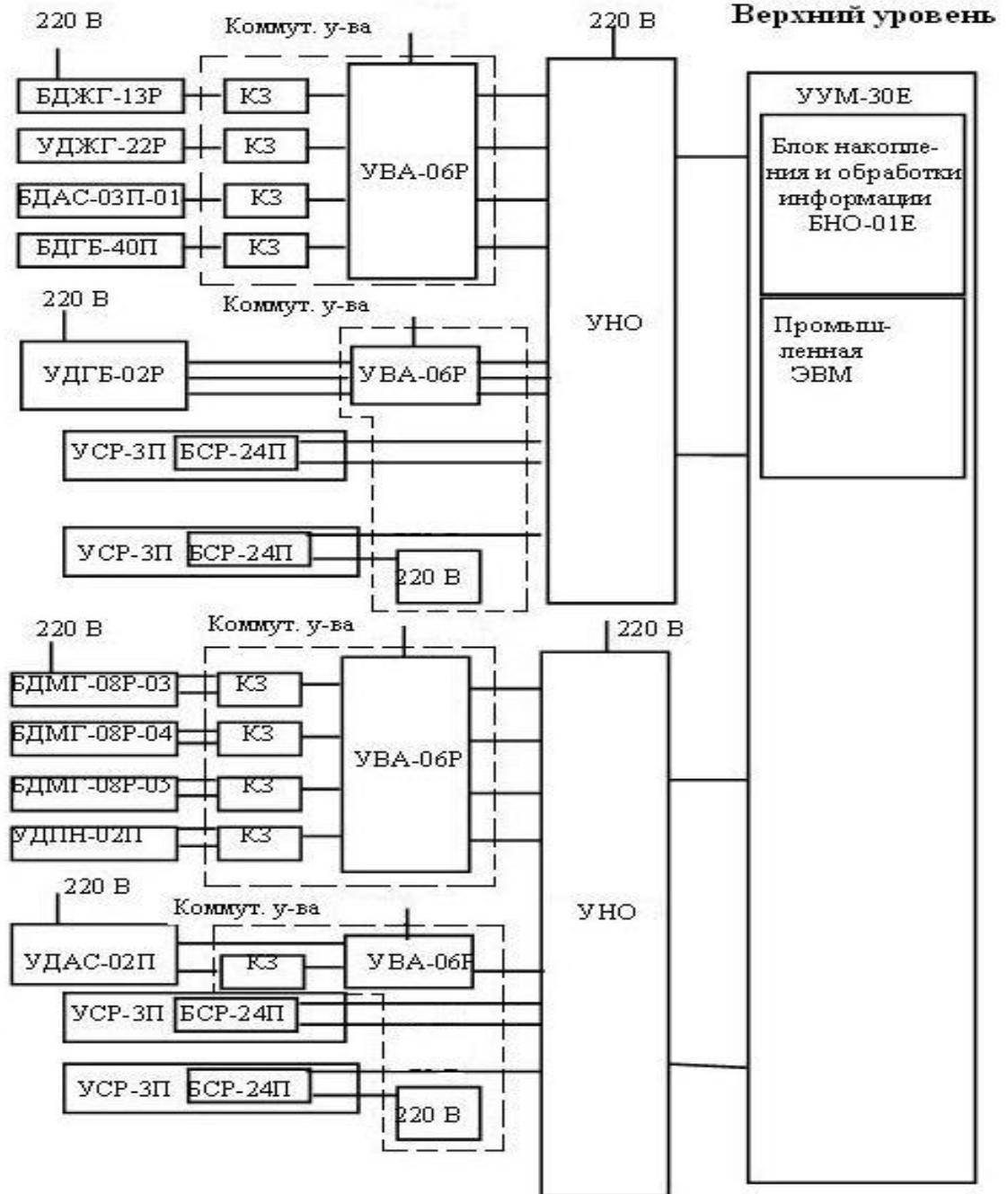


Рис.1 Структурная схема каналов АСРК-1 КуАЭС

Блоки и устройства детектирования выполнены на основе газоразрядных счетчиков, сцинтилляционных и полупроводниковых детекторов.

