

# ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО

Зам. руководителя ГЦИ СИ  
ФГУ «Менделеевский ЦСМ» -  
директор Центрального отделения  
А.А. Зажигай  
10» \_\_\_\_\_ 2009 г.

Внесен в Государственный реестр  
средств измерений.

Регистрационный № 15 292 - 09

Взамен № \_\_\_\_\_

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

Выпускаются по техническим условиям ТУ 6240-002-23521658-96 (ДЦКИ.412131.002 ТУ)

## Назначение и область применения

Спектрометры энергий бета-излучения сцинтилляционные «БЕТА-1С», «БЕТА-1С-150» (далее – спектрометры) предназначены для измерения удельной активности бета-излучающих нуклидов в пробах окружающей среды (продукты питания, строительные материалы, сырье и пр.)

Спектрометры могут применяться в службах радиационного контроля объектов окружающей среды и разнообразной продукции в процессе ее добычи, переработки и выпуска. Спектрометры используются в лабораторных условиях.

## Описание

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 следующих функциональных узлов:

- 1 сцинтилляционного блока детектирования бета-излучения:  
для «БЕТА-1С» - БДС-Б;  
для «БЕТА-1С-150» - БДС-Б-150.
- 2 амплитудно-цифрового преобразователя (АЦП), встраиваемого в ПК типа IBM PC;
- 3 свинцового экрана-защиты;
- 4 персонального компьютера типа IBM;
- 5 печатающего устройства (ПУ);

Функциональная схема спектрометра представлена на рисунке 1.

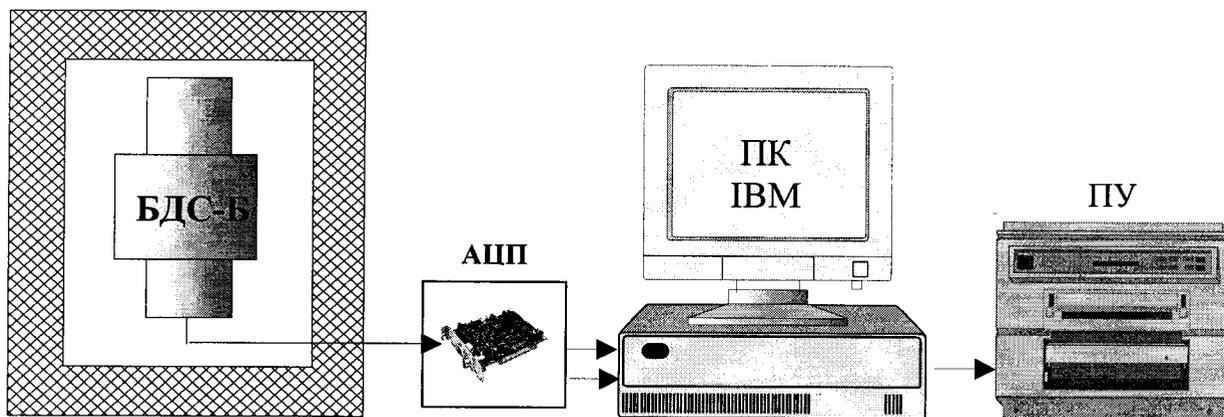


Рисунок 1 – Функциональная схема спектрометра

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, 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 сцинтиллятора возникают световые вспышки (сцинтилляции), 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-кремниевый 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 время-импульсного кодирования, известного как метод Вилкинсона. Модуль амплитудно-цифрового преобразователя АЦП (ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ) в сочетании с оригинальным способом цифрового разравнивания и другими схемными решениями позволяет получать значения дифференциальной нелинейности в пределах  $(0,2 \div 0,5) \%$  при ширине канала 10 мВ и  $(0,5 \div 0,8) \%$  при ширине канала 2,5 мВ

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 на жестком и (или) гибком дисках.

