

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Спектрометры энергий альфа-излучения полупроводниковые «СЭА-13П», «СЭА-13П1»

Назначение средства измерений

Спектрометры энергий альфа-излучения полупроводниковые «СЭА-13П», «СЭА-13П1» (далее – спектрометры) предназначены для измерения энергетического распределения альфа-частиц, идентификации и определения активности альфа-излучающих радионуклидов.

Описание средства измерений

В основу работы спектрометра положен принцип преобразования энергии альфа-частиц в чувствительном объеме полупроводникового кремниевого ионно-имплантированного детектора в электрические импульсы пропорциональной амплитуды с последующей их регистрацией многоканальным амплитудным анализатором и обработкой полученного спектра с помощью программного обеспечения.

Тип детектора – кремниевый полупроводниковый с планарной ионно-имплантированной детектирующей структурой, созданной на основе n-типа.

Спектрометры выпускаются в двух исполнениях – «СЭА-13П» и «СЭА-13П1», отличающихся друг от друга тем, что в спектрометре «СЭА-13П» плата амплитудно-цифрового преобразователя (АЦП) устанавливается в персональный компьютер, а в спектрометре «СЭА-13П1» АЦП интегрирован в блок альфа-спектрометра.

В состав спектрометра входят следующие устройства:

- блок альфа-спектрометра «СЭА-13П» или «СЭА-13П1»;
- АЦП установлен в ПК («СЭА-13П») или интегрирован в блоке альфа-спектрометра («СЭА-13П1»);
- персональный компьютер (ПК);
- принтер;
- насос вакуумный (НВ).

Функциональная схема спектрометра приведена на рисунке 1.

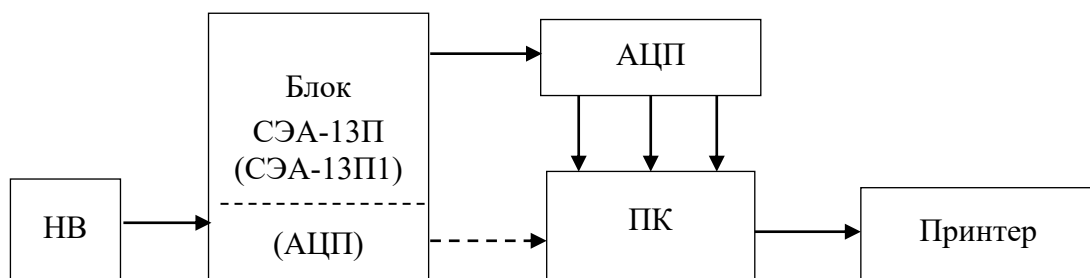


Рисунок 1 – Функциональная схема спектрометра

Сигнал с детектора поступает на вход зарядочувствительного предусилителя (ПУ), расположенного в корпусе блока вне измерительной камеры. Сигнал с выхода предусилителя уси-

ливается электроникой блока и далее поступает в АЦП.

Блок альфа-спектрометра содержит вакуумную измерительную камеру прямоугольной формы, в верхней части которой расположен кремниевый полупроводниковый альфа-детектор (ППД), и подставку с пазами для установки измеряемого образца на различных расстояниях от детектора.

Разрежение в измерительной камере создается с помощью вакуумного насоса. Соединение объема измерительной камеры с вакуумной линией и с атмосферным воздухом осуществляется через два электромагнитных клапана, установленных на задней стенке измерительной камеры и управляемых переключателем, расположенным на лицевой панели блока.

Напряжение смещения на детектор подается от источника опорного напряжения, встроенного в блок спектрометра. Цифровая индикация значения поданного напряжения расположена на лицевой панели блока.

Контроль разрежения в измерительной камере осуществляется малогабаритным датчиком типа ДМИ-1-2, сигнал с которого выведен на светодиодную шкалу на лицевой панели блока.

Общий вид блока альфа-спектрометра приведен на рисунке 2.



- 1 – светодиоды «Вакуум»
- 2 – индикатор «Напряжение, V»
- 3 – вакуумная камера
- 4 – тумблер со светодиодом «Работа»
- 5 – дверца
- 6 – тумблер со светодиодом «Сеть»
- 7 – место для пробы
- 8 – пазы для установки измеряемого образца на различных расстояниях от детектора

Рисунок 2 – Общий вид блока альфа-спектрометра

Сигнал с детектора поступает на вход зарядочувствительного предусилителя (ПУ), расположенного в корпусе блока вне измерительной камеры. С выхода предусилителя сигнал поступает на плату усилителя (УИС) и далее на АЦП.

Управление работой спектрометра производится специальным программным обеспечением, установленным на ПК.

Внешний вид и место пломбировки спектрометра приведены на рисунке 3.

