

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ,
Заместитель генерального
директора ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.В. Балаханов

2006 г.

Комплекс спектрометрический для измерений активности альфа-, бета- и гамма-излучающих нуклидов «ПРОГРЕСС»	Внесен в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № 15235 – 01
--	---

Выпускается по техническим условиям ФВКМ.412131.002 ТУ

Назначение и область применения

Комплекс спектрометрический для измерений активности альфа-, бета- и гамма-излучающих нуклидов «ПРОГРЕСС» (далее – комплекс) предназначен для измерений активности альфа-, бета- и гамма-излучающих нуклидов в пробах пищевых продуктов, биологических пробах, пробах воды и других объектов окружающей среды, а также для определения и измерения активности гамма-излучающих нуклидов в теле человека и критическом органе спектрометрическим методом.

Комплекс применяется в лабораторных условиях на предприятиях атомной энергетики и радиохимического производства, пунктах специального и таможенного контроля, в экологических службах и санитарно-эпидемиологических станциях.

Описание

Комплекс включает в себя шесть спектрометрических измерительных трактов с амплитудным анализатором на базе аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и персональной ЭВМ с программным обеспечением для управления всеми режимами работы при выполнении измерений, обработке и протоколировании результатов.

Принцип действия комплекса заключается в получении аппаратного спектра импульсов от детектора, регистрирующего соответствующее излучение измеряемого образца в фиксированных условиях измерения. Активность радионуклида в исследуемой пробе определяется путем обработки полученной спектрограммы на ПЭВМ с помощью пакета программ «ПРОГРЕСС-2000». Пакет программ «ПРОГРЕСС-2000» состоит из набора независимых программ для каждого спектрометрического измерительного тракта, объединенных в единой программной оболочке. Пакет программ «ПРОГРЕСС-2000» позволяет управлять работой каждого измерительного тракта, анализировать спектрограмму и идентифицировать радионуклиды, определять активность соответствующих нуклидов в пробе, рассчитывать погрешность измерения активности и протоколировать результаты измерений.

В состав комплекса входят следующие измерительные тракты:

1. Альфа-спектрометрический тракт «Прогресс-альфа», содержащий: полупроводниковый поверхностно-барьерный детектор альфа-частиц в вакуумной камере, дистансерное устройство, вакуумный насос, усилитель, блоки питания, собранные в виде единого блока.

2. Бета-спектрометрический тракт «Прогресс-бета», содержащий: сцинтилляционный блок детектирования с детектором из пластика, усилитель, блоки питания, держатель счетного образца и блок защиты от фонового излучения, скомпонованные в едином корпусе.

3. Гамма-спектрометрический тракт «Прогресс-гамма», содержащий: сцинтилляционный блок детектирования на основе кристалла йодистого натрия или йодистого цезия, блоки питания, усилитель, блок свинцовой защиты от фонового излучения.

4. Гамма-спектрометрический тракт «Прогресс-гамма (ППД)», содержащий: полупроводниковый блок детектирования на основе германий-литиевого детектора или на основе детектора из особо чистого германия, криостат с сосудом Дьюара для жидкого азота, предусилитель, усилитель, блоки питания и свинцовую защиту от фонового излучения

5. Гамма-спектрометрический тракт измерения гамма-излучения человека «Прогресс-СИЧ», содержащий: сцинтилляционный блок детектирования на основе кристалла йодистого натрия или йодистого цезия, блоки питания, усилитель, коллиматор с поворотным устройством и держателем, кресло пациента.

6. Альфа-радиометрический тракт «Прогресс-АР», содержащий: сцинтилляционный детектор на основе сернистого цинка, усилитель, держатель образцов, блок питания.

Каждому измерительному тракту придается контрольный источник из соответствующего радиоактивного нуклида.

Рабочие условия эксплуатации Комплекса «ПРОГРЕСС»: лабораторные помещения с температурой окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 35 °С и относительной влажностью воздуха не более 75% при 30 °С и более низких температурах без конденсации влаги.

Основные технические характеристики

Альфа-спектрометрический тракт «Прогресс-альфа»:

- диапазон энергии регистрируемого альфа-излучения от 2 до 8 МэВ;
- энергетическое разрешение для линии 5,1567 МэВ не более 40 кэВ;
- интегральная нелинейность не более 0,1% для всего диапазона энергии;
- площадь чувствительной поверхности детектора от 200 до 3000 мм²;
- фон не более 100 импульсов за сутки;
- минимальная измеряемая активность (далее – МИА) плутония-238, плутония-239 и плутония-240 в тонкой пробе диаметром не более 5 мм составляет 0,1 Бк;
- масса блока детектирования в сборе не более 12 кг.

Бета-спектрометрический тракт «Прогресс-бета»:

- диапазон энергии регистрируемого бета-излучения 200-3000 кэВ;
- энергетическое разрешение по линии 624 кэВ не более 20%;
- интегральная нелинейность не более 5% для всего диапазона энергии;
- МИА стронция-90 в пробе массой 10 г в стандартной кювете за время измерения 1 час составляет 0,1 Бк при отсутствии калия-40 в измеряемой пробе и 0,5 Бк при наличии калия-40 активностью до 5 Бк/г в пробе;
- размер сцинтилляционного пластикового детектора Ø70x10 мм или Ø40x10 мм;
- масса блока с защитой не более 50 кг.

