

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Спектрометры рентгенофлуоресцентные энергодисперсионные портативные СПЕКТРОСКАН GEO

#### Назначение средства измерений

Спектрометры рентгенофлуоресцентные энергодисперсионные портативные СПЕКТРОСКАН GEO (далее по тексту - спектрометры) предназначены для измерения содержания элементов, входящих в состав твердых и жидких веществ, порошков, пленок и материалов, в соответствии с аттестованными и стандартизованными методиками (методами) измерений.

#### Описание средства измерений

Принцип действия спектрометров основан на регистрации интенсивности вторичного рентгеновского излучения образца, возбуждаемого излучением рентгеновской трубки. Первичное рентгеновское излучение, испускаемое встроенной миниатюрной рентгеновской трубкой, поглощается и рассеивается на атомах исследуемой среды (образца). Следствием этих процессов является вторичное рентгеновское рассеянное и флуоресцентное излучение. Спектральный состав вторичного излучения позволяет оценить элементный состав среды. Идентификация элементного состава основана на том, что для каждого химического элемента спектр флуоресцентного излучения индивидуален, а интенсивность этого излучения пропорциональна массовой доле этого элемента.

Рентгеновский излучатель, включающий рентгеновскую трубку, содержит регулируемый источник накала катода трубки и регулируемый высоковольтный источник анодного напряжения, задающего ускоряющий потенциал трубки.

Регистрация вторичного рентгеновского излучения осуществляется с помощью детектора, состоящего из SDD-структуры, предварительного усилителя и термоэлектрического охладителя. Детектор преобразует энергию регистрируемого кванта в электрический импульс пропорциональной амплитуды. Рабочая температура детектора (от -30 до +50 °С) поддерживается термоэлектрическим охладителем.

Анализатор амплитуд импульсов состоит из спектрометрического усилителя импульсных сигналов и 12-ти разрядного спектрометрического аналого-цифрового преобразователя (АЦП), выполняющего преобразование амплитуд импульсов в цифровой код, максимальное значение которого составляет 4096 ( $2^{12}$ ). АЦП оснащен буферной памятью, в которой накапливаются результаты измерения амплитуд импульсов (в цифровом коде значения от 0 до 4095) и формируется спектр излучения от исследуемой среды (образца) - массив размерностью 4096, каждый элемент которого содержит число зарегистрированных импульсов (фотонов) амплитудой пропорциональной номеру элемент. Такой элемент массива называют энергетическим каналом, так как его номер пропорционален амплитуде импульса, а, следовательно, и энергии зарегистрированного фотона. Число таких каналов, зависящую от разрядности АЦП, характеризует дискретность (детальность) получаемого аппаратурного спектра.

Специализированный контроллер содержит микропроцессор, энергонезависимую память, таймеры, счетчики, буферные регистры и т.п. и предназначен для:

- организации связи между управляющим компьютером и блоком регистрации рентгеновского излучения (пересылка команд управления и данных);
- определения и учета временных характеристик процесса измерения («реальное время», «живое время», «мертвое время»);
- управления работой блока питания термоохладителя (контроль и поддержание рабочей температуры детектора);

- управления генератором рентгеновского излучения (подъем и сброс высокого напряжения, контроль и поддержание постоянного тока эмиссии катода). Спектрометр включает в себя спектрометрический блок и отдельный карманный компьютер, подключаемый к спектрометрическому блоку с помощью кабеля. В спектрометрическом блоке установлены основные узлы (рентгеновский излучатель, детектор, анализатор импульсов и контроллер) а также вспомогательные электронные узлы. Спектрометр выпускается в двух исполнениях: GEO и GEO D. В исполнении GEO спектрометр оснащен рукояткой с кнопкой (курком). Этот курок является основным органом управления в условиях автономной работы. Питание датчика спектрометра осуществляется от аккумуляторной батареи, расположенной в рукоятке.

В исполнении GEO D спектрометр снабжается специальным стендом, который позволяет использовать прибор как настольный. Стенд обеспечивает полную защиту обслуживающего персонала от неиспользуемого рентгеновского излучения. Питание датчика в этом исполнении осуществляется от внешнего аккумулятора.

