

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «16» ноября 2023 г. № 2390

Регистрационный № 15292-09

Лист № 1
Всего листов 8

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Спектрометры энергий бета-излучения сцинтилляционные «БЕТА - 1С», «БЕТА - 1С - 150»

Назначение средства измерений

Спектрометры энергий бета-излучения сцинтилляционные «БЕТА-1С», «БЕТА-1С-150» (далее – спектрометры) предназначены для измерения удельной активности бета-излучающих радионуклидов в пробах окружающей среды.

Описание средства измерений

В основу работы спектрометров положен принцип преобразования энергии бета-частиц в чувствительном объеме сцинтилляционного детектора (на основе пластического сцинтиллятора) в электрические импульсы пропорциональной амплитуды с последующей их регистрацией многоканальным амплитудным анализатором и обработкой полученного спектра с помощью программного обеспечения.

Спектрометр состоит из:

- 1 – верхнего блока экрана-защиты;
- 2 – сцинтилляционного блока детектирования бета-излучения:
 - для «БЕТА-1С» - БДС-Б или УДС-Б-USB;
 - для «БЕТА-1С-150» - БДС-Б-150 или УДС-Б-150-USB.
- 3 – амплитудно-цифрового преобразователя (АЦП), встраиваемого в ПК;
- 4, 5 – персонального компьютера (ПК);
- 6 – печатающего устройства (ПУ);
- 7 – кабеля интерфейсного;
- 8 – нижнего блока экрана-защиты;
- 9 – место для пробы

Функциональная схема спектрометра представлена на рисунке 1.

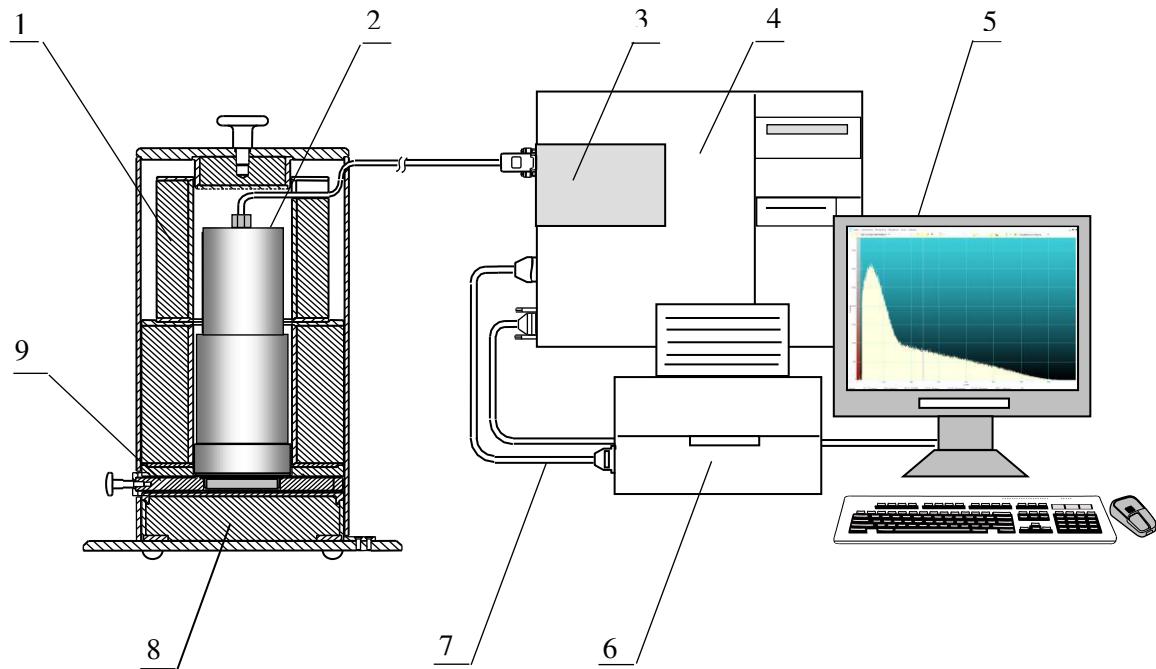


Рисунок 1 – Функциональная схема спектрометра

Компьютер вместе со встроенной платой АЦП и программным обеспечением представляют собой многоканальный амплитудный анализатор импульсов (АИ).

