

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Установки автоматизированные спектрометрические контроля теплоносителя первого контура АЭС СЖГ-1001

Назначение средства измерений

Установки автоматизированные спектрометрические контроля теплоносителя первого контура АЭС СЖГ-1001 (далее – установки) предназначены для автоматизированного квазинепрерывного измерения объемной активности реперных гамма-излучающих радионуклидов ^{131}I – ^{135}I , ^{24}Na , ^{42}K , ^{88}Kr , ^{133}Xe , ^{135}Xe (далее радионуклиды) и их суммарной объемной активности в теплоносителе первого контура АЭС.

Описание средства измерений

Установка представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из спектрометрического монитора СМ-1001 и устройства накопления и обработки информации УНО-1001.

В состав спектрометрического монитора СМ-1001 входят: спектрометрический полупроводниковый блок детектирования БД с детектором из особо чистого германия; криостат БД; датчик измерения уровня азота; камера измерительная КИ-1001; сосуд Дьюара; узел измерительный ИК-1001; узел клапанов УК-1002; блок накопления и обработки БНО-1001 на базе спектрометрического устройства ИУ-1001; оборудование комбинированной системы охлаждения детектора на базе машины Стирлинга; защитный корпус; стол-подставка СП-1001.

В состав устройства накопления и обработки информации УНО-1001 входят: модуль управления на базе промышленного компьютера (ППК); универсальный контроллер УНО-1001; блок питания, электропит, бесперебойный источник питания и монтажный шкаф.

Принцип действия установки основан на автоматизированном цикле отбора теплоносителя из пробоотборной линии, прохождении его через измерительный узел ИК-1001 с целью регистрации спектров гамма-излучения радионуклидов, сброса проанализированной пробы теплоносителя в систему организованных протечек и промывке измерительного узла для подготовки установки к следующему циклу отбора теплоносителя и проведения измерений.

Поток гамма-квантов, испускаемых поступившим в сосуд ИК-1001 теплоносителем, 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-1001, 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 установленным в ППК комплектом программного обеспечения (ПО).

Программное обеспечение

Комплект 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-1001 и не может сохранять на диске ППК файлы спектра. Электронный ключ запрограммирован на работу с одним спектрометрическим трактом установки.

Программное обеспечение 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 в базе данных 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 СЖГ-1001, 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 СЖГ, программа УНО	1.3	DD161A00	CRC32

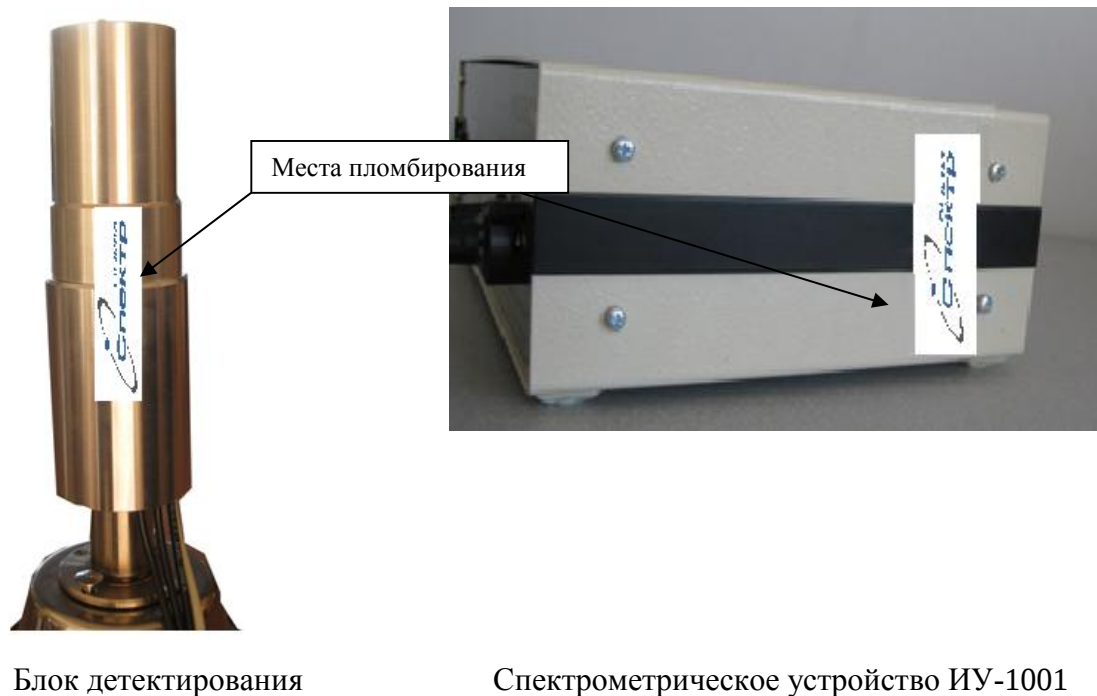
Обеспечена защита ПО от несанкционированного доступа по каналам передачи данных. Доступ к изменению настроек установки и сервисным функциям предоставляется только авторизованным пользователям с соответствующими полномочиями.

