

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Установки автоматизированные спектрометрические контроля инертных газов в выбросах АЭС СГГ-1002

Назначение средства измерений

Установки автоматизированные спектрометрические контроля инертных газов в выбросах АЭС СГГ-1002 (далее – установки) предназначены для автоматизированного гамма-спектрометрического контроля инертных радиоактивных газов (ИРГ) и обеспечивают квази-непрерывные измерения объемной активности радионуклидов: ^{133}Xe , ^{135}Xe , ^{137}Xe , ^{138}Xe , ^{85}Kr , ^{87}Kr , ^{88}Kr , ^{41}Ar (далее радионуклиды), в выбросах из вентиляционной трубы (далее венттруба) энергоблока АЭС.

Описание средства измерений

Конструктивно установка представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из двух основных узлов: спектрометрического монитора СМ-1002 и устройства накопления и обработки информации УНО-1002.

В состав спектрометрического монитора СМ-1002 входят: спектрометрический полупроводниковый блок детектирования БД с детектором из особо чистого германия; криостат БД; датчик измерения уровня азота; камера измерительная КИ-1002; сосуд Дьюара; узел измерительный ИК-1002; узел клапанов УК-1002; оборудование комбинированной системы охлаждения детектора на базе машины Стирлинга; блок накопления и обработки БНО-1002 на базе спектрометрического устройства ИУ-1002; защитный корпус; стол-подставка СП-1002.

В состав устройства накопления и обработки информации УНО-1002 входят: модуль управления на базе промышленного компьютера (ППК); универсальный контроллер УНО-1002; блок питания, электропит, бесперебойный источник питания и монтажный шкаф.

Принцип работы установки основан на автоматизированном отборе газа с помощью пробоотборной линии из венттрубы, прохождении его через сосуд ИК-1002 с целью регистрации спектров гамма-излучения радионуклидов, сброса проанализированной пробы газа обратно в систему вентвыбросов и продувке ИК-1002 чистым воздухом для подготовки установки к следующему циклу отбора ИРГ и проведения измерения.

Поток гамма-квантов, испускаемых поступившим в сосуд ИК-1002 газом, попадая в чувствительный объем детектора, взаимодействует с материалом чувствительной области последнего – германием. Это приводит к образованию в чувствительном объеме неравновесных носителей заряда – электронов и дырок, которые под воздействием электрического поля, создаваемого приложенным к детектору напряжением, дрейфуют к электродам детектора. Дрейф неравновесных носителей сопровождается протеканием тока через электроды во внешней по отношению к детектору цепи. Генерируемые детектором импульсы тока поступают на вход зарядочувствительного предусилителя, расположенного в БД, который осуществляет преобразование импульсов тока на его входе в импульсы напряжения на его выходе (посредством интегрирования импульсов тока).

Амплитуда импульсов напряжения на выходе предусилителя пропорциональна заряду на входе предусилителя и энергии, полностью теряемой гамма-квантом при взаимодействии с материалом чувствительной области детектора. Поток импульсов от предусилителя поступает на вход спектрометрического устройства ИУ-1002, где производится преобразование амплитуд импульсов в цифровой код. Цифровые коды амплитуд импульсов накапливаются в буфере спектрометрического устройства в виде приборных спектров гамма-излучения, снятых за промежутки времени измерения.

Автоматизированное управление установкой и ее работа в различных режимах обеспечиваются инсталлированным в ППК комплектом программного обеспечения.

Программное обеспечение

Комплект программного обеспечения (ПО), предназначенный для автоматизированного управления установкой и ее функционирования, включает в себя:

- ПО серии SpectraLineGP;
- ПО «Монитор».

ПО SpectraLineGP является метрологически значимой частью комплекта ПО и защищено электронным ключом. Без электронного ключа в автоматическом режиме и режиме обслуживания пользователь не имеет доступа к спектрометрическому устройству ИУ-1002 и не может сохранять на диске ППК файлы спектра. Электронный ключ запрограммирован на работу с одним спектрометрическим трактом установки.