Блок детектирования БДС-Б (БДС-Б-150) размещается внутри свинцового экрана-защиты с целью уменьшения влияния внешнего гамма-фона и повышения точности измерения активности.

Исследуемый счетный образец (проба) помещается в специальную чашку(кувету), разравнивается и уплотняется в ней с помощью уплотнителя проб. Чашка устанавливается в пробоприемник и помещается в экран-защиту под блок детектирования. При проведении измерений шторка экрана-защиты должна быть закрыта.

При облучении блока детектирования бета-частицами в кристалле пластического сцинтилятора возникают световые вспышки (сцинтиляции), интенсивность которых пропорциональна энергии бета-излучения, поглощенной в кристалле.

Фотоэлектронный умножитель преобразует световые вспышки в импульсы тока. Амплитуда импульса тока пропорциональна интенсивности световой вспышки.

Последующие электронные схемы преобразуют импульс тока в импульс напряжения с параметрами, допускающими непосредственную его подачу на вход аналого-цифрового преобразователя многоканального амплитудного анализатора импульсов АЦП.

Для устранения нестабильности фотоприемника в блоке БДС-Б применена специальная система стабилизации, охватывающая весь измерительный тракт. Эталонным репером системы стабилизации является импульс света специального карбид-кремниевого светодиода.

Сформированный импульс напряжения поступает на вход АЦП, предназначенный для преобразования амплитуды входного импульса в цифровой код, являющийся двоичным номером канала анализатора, и накопления получаемой информации в буферном запоминающем устройстве.

Измерение амплитуды импульсов происходит по принципу времязимпульсного кодирования, известного как метод Вилкинсона (для АЦП-1К-В) или цифровой обработки импульсов (для блоков УДС-Б).

События, представленные в цифровой форме, накапливаются в буферной памяти, образуя спектр амплитуд импульсов.

Полученный спектр выводится на экран компьютера и может быть сохранен в цифровой форме.

АЦП имеет собственную инкрементную память и таймеры «живого» и «реального» времени, что обеспечивает автономность процесса накопления информации и позволяет использовать компьютер для решения любых других задач во время набора спектра.

Общий вид и место пломбировки спектрометра приведены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Общий вид и место пломбировки спектрометра

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) позволяет организовать управление процессами накопления, отображения, обработки информации и вывода результатов обработки на внешние устройства компьютера. ПО включает в себя процедуры для проведения калибровок по энергии и чувствительности (эффективности) регистрации, возможность учёта вклада гамма-излучающих радионуклидов, полученных при анализе счетных образцов, на гамма-спектрометре.

Идентификационные данные программного обеспечения спектрометров приведены в таблице 1.

Таблица 1

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
«БЕТА1С», «БЕТА-1С-150»	SpectraLineBG	1.5.3068	69ef4102	CRC32

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с МИ 3286-2010 – С.

Метрологические и технические характеристики

Диапазон регистрируемых энергий бета-излучения, кэВ	от 200 до 3000
Относительное энергетическое разрешение спектрометров по пику конверсионных электронов с энергией 624 кэВ (^{137}Cs), %, не более:	
для «БЕТА-1С»	15
для «БЕТА-1С-150»	20
Максимальная входная статистическая загрузка, имп/с, не менее	5×10^4
Диапазон измеряемой удельной активности, Бк/кг, не более:	
для «БЕТА-1С» для радионуклида ^{90}Sr :	
– без учета результата по гамма-тракту	от 30 до 1×10^5
– с учетом результата по гамма-тракту.	от 17 до 1×10^5
для «БЕТА-1С-150» для радионуклида ^{90}Sr :	
– без учета результата по гамма-тракту	от 12 до 1×10^5
– с учетом результата по гамма-тракту	от 7 до 1×10^5
Примечание – Нижние диапазоны измерений удельной активности определены как минимально измеряемая активность (МИА) для времени измерения 2ч и погрешностью $\pm 50\%$.	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений удельной активности радионуклида ^{90}Sr , %	от ± 10 до ± 50
Примечание – Нижний предел допускаемой относительной погрешности $\pm 10\%$, обеспечивается при градуировке образцовыми источниками, аттестованными с погрешностью не выше $\pm 5\%$. При использовании источников меньшей точности нижний предел погрешности возрастает.	
Время установления рабочего режима, мин, не более	45
Время непрерывной работы, ч, не менее	24
Временная нестабильность за время непрерывной работы, % ,не более	± 1
Число каналов анализатора	от 900 до 1024
Емкость канала, не менее	$2^{24}-1$
Электропитание:	
– напряжение, переменное, В	(220^{+22}_{-33})
– частота, Гц	(50 ± 1)
– мощность, В·А, не более	250
Средний срок службы, не менее, лет	8
Условия эксплуатации – для приборов группы В1 по ГОСТ 52931-2008.	

