

# СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АТОМНО-ЭМИССИОННОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА



ВМК-Оптоэлектроника



Компания «ВМК-Оптоэлектроника» специализируется на создании высокотехнологичного оборудования для прямого атомно-эмиссионного спектрального анализа порошков, металлов и сплавов.

«ВМК-Оптоэлектроника» осуществляет разработку, производство, модернизацию и сервисное обслуживание спектроаналитического оборудования. Компания работает на рынке с 1991 года.

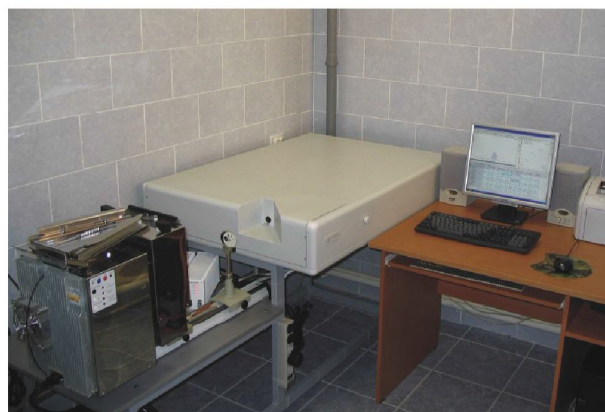
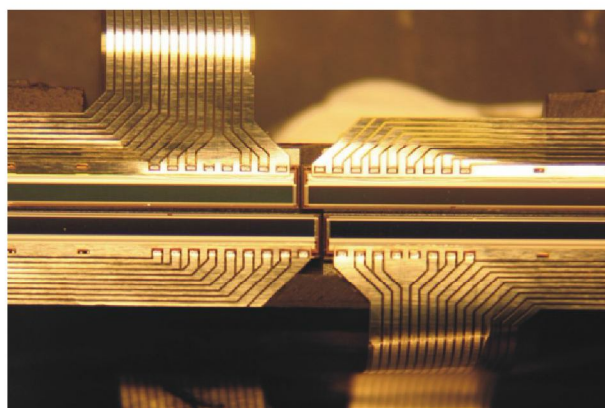
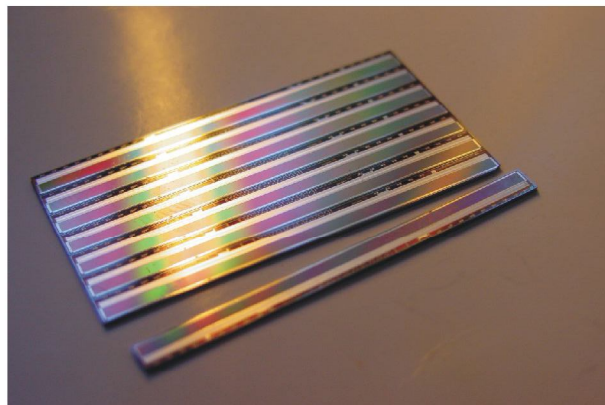
Качество выпускаемой продукции обеспечивается системой менеджмента качества процессов разработки, производства и обслуживания оборудования, прошедшей сертификацию ГОСТ Р ИСО 9001-2008.

Компания производит:

- кремниевые многоэлементные детекторы оптического излучения;
- многоканальные анализаторы оптического спектра;
- экспертные системы атомно-эмиссионного анализа;
- многоканальные оптические спектрометры для атомно-эмиссионного анализа порошков, металлов и сплавов;
- дуговые и искровые спектроаналитические генераторы;
- спектроаналитические штативы;
- компактные источники возбуждения спектров с вводом порошковых проб методом просыпки-вдувания;
- программное обеспечение для атомно-эмиссионного анализа.

Выпускаемая продукция обладает высокими характеристиками, её уникальность и качество базируется на использовании новейших достижений и оригинальных авторских разработок. Идеи, лежащие в основе производимых приборов, защищены патентами Российской Федерации.

Оригинальность конструкций и надёжность электроники, а также эргономичность и дружелюбность программного обеспечения обусловили широкое распространение продукции компании на территории России и за её пределами.



630090, Россия, Новосибирск, пр-т Коптюга, д.1,  
тел./факс: 8 (800) 333-30-91 Звонки по России бесплатно,  
8 (383) 330-22-52, [www.vmk.ru](http://www.vmk.ru), [info@vmk.ru](mailto:info@vmk.ru)



Производственный участок по созданию многокристалльных сборок анализаторов МАЭС – «Чистая комната»



Участок сборки и испытаний комплексов атомно-эмиссионного спектрального анализа



## Многоканальный анализатор атомно-эмиссионных спектров МАЭС

Анализатор МАЭС является современным средством измерения интенсивностей спектральных линий и последующего вычисления концентраций определяемых элементов. Анализатор МАЭС зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений РФ под № 21013-11 и допущен к применению.

### Технические параметры (ТУ 25-7401-11855928-01)

Тип детектора	линейка фотодиодов
Рабочий спектральный диапазон, нм	160 ÷ 1100
Количество измерительных каналов	2580 ÷ 72000
Размеры фотодиода, мкм	12,5 × 1000
Динамический диапазон выходных сигналов	10 <sup>4</sup>
Время экспозиции, мс	10 ÷ 10000*
Время экспозиции с цифровым накоплением	не ограничено
Количество дефектных фотоячеек от общего количества, %, не более	0,2
Среднее квадратическое отклонение выходного сигнала при времени экспозиции 250 мс, %, не более	0,03
Дрейф выходного сигнала при времени экспозиции 250 мс в течение 1 часа, %, не более	0,5
Диапазон измерения интенсивности спектральных линий при однократной регистрации спектра, единиц условной шкалы (%)	0,03 ÷ 100
Относительное среднее квадратическое отклонение интенсивности спектральной линии при времени экспозиции 250 мс при интенсивности линии более 1 %, %, не более	3
Среднее квадратическое отклонение интенсивности спектральной линии при времени экспозиции 250 мс при интенсивности линии менее 1 %, %, не более	0,03
Управление	компьютерное
Потребляемая мощность без компьютера (от сети 220 В, 50 Гц), Вт	100

\* – от 3 мс в анализаторах МАЭС для сцинтилляции

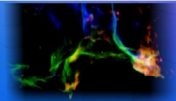
Анализатор МАЭС – совершенный инструмент для разработки аналитических методик и проведения рутинных анализов, объединяющий в себе преимущества фотопластинок и фотоэлектронных умножителей и лишенный их недостатков.