Устройства коммутации включают в себя клеммные коробки (КЗ), соединительные кабели и устройства УВА-06Р, обеспечивающие питание блоков и устройств детектирования и передачу измерительного сигнала от них к устройствам накопления и обработки информации УНО. Преобразований измерительной информации в устройствах коммутации не происходит.

Устройства накопления и обработки информации УНО (-17Р, -17Р1, -201Е) предназначены для:

- сбора информации с БД и УД;
- преобразования частоты импульсного потока от блока детектирования в измеряемую физическую величину;
- управления режимами работы блоков и устройств детектирования;
- сравнения полученных значений с пороговыми уставками, и формирования сигналов об их превышении;
- обмена командами и данными с устройствами сигнализации УСР-3П и регистрирующими устройствами;
- отображения данных на собственном информационном табло или табло ПСР-28Р (УНО-17Р).

Устройства накопления и обработки информации УНО (-17Р, -17Р1, -201Е) представляют собой универсальные программируемые контроллеры на базе 8 разрядных процессоров 580 серии, в которых с помощью соответствующих программ обработки для каждого измерительного канала реализуется алгоритм преобразования характеристики импульсного потока в значение контролируемой физической величины, ее среднего и интегрального значений за определенные промежутки времени. Кроме того, они задают необходимый алгоритм работы блоков и устройств, включающий в себя также проверку их работоспособности.

Устройства накопления и обработки информации УНО (-17Р, -17Р1, -201Е) обслуживают до десяти измерительных каналов каждое. Количество измерительных каналов, необходимых для подключения одного БД или УД к УНО (-17Р, -17Р1, -201Е), указано в таблице 1;

Таблица 1 - Количество измерительных каналов, необходимых для подключения одного БД или УД к УНО (-17Р, -17Р1, -201Е).

Шифр блока (устройства) детектирования	Количество измерительных каналов
1. БДМГ-08Р-03(04,05), УДЖГ-22Р1, БДАС-03П-01, УДГБ-02Р, УДГБ-02Р1	1
2. УДАБ-03П,	2
3. УДАС-02П	3

УУМ-30Е архивирует и отображает полученную информацию. Оно включает в себя блок накопления и обработки информации БНО-01Е, а также промышленную ЭВМ.

АСРК-1 КуАЭС обеспечивает оптико-акустическую сигнализацию о превышении измеряемой величиной заданных пороговых уровней (предупредительного и аварийного) во всем диапазоне измерений каждого измерительного канала.

В АСРК-1 КуАЭС предусмотрены автоматический контроль исправности измерительных каналов, а также дистанционная проверка работоспособности блоков и устройств детектирования с помощью встроенных в них устройств проверки(бленкеров).

АСРК-1 КуАЭС обеспечивает обмен информацией с устройствами вышестоящего уровня по последовательному каналу передачи данных, используя при этом линии связи в соответствии с интерфейсом RS-485.

Программное обеспечение

(ПО) системы состоит из программного обеспечения трех уровней: ПО БД и ПО УД (нижний уровень – измерительные компоненты), ПО УНО (-17Р;-17Р1;-201Е) (средний уровень – комплексные компоненты), ПО УУМ-30Е (верхнего уровня). Основные метрологически значимые вычисления осуществляются БД и УД, которые имеют встроенное ПО, недоступное для пользователя. Устройство УНО(-17Р;-17Р1;-201Е) создано на основе микропроцессорной техники и работает по встроенной программе обработки данных, выполненной на языке Assembler. Данное ПО обеспечивает преобразование последовательности импульсных сигналов от БД и УД в цифровой код, настройку измерительных каналов, вычисление контролируемых физических величин. Устройство УНО(-17Р;-17Р1;-201Е) обеспечивает передачу данных на верхний уровень системы по каналу RS-485 (MODBUS). Идентификационные данные программного обеспечения УНО(-17Р;-17Р1;-201Е) приведены в таблице 2. ПО верхнего уровня служит для отображения данных и метрологически значимых составляющих не имеет.

