

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ  
(в редакции, утвержденной приказом Росстандарта № 3450 от 30.12.2019 г.)

Спектрометры эмиссионные «Минилаб СЛ»

**Назначение средства измерений**

Спектрометры эмиссионные «Минилаб СЛ» предназначены для формирования и измерения аналитического сигнала, пропорционального интенсивности спектральных линий различных элементов, с целью проведения количественного эмиссионного спектрального анализа металлов и сплавов.

**Описание средства измерений**

В основу работы спектрометра «Минилаб СЛ» (в дальнейшем спектрометр) положен метод эмиссионного спектрального анализа, использующий зависимость интенсивности спектральных линий от содержания элементов в пробе.

Конструктивно спектрометр выполнен в виде мобильного прибора, который можно транспортировать к месту анализа на специальной тележке. Спектрометр «Минилаб СЛ» может так же использоваться и как настольный прибор. Спектрометр состоит из оптико-электронного блока и блока поджига разряда (пистолет-зонд), соединенных между собой кабелем, в котором находится светопровод, трубка для подачи воздуха или аргона и электрические провода. В состав оптико-электронного блока входят полихроматор, где происходит разложение излучения, поступающего на входную щель, в спектр, система регистрации спектра, встроенный компьютер с клавиатурой и манипулятором «мышь», компоненты источника возбуждения спектра и компрессор. Спектрометр может поставляться в модификации «Минилаб СЛ» без устройства продувки аргоном и в модификации «Минилаб СЛ-А» с устройством продувки аргоном. В комплект поставки может быть включена система автономного электропитания, тележка, удлинитель с сорокаметровым кабелем, а также шлифовальная машинка для подготовки поверхности образцов. Все составные части спектрометра, в том числе и поставляемые по специальному запросу, устанавливаются на тележке, специально сконструированной для спектрометра «Минилаб СЛ». Тележка имеет три уровня крепления, на которые устанавливаются различные части спектрометра.

С помощью источника возбуждения спектра спектрометра между исследуемым образцом и электродом, установленным в блоке поджига разряда (пистолете-зонде), создается электрический разряд (низковольтная искра). В спектрометре модификации «Минилаб СЛ-А» промежуток между образцом и подставным электродом продувается потоком спектрально чистого аргона, а в модификации «Минилаб СЛ» - потоком воздуха от компрессора. Электрический разряд обеспечивает испарение и возбуждение свечения атомов образца, т.е. в промежутке между образцом и электродом образуется излучающая плазма.

Излучение плазмы направляется по оптоволоконному кабелю на входную щель полихроматора с вогнутой дифракционной решеткой, разлагающей излучение в спектр. Выделенное входной щелью излучение попадает на поворотное зеркало, а затем заполняет дифракционную решётку. Полихроматор построен по схеме Пашен-Рунге, в которой входная щель, вогнутая нарезная дифракционная решетка и приемники излучения установлены на круге Роуланда с диаметром 250мм. Вогнутая дифракционная решетка с радиусом кривизны 250 мм и числом штрихов 2400 на миллиметр работает в первом порядке дифракции и разлагает поток излучения в спектр, фокусируя его на дуге круга Роуланда. Обратная линейная дисперсия (1-й порядок спектра) - 1,67 нм/мм. Полихроматор формирует пучки лучей монохроматического излучения в виде спектральных линий. Совокупность спектральных линий представляет собой спектр, характеризующий состав образца: каждому элементу соответствует своя совокупность спектральных линий, интенсивность которых зависит от содержания элементов в пробе.

Разложенный спектр регистрируется посредством системы регистрации спектра на базе набора фотодиодных линейных приборов с зарядовой связью (ПЗС). В месте фокусировки спектра располагаются пять ПЗС-линеек. Размер фоточувствительной области ПЗС: 29,2 ´ 0,2 мм. Рабочее поле составляет 29,2 ´ 5 мм. Количество фоточувствительных элементов одной ПЗС – линейки – 3648. Размер фоточувствительных элементов ПЗС 8 ´ 200 мкм.