### Основные преимущества анализаторов МАЭС

по сравнению с фотопластинками:	по сравнению с фотоумножителями:
высокая квантовая эффективность	
прямое фотоэлектрическое преобразование спектра	одновременная регистрация рабочего спектрального диапазона
широкий диапазон спектральной чувствительности	
получение результатов анализа в реальном времени	отсутствие ограничений на выбор аналитических линий
отсутствие ошибок ручной обработки результатов	надежность, ресурс работы
широкий динамический диапазон	возможность учета фона под аналитической линией
многофункциональный программный сервис	возможность автоматической коррекции температурного сдвига спектров по реперным линиям

Анализатор устанавливается вместо фотокассет на спектрографы и вместо фотоумножителей на квантометры отечественного и зарубежного производства.



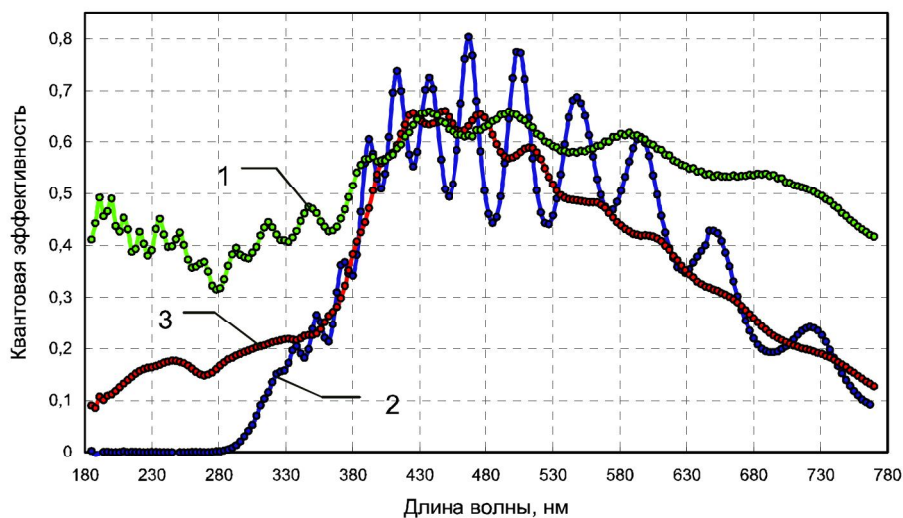


## Спектральные приборы и их параметры

Оптическая система спектрального прибора	Наименование спектрального прибора	Обратная линейная дисперсия, нм/мм	Рабочий спектральный диапазон, нм
Призменная	ИСП-28, ИСП-30	0,4÷30	210÷600
Черни-Тёрнера (с плоской дифракционной решёткой)	ДФС-8	0,3; 0,6	190÷1000
	ДФС-13	0,1; 0,2; 0,4	190÷1000
	PGS-2	0,74	190÷1000
	Колибри-2	30,9; 24; 14,4; 5,3; 4,3	190÷1100; 190÷940; 390÷860; 440÷600; 470÷590
Пашена-Рунге (с вогнутой дифракционной решёткой)	МФС-4,6,7,8	0,55	190÷410
	МФС-3,5	0,83	190÷500
	ДФС-10М	0,41	200÷700
	ДФС-36	0,26	200÷500
	ДФС-41	0,55	175÷380
	ДФС-51	0,41	170÷340
	ДФС-458С	0,52	230÷350 (190÷370)*
	ДФС-44	0,27; 0,36	200÷350; 340÷550
	Гранд	0,4	190÷350; 385÷470
	Гранд-Эксперт	0,4	169÷700
	Экспресс	0,55	190÷367; 390÷545
	Аспект	0,8	190÷445
	SpectroLab	0,35	170÷500
	Polyvac	0,5	175÷450
Atomcomp/ICAP	0,55	175÷450	
Baird HA12	0,6	210÷450	
Со скрещенной дисперсией	СТЭ-1	0,38; 0,47; 0,64	220÷270 (208÷272)* 252÷337 (272÷355)* 336÷450 (380÷445)*

\* – рабочий спектральный диапазон при установке анализатора МАЭС

## Квантовая эффективность фотодиодов

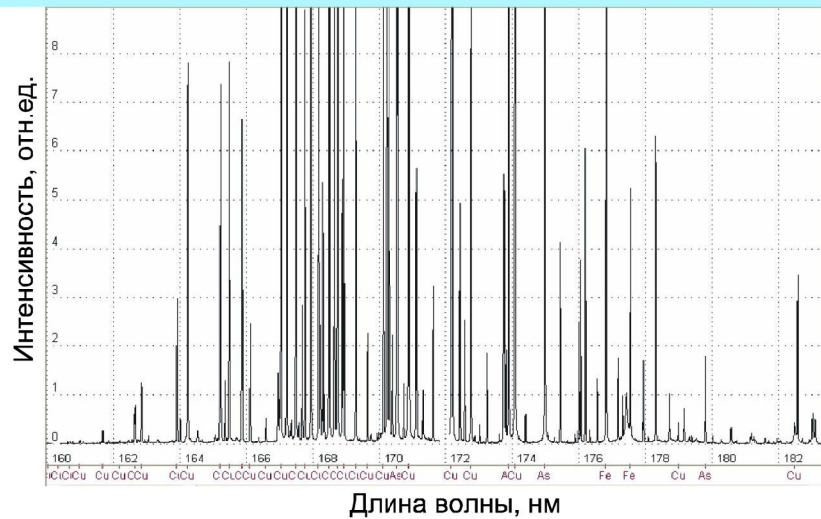


- 1- линейки фотодиодов анализаторов МАЭС
- 2- линейки ПЗС фирмы Sony ILX-526A в заводском исполнении
- 3- линейки ПЗС фирмы Sony ILX-526A с люминофорным покрытием