ПО SpectraLineGP используется для обеспечения следующих функций:

- одновременное накопление и визуализация спектров;
- автоматический поиск пиков с заданным уровнем обнаружения;
- расчет параметров пиков – положения, полуширины, площади;
- градуировка спектрометрического тракта установки по энергии, полуширине, по форме пика;
- сохранение результатов расчета в текстовом файле;
- отображение наблюдаемых значений и архивных данных в виде таблицы;
- отображение наблюдаемых значений и архивных данных в виде графиков трендов наблюдаемых величин;
- калибровка по эффективности регистрации в точечной геометрии и геометрии ИК-1002, получение аппроксимирующих “кривых” для выбранной геометрии измерений;
- установка перечня контролируемых радионуклидов;
- автоматическое определение радионуклидного состава;
- расчет объемной активности радионуклидов и погрешности результатов измерений;
- определение фона и значений минимально измеряемых активностей контролируемых радионуклидов;
- определение метрологически аттестуемых характеристик установки;
- сохранение измеренных спектров и результатов обработки для анализа многократных измерений;
- обработка одновременно нескольких спектров при калибровке;
- количественный и визуальный контроль за качеством калибровок;
- настройка параметров спектрометрического устройства;
- управление режимами измерений, расчета и сохранения результатов спектрометрического тракта – старт, стоп, поиск пиков, идентификация, расчет объемной активности радионуклидов и погрешности измерений, сохранение результатов измерений и прочие режимы работы спектрометрического тракта при осуществлении процедур калибровки и градуировки.

Т а б л и ц а 1 — Идентификационные данные ПО SpectraLineGP.

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
SpectraLineGP	SpectraLineGP	1.4.2152	45f14411	CRC32

ПО «Монитор» обеспечивает управление режимами работы установки СГГ-1002, обмен данными с верхним уровнем автоматизированной системы радиационного контроля АСРК (в случае применения установки в составе АСРК) и защиту метрологически значимого ПО SpectraLineGP от несанкционированного доступа к изменению настроек.

ПО «Монитор» выполняет следующие функции:

- отображение результатов расчета объемной активности и погрешности, полученных ПО SpectraLineGP;

- взаимодействие с ПО верхнего уровня АСРК: передачу измеренной и диагностической информации программному обеспечению системы верхнего уровня АСРК и получение команд управления с верхнего уровня АСРК.

Т а б л и ц а 2 – Идентификационные данные ПО «Монитор»

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
Монитор	Установка контроля радионуклидов СГГ, программа УНО	1.3	DD161A00	CRC32

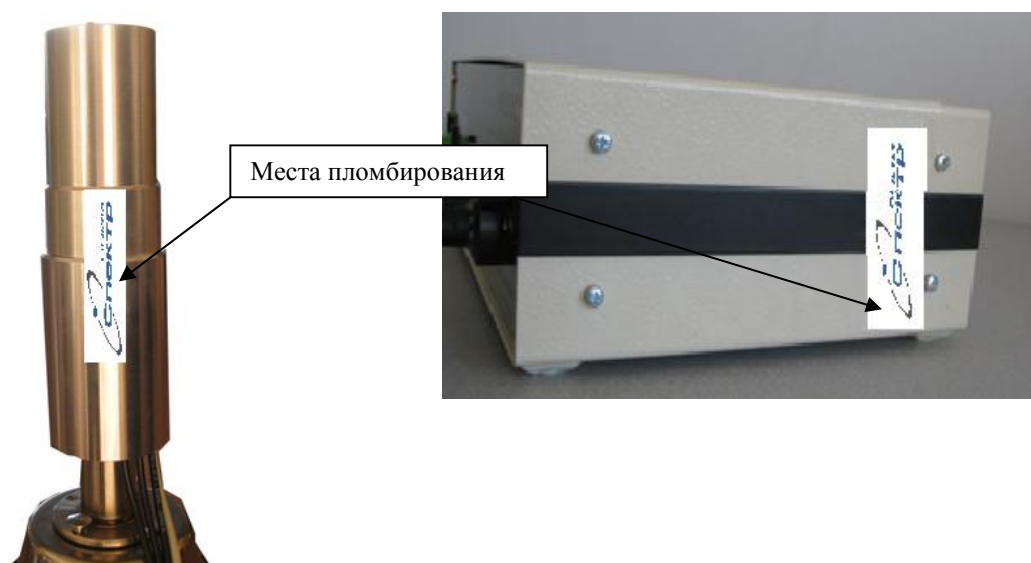
Обеспечена защита ПО от несанкционированного доступа по каналам передачи данных. Доступ к изменению настроек установки и сервисным функциям предоставляется только авторизованным пользователям с соответствующими полномочиями.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений согласно МИ 3286-2010 соответствует уровню «А».