Сигналы с ПЗС-линеек последовательно обрабатываются в аналого-цифровом блоке, в схеме обработки цифровых сигналов (минимальное время цикла накопления спектра – 0,040 с) и через USB-драйвер поступают в компьютер, где происходит накопление сигналов путем математических операций. Встроенный в оптико-электронный блок компьютер также через схему обработки цифровых сигналов управляет работой источника возбуждения спектров и работой ПЗС-линеек. Выбор времени обжига, времен и количеств циклов накоплений, выбор пар аналитических линий и линий сравнения, выбор порядка следования элементов на бланке, выбор параметров работы источника возбуждения спектров и т.д. задается оператором в разных пунктах программного обеспечения.

Система управления, реализованная на базе IBM совместимого встроенного компьютера, обеспечивает автоматическое измерение спектров с занесением результатов измерений в базу данных, тестирование, управление всеми системами спектрометра, оптимизацию режимов измерения, математическую обработку спектральных данных, работу со спектральной базой данных, графическое представление спектров на дисплее и получение твердой копии результатов измерения на принтере.

Спектрометры эмиссионные «Минилаб СЛ» выпускаются в 2-х модификациях: «Минилаб СЛ» без устройства продувки аргоном и в модификации «Минилаб СЛ-А» с устройством продувки аргоном.

Общий вид спектрометров эмиссионных «Минилаб СЛ» приведен на рисунке 1.

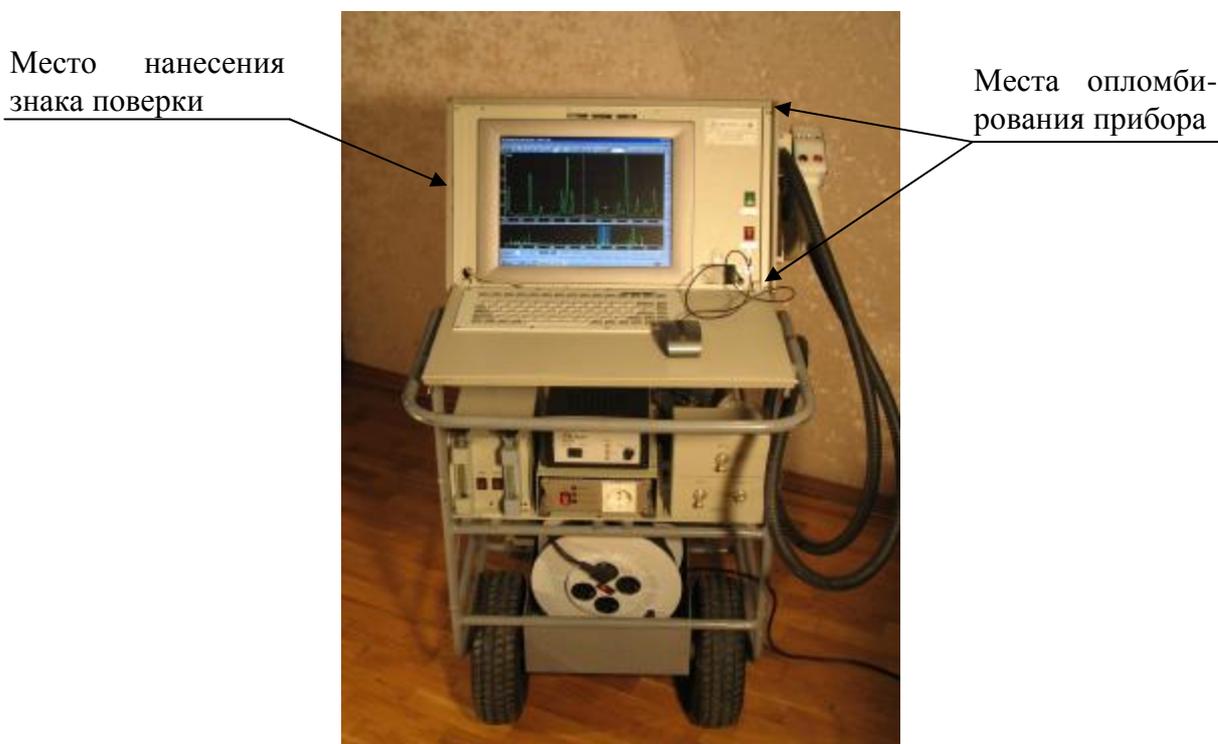


Рисунок 1 – Общий вид спектрометров эмиссионных «Минилаб СЛ»