Программное обеспечение (ПО) позволяет организовать управление процессами накопления, отображения, обработки информации и вывода результатов обработки на внешние устройства компьютера

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ имеет собственную инкрементную память и таймер «живого» времени, что обеспечивает автономность процесса накопления информации и позволяет использовать компьютер для решения любых других задач во время набора спектра. Кроме того, организация накопления аппаратным методом значительно сокращает общее время преобразования.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- 1 Диапазон регистрируемых энергий, кэВ .....от 200 до 3000.
- 2 Относительное энергетическое разрешение спектрометра по линии конверсионных электронов 624 кэВ ( $^{137}\text{Cs}$ ),%, не более  
для «БЕТА-1С» .....15;  
для «БЕТА-1С-150» .....20.
- 3 Минимальная измеряемая активность для времени измерения 2 ч, Бк/кг, не более:
  - 3.1 для «БЕТА-1С»  
(геометрия измерений – штатная кювета объемом 30 мл, диаметром 70 мм):
    - для радионуклида  $^{90}\text{Sr}$  (при использовании МВИ «Активность радионуклидов в счетных образцах. Методика выполнения совместных измерений на гамма-бета-спектрометре с использованием программного обеспечения «LSRM» № 746/04») .....30;
    - без учета результата по гамма-тракту .....30;
    - с учетом результата по гамма-тракту ..... 17.
  - 3.2 для «БЕТА-1С-150»  
(геометрия измерений – штатная кювета объемом 150 мл, диаметром 150 мм):
    - для радионуклида  $^{90}\text{Sr}$  (при использовании МВИ «Активность радионуклидов в счетных образцах. Методика выполнения совместных измерений на гамма-бета-спектрометре с использованием программного обеспечения «LSRM» № 746/04») .....12;
    - без учета результата по гамма-тракту .....12;
    - с учетом результата по гамма-тракту ..... 7.
- 4 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активности радионуклида  $^{90}\text{Sr}$ , %..... от  $\pm 10$  до  $\pm 50$ .
- 5 Диапазон измеряемой спектрометром удельной активности, Бк/кг, не более:
  - 5.1 для «БЕТА-1С»
    - для радионуклида  $^{90}\text{Sr}$  (при использовании МВИ «Активность радионуклидов в счетных образцах. Методика выполнения совместных измерений на гамма-бета-спектрометре с использованием программного обеспечения «LSRM» № 746/04») .....от 30 до  $1 \times 10^5$  ;
    - с учетом результата по гамма-тракту .....от 17 до  $1 \times 10^5$ .
  - 5.2 для «БЕТА-1С-150»
    - для радионуклида  $^{90}\text{Sr}$  (при использовании МВИ «Активность радионуклидов в счетных образцах. Методика выполнения совместных измерений на гамма-бета-спектрометре с использованием программного обеспечения «LSRM» № 746/04») .....от 12 до  $1 \times 10^5$ ;
    - с учетом результата по гамма-тракту .....от 7 до  $1 \times 10^5$  .
- 6 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений характеристики преобразования спектрометра (интегральная нелинейность) в диапазоне измеряемых энергий, %  
.....  $\pm 1$ .
- 7 Максимальная входная статистическая загрузка, имп/с, не менее .....50000.
- 8 Время установления рабочего режима, мин, не более .....45.
- 9 Время непрерывной работы, ч, не менее .....24.
- 10 Временная нестабильность за время непрерывной работы, % не более.....  $\pm 1$ .
- 11 Число каналов анализатора ..... от 900 до 1024.
- 12 Емкость канала, не менее ..... $2^{24}-1$ .

13 Электропитание:

- напряжение, переменное, ~ В. .... (220<sup>+22</sup><sub>-33</sub>).
- частота, Гц ..... (50±1).
- мощность, В·А, не более..... 250.

14 Габаритные размеры составных частей спектрометра, мм, не более:

для «БЕТА-1С»

- экран- защита ..... 320×320×460;
- блок БДС-Б ..... Ø91×280;

для «БЕТА-1С-150»

- экран- защита ..... 364×300×269;
- блок БДС-Б-150..... Ø185×282;

компьютер с платой АЦП ..... 400×400×600;

принтер ..... 400×400×200.

15 Масса составных частей спектрометра, кг, не более:

для «БЕТА-1С»

- экран- защита ..... 90;
- блок БДС-Б ..... 1,3;

для «БЕТА-1С-150»

- экран- защита ..... 140;
- блок БДС-Б-150..... 3,8;

компьютер с платой АЦП и принтером..... 30;

16 Средний срок службы, не менее, лет ..... 8.

