

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Спектрометры рентгеновские фотоэлектронные AXIS ULTRA DLD с модулем оже-спектроскопии

### Назначение средства измерений

Спектрометр рентгеновские фотоэлектронные AXIS ULTRA DLD с модулем оже-спектроскопии (далее – приборы) предназначены для измерений зависимостей тока фото- и оже-электронов от энергии связи или кинетической энергии данных электронов, а также получения увеличенных изображений исследуемого объекта в режиме сканирующего электронного микроскопа.



Рис. 1. Общий вид спектрометров рентгеновских fotoэлектронных AXIS ULTRA DLD с модулем оже-спектроскопии.

### Описание средства измерений

Принцип действия приборов основан на явлениях испускания электронов характеристических энергий твердым объектом под воздействием электромагнитного излучения ультрафиолетового и рентгеновского диапазона (фото- и рентгенофотоэлектронная эмиссия) и электронного облучения электронами с энергией от 3 до 10 кэВ (оже-электронная эмиссия).

В режиме рентгенофотоэлектронной спектрометрии исследуемый объект, помещенный в сверхвысоковакуумную камеру облучают электромагнитным излучением ультрафиолетового или рентгеновского диапазона (характеристическое излучение Al или Mg). Электроны, выходящие из поверхностного слоя исследуемого объекта, поступают в электронный спектрометр, который позволяет регистрировать зависимость тока фотоэлектронов от их кинетической энергии (или от энергии связи электронов в твердом теле). В режиме оже-электронной спектрометрии информативный сигнал возбуждают пучком электронов с энергией в несколько килоэлектронвольт. При этом в спектрометр поступают возникающие в этом случае вторичные электроны, в том числе оже-электроны, имеющие характеристические энергии.

Приборы состоят из сверхвысоковакуумной камеры, электронного и рентгеновских источников возбуждения, ионных пушек для очистки поверхности образца, электронного спектрометра, стойки управления, ПЭВМ и интерфейса, связывающего ПЭВМ и стойку управления спектрометром.

### Программное обеспечение

Управление прибором осуществляется с помощью внешней ПЭВМ с использованием специализированного программного обеспечения (ПО).

Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «С» по МИ 3286-2010.

Идентификационные данные программного обеспечения представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Программа управления процессом измерений и обработки результатов измерений, версия	Vision 2.2.8 for Windows XP	CDR6000 AG Rev 0	2744248671643852C B699B98F33C35C64 A696582BE72D49D7 B0B91BF61313501	ГОСТ Р 34.11-94

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики приведены в Таблице 2.

Таблица 2.

Наименование характеристики	Значение
Диапазон регистрируемых энергий электронов, эВ, не менее	3000
Пределы допускаемой погрешности измерений энергии фото- и оже-электронов при стабилизированной температуре окружающей среды ( $22 \pm 0,5$ ) °C, мэВ	± 5
Пределы допускаемой погрешности измерений энергии фото- и оже-электронов при температуре окружающей среды ( $22 \pm 5$ ) °C, мэВ	± 20
Энергетическое разрешение на линии серебра Ag3d <sub>5/2</sub> для Al – анода монохроматического источника (напряжение на источнике 15 кВ, ток 40 мА, энергия пропускания 10 эВ, размер анализируемой области 110 мкм), эВ, не более	0,48
Интенсивность линии (ток фотоэлектронов) серебра Ag3d <sub>5/2</sub> для Al – анода монохроматического источника (напряжение на источнике 15 кВ, ток 40 мА, энергия пропускания 10 эВ, энергетическое разрешение 0,48 эВ, размер анализируемой области 110 мкм), имп/с, не менее	75000
Энергетическое разрешение на линии серебра Ag3d <sub>5/2</sub> для Al – анода монохроматического источника (напряжение на источнике 15 кВ, ток 40 мА, энергия пропускания 20 эВ, размер анализируемой области 110 мкм), эВ, не более	0,60
Интенсивность линии (ток фотоэлектронов) серебра Ag3d <sub>5/2</sub> для Al – анода монохроматического источника (напряжение на источнике 15 кВ, ток 40 мА, энергия пропускания 20 эВ, энергетическое разрешение 0,6 эВ, размер анализируемой области 110 мкм), имп/с, не менее	250000
Энергетическое разрешение на линии серебра Ag3d <sub>5/2</sub> для Mg – анода полихроматического источника (напряжение на источнике 15 кВ, ток 30 мА, энергия пропускания 20 эВ, размер анализируемой области 110 мкм), эВ, не более	0,80
Интенсивность линии (ток фотоэлектронов) серебра Ag3d <sub>5/2</sub> для Mg – анода полихроматического источника (напряжение на источнике 15 кВ, ток 40 мА, энергия пропускания 20 эВ, энергетическое разрешение 0,80 эВ, размер анализируемой области 110 мкм), имп/с, не менее	1200000