Гамма-спектрометрический тракт «Прогресс-гамма»:

- диапазон энергии регистрируемого гамма-излучения 200-2800 кэВ с энергетическим разрешением по линии 662 кэВ (цезий-137) в пределах (7-9)%;
- интегральная нелинейность не более 1% для всего диапазона энергии;
- МИА пробы за 1 час по нуклидам (не более): Cs-137.....3 Бк/кг, Ra-226.....8 Бк/кг, K-40.....40 Бк/кг, Th-232.....8 Бк/кг при погрешности измерения активности 50%;
- масса свинцовой защиты 170 кг;

- блок детектирования содержит сцинтилляционный детектор из кристалла следующих размеров: $\varnothing 45 \times 50$ мм, $\varnothing 63 \times 63$ мм, $\varnothing 150 \times 100$ мм или $\varnothing 150 \times 150$ мм.

Гамма-спектрометрический тракт «Прогресс-гамма (ШЦ)»:

- диапазон энергии регистрируемого гамма-излучения 50-2800 кэВ с энергетическим разрешением по пикам: 122 кэВ - не более 5 кэВ; 662 кэВ - не более 7 кэВ; 1332 кэВ - не более 10 кэВ;
- интегральная нелинейность не более 0,1% для всего диапазона энергии;
- МИА пробы в геометрии сосуда Маринелли объемом 1 литр для детектора с эффективностью 20% за 1 час измерения составляет: Cs-137....10 Бк/кг, Ra-226....30 Бк/кг, K-40.....100 Бк/кг, Th-232....30 Бк/кг при погрешности измерения активности 50%;
- чувствительный объем полупроводникового детектора от 60 до 260 см³;
- масса свинцовой защиты от 200 до 600 кг в зависимости от радиационных условий.

Гамма-спектрометрический тракт измерения гамма-излучения человека «Прогресс-СИЧ»:

- диапазон энергии регистрируемого гамма-излучения 200- 2800 кэВ с энергетическим разрешением линии 662 кэВ цезия-137 (9-10) %;
- интегральная нелинейность не более 1% для всего диапазона энергии;
- МИА за время измерения 10 минут: цезий-137 во всем теле - 1200 Бк; йод-131 в щитовидной железе - 100 Бк;
- масса блока детектирования без коллиматора 2,4 кг.

Альфа-радиометрический тракт «Прогресс-АР»:

- диапазон энергии регистрируемого альфа-излучения от 1,5 до 8 МэВ;
- фоновая скорость счета $4 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$;
- МИА за время измерения 1 час в режиме «толстых проб» не более 180 Бк/кг и в режиме «тонких» проб не более $9 \cdot 10^{-3}$ Бк на пробу;
- масса блока не более 3,4 кг, габаритные размеры (мм) составляют 195x120x210.

Значение максимальной измеряемой активности счетного образца или пробы для каждого тракта ограничивается для каждой геометрии измерения максимальным значением входной загрузки статистических импульсов от блоков детектирования, составляющим не менее $5 \cdot 10^3$ имп/с для всех трактов.

Время установления рабочего режима для каждого тракта не превышает 1 час.

Время непрерывной работы комплекса не менее 8 часов.

Характеристика преобразования каждого измерительного тракта – линейная и ее нестабильность за 8 часов непрерывной работы не превышает $\pm 2\%$.

Погрешность определения активности радионуклидов в измеряемых пробах определяется в каждом конкретном случае в зависимости от измерительной задачи и методики выполнения измерений, а неисключенная систематическая составляющая погрешности не превышает $\pm 10\%$ для каждого спектрометрического тракта.

Предел допускаемой дополнительной погрешности при изменениях внешних условий не превышает: $\pm 1\%$ на каждые 10 °С изменения температуры окружающего воздуха в диапазоне от +10 до +35 °С, $\pm 5\%$ при изменении напряжения питания от 200 до 240 В, $\pm 10\%$ при воздействии переменного магнитного поля напряженностью до 40 А/м и $\pm 15\%$ при воздействии внешнего радиационного фона гамма-излучения с энергией 662 кэВ с мощностью экспозиционной дозы 50 мкР/час.

Питание комплекса осуществляется от сети общего назначения с частотой переменного тока (50 ± 1) Гц и напряжением 220_{-33}^{+22} В с использованием стандартного сетевого стабилизатора, потребляемая мощность не превышает 500 ВА.

Метрологические характеристики комплекса - эффективность регистрации (чувствительность) излучения, скорость счета фона, скорость счета от контрольного источника определяются для каждого тракта при вводе в эксплуатацию в зависимости от условий конкретных измерительных задач Заказчика и регистрируются в Свидетельстве о поверке с указанием шифра и номера соответствующих контрольных источников.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа средств измерений наносится на титульном листе Руководства по эксплуатации ФВКМ.412131.002 РЭ типографским способом и на каждом блоке детектирования измерительных трактов фотохимическим способом.