17 Условия эксплуатации – для приборов группы В1 по ГОСТ 12997-84.

**Знак утверждения типа**

Знак утверждения типа наносится графически или специальным штампом на титульном листе эксплуатационных документов и методом сеткографии на боковой поверхности экрана-защиты «Экран-1СБ» и «Экран 1СБ-150».

**Комплектность**

В комплект поставки спектрометра должны входить изделия и эксплуатационная документация, указанные в таблице.

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
1	2	3	4
ДЦКИ.412131.002	Спектрометр энергии бета-излучения сцинтилляционный «БЕТА-1С» в составе:	1	
ДЦКИ.305179.001	Экран-защита «Экран-1СБ»	1	
	Комплект монтажных частей и принадлежностей экрана-защиты «Экран-1СБ» в составе:	1	
ДЦКИ.305319.014-01	– 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	

## Окончание таблицы

1	2	3	4
ДЦКИ.418223.006	Блок детектирования бета-излучения сцинтилляционный БДС-Б	1	2)
	Устройство детектирования сцинтилляционное (бета-спектрометр) УДС-Б-USB	1	2)
	Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости ДЦКИ.412131.002 ВЭ	1	
ДЦКИ.412131.002 ВЭ	Ведомость эксплуатационных документов	1	
ДЦКИ.412915.005	Упаковка	1	
ДЦКИ.412131.016	Спектрометр энергии 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:	1	
ДЦКИ.711321.002	– уплотнитель проб;	4	
	– чашка		
ДЦКИ.418223.036	Блок детектирования бета-излучения сцинтилляционный БДС-Б-150	1	
	Устройство детектирования сцинтилляционное (бета-спектрометр) УДС-Б-150-USB	1	
	Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости ДЦКИ.412131.016 ВЭ	1	
ДЦКИ.412131.016 ВЭ	Ведомость эксплуатационных документов	1	
ДЦКИ.412915.026	Упаковка	1	
ДЦКИ.411619.____	Преобразователь амплитудно-цифровой спектрометрический АЦП-1К-____	1	1), 2)
	Компьютер типа IBM PC (монитор и процессорный блок) в том числе	1	3)
	Принтер в комплекте с кабелем интерфейсным	1	3)
	Источник бета-излучения типа ОСГИ радионуклидов ( $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ ), для энергетической градуировки спектрометра.	1	
	Твердотельная мера активности радионуклида $^{90}\text{Sr}$ , для контроля чувствительности спектрометра; выполнена в штатной кювете (чашке) спектрометра	1	
	Программное обеспечение LSRM, версия _____ Методика выполнения измерений «Активность радионуклидов в счетных образцах. Методика выполнения совместных измерений на гамма-бета-спектрометре с использованием программного обеспечения "LSRM" № 746/04»		Установлены на жестком диске компьютера и продублированы на внешнем носителе данных

## Примечания

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., АЦП-RS-8К-В, АЦП-USB-8КВ;

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

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

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

## Поверка

Поверка спектрометров осуществляется в соответствии с разделами 5 «Методика поверки» в руководствах по эксплуатации спектрометра «БЕТА-1С» ДЦКИ.412131.002 РЭ и «БЕТА-1С-150» ДЦКИ. 412131.016 РЭ, согласованными ГЦИ СИ ФГУ «Менделеевский ЦСМ» (Центральное отделение) в марте 2009 г.

Основное оборудование для поверки – источники фотонного излучения радионуклидные закрытые спектрометрические эталонные ОСГИ-3.

Межповерочный интервал – 1 год.

## Нормативные и технические документы

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
ТУ 6240-002-23521658-96 (ДЦКИ.412131.002 ТУ)	Спектрометры энергий гамма-излучения сцинтилляционные «Бета-1С», «БЕТА-1С-150». Технические условия

## Заключение

Тип Спектрометры энергий бета-излучения сцинтилляционные «БЕТА-1С», «БЕТА-1С-150» утверждён с техническими и метрологическими характеристиками, приведёнными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации согласно государственной поверочной схеме.

## Изготовитель

ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР «АСПЕКТ»», Россия, 141980, г. Дубна Московской области, ул. Векслера д. 6.

Генеральный директор  
ЗАО НПЦ «АСПЕКТ»

Ю.К. Недачин