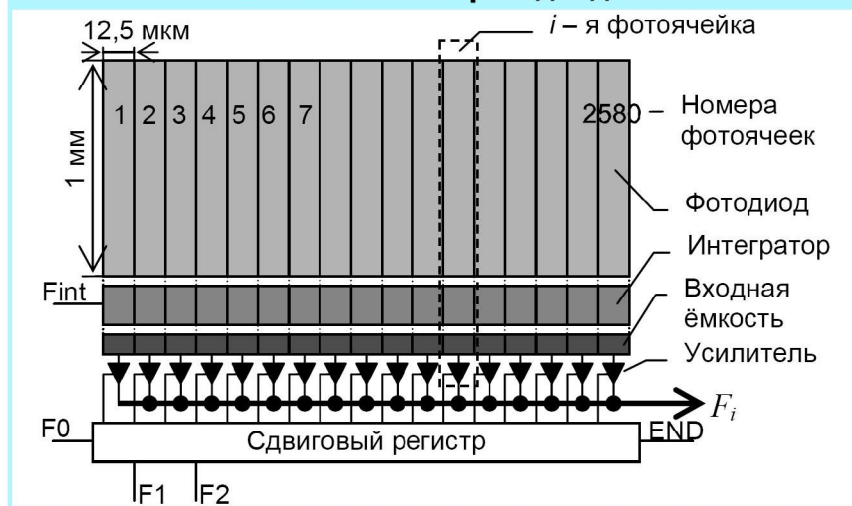
Основу каждой фотоячейки МАЭС составляет фотодиод, определяющий высокую чувствительность в УФ до 160 нм без применения люминофоров.

**Фрагмент атомно-эмиссионного спектра меди (160-183 нм), зарегистрированный анализатором МАЭС**



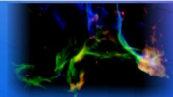
Использование линеек фотодиодов обеспечивает ряд существенных преимуществ: фотоячейки одновременно начинают и заканчивают накопление сигнала, при этом отсутствует искажение сигналов в фотоячейках, расположенных рядом с яркими спектральными линиями (отсутствует блюминг).

**Схема линейки фотодиодов**



Многокристальные сборки содержат кристаллы линеек фотодиодов, установленные на единое термостабилизированное основание. Стабилизация фотоэлектрических параметров ячеек сборки и снижение порога их чувствительности осуществляется за счёт уменьшения и стабилизации температуры линеек с помощью микрохолодильников Пельтье.

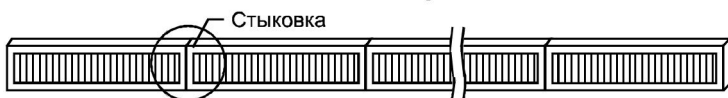




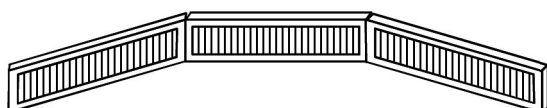
Влияние дрейфа спектральных линий на результаты атомно-эмиссионного анализа в этом случае практически исключено за счёт автоматической коррекции температурного сдвига спектров по 2-3 реперным линиям на сборку.

## Основные типы многокристалльныхборок

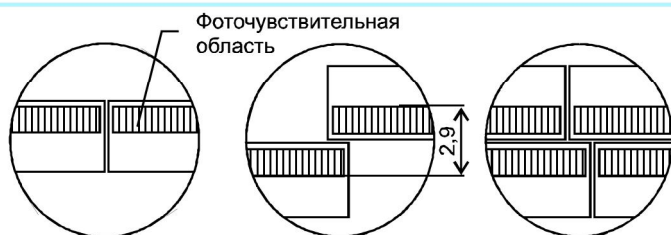
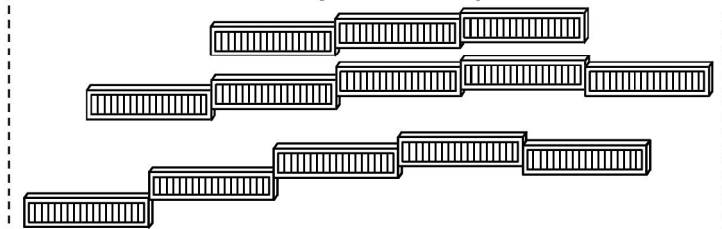
### Плоские сборки



### Вогнутые сборки



### Многострочные сборки

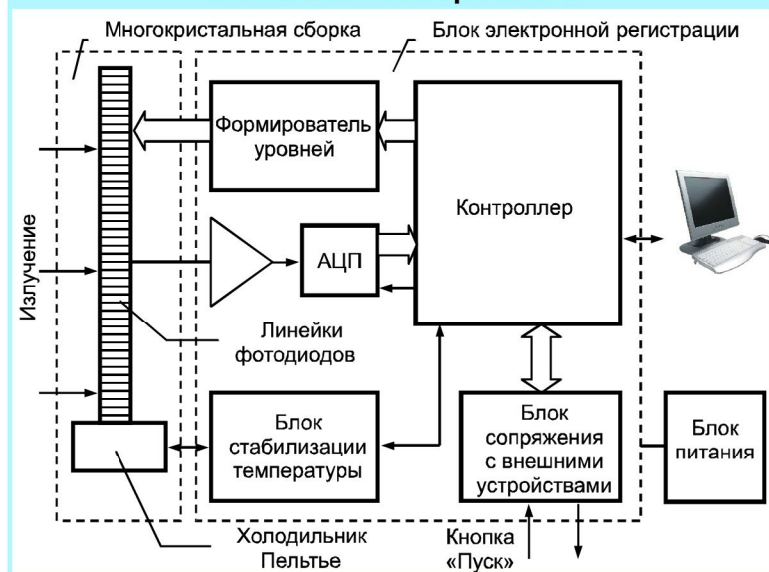


Варианты стыковки кристаллов

Анализатор МАЭС включает в себя многокристалльную сборку, блок электронной регистрации, блок питания и компьютер с ПО «Атом». Изображение спектра, получаемое на выходе спектрального прибора, формируется на фоточувствительной поверхности многокристалльной сборки. Все линейки многокристалльной сборки начинают и заканчивают регистрацию спектра одновременно. Полученные сигналы с помощью 16-разрядного аналогово-цифрового преобразователя (АЦП с 65536 отсчётами) преобразуются в цифровые значения, которые передаются в компьютер и подвергаются дальнейшей обработке уже как зарегистрированный спектр.

Комплексы атомно-эмиссионного спектрального анализа с анализаторами МАЭС являются средством измерения массовой доли определяемых элементов состава веществ и материалов, зарегистрированным в Госреестре средств измерений РФ под № 33011-11 и допущенным к применению на территории Российской Федерации.