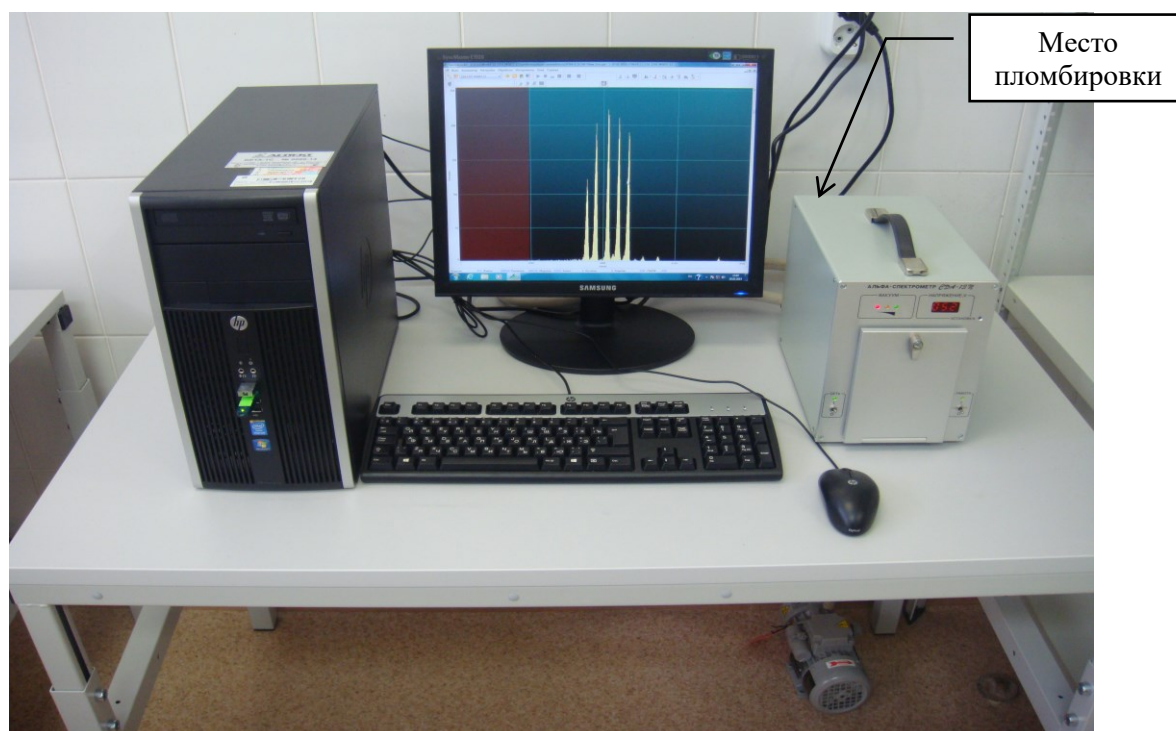


Рисунок 3 – Внешний вид и место пломбировки спектрометра

Программное обеспечение

Программное обеспечение спектрометра обеспечивает следующие функциональные возможности:

- измерение спектров с экспозициями по "живому" и реальному времени;
- калибровки по энергии, по форме пика и по эффективности;
- автоматическая обработка спектров, включая идентификацию и расчет активности радионуклидов;
- возможность работы программы с внесенной меткой в измеряемый образец;
- возможность сохранения спектров и результатов обработки в базе данных программы;
- визуализация спектров и результатов обработки на экране дисплея ПК;
- возможность вывода результатов обработки и спектров в графическом виде на принтер.

Уровень защиты программного обеспечения «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО:	SpectraLine-ADA
Номер версии (идентификационный номер) ПО:	1.5.3068
Цифровой идентификатор ПО	01e02e82
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	CRC32

ПО защищено электронным ключом от несанкционированного доступа к настройкам.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Диапазон регистрируемых энергий, МэВ	от 3,5 до 9,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность) в энергетическом диапазоне до 5,5 МэВ, кэВ	± 10
Энергетическое разрешение по линии 5156 кэВ ^{239}Pu из комплекта ОСАИ, размещенного на расстоянии 50 мм от детектора, и энергетический эквивалент шумов, в зависимости от площади чувствительной поверхности используемого детектора, кэВ, не более:	

Для детекторов с площадью чувствительной поверхности, мм ²	Абсолютное энергетическое разрешение, кэВ, не более	Энергетический эквивалент шумов, кэВ, не более
3000	80	70
2000	70	60
1000	50	40
600	40	30
450	35	25
100	25	15

Фон в энергетическом диапазоне от 3,5 до 6,0 МэВ, с ⁻¹ , не более	0,003
Временная нестабильность за время непрерывной работы, кэВ, не более	10
Максимальная входная статистическая нагрузка, с ⁻¹ , не менее	10 000