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений – С (в соответствии с МИ 3286-2010). Метрологические характеристики к УНО(-17Р;-17Р1;-201Е) учтены в метрологических характеристиках ИК системы, таблица 2.

Таблица 2 - Идентификационные данные программного обеспечения УНО(-17Р;-17Р1;-201Е).

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО
Программа обслуживания	ПО для УНО(-17Р, -17Р1)	Не ниже 2
	ПО для УНО-201Е	Не ниже 2

Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики и их номинальные значения приведены в Таблице 3.

Таблица 3 – Основные метрологические и технические характеристики ИК

Тип устройства или блока детектирования измерительного канала (тип канала)	Контролируемые параметры	Диапазон измерения и сигнализации	Чувствительность	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения ИК, %	Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения и сигнализации при воздействии температуры окружающей среды, % на каждые 10 ⁰ С ¹⁾	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
БДМГ-08Р-03 (Госреестр №10585-11)	Мощность поглощенной дозы гамма-излучения мГр/ч (Зв/ч)	От $1,0 \cdot 10^{-4}$ до $1,0 \cdot 10^{-1}$ (От $1,0 \cdot 10^{-7}$ до $1,0 \cdot 10^{-4}$) ⁴⁾	137Cs: $0,82 \cdot 10^7$ с-1·Гр-1·ч 60Co: $1,0 \cdot 10^7$ с-1·Гр-1·ч	±25 ⁴⁾	±5 (от -50 до +60 ⁰ С) ¹⁾	
БДМГ-08Р-04 (Госреестр №10585-11)		От $5,0 \cdot 10^{-3}$ до 10 (От $5,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,0 \cdot 10^{-2}$) ²⁾	137Cs: $0,2 \cdot 10^6$ с-1·Гр-1·ч 60Co: $0,22 \cdot 10^6$ с-1·Гр-1·ч			
БДМГ-08Р-05 (Госреестр №10585-11)		От 5,0 до $10 \cdot 10^3$ (От $5,0 \cdot 10^{-3}$ до 10)	137Cs: $1,0 \cdot 10^3$ с-1·Гр-1·ч 60Co: $1,02 \cdot 10^3$ с-1·Гр-1·ч			

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
<p>УДАС-02П (в комплекте с ротаметром типа: РМ-4 4,0 Г УЗ или РМ-4 2,5 Г УЗ) (Госреестр №9245-11)</p>	<p>Объемная активность паров радиоактивного нуклида I-131, Бк/м³</p>	<p>При измерении по гамма-излучению: совмещенный режим²⁾: от 30 до $2,5 \cdot 10^7$ размещенный режим³⁾: от 8 до $3 \cdot 10^7$</p>	<p>$S=w \cdot T \cdot \epsilon_u / M$ M - градуировочный коэффициент, равный 0,57 для совмещенного канала, 0,83 для размещенного канала и равный 3,1 для канала с БДМГ-03Р ϵ_u - от $0,53 \cdot 10^{-2}$ до $0,87 \cdot 10^{-2}$ (Бк·с)⁻¹ для совмещенного канала; от $0,61 \cdot 10^{-2}$ до $1,09 \cdot 10^{-2}$ (Бк·с)⁻¹ для размещенного; от 0,3 до 0,5 для канала с БДМГ-03Р</p>	<p>$\pm 50$⁴⁾</p>	<p>± 15 (от +5 до +40 °С)</p>	<p>Расход w от 0,15 до 1,5 м³/ Время отбора от 0,5 до 48 ч</p>
		<p>При измерении по бета-излучению: От $2,5 \cdot 10^{-1}$ до 10^7</p>				