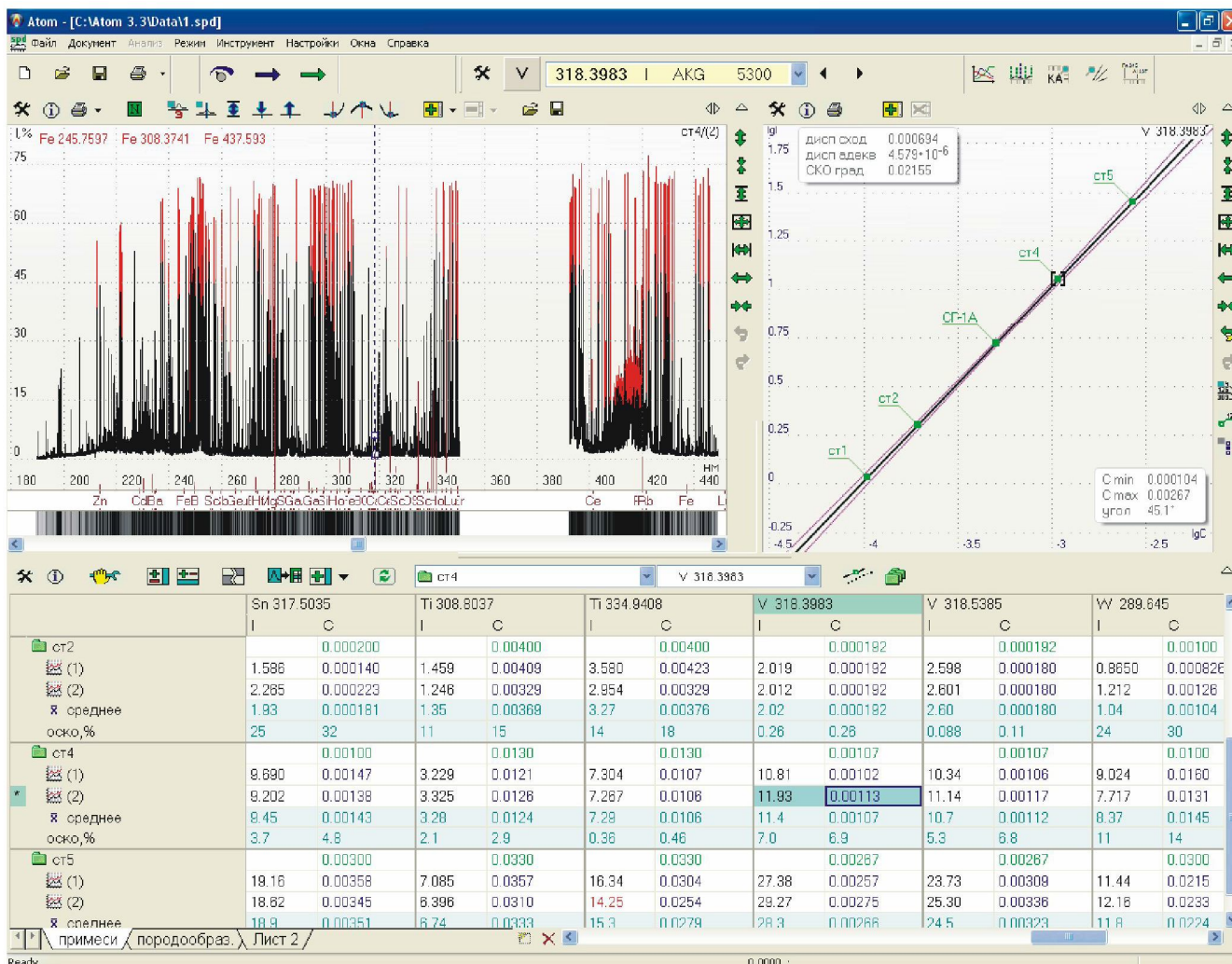
## Схема анализатора МАЭС





## Программное обеспечение «Атом»

Программное обеспечение «Атом» работает в среде MS Windows XP/7 и предоставляет аналитику широкий круг возможностей проведения атомно-эмиссионного спектрального анализа, выполняет всю необходимую обработку атомно-эмиссионных спектров и вычисление концентраций, а также позволяет проводить рутинные и нестандартные анализы с максимальной эффективностью.



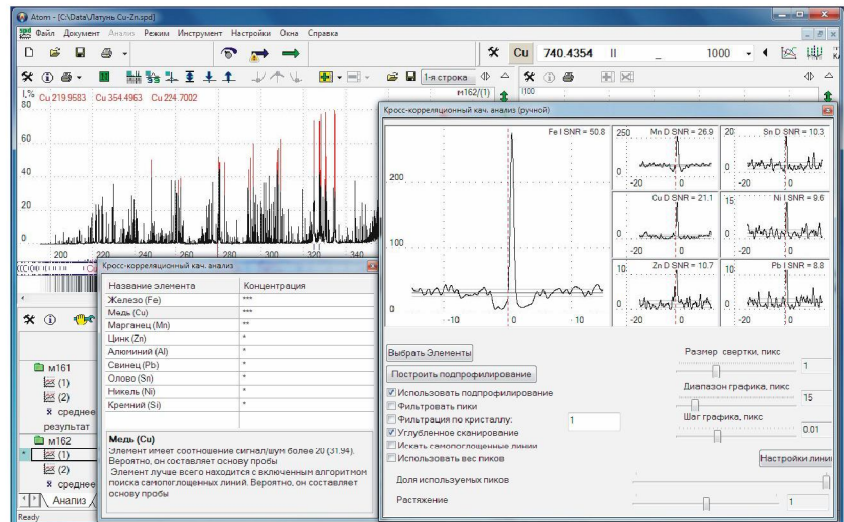
Дружественный интерфейс пользователя, реализация практически всех известных алгоритмов обработки спектральных данных, а также возможность решения большинства задач количественного, полуколичественного и качественного атомно-эмиссионного спектрального анализа с использованием справочной информации (баз данных по спектральным линиям, сплавам, нормативам и образцам сравнения) обеспечили анализатору МАЭС широкий спрос и разнообразное применение.