Наименование характеристики	Значение
Энергетическое разрешение на линии (O-C=O) в полиэтилентерефталате для Al – анода монохроматического источника (напряжение на источнике 15 кВ, ток 40 мА, энергия пропускания 20 эВ, размер анализируемой области 700×300 мкм), эВ, не более	0,68
Интенсивность линии (ток фотоэлектронов) на линии (C-C, C-H) в полиэтилентерефталате для Al – анода монохроматического источника (напряжения на источнике 15 кВ, ток 40 мА, энергия пропускания 20 эВ, энергетическое разрешение 0,68 эВ, размер анализируемой области 700×300 мкм), эВ, не более	16000
Отношение сигнал/шум при регистрации оже-электронов (энергия пуска первичных электронов 10 кэВ, ток 5 нА) на линии меди Cu LMM, не менее	500
Пространственное разрешение (ширина кривой набегания от уровня 20% до уровня 80% от максимального значения в режиме регистрации вторичных электронов при ускоряющем напряжении 10 кВ и токе пучка электронов 5 нА), нм, не более	100
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм, не более	950×3000×2090
Масса, кг, не более	1200
Условия эксплуатации:	
- температура окружающей среды, °С	22 ± 5
- максимальное изменение температуры за 1 час, °С	1
- атмосферное давление, кПа	101,0 ± 1,4
- относительная влажность воздуха, %, не более	65
- напряжение питания от сети переменного тока частотой (50±1) Гц, В	220 ± 10
- скорость вибраций в полосе частот от 1 до 100 Гц, мм/с, не более	12,5
- амплитуда переменного магнитного поля в полосе частот от 5 до 200 кГц, Тл, не более	2·10 <sup>-6</sup>
- индукция постоянного магнитного поля, мТл, не более	0,1

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится в виде наклейки на прибор и титульный лист технической документации фирмы-изготовителя типографским способом.

### Комплектность средства измерений

В комплект прибора входят: спектрометр рентгеновский фотоэлектронный AXIS ULTRA DLD с модулем оже-спектроскопии, комплект ЗИП, расходные материалы, техническая документация фирмы-изготовителя.

### Проверка

осуществляется по документу МП 51313-12 «Спектрометры рентгеновские фотоэлектронные AXIS ULTRA DLD с модулем оже-спектроскопии фирмы «Kratos Analytical Limited» (Великобритания). Методика поверки», утвержденному руководителем ГЦИ СИ ОАО «НИЦПВ» в июне 2012 г.

Средства проверки: серебро марки Ср 99,2 по ГОСТ 6836-2002, медь марок М0к, М1к или М2к по ГОСТ 859-2001, полиэтилентерефталат ориентированный толщиной 50 мкм марки ES301250 фирмы «Goodfellow Cambridge Ltd.», Великобритания, сетка для электронной микроскопии золотая специальной формы NHF15A фирмы «PLANO GmbH», Германия.

### Сведения о методиках (методах) измерений

Руководство оператора «KRATOS AXIS ULTRA DLD», раздел 3.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к спектрометрам рентгеновским фотоэлектронным AXIS ULTRA DLD с модулем оже-спектроскопии**

Техническое описание «Спектрометр рентгеновский фотоэлектронный AXIS ULTRA DLD с модулем оже-спектроскопии фирмы Kratos Analytical Limited, Великобритания».

**Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Применяются вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений.

**Изготовитель**

Фирма Kratos Analytical Limited, Великобритания,  
Trafford Wharf Road, Wharfside, Manchester, M17, 1GP, United Kingdom.  
Телефон: 44 (0) 161 888 4412. Факс: 44 (0) 161 888 4402. E-mail: [adam.roberts@kratos.co.uk](mailto:adam.roberts@kratos.co.uk)

**Заявитель**

Фирма Technoinfo Ltd, Великобритания  
Адрес представительства в России: 121248, г. Москва,  
Кутузовский проспект, д. 9, корп. 2а, офис 77  
Тел./Факс: (499) 243-66-26. Эл. почта: [sales@technoinfo.ru](mailto:sales@technoinfo.ru)

**Испытательный центр**

ГЦИ СИ ОАО «НИЦПВ», аттестат аккредитации № 30036-10.  
Адрес: 119421, г. Москва, ул. Новаторов 40, корп. 1.  
Тел. (495) 935-97-77, 935-97-66. Тел./Факс: 935-96-90. E-mail: [fgupnicpv@mail.ru](mailto:fgupnicpv@mail.ru)

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Ф.В.Булыгин

М.п.                  «\_\_\_\_» 2012 г.