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
УДЖГ-22Р1 (Госреестр №11132-03)	Объемная актив- ность гамма- излучающих нук- лидов в сбросных водах. Бк/м ³	$2,5 \cdot 10^3$ до $2,5 \cdot 10^6$	⁵⁷ Со: $3,8 \cdot 10^{-4}$ м ³ /(Бк·с) ¹³⁷ Cs: $12 \cdot 10^{-4}$ м ³ /(Бк·с) ⁶⁰ Со: $31 \cdot 10^{-4}$ м ³ /(Бк·с)	$\pm 30^{4)}$ по нуклидам ¹³⁷ Cs	± 5 (от +5 до +50 °С) по твердому ис- точнику ОСГИ нуклида ¹³⁷ Cs	
УДПН-02П (Госреестр №51529-12)	Плотность пото- ка быстрых ней- тронов, с ⁻¹ ·см ⁻²	4 до 250	$8,6 \cdot 10^{-2}$ см ⁻² ·с ⁻¹ /с ⁻¹	$\pm 30^{4)}$ %.	± 10 (от +5 до +40 °С)	
БДАС-03П-01 (в комплекте с ро- таметром типа: РМ-4 4,0 Г УЗ или РМ-4 2,5 Г УЗ) (Госреестр №8993- 10)	Объемная актив- ность бета-актив- ных аэрозолей, Бк/м ³ (Ки/л)	бета-активные аэрозоли т $2,5 \cdot 10^1$ до $1,0 \cdot 10^5$ (от $6,7 \cdot 10^{-13}$ до $2,5 \cdot 10^{-9}$)	$(2,6 \cdot 10^2 \cdot w \cdot T)$ м ³ /Бк·с w – объемный расход пробы; T – время отбора про- бы	$\pm 50^{4)}$	± 10 (от +5 до +50 °С)	w-объемный расход равен $1,2$ м ³ /ч (20 л/мин)

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
БДГБ-40П (в комплекте с ротаметром типа: РМ-4 4,0 Г УЗ или РМ-4 2,5 Г УЗ) (Госреестр №27124-04)	Объемная активность инертных радиоактивных газов, Бк/м ³	1,0·10 ³ до 3,7·10 ⁸	⁸⁵ Kr: 0,46 л/с·Бк ¹³³ Xe: 0,13 л/с·Бк	±20 ⁴⁾	(от +5 до +40 °С)	
УДГБ-02Р (в комплекте с ротаметром типа: РМ-4 4,0 Г УЗ или РМ-4 2,5 Г УЗ) (Госреестр №10757-86)	Объемная активность инертных радиоактивных газов, Бк/м ³ (Ки/л)	от 2,5·10 ⁴ до 8,0·10 ⁹ (от 6,8·10 ⁻¹⁰ до 2,2·10 ⁻⁴)	Чувствительный: 2,3·10 ⁻⁵ м ³ /с·Бк Грубый: 1,4·10 ⁻⁷ м ³ /с·Бк	±50 ⁴⁾ (по ⁸⁵ Kr)	±5 (от +5 до +50 °С)	
БДЖГ-13Р (Госреестр №27029-04)	Объемная активность гамма-излучающих нуклидов в жидкости, Бк/м ³	1,0·10 ³ до 3,7·10 ⁷	¹³¹ I: 1,0·10 ⁻³ м ³ /с·Бк ¹³⁷ Cs: 1,6·10 ⁻³ м ³ /с·Бк ⁶⁰ Co: 3,2·10 ⁻³ м ³ /с·Бк	±30 ⁴⁾	(от +5 до +50 °С)	

Примечания:

¹⁾ Диапазоны рабочих температур окружающей среды указаны для блоков и устройств детектирования. Устройства обработки, коммутации и сигнализации работают в нормальных условиях.

²⁾ Совмещенный режим – режим измерения, при котором регистрация излучения производится одновременно с отбором пробы радиоактивного нуклида из контролируемой среды

³⁾ Размещенный режим – режим измерения, при котором регистрация излучения производится после отбора пробы радиоактивного нуклида из контролируемой среды, например, после перемотки кадра на блоке детектирования.