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Время установления рабочего режима, мин, не более	45
Время непрерывной работы, ч	8
Число каналов анализатора	4096 (8192)
Спектрометр имеет следующие функциональные возможности: - измерение проб на расстояниях (5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50) мм от детектора; - максимальный диаметр подложки анализируемой альфа-пробы, которая может быть установлена, равен 90 мм.	
Электропитание – переменный ток: - напряжение, В - частота, Гц	(220 ⁺²² ₋₃₃) (50 $\pm$ 1)
Мощность, потребляемая от сети переменного тока, В·А, не более	500
Масса составных частей спектрометра, кг, не более: - блок альфа-спектрометра «СЭА-13П», «СЭА-13П1»	7,5
- вакуумный насос	10
- ПК и принтер	30

Габаритные размеры составных частей спектрометра (длина×ширина×высота), мм, не более: - блок альфа-спектрометра «СЭА-13П», «СЭА-13П1» - вакуумный насос - ПК	350×180×250 340×136×210 400×400×600
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре +30 °С и при более низких температурах без конденсации влаги, %	от +10 до +35 до 75
Срок службы, лет, не менее	8
Примечание – Масса и габаритные размеры вакуумного насоса, ПК и принтера указаны ориентировочно и могут отличаться в зависимости от конкретной модели	

Знак утверждения типа

наносится графически или специальным штампом на титульные листы эксплуатационной документации и методом сеткографии на задней панели блока альфа-спектрометра.

Комплектность средства измерений

В комплект поставки спектрометра «СЭА-13П» входят следующие устройства и эксплуатационная документация указанные в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Комплектность спектрометра «СЭА-13П»

Наименование	Обозначение	Количество
Спектрометр энергий альфа-излучения полупроводниковый «СЭА-13П» в составе:	ДЦКИ.412131.003	1 шт.
Блок альфа-спектрометра «СЭА-13П»	ДЦКИ.418213.002	1 шт.
Преобразователь амплитудно-цифровой спектрометрический АЦП	-	1 ¹⁾ шт.
Насос вакуумный	-	1 ²⁾ шт.
Программное обеспечение	«SpectraLine-ADA»	1 ³⁾ экз.
Компьютер	-	1 ²⁾ шт.
Принтер	-	1 ²⁾ шт.
Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости	ДЦКИ.412131.003 ВЭ	1 экз.
Ведомость эксплуатационных документов	ДЦКИ.412131.003 ВЭ	1 экз.
Упаковка	-	1 шт.
Примечания: 1) По согласованию с заказчиком спектрометр «СЭА-13П» комплектуется АЦП, исходя из интерфейсной шины используемого компьютера, из ряда: - шина PCI: АЦП-8К-В1, АЦП-8К-В2, АЦП-8К-П1, АЦП-8К-П2; - интерфейс USB: АЦП-8К-USB. 2) Модели используемого компьютера, принтера, вакуумного насоса определяются на этапе оформления договора (контракта) на поставку спектрометра. 3) ПО поставляется в установленном на рабочий компьютер виде, с настройками под конкретную (поставляемую) конфигурацию спектрометра и в виде инсталляционных пакетов программ на внешнем носителе (CD, DVD, USB-флеш-накопитель).		

В комплект поставки спектрометра «СЭА-13П1» входят следующие устройства и эксплуатационная документация указанные в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 – Комплектность спектрометра «СЭА-13П1»

Наименование	Обозначение	Количество
Спектрометр энергий альфа-излучения полупроводниковый «СЭА-13П1» в составе:	ДЦКИ.412131.003-01	1 шт.
Блок альфа-спектрометра «СЭА-13П1»	ДЦКИ.418213.002-01	1 шт.
Насос вакуумный	-	1 ¹⁾ шт.
Программное обеспечение	«SpectraLine-ADA»	1 ²⁾ экз.
Компьютер	-	1 ¹⁾ шт.
Принтер		1 ¹⁾ шт.
Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости	ДЦКИ.412131.003 ВЭ	1 экз.
Ведомость эксплуатационных документов	ДЦКИ.412131.003 ВЭ	1 экз.
Упаковка	-	1 шт.
Примечания: 1) Модели используемого компьютера, принтера, вакуумного насоса определяются на этапе оформления договора (контракта) на поставку спектрометра. 2) ПО поставляется в установленном на рабочий компьютер виде, с настройками под конкретную (поставляемую) конфигурацию спектрометра и в виде инсталляционных пакетов программ на внешнем носителе (CD, DVD, USB-флеш-накопитель).		

Сведения о методиках (методах) измерений
приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к спектрометрам энергий альфа-излучения полупроводниковым «СЭА-13П», «СЭА-13П1»

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

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

Приказ Росстандарта № 2841 от 29.12.2018 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений активности, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников

ДЦКИ.412131.003 ТУ. Спектрометры энергий альфа-излучения полупроводниковые «СЭА-13П», «СЭА-13П1». Технические условия