Рисунок 1 — Общий вид установки автоматизированной спектрометрической контроля инертных газов в выбросах АЭС СГГ-1002

Технические средства установки должны быть опломбированы в соответствии с конструкторской документацией. Места пломбирования от несанкционированного доступа указаны на рисунке 2.



Блок детектирования

Спектрометрическое устройство ИУ-1002

Рисунок 2 — Места пломбирования от несанкционированного доступа

Метрологические и технические характеристики

Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения от 0,05 до 3,0 МэВ.
Интегральная нелинейность функции преобразования, не более 0,04 %.
Диапазон измерения объемной активности по ^{85}Kr
(за время измерений 1 ч) от $3,7 \cdot 10^5$ до $7 \cdot 10^9$ Бк/м³.

Диапазон измерения объемной активности прочих радионуклидов (за время измерений 1 ч) в соответствии с методикой радиационного контроля «Определение объемной активности гамма-излучающих радионуклидов в технологических средах с использованием автоматизированных гамма-спектрометрических установок»: от $3,7 \cdot 10^3$ до $7 \cdot 10^9$ Бк/м³.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений объемной активности ⁸⁵Kr, не более:

- в первой декаде диапазона измерений (при времени измерения не менее 1 часа) ±50 %;
- в остальном диапазоне измерений ±35 %.

Относительная эффективность регистрации гамма-квантов с энергией 1332 кэВ в пике полного поглощения, не менее 50 %.

Энергетическое разрешение БД:

Время формирования	Энергия гамма-квантов	Энергетическое разрешение, не более
3 мкс	59,6 кэВ	1030 эВ
	661 кэВ	1250 эВ
	1332 кэВ	2050 эВ

Время установления рабочего режима после охлаждения детектора не более 30 мин.

Нестабильность показаний за 24 ч непрерывной работы (после установления рабочего режима), не более 0,02 %.

Электропитание от сети переменного тока напряжением 220^{+10}_{-15} % В,

частотой (50+1/-3) Гц.

Потребляемая мощность, не более

- спектрометрический монитор СМ-1002..... 300 Вт;

- устройство накопления и обработки информации УНО-1002..... 200 Вт.

Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более

- спектрометрический монитор СМ-1002 1165×500×1053;

- устройство накопления и обработки информации УНО-1002..... 621×723×600.

Масса, кг, не более

- спектрометрический монитор СМ-1002 900;

- устройство накопления и обработки информации УНО-1002 80.

Климатические условия применения:

- температура окружающего воздуха от + 5 до + 40 °С,

.....от + 5 до + 45 °С в течение 6 часов;

- относительная влажность при температуре 25 °С..... до 80 %,

.....до 95 % при +30 °С в течение 6 часов;

- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений при изменении температуры окружающего воздуха до верхнего/нижнего рабочего значения относительно нормальных условий не превышают ±10 %.

Установка устойчива к воздействию синусоидальных вибраций в диапазоне частот от 1 до 120 Гц с ускорением 1g.