Габаритные размеры и масса составных частей спектрометра приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование (тип)	Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более	Масса, кг, не более
Экран-защита для «БЕТА-1С» «Экран-1СБ»	320×320×460	90
Экран-защита для «БЕТА-1С-150» «Экран 1СБ-150»	364×300×269	140
Блок БДС-Б	Ø91×280	1,3
Блок БДС-Б-150	Ø185×282	3,8
Компьютер с платой АЦП	400×400×600	20
Принтер	400×400×200	10

Примечание – Масса и габаритные размеры компьютера, принтера, указаны ориентировочно и могут отличаться в зависимости от конкретной модели, выбранной заказчиком. Модель этих устройств определяется заказчиком на этапе оформления договора (контракта) на поставку спектрометра.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится графически или специальным штампом на титульный лист эксплуатационной документации и методом сеткографии на внешней стороне нижнего блока экрана-защиты.

Комплектность средства измерений

В комплект поставки спектрометра входят изделия и эксплуатационная документация, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Обозначение документа	Наименование	Кол-во шт.	Примечание
1	2	3	4
ДЦКИ.412131.002	Спектрометр энергий бета-излучения сцинтилляционный «БЕТА-1С» в составе:	1	
ДЦКИ.305179.001	Экран-защита «Экран-1СБ»	1	
ДЦКИ.305319.014-01	Комплект монтажных частей и принадлежностей экрана-защиты «Экран-1СБ» в составе: – уплотнитель проб;	1	
ДЦКИ.753712.003	– анкер;	2	
ДЦКИ.754738.001	– чашка (кювета) объемом 30 мл и диаметром 70 мм;	5	
ДЦКИ.753342.001	– вкладыш	1	
ДЦКИ.418223.006	Блок детектирования бета-излучения сцинтилляционный БДС-Б	1	2)
ДЦКИ.411619.066	Устройство детектирования сцинтилляционное (бета-спектрометр) УДС-Б-USB	1	2)
ДЦКИ.412131.002 ВЭ	Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости ДЦКИ.412131.002 ВЭ	1	
ДЦКИ.412131.002 ВЭ	Ведомость эксплуатационных документов	1	

Обозначение документа	Наименование	Кол-во шт.	Примечание
1	2	3	4
ДЦКИ.412915.005	Упаковка	1	
ДЦКИ.412131.016	Спектрометр энергий бета- излучения сцинтилляционный «БЕТА-1С-150» в составе:	1	
ДЦКИ.305179.021	Экран-защита «Экран-1СБ-150»	1	
ДЦКИ.305319.014	Комплект принадлежностей экрана-защиты «Экран-1СБ-150» в составе: – уплотнитель проб; – чашка (кувета)	1	
ДЦКИ.711321.002		4	
ДЦКИ.418223.036	Блок детектирования бета-излучения сцинтилляционный БДС-Б-150	1	
ДЦКИ.411619.086	Устройство детектирования сцинтилляционное (бета-спектрометр) УДС-Б-150-USB	1	
ДЦКИ.412131.016 ВЭ	Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости ДЦКИ.412131.016 ВЭ	1	
ДЦКИ.412915.026	Ведомость эксплуатационных документов	1	
ДЦКИ.411619._____	Упаковка	1	
ДЦКИ.411619._____	Преобразователь амплитудно-цифровой спектрометрический АЦП-1К-_____	1	1), 2)
	Компьютер (монитор и процессорный блок)	1	3)
	Принтер в комплекте с кабелем интерфейсным	1	3)
	Источник бета-излучения типа ОСГИ радионуклидов (⁹⁰ Sr + ⁹⁰ Y), для энергетической градуировки спектрометра.	1	
	Твердотельная мера активности радионуклида ⁹⁰ Sr, для контроля чувствительности спектрометра; выполнена в штатной кювете (чашке) спектрометра	1	
	Программное обеспечение «SpectraLineBG	1	Установлено на жестком диске компьютера и продублированы на внешнем носителе