⁴⁾ Комплексным компонентом измерительных каналов, указанных в Таблице 3, является устройство УНО-17Р, вносящее погрешность измерений не более 1%. При расчете относительной погрешности измерения канала ею можно пренебречь.

Наработка на отказ измерительных каналов по функциям измерения и сигнализации составляет:

-для каналов контроля инертных радиоактивных газов, аэрозолей и мощности поглощенной дозы – не менее 8000 ч;

-для остальных типов измерительных каналов – не менее 10000 ч;

-для управляющих каналов – не менее 8000 ч.

Назначенный срок службы АСРК-1 КуАЭС в целом – не менее 10 лет, измерительных каналов контроля объемной активности аэрозолей и мощности поглощенной (эквивалентной) дозы – не менее 6 лет, остальных типов измерительных каналов и технических средств - не менее 10 лет.

Среднее время восстановления работоспособности измерительных каналов по функции измерения:

- для каналов контроля объемной активности газов – не более 24 ч;
- для каналов контроля объемной активности аэрозолей – не более 12 ч;
- для остальных типов каналов – не более 6 ч;
- по функции сигнализации – не более 2 ч.

Электрическое питание осуществляется от сети переменного тока с напряжением $220 \text{ В}_{+10}^{-10} \%$, частотой (50 ± 1) Гц и содержанием гармоник до 5%.

Мощность, потребляемая станцией при номинальном значении напряжения питания, обусловлена конфигурацией станции, т.е. суммой мощностей, потребляемых составными частями станции, и составляет - не более 7 кВт.

Рабочие условия применения блоков и устройств из состава АСРК:

- УСР-3П от минус 10 до плюс 50 °С (до $(95+3)$ % влажности при 35 °С);
- УВА-06Р, УНО-17Р (УНО-17Р1) от плюс 5 до плюс 40 °С (до 95 % влажности при 40 °С)

Рабочие условия применения остальных блоков и устройств, входящих в состав АСРК-1 КуАЭС и внесенных в Государственный реестр средств измерений, соответствуют требованиям, указанным в технической документации на конкретное изделие.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносят на титульный лист формуляра АСРК-1.КУАЭС.ФО и на верхний левый угол шкафа УУМ-30Е с помощью трафаретной печати.

Комплектность средства измерений

Состав АСРК-1 КуАЭС указан в таблице 4:

Таблица 4

Наименование и условное обозначение	Обозначение	Количество, шт.
Ротаметры: РМ-4 4,0 ГУЗ РМ-4 2,5 ГУЗ		33 48
Блоки детектирования: БДМГ-08Р-03 БДМГ-08Р-04 БДМГ-08Р-05 БДГБ-40П* БДЖГ-13Р БДАС-03П-01*	ЖШ2.328.655 ТУ ЖШ2.328.655 ТУ ЖШ2.328.655 ТУ АБЛК.418274.403 ТУ АБЛК.418273.401 ТУ ЖШ2.328.425 ТУ	6 140 13 2 16 48
Устройства детектирования: УДАС-02П* УДГБ-02Р* УДПН-02П УДЖГ-22Р1**	ЖШ1.289.080 ТУ ЖШ2.328.670 ТУ 956-0777-2002 ТУ ЖШ2.328.727 ТУ	6 43 4 7
Устройства обработки информации: УНО-17Р УНО-17Р1 УНО-201Е	ЖШ2.801.289 ЖШ2.801.289-01	36 1 3
Устройства сигнализации: Устройство сигнализации УСР-3П (вкл. БСР-24П, БСС-17П -10 каналов) Блок световой сигнализации БСС-17П в составе устройств сигнализации УСР	ЖШ1.289.206 ЖШ2.426.056 ТУ	27 137
Устройство распределения УВА-06Р (Устройство коммуникации и распределения)	ЖШ3.049.221	106
Пульт резервный УХ-13Р	ЖШ2.390.569	1
Промышленная ЭВМ	INDUSTRIAL	1
Блок накопления и обработки информации УУМ-30Е	ЕКДФ.421422.001	2
Система автоматизированного радиационного контроля на энергоблоках первой очереди Курской атомной электростанции (АСРК-1 КуАЭС). Формуляр	АСРК-1.КУАЭС.ФО	1
Система автоматизированного радиационного контроля на энергоблоках первой очереди Курской атомной электростанции (АСРК-1 КуАЭС). Методика поверки измерительных каналов	АСРК-1.КУАЭС.МП	1