Комплектность

Комплект поставки соответствует приведенному в таблице.

№ п/п	Наименование	Кол-во шт.	Примечание
1	Альфа-спектрометрический тракт «Прогресс-альфа» в сборе	1	
2	Бета-спектрометрический тракт «Прогресс-бета» в сборе	1	
3	Гамма-спектрометрический тракт «Прогресс-гамма» в сборе	1	
4	Гамма-спектрометрический тракт «Прогресс-гамма (ППД)» в сборе	1	
5	Гамма-спектрометрический тракт измерения гамма-излучения человека «Прогресс-СИЧ» в сборе	1	
6	Альфа-радиометрический тракт «Прогресс-АР» в сборе	1	
7	Аналого-цифровой преобразователь АЦП		плата или отдельный блок
8	ПЭВМ с принтером	1	
9	Контрольные (калибровочные) радионуклидные источники из урана природного, плутония-239 или полония-210 для трактов измерения альфа-излучения, из стронция-90 для тракта измерения бета-излучения, из цезия-137, натрия-22 и калия-40 для сцинтилляционных и полупроводниковых трактов измерения гамма-излучения,	1	для каждого тракта
10	Сетевой стабилизатор напряжения типа «ПИЛОТ»	1	
11	Комплект соединительных кабелей для всех узлов	1	
12	Пакет программ «ПРОГРЕСС-2000»	1	
13	Руководство пользователя программного обеспечения «ПРОГРЕСС-2000»	1	
14	Руководство по эксплуатации комплекса «ПРОГРЕСС» ФВКМ.412131.002 РЭ	1	
15	Методики выполнения измерений активности нуклидов для каждого тракта	1	комплект в соответствии с измерительной задачей
16	Упаковка транспортная	1	

Примечание: Конкретный состав комплекса, количество измерительных трактов (не более шести), типы блоков детектирования, тип персонального компьютера и набор методик выполнения измерений определяется Заказчиком по условиям своих измерительных задач и указывается в заказе-заявке произвольной формы.

Поверка

Поверка комплекса осуществляется для каждого измерительного тракта отдельно в соответствии с методиками:

1. МИ 1798-87. ГСИ. Методические указания. Альфа-спектрометры с полупроводниковыми детекторами. Методика поверки. НПО «ВНИИФТРИ», 1988.

2. МИ 1916-88. ГСИ. Методические указания. Гамма-спектрометры с полупроводниковыми детекторами. Методика поверки. НПО «ВНИИФТРИ», 1989.

3. «Комплекс для измерения активности альфа-, бета- и гамма-излучающих нуклидов спектрометрическим методом «ПРОГРЕСС». Методика поверки сцинтилляционных трактов регистрации гамма-излучения». (Приложение к РЭ, согласовано ВНИИФТРИ, 1996.)

4. «Комплекс для измерения активности альфа-, бета- и гамма-излучающих нуклидов спектрометрическим методом «ПРОГРЕСС». Методика поверки сцинтилляционного тракта регистрации бета-излучения». (Приложение к РЭ, согласовано ВНИИФТРИ, 1996.)

5. «Комплекс для измерения активности альфа-, бета- и гамма-излучающих нуклидов спектрометрическим методом «ПРОГРЕСС». Методика поверки радиометрического тракта регистрации альфа-излучения». (Приложение к РЭ, согласовано ВНИИФТРИ, 1997.)

Основные средства, необходимые для проведения поверки:

- Специальные объемные меры активности ОИСН с радионуклидами Cs-137, Ra-226, Th-232, K-40, Sr(Y)-90 с соответствующими значениями плотности и размеров по списку решаемых измерительных задач.
- Наборы образцовых спектрометрических «точечных» источников типов ОСГИ, СОСГИ-М, ОСАИ, ОСИКЭ.
- Контрольные (калибровочные) источники из урана природного, Pu-239, Po-210, Sr(Y)-90, Cs-137, Na-22, K-40, входящие в комплект поставки комплекса «ПРОГРЕСС».

Межповерочный интервал составляет один год.

Нормативные и технические документы

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

ГОСТ 27173-86. Блоки и устройства детектирования ионизирующих излучений спектрометрические. Общие технические условия.

ФВКМ.412131.002 ТУ. Комплекс спектрометрический для измерений активности альфа-, бета- и гамма-излучающих нуклидов «ПРОГРЕСС». Технические условия.

Заключение

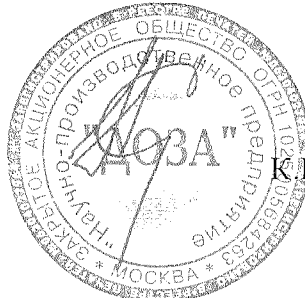
Тип комплекса спектрометрического для измерений активности альфа-, бета- и гамма-излучающих нуклидов «ПРОГРЕСС» утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации согласно государственной поверочной схеме ГОСТ 8.033-96.

Изготовитель:

ЗАО «НПП «Доза», Россия;

124460, Москва, г. Зеленоград, проезд 4806, строение 6, корпус Б;

Генеральный директор
ЗАО «НПП «Доза»



К.Н. Нурлыбаев