Управление датчиком (подача команд установки режима работы и включения/выключения рентгеновской трубки, запуск/останов измерения спектра, получения параметров статуса датчика и т.д.) осуществляется посредством карманного персонального компьютера (КПК) с запущенным программным обеспечением «СПЕКТРОСКАН GEO».

Команды пользователя могут приниматься как через запрограммированные интерфейсные элементы управления сенсорного экрана КПК, так и с помощью кнопки-курка, расположенной на рукоятке датчика (для исполнения GEO).

Внешний вид спектрометров приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Спектрометр рентенофлуоресцентный энергодисперсионный портативный СПЕКТРОСКАН GEO

### Программное обеспечение

Спектрометры оснащены автономным ПО СПЕКТРОСКАН GEO, которое управляет работой спектрометра и отображает, обрабатывает и хранит полученные данные. ПО предназначено для карманных компьютеров (КПК), работающих под управлением операционной системы Windows Mobile 5.0 и выше. Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	СПЕКТРОСКАН GEO
Номер версии	Не ниже 1.1.2.1
Цифровой идентификатор	-

Все ПО является метрологически значимым и выполняет следующие функции:

- управление спектрометром;
- считывание, хранение, обработка результатов измерений,
- редактирование и хранение базы методов измерения и стандартных образцов,
- определение и хранение калибровочных коэффициентов энергетической шкалы.

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «низкий» по Р 50.2.077-2014. Влияние ПО на метрологические характеристики учтено при их нормировании.

### Метрологические и технические характеристики

приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон определяемых элементов	от Ti(22) до U(92)
Энергетическое разрешение (ширина пика на полувысоте) на линии 8,04 кэВ (CuKa), эВ, не более	190
Скорость счета и контрастность пиков контрольных элементов, не менее	Значения приведены в таблице 2
Пределы допускаемой основной аппаратурной погрешности ( $A_0$ ) спектрометра при измерении скорости счета (по линии CuKa), %	0,5
Пределы допускаемой дополнительной аппаратурной погрешности при изменении температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С в рабочем диапазоне температур, %	2,0
Дрейф показаний спектрометра за 8 ч непрерывной работы, %, не более	±1,0
Число энергетических каналов спектрометра	4096
Рабочее напряжение рентгеновской трубки, кВ	до 50
Ток рентгеновской трубки, мкА	до 100
Напряжение питания постоянного тока от встроенной аккумуляторной батареи (для исполнения «СПЕКТРОСКАН GEO»), В	7,2+0,1
Напряжение питания постоянного тока от внешней аккумуляторной батареи, В	от 18 до 24

Наименование характеристики	Значение характеристики
Напряжение питания зарядного устройства встроенного/внешнего аккумулятора, В	От 100 до 240
Потребляемая мощность зарядного устройства, В·А, не более	168
Габаритные размеры спектрометрического блока, мм, не более: без рукоятки (диаметр×длина) с рукояткой, Д×Ш×В	103×300 300×103×280
Масса спектрометрического блока с рукояткой, кг, не более	2,4
Габаритные размеры управляющего устройства (КПК), мм, не более	120×40×190
Масса управляющего устройства, кг, не более	0,35
Габаритные размеры настольного стенда, мм, Д×Ш×В	515×360×275
Масса настольного стенда, кг, не более	12
Средний срок службы, лет	2
Средняя наработка на отказ, ч	2200
Условия эксплуатации: -диапазон температуры окружающего воздуха (рабочие условия эксплуатации), °С -диапазон температуры окружающего воздуха (нормальные условия эксплуатации) , °С -атмосферное давление, кПа -относительная влажность воздуха (при 25 °С), %, не более	от -40 до +40  от +15 до +25 от 84 до 107  80