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



Рисунок 1 — Общий вид установки автоматизированной спектрометрической контроля теплоносителя первого контура АЭС СЖГ-1001

Все технические средства (ТС) установки должны быть опломбированы в соответствии с конструкторской документацией. Места пломбирования от несанкционированного доступа указаны на рисунке 2.



Блок детектирования

Спектрометрическое устройство ИУ-1001

Рисунок 2 — Место 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 радионуклидов в теплоносителе в соответствии с методикой радиационного контроля «Определение объемной активности гамма - излучающих радионуклидов в технологических средах с использованием автоматизированных гамма-спектрометрических установок»..... от $3,7 \cdot 10^6$ до $3,7 \cdot 10^{11}$ Бк/м³;

- суммарной объемной активности радионуклидов в теплоносителе в соответствии с методикой радиационного контроля «Определение объемной активности гамма - излучающих радионуклидов в технологических средах с использованием автоматизированных гамма-спектрометрических установок»..... от $3,7 \cdot 10^6$ до $3,7 \cdot 10^{12}$ Бк/м³.

Поддиапазоны измерений установки в различных режимах эксплуатации:

Режим работы установки	Рабочий ИК	Поддиапазоны измерений объемной активности, Бк/м ³
Штатный	Штатный ИК	от $3,7 \cdot 10^6$ до $1 \cdot 10^{10}$
Переключение ИК	-	от $3,7 \cdot 10^8$ до $1 \cdot 10^9$
Аварийный	Аварийный ИК	от $3,7 \cdot 10^7$ до $3,7 \cdot 10^{12}$

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений объемной активности радионуклида ¹³¹I в соответствии с методикой радиационного контроля «Определение объемной активности гамма - излучающих радионуклидов в технологических средах с использованием автоматизированных гамма-спектрометрических установок», не более ±30 %.

Относительная эффективность регистрации гамма-квантов с энергией 1332 кэВ в пике полного поглощения в геометрии точечного источника, не менее 10 %.

Энергетическое разрешение БД, не хуже:

Время формирования	Энергия гамма-квантов	Энергетическое разрешение, не более
3 мкс	59,6 кэВ	1,05 кэВ
	661 кэВ	1,46 кэВ
	1332 кэВ	2,11 кэВ

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

Нестабильность показаний за 24 ч непрерывной работы, не более 0,02 %.

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

частотой (50±1/-3) Гц.

Потребляемая мощность, не более

- спектрометрический монитор СМ-1001..... 300 Вт;

- устройство накопления и обработки информации УНО-1001..... 200 Вт.

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

- спектрометрический монитор СМ-10011165×500×1053;

- устройство накопления и обработки информации УНО-1001..... 621×723×600.

Масса, кг, не более

- спектрометрический монитор СМ-1001..... 300;

- устройство накопления и обработки информации УНО-1001..... 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 более $\pm 10\%$.

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, шт.	Примечание
Полупроводниковый блок детектирования гамма-излучения GCD-10180-30 с комбинированной системой охлаждения детектора и датчиком уровня азота	1 компл.	
Блок накопления и обработки БНО-1001	1	
Камера измерительная КИ-1001	1	
Узел измерительный ИК-1001	1	
Узел клапанов УК-1001	1	
Стол-подставка СП-1001 с защитным корпусом	1	
Устройство накопления и обработки информации УНО-1001 в монтажном шкафу	1	
Комплект ЗИП-1001	1 компл.	
Комплект монтажный и принадлежностей КП-1001	1 компл.	
Комплект программного обеспечения	1 компл.	
Комплект эксплуатационной документации согласно ведомости	1	

Поверка

осуществляется в соответствии с разделом 4 «Методика поверки» руководства по эксплуатации ПБАВ.412131.005РЭ, утвержденным ГЦИ СИ ФБУ «ЦСМ Московской области» 17 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 .

Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения о методиках (методах) измерений изложены в разделе 2 руководства по эксплуатации ПБАВ.412131.005РЭ 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 автоматизированным спектрометрическим контроля теплоносителя первого контура АЭС СЖГ-1001

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: пгт 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.