ПО «Атом» обеспечивает:

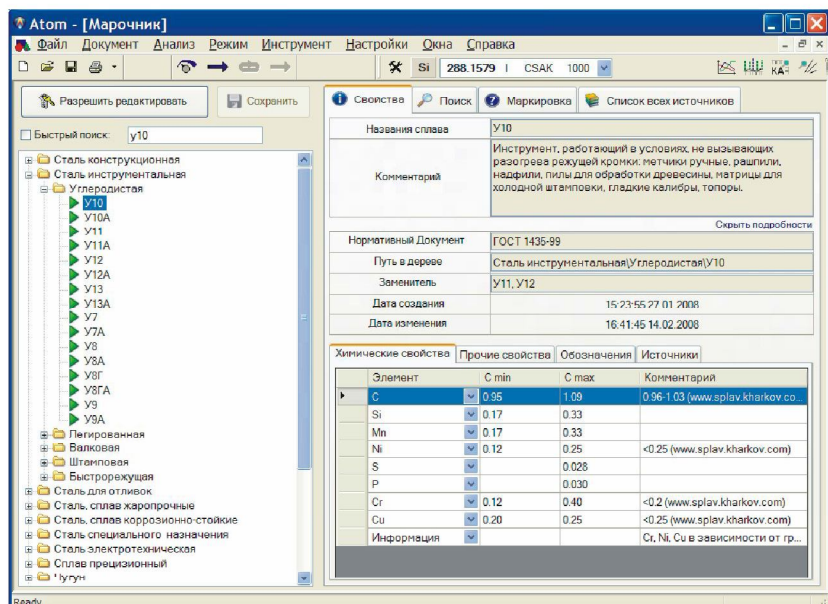
- управление всеми приборами комплекса атомно-эмиссионного спектрального анализа;
- отображение спектров в любом масштабе (обзор всего спектра, участка спектра, отдельной линии), совмещение изображений нескольких спектров для визуального сравнения, отображение градуировочных графиков и таблиц результатов;



- расчёт градуировочных графиков, возможность обрабатывать необходимое количество спектров и аналитических линий, реализацию сложных методик анализа, математический учёт взаимного влияния элементов;
- автоматическое определение наличия элементов в пробе по её атомно-эмиссионному спектру с применением метода кросс-корреляционного качественного анализа;
- последующую многократную обработку сохраненных данных с добавлением новых аналитических линий и изменением параметров вычислений;
- исследование изменения интенсивности линий в процессе экспозиции, снижение пределов обнаружения за счёт учёта фракционного поступления элементов в плазму разряда;
- автоматическую коррекцию температурного дрейфа спектра в процессе анализа;
- доступ к базам данных: спектральных линий элементов таблицы Менделеева, состава сплавов, стандартных образцов и результатов анализа;
- возможность передачи данных в стандартные программы типа Excel, а также в базы данных предприятий потребителей;
- контроль аналитической деятельности (например, карты Шухарта).
- проведение поверки анализаторов МАЭС, операции со спектрами (сложение, вычитание, умножение на коэффициент).



Программное обеспечение «Атом» соответствует современным требованиям к построению программных продуктов и позволяет в полной мере использовать достижения в области атомно-эмиссионной спектрометрии. Применяемые в программе алгоритмы вычислений обеспечивают высокое качество результатов анализа, они получили высокую оценку как пользователей анализатора МАЭС, так и экспертов различных ведомств. ПО «Атом» активно развивается с учётом интересов Заказчиков и постоянно дополняется новыми возможностями обработки результатов.



ПО «Атом» имеет свидетельство об официальной регистрации программы № 2004611127 в Реестре программ для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам РФ.

## Многоканальные спектрометры серии «Гранд»

Спектрометры предназначены для выполнения количественного и качественного спектрального анализа различных веществ и материалов (порошки, металлы, растворы) в заводских и исследовательских лабораториях.

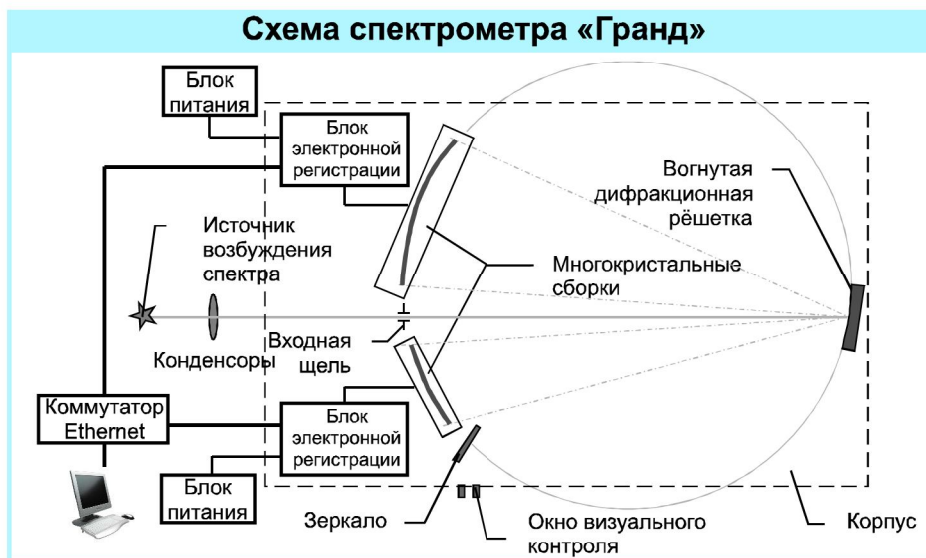
### Технические параметры (ТУ 4434-932-11855928-2007)

Название	Гранд	Гранд-1500
Количество измерительных каналов	51600	73136
Рабочий спектральный диапазон, нм	190 ÷ 350, 385 ÷ 470	190 ÷ 350
Спектральное разрешение при ширине входной щели 15 мкм, нм	0,012	0,0045
Обратная линейная дисперсия, нм/мм	0,4	0,16
Минимальное время экспозиции, мс	80 (3)*	100
Вогнутая дифракционная решётка:	нарезная	голограммная
– частота штрихов, штр/мм	2400	3600
– радиус кривизны, мм	1000	1500
– рабочий порядок спектра	первый	первый
– угол падения, град.	26,5	39,7
– направление угла блеска, нм	220	–
– размер заштрихованной области, мм	60 × 50	диаметр 60
Габариты (д×ш×в), мм:	1700×750×920	1944×1518×868
Вес, кг	80	180