### Программное обеспечение

Управление процессом измерения, сбора, обработки, отображения, хранения и передачи информации осуществляется от IBM-совместимого компьютера с помощью специального автономного программного обеспечения «ГРАДУИРОВКА». К метрологически значимой части ПО «ГРАДУИРОВКА» относится исполняемый файл *grad.exe*. Программным образом осуществляется настройка спектрометра «Минилаб СЛ», оптимизация его параметров, управление работой, построение градуировочных зависимостей на основе анализа стандартных образцов, обработка выходной информации, передача данных, печать и запоминание результатов анализа.

Идентификационные данные программного обеспечения «ГРАДУИРОВКА» приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО «ГРАДУИРОВКА»

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	«ГРАДУИРОВКА»		
Номер версии (идентификационный номер) ПО	3.1.9.6и	5.1.12.19	5.1.14.08
Цифровой идентификатор метрологически значимого файла ПО	EEE2E323 <sup>1)</sup>	A37CD132EDCECAC7E 0AB65392D168DE75E07 E845 <sup>1)</sup>	ACF2785BD25D29D49 1049F91D026FB462B7 E19F3 <sup>1)</sup>
Алгоритм расчета цифрового идентификатора	CRC32	SHA-1	SHA-1
<sup>1)</sup> Цифровой идентификатор метрологически значимого файла ПО указан для версии ПО, приведенной в таблице 1			

Влияние программного обеспечения «ГРАДУИРОВКА» на метрологические характеристики спектрометров «Минилаб СЛ» учтено при нормировании метрологических характеристик спектрометров.

Уровень защиты программного обеспечения «ГРАДУИРОВКА» от преднамеренных и непреднамеренных изменений соответствует среднему уровню по Р 50.2.077-2014.

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Рабочий спектральный диапазон, нм	от 185 до 406
Выделяемый спектральный интервал на длине волны 327,396 нм (линия меди), нм, не более	0,050
Относительное СКО выходного сигнала спектрометра в режиме измерения относительных интенсивностей, характеризующее повторяемость результатов анализа образцов, содержание элементов в которых не менее 0,5%, %, не более	10,0
Относительное СКО выходного сигнала спектрометра в режиме измерения относительных интенсивностей, характеризующее стабильность анализа материалов в течение 8 часов, при анализе образцов, содержание элементов в которых не менее 0,5%, %, не более	10,0
Наименьшее значение выходного сигнала спектрометра за вычетом фона в режиме измерения абсолютной интенсивности, обрабатываемое системой регистрации прибора, при анализе углеродистых и легированных сталей для элементов, содержание которых в образце варьируется от 0,0050 до 0,10 %, усл. ед.	10

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Чувствительность спектрометра при анализе углеродистых или легированных сталей, содержание элементов в которых варьируется от 0,0050 до 0,10 %, усл. ед. / %, не менее	100

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Источник возбуждения спектра: разряд напряжение разряда максимальное, В частота разряда, Гц	низковольтная искра 600 от 100 до 500
Компьютер: - операционная система, не хуже - процессор, не ниже - ОЗУ, не менее - свободное пространство на жестком диске - возможность подключения внешних устройств:	Windows 98 Pentium III 128 MB 15MB LAN – разъем; USB – вход; LPT-порт
Система автономного электропитания: - аккумулятор, выходное напряжение, мощность - входное/выходное напряжения преобразователя напряжения - выходное напряжение зарядного устройства	12 В 74 А/ч 12В/220В 14,4 В
Время установления рабочего режима, мин, не более	30
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более - оптико-электронного блока - блока поджига разряда (пистолет-зонд) - пульта управления устройства продувки аргоном (для модификации «Минилаб СЛ-А») - пульта управления системы автономного электропитания	550´ 365´ 290 260x220x47  280x280x185 160x130x150
Масса, кг, не более - оптико-электронного блока - блока поджига разряда (пистолет-зонд) - пульта управления устройства продувки аргоном (для модификации «Минилаб СЛ-А») - пульта управления системы автономного электропитания	25 3 10 0,5
Потребляемая мощность, В · А, не более - в обычном режиме - во время обжига	100 500
Электрическое питание – диапазон напряжения, В – диапазон частоты, Гц	от 187 до 242 от 48 до 52
Срок службы, лет, не менее	10
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - атмосферное давление, кПа - относительная влажность при температуре +25 °С, %	от + 10 до + 35 от 84 до 106,7 от 20 до 80