Примечание:

1) По согласованию с заказчиком спектрометр комплектуется платой типа АЦП-1К, исходя из интерфейсной шины используемого компьютера, из ряда:

- шина ISA: АЦП-1К-2, АЦП-1К-2М;
- шина PCI: АЦП-1К-В1, АЦП-1К-В2, АЦП-1К-П1, АЦП-1К-П2;
- интерфейс RS (USB): АЦП-RS-8К-В, АЦП-USB-8КВ.

2) При комплектовании спектрометра «БЕТА-1С» устройством УДС-Б-USB, включающим в себя АЦП, блок БДС-Б и плата АЦП-1К не поставляются.

При комплектовании спектрометра «БЕТА-1С-150» устройством УДС-Б-150-USB, включающим в себя АЦП, блок БДС-Б-150 и плата АЦП-1К не поставляются.

3) Модели используемых компьютера и принтера определяются заказчиком на этапе оформления договора (контракта) на поставку спектрометра.

Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения о методах измерений изложены в разделе 5 «Использование спектрометра» руководств по эксплуатации ДЦКИ.412131.002 РЭ, ДЦКИ.412131.016 РЭ.

Активность радионуклидов в счетных образцах. Методика измерений на бета-спектрометрах с использованием программного обеспечения «SpectraLine». Свидетельство об аттестации методики радиационного контроля № 42152.4Б206/01.00294-2010.

Методика выполнения измерений суммарной объемной активности бета-излучающих радионуклидов в пробах водных технологических сред АЭС на бета-спектрометре «БЕТА-1С». Свидетельство об аттестации МВИ №1827/08.

Определение объемной активности радионуклидов в аэрозолях воздуха помещений и активности бета-излучающих радионуклидов в пробах снимаемого поверхностного загрязнения с использованием сцинтилляционного гамма-бета спектрометра «ГАММА-БЕТА-1С». Методика выполнения измерений. Свидетельство об аттестации МВИ №1828/08.

Нормативные документы, устанавливающие требования к спектрометрам энергий бета-излучения сцинтилляционным «БЕТА - 1С», «БЕТА - 1С - 150»

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

ГОСТ 26874-86 Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров;

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

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

НРБ-99/2009 Нормы радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности;

ДЦКИ.412131.002 ТУ Спектрометры энергий бета-излучения сцинтилляционные «БЕТА-1С», «БЕТА-1С-150». Технические условия.

Правообладатель

Акционерное общество «Научно-производственный центр «АСПЕКТ» им. Ю.К.Недачина» (АО «НПЦ «АСПЕКТ»)

ИНН 5010002623

Юридический адрес: 141980, Московская обл., г.о. Дубна, г. Дубна,
ул. Сахарова А.Д., д. 8

Телефон (факс): (49621) 6-52-72 (6-51-08)

E-mail: aspect@dubna.ru

Web-страница: <http://www.aspect.dubna.ru>

Изготовитель

Акционерное общество «Научно-производственный центр «АСПЕКТ» им. Ю.К.Недачина» (АО «НПЦ «АСПЕКТ»)
ИИН 5010002623
Юридический адрес: 141980, Московская обл., г.о. Дубна, г. Дубна,
ул. Сахарова А.Д., д. 8
Телефон (факс): (49621) 6-52-72 (6-51-08)
E-mail: aspect@dubna.ru
Web-страница: <http://www/aspect.dubna.ru>

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Московской области» (ФБУ «ЦСМ Московской области»).
Юридический и почтовый адрес: 141570, Московская обл., Солнечногорский р-н,
пгт Менделеево
тел. (495) 994-22-10 факс (495) 994-22-11
Web-страница: <http://www.mencsm.ru>
E-mail: info@mencsm.ru
Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30083-14.