Таблица 3 - Скорость счета и контрастность

Элемент	Аналитическая линия	Энергия линии, кэВ	Границы интервала энергии, кэВ		Стандартный образец	Скорость счета, с <sup>-1</sup> , не менее	Контрастность, не менее
			Левая	Правая			
Mn	K $\alpha$	5,90	5,79	6,01	GCO 10662-2015 VSAC11-4	25	0,6
Fe	K $\alpha$	6,40	6,19	6,60	GCO 10662-2015 VSAC11-4	100	2,8
Cu	K $\alpha$	8,04	7,86	8,21	GCO 9424-2009 VSAC2-5	710	21
Zn	K $\alpha$	8,63	8,48	8,78	GCO 9424-2009 VSAC2-5	610	30
Pb	L $\alpha$	10,54	10,35	10,75	GCO 10662-2015 VSAC11-4	40	2,8
Zr	K $\alpha$	15,75	15,53	16,00	GCO 10662-2015 VSAC11-4	175	6,0
Sn	K $\alpha$	25,19	24,81	25,58	GCO 10662-2015 VSAC11-4	1050	4,8

**Знак утверждения типа**

наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации методом компьютерной графики и на левую стенку корпуса спектрометра в виде наклейки.

**Комплектность средства измерений**  
приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Примечание
1	2	3
Спектрометрический блок	РА14.200.000	
Карманный персональный компьютер в ударопрочной оболочке		Покупное
Рукоятка с аккумуляторным отсеком	РА14.220.000	Только для исполнения «СПЕКТРОСКАН GEO»
Аккумулятор Inspired Energy ND2057		Покупное. Только для исполнения «СПЕКТРОСКАН GEO»
Кабель соединительный	РА14.400.100	
Стенд для настольной работы	РА14.600.000	Только для исполнения «СПЕКТРОСКАН GEO D»
Внешняя аккумуляторная батарея eX-power II (20200 mAh, 75 Wh)		Покупное. Только для исполнения «СПЕКТРОСКАН GEO D»
Комплект инструмента и принадлежностей		Согласно ведомости ЗИП
Комплект эксплуатационных документов:		
Паспорт	РА14.000.000 ПС РА14.000.000-01 ПС	«СПЕКТРОСКАН GEO» «СПЕКТРОСКАН GEO D»
Руководство по эксплуатации	РА14.000.000 РЭ РА14.000.000-01 РЭ	«СПЕКТРОСКАН GEO» «СПЕКТРОСКАН GEO D»
Руководство пользователя программы СПЕКТРОСКАН GEO для карманного персонального компьютера (КПК)		
Ведомость ЗИП	РА14.000.000 ЗИ	
Методика поверки	МП-242-2039-2016	

**Поверка**

осуществляется по документу МП-242-2039-2016 «Спектрометры рентгенофлуоресцентные энергодисперсионные портативные СПЕКТРОСКАН GEO. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» 30.08.2016 г.

Основные средства поверки: стандартный образец состава сплавов алюминиевых ГСО 10662-2015 (индекс VSAC11-4); стандартный образец состава сплавов алюминиевых ГСО 9424-2009 (индекс VSAC2-5). Стандартный образец состава алюминия ГСО 9083-2008 (индекс VSA3-K).

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на боковую поверхность спектрометра как показано на рисунке 1.

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

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к спектрометрам  
рентгенофлуоресцентным энергодисперсионным портативным СПЕКТРОСКАН GEO**

Технические условия ТУ 4276-009-23124704-2015.

**Изготовитель**

ООО «Научно-производственное объединение «СПЕКТРОН» (ООО «НПО «СПЕКТРОН»)

Адрес: Россия, 190103, Санкт-Петербург, ул. Циолковского, д.10, лит. А

ИНН 7826101943

Тел: +7(812) 325-81-83, факс: +7(812) 325-85-03

E-mail: [info@spectron.ru](mailto:info@spectron.ru)

[www.spectron.ru](http://www.spectron.ru)

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева»

Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19

Телефон (812) 251-76-01, факс: (812) 713-01-14

<http://www.vniim.ru>

E-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311541 от 23.03.2016 г.

**Заместитель**

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.