\* – для сцинтилляционного атомно-эмиссионного спектрального анализа

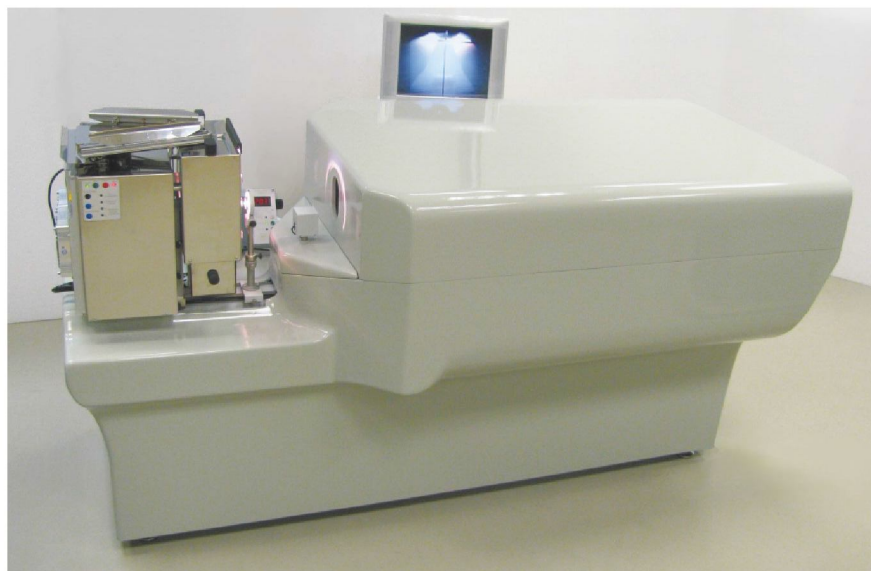
Спектрометры «Гранд» созданы по схеме Пашена-Рунге на основе неклассической вогнутой дифракционной решётки и двух анализаторов МАЭС (с 12 и 8 линейками фотодиодов). Кристаллы линеек расположены по дуге с радиусом 500 мм. В состав прибора входит специальный стол, оптический рельс и набор конденсоров. В «Гранд-1500» используется классическая вогнутая дифракционная решетка и два анализатора МАЭС с 14 линейками фотодиодов. Кристаллы линеек расположены по дуге с радиусом 750 мм.

### Схема спектрометра «Гранд»



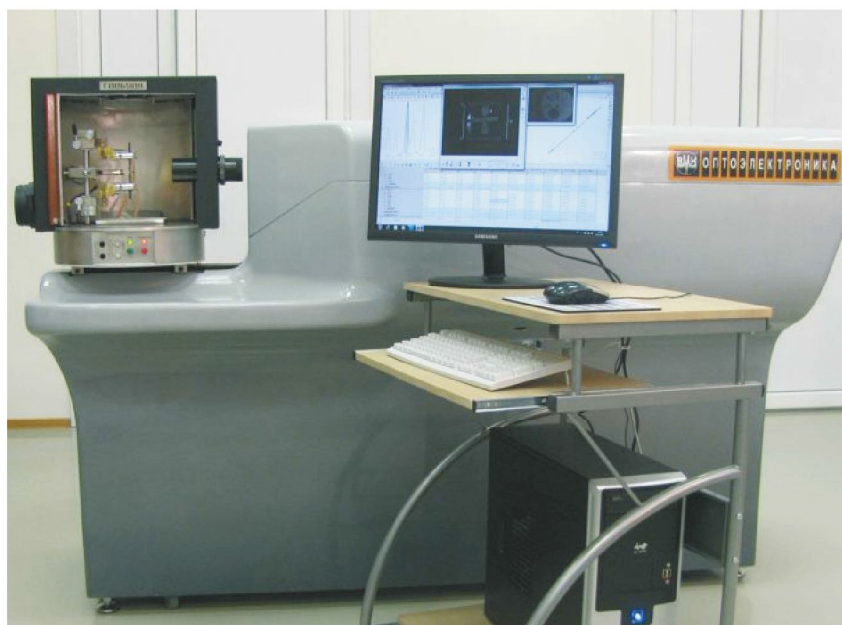


Спектрометры серии «Гранд» поставляются с электродуговой установкой для анализа порошковых проб методом просыпки-вдувания «Поток», спектроаналитическим штативом «Глобула» или «Кристалл» с генератором «Шаровая молния» или «Везувий-3». В зависимости от поставляемых источников возбуждения спектра в состав спектрометров могут также входить: дополнительный монитор, стол для проб, компьютерный стол, блок водяного охлаждения с системой замкнутого цикла и другие.



Для дополнительной защиты от перепадов температуры, света и пыли спектрометры комплектуются внешним корпусом (исполнение «Экстра»). Внутри с помощью пылеулавливателя и бесшумного вентилятора создаётся повышенное давление и осуществляется вентиляция внутреннего рабочего пространства.

Комплексы на основе спектрометров серии «Гранд» являются средством измерения массовой доли определяемых элементов состава веществ и материалов (№ 33011-11 в Госреестре средств измерения РФ).



## Вакуумные спектрометры серии «Гранд»

Вакуумные спектрометры предназначены для экспресс-анализа сплавов на основе железа, меди, алюминия и других металлов в заводских и исследовательских лабораториях, включая определение элементов, имеющих в области вакуумного ультрафиолета (ВУФ) аналитические линии (например, S, P и C в сталях).