По сейсмостойкости установка соответствует требованиям к категории II по НП-031-01 и устойчива к сейсмическим воздействиям (проектное землетрясение) 7 баллов по шкале MSK-64. Высотная отметка при размещении установки - до 20 м. По размещению установка относится к группе «А».

Степень защиты оболочек - IP33S по ГОСТ 14254-96.

Установка устойчива к воздействию электромагнитных помех в соответствии с ГОСТ Р 50746-2000, группа исполнения по устойчивости к помехам III; критерий качества функционирования при испытаниях на помехоустойчивость С по ГОСТ Р 50746-2000.

Средняя наработка на отказ, не менее..... 10 000 ч.

Средний срок службы, не менее 10 лет.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на корпус или на таблички, прикрепленные к установке, фотоспособом и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом или специальным штампом.

Комплектность средства измерений

Установки поставляются в комплекте, указанном в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 — Комплектность установки

Наименование	Кол-во
Полупроводниковый блок детектирования гамма-излучения GCD-50190-30 с комбинированной системой охлаждения детектора и датчиком уровня азота	1 компл.
Блок накопления и обработки БНО-1002	1
Камера измерительная КИ-1002	1
Узел измерительный ИК-1002	1
Узел клапанов УК-1002	1
Стол-подставка СП-1002 с защитным корпусом	1
Устройство накопления и обработки информации УНО-1002 в монтажном шкафу	1
Комплект ЗИП-1002	1 компл.
Комплект монтажный и принадлежностей КП-1002	1 компл.
Приспособление для поверки ПП-1002	1
Комплект программного обеспечения	1 компл.
Комплект эксплуатационной документации согласно ведомости	1

Поверка

осуществляется в соответствии с разделом 4 «Методика поверки» руководства по эксплуатации ПБАВ.412131.006РЭ, утвержденным ГЦИ СИ ФБУ «ЦСМ Московской области» 14 ноября 2011 г.

Основное поверочное оборудование:

Набор эталонных (образцовых) спектрометрических источников гамма-излучения ОСГИ-Р активностью ($10^3 - 10^5$) Бк с погрешностью не более 4 %: ^{241}Am , ^{60}Co , ^{152}Eu , ^{137}Cs .

Радиометр газов РГБ-07, рабочий эталон 1-го разряда.

Газ Kr-85 в баллоне активностью не менее $7 \cdot 10^9$ Бк.

Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения о методиках (методах) измерений изложены в разделе 2 руководства по эксплуатации ПБАВ.412131.006РЭ и документе «Методика радиационного контроля «Определение объемной активности гамма-излучающих радионуклидов в технологических средах с использованием автоматизированных гамма-спектрометрических установок», свидетельство об аттестации № МРК 40090.1Н558 от 13.12.2011, выданное ФГУП «ВНИИФТРИ».

Нормативные документы, устанавливающие требования к установкам автоматизированного спектрометрического контроля инертных газов в выбросах АЭС СГГ-1002

1. ГОСТ 27451-87 Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия.

2. ГОСТ 27452-87 Аппаратура контроля радиационной безопасности на атомных станциях. Общие технические требования.

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

4. ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.

5. ГОСТ 8.033-96 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерения активности, потока, плотности потока альфа, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Установки применяются для осуществления производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Внедрение Научных Исследований и Инжиниринг «Спектр» (ООО «ВНИИ «Спектр»)

Юридический адрес: проезд 4806, д.6, Зеленоград, Москва, 124460

Фактический адрес: ул. Юности, д.8 оф.611, Зеленоград, Москва, 124482

Телефон: (499) 995-02-65, e-mail: info@vniispectre.ru

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФБУ «ЦСМ Московской области»

Юридический адрес: г.п. Менделеево Солнечногорского р-на Московской обл.
141570, тел. (495) 994-22-10, факс (495) 994-22-11, e-mail: info@mencsm.ru; www.mencsm.ru

Аттестат аккредитации №30083-08 от 23 декабря 2008 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

Е.Р. Петросян

М.п. «___» _____ 2012 г.