#### Знак утверждения типа

наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации спектрометра «Минилаб СЛ» методом компьютерной графики и на этикетку, приклеенную на корпус прибора липкой аппликацией по ТУ 29.01-46-81

## Комплектность средства измерений

Таблица 4 - Комплектность спектрометров эмиссионных «Минилаб СЛ»

Наименование	Обозначение	Количество
Оптико-электронный блок спектрометра эмиссионного «Минилаб СЛ»		1 шт.
Блок поджига разряда (пистолет-зонд)		1 шт.
Устройство продувки аргоном <sup>2)</sup> , в состав которого входят: баллон с аргоном ВЧ, 4 л; пульт управления; регулятор расхода газа с указателем расхода; трубки для газовой системы, комплект		1 шт.
Система автономного электропитания <sup>1)</sup> : аккумулятор, преобразователь напряжения, зарядное устройство, электрокабель, пульт управления		1 шт.
Удлинитель <sup>1)</sup>		1 шт.
Шлифовальная машинка Makita 9525NB <sup>1)</sup>		1 шт.
Комплект ЗИП		1 комплект
Комплект соединительных кабелей		1 комплект
Программное обеспечение «ГРАДУИРОВКА»		1 диск
Руководство пользователя ПО «ГРАДУИРОВКА»		1 экз.
Паспорт	ПС 4434-006-34303137-04	1 экз.
Руководство по эксплуатации	СМЛ.007.00.000.04 РЭ	1 экз.
Методика поверки		1 экз.
<sup>1)</sup> Поставляется по заказу <sup>2)</sup> Для модификации «Минилаб СЛ-А»		

## Поверка

осуществляется по документу СМЛ.007.00.000.04 РЭ (Приложение А) «ГСИ. Спектрометр эмиссионный «Минилаб СЛ». Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 08 декабря 2004 г

Основные средства поверки: ГСО 4165-91П, ГСО 2489-91П, 2497-91П состава стали углеродистой и легированной типов 13Х, 60С2, 05кп, 11ХФ, 60С2Г, 12Х1МФ, 25Х1МФ, 30ХН2МФА, 12МХ, В2Ф (комплект УГ0и – УГ9и); ГСО 7170-95 состава сплава алюминиевого типа АМг (комплект М194); ГСО 10216-2013 состава меди (комплект VSM14).

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

Знак поверки наносится на боковую панель спектрометра, как показано на рисунке 1, и (или) на свидетельство о поверке.

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

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к спектрометрам эмиссионным «Минилаб СЛ»**

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

Технические условия ТУ 4434-005-34303137-04.

**Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью «Спектральная лаборатория»  
(ООО «Спектральная лаборатория»)

ИНН 7841043005

Адрес: 195009, г. Санкт-Петербург, ул. Михайлова, д 11, корп.216

Юридический адрес: 191028, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 5, литер А, пом. 3Н

Телефон/факс: +7 (812) 385-14-53

Web-сайт: [www.spectr-lab.ru](http://www.spectr-lab.ru)

E-mail: [in@spectr-lab.ru](mailto:in@spectr-lab.ru)

**Испытательный центр**

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

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

Телефон: +7 (812) 251-76-01

Факс: +7 (812) 713-01-14

Web-сайт: [www.vniim.ru](http://www.vniim.ru)

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

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30001-10 от 20.12.2010 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.