Примечание. 1 Оборудование для организации объемного расхода при газо-аэрозольном контроле в состав АСРК-1 КуАЭС не входит.

* - блоки детектирования и устройства детектирования, работают в комплекте с ротаметрами, при этом ротаметры выполняют функцию индикаторов правильности работы ИК.

** - в состав ИК с УДЖГ-22Р входят два идентичных устройства детектирования и один компенсационный канал. Так как метрологические характеристики указанных выше блоков совпадают, то в таблице указаны характеристики только одного блока.

Проверка

осуществляется по документу АСРК-1.КУАЭС.МП «Система автоматизированного радиационного контроля на энергоблоках первой очереди Курской АЭС. Методика проверки измерительных каналов», утвержденному ГЦИ СИ ОАО «СНИИП» в апреле 2013 года.

В перечень основного поверочного оборудования входят:

- установка поверочная дозиметрическая II разряда по ГОСТ 8.087 -2000 с источниками из Cs-137;
- набор образцовых спектрометрических гамма- источников типа ОСГИ; ИГИ-Ц;
- поверочная установка типа УКПН;
- набор эталонных II разряда радионуклидных источников типа 1СО.

Межповерочный интервал – один год.

Сведения о методиках (методах) измерений

Указаны в формуляре АСРК-1.КУАЭС.ФО.

Нормативные документы, устанавливающие требования к системе автоматизированного радиационного контроля на энергоблоках первой очереди Курской атомной электростанции (АСРК-1 КуАЭС)

1. ГОСТ 8.033-96 Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников.

2. ГОСТ 8.039-79 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений активности нуклидов в бета-активных газах.

3. ГОСТ 8.070-96 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений поглощенной и эквивалентной доз и мощности поглощенной и эквивалентной доз фотонного и электронного излучений.

4. ОТТ 08042462 Приборы и средства автоматизации для атомных станций. Общие технические требования.

5. ГОСТ 29074-91. Аппаратура контроля радиационной обстановки. Общие требования.

6. ОСПОРБ-99/2010. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.

7. НРБ-99/2009. Нормы радиационной безопасности.

8. ГОСТ Р 8.596-2002 Государственная система обеспечения единства измерений Метрологическое обеспечение измерительных систем Основные положения.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда;
- осуществление производственного контроля за соблюдением законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

Изготовитель

ФГУП «Приборостроительный завод»
Адрес: 456080, Челябинская область, г. Трехгорный, ул. Заречная, 13
Факс: 8 (351 91) 5 53 72, телефон: 8 (351 91) 5 51 23

Заявитель

Филиал ОАО «Концерн Росэнергоатом»
«Курская атомная станция»
307250 г. Курчатов Курской области
Промзона, АБК – 1
Тел. (47131) 4-18-19, 5-33-59
Факс.(47131) 4-18-49, 5-43-29

Испытательный центр

ГЦИ СИ ОАО «СНИИП»
Регистрационный номер 30050-11
Юридический адрес: РФ, 123060, Москва, ул. Расплетина, д.5.
Телефон +7(499)198-97-00
Факс +7(499)943-00-63
E-mail: dep1500@sniip.ru

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

Ф.В.Булыгин

М.п. «___» _____ 2013 г.