### Технические параметры (ТУ 4434-934-11855928-2012)

Название	Гранд-Эксперт	Гранд-ВУФ 500
Количество измерительных каналов	62688	28732
Рабочий спектральный диапазон, нм	169 ÷ 700	169 ÷ 350
Спектральное разрешение при ширине входной щели 15 мкм, нм	0,014 (0,04)*	0,022
Обратная линейная дисперсия, нм/мм	0,4 (1,0)*	0,55
Минимальное время экспозиции, мс	80	
Дифракционная решётка (вогнутая, нарезная):		
– частота штрихов, штр/мм	2400(900)*	3600
– радиус кривизны, мм	1000	501,2
– рабочий порядок спектра	первый	первый
– угол падения, град.	28,45 (21,45)*	–
– направление угла блеска, нм	195 (550)*	225
– размер заштрихованной области, мм	40×30 (66×40)*	диаметр 60
Габариты (д×ш×в), мм	1655×930×1150	1050×700×1000
Вес, кг	275	110

\* – данные для рабочего спектрального диапазона 350 ÷ 700 нм

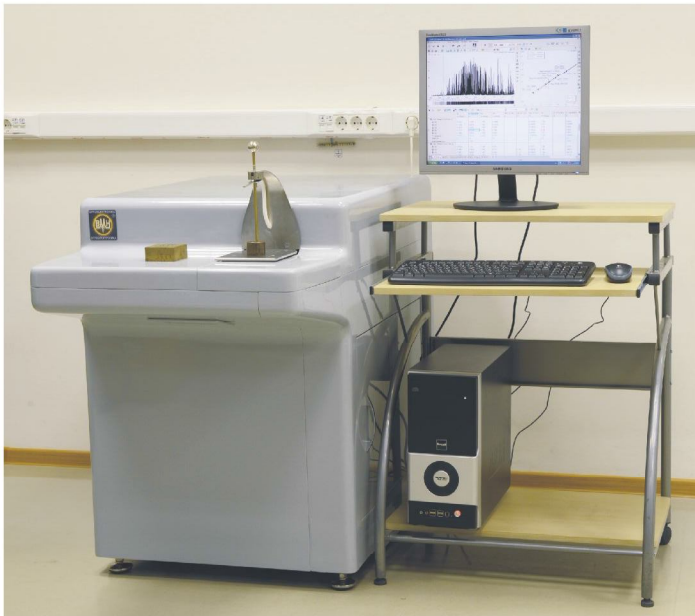
Спектрометр «Гранд-Эксперт» содержит два полихроматора: вакуумный и воздушный. Вакуумный полихроматор охватывает область спектра 169-350 нм, которая регистрируется многокристальной сборкой из 14 линеек фотодиодов. Длинноволновая область 360-700 нм регистрируется в воздушном полихроматоре сборкой из 10 линеек.

Малогобаритный спектрометр «Гранд-ВУФ 500» содержит вакуумный полихроматор с многокристальной сборкой из 11 линеек фотодиодов, которые регистрируют диапазон 169-350 нм.

Возбуждение атомно-эмиссионных спектров металлических проб проводится с помощью генератора «Шаровая молния-250» в атмосфере высокочистого аргона в искровом штативе, установленном на входе вакуумного полихроматора. В штативе предусмотрено водяное охлаждение держателя вольфрамового электрода. Ввод излучения в воздушный полихроматор осуществляется с помощью волоконно-оптического кабеля.

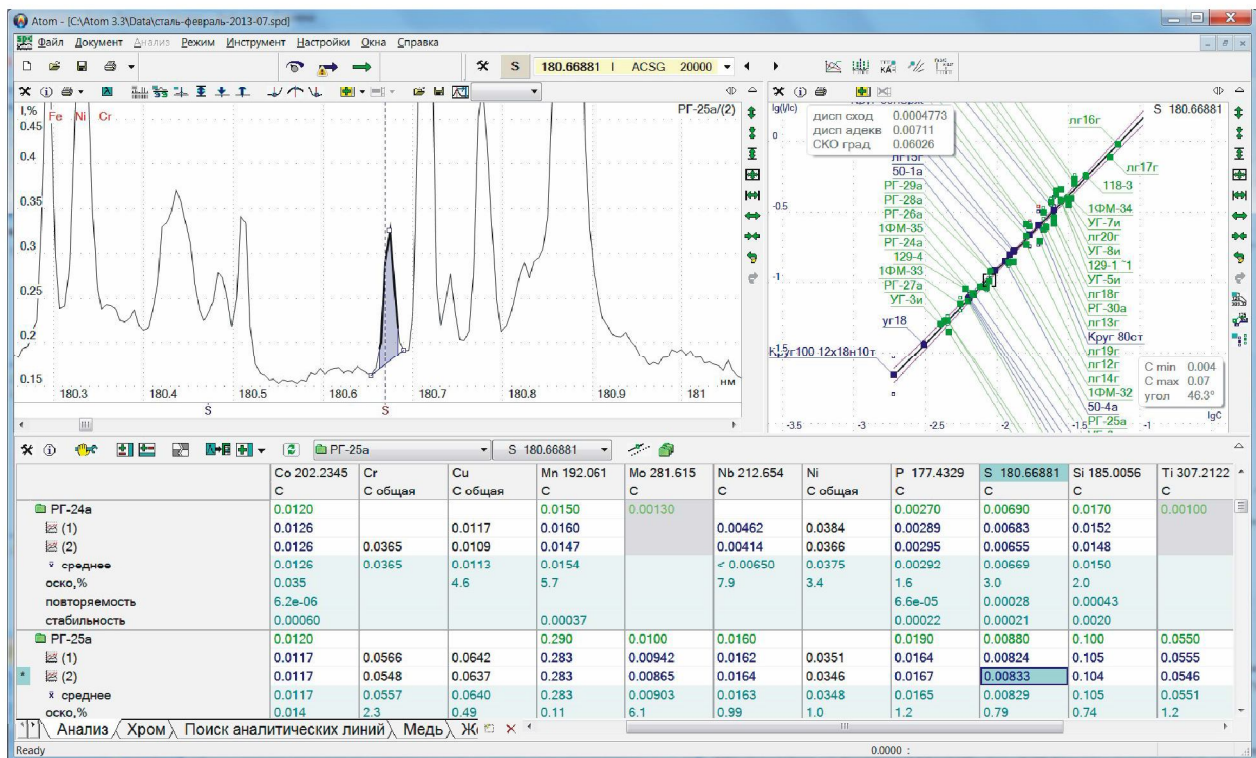
Вакуумной системой и подачей аргона управляет микропроцессорный блок, который по командам компьютера и автономно управляет поддержанием вакуума, продувкой штатива во время ожидания и экспозиции, а также измерением давления в вакуумном корпусе и потока аргона через штатив. Для дозированной подачи аргона применяется специальный регулятор массового расхода аргона, откалиброванный для работы в рабочих режимах искрового штатива от 0,2 до 3 л/мин. Линия подачи газа выполнена герметично медной трубкой с минимальным количеством соединений. Компьютерное управление позволяет задать поток аргона для каждого режима работы (продувка, обжиг, экспозиция, ожидание), а также варьировать время в режиме ожидания.





Спектрометры выполнены в специальном корпусе, защищающем входящие в их состав приборы от перепадов температуры, света и пыли. Внутри с помощью пылеулавливателя и бесшумного вентилятора создаётся повышенное давление и осуществляется вентиляция внутреннего рабочего пространства. Спектрометры можно передвигать по помещению за счет использования специальных колёс. Отличием от других вакуумных спектрометров является использование высокопроизводительного малошумного безмасляного вакуумного насоса, который включается только на необходимое для получения нужного давления время, что обеспечивает комфортные условия эксплуатации. В зависимости от решаемой задачи в состав спектрометров могут входить дополнительные опции: печь для очистки аргона, набор адаптеров для проб, щётки, стол для проб, компьютерный стол, блок водяного охлаждения с системой замкнутого цикла и другие.

для очистки аргона, набор адаптеров для проб, щётки, стол для проб, компьютерный стол, блок водяного охлаждения с системой замкнутого цикла и другие.



Вакуумные спектрометры серии «Гранд» являются средством измерения массовой доли определяемых элементов состава веществ и материалов (№ 33011-11 в Госреестре средств измерения РФ).



# СПЕКТРОАНАЛИТИЧЕСКА

**H**  
1  
водород

486,133
656,272

**Li**  
3  
литий

274,118
323,2657
460,286
610,36
670,777

**Be**  
4  
бериллий

234,861
265,06
313,042
313,107

**B**  
5  
бор

208,889
208,956
249,677
249,772

**C**  
6  
углерод

175,183
193,091
247,856

**N**  
7  
азот

**O**  
8  
кислород

**Na**  
11  
натрий

285,281
330,237
330,298
588,995
589,592

**Mg**  
12  
магний

277,983
279,553
280,2705
285,2126

**Al**  
13  
алюминий

256,798
266,039
308,215
309,271
394,401

**Si**  
14  
кремний

198,8994
212,412
251,6112
288,1577
390,552

**P**  
15  
фосфор

177,4949
178,2829
213,6182
214,9142
253,401

**S**  
16  
сера

180,731
182,034
469,413

**K**  
19  
калий

344,637
404,721
766,491
769,898

**Ca**  
20  
кальций

315,887
317,933
393,366
396,847
422,673

**Sc**  
21  
скандий

255,2354
335,373
337,215

**Ti**  
22  
титан

284,194
295,613
308,804
324,199
334,904

**V**  
23  
ванадий

242,007
310,23
318,341
318,398

**Cr**  
24  
хром

**Cu**  
29  
медь

213,598
282,437
296,117
324,754
327,396

**Zn**  
30  
цинк

213,856
328,233
330,259
330,294
334,502

**Ga**  
31  
галлий

287,424
294,3634
294,417
403,2976
417,2039

**Ge**  
32  
германий

265,117
270,962
303,907

**As**  
33  
мышьяк

193,759
197,262
234,984
278,022
286,044

**Se**  
34  
селен

196,026
203,985
206,279

**Rb**  
37  
рубидий

420,185
780,026
794,76

**Sr**  
38  
стронций

330,173
346,446
407,771
460,733

**Y**  
39  
иттрий

321,669
324,228
332,789

**Zr**  
40  
цирконий

283,723
327,305
339,198
343,053

**Nb**  
41  
ниобий

309,418
316,34
319,498

**Mo**  
42  
молибден

**Ag**  
47  
серебро

243,779
328,068
338,289

**Cd**  
48  
кадмий

214,439
228,8022
326,1055
346,765

**In**  
49  
индий

303,936
325,609
325,856
410,176
451,131

**Sn**  
50  
олово

283,999
286,333
303,412
317,5035

**Sb**  
51  
сурьма

217,581
231,147
259,807
287,792

**Te**  
52  
теллур

208,116
214,281
238,576

**Cs**  
55  
цезий

455,5225
459,3108
852,1131
894,35

**Ba**  
56  
барий

233,527
307,1585
455,403
493,409

**La**  
57  
лантан

324,513
333,749
338,091
433,375

**Hf**  
72  
гафний

264,141
286,637
307,288

**Ta**  
73  
тантал

265,327
268,511
271,467
296,332

**W**  
74  
вольфрам

**Au**  
79  
золото

242,795
267,595
274,825
312,281

**Hg**  
80  
ртуть

194,227
253,652
312,5665
435,835

**Tl**  
81  
таллий

276,787
291,832
535,0456

**Pb**  
82  
свинец

220,353
261,418
283,305
287,332
405,783

**Bi**  
83  
висмут

223,061
289,798
306,772

**Po**  
84  
полоний

**Fr**  
87  
франций

**Ra**  
88  
радий

**Ac**  
89  
актиний

**Ku**  
104  
курчатовий

**Ce**  
58  
церий

320,171
322,117
413,765

**Pr**  
59  
празеодим

316,824
317,231
417,9393
422,2934

**Nd**  
60  
неодим

401,224
425,244
428,451
430,357

**Pm**  
61  
прометий

**Sm**  
62  
самарий

321,86
336,587
428,079
442,834

**Eu**  
63  
европий

272,778
281,393
290,668
462,7226

**Gd**  
64  
гадолиний

301,013
302,76
303,284
303,405
335,863

**Th**  
90  
торий

283,232
283,73
310,83
329,174
401,913

**Pa**  
91  
протактиний

**U**  
92  
уран

286,568
302,211
329,134
393,203
424,167

**Np**  
93  
нептуний

**Pu**  
94  
плутоний

**Am**  
95  
америций

**Cm**  
96  
курий



# ТАБЛИЦА ЭЛЕМЕНТОВ



**VMK-Оптоэлектроника**  
оборудование для атомно-эмиссионного спектрального анализа

**O** 8  
**F** 9  
фтор

**S** 16  
**Cl** 17  
хлор

**Mn** 25  
марганец

267,716
284,325
286,511
301,492
425,433
260,5684
279,4817
271,8269
280,1081
293,3055

**Fe** 26  
железо

259,837
259,94
290,416
296,69
302,064

**Co** 27  
кобальт

228,615
242,493
340,511
340,917
345,351

**Ni** 28  
никель

228,708
300,2485
303,7933
305,0816
341,4764

**Se** 34  
**Br** 35  
бром

Пределы обнаружения элементов, мас. %:

$10^{-6} - 10^{-5}$      $10^{-5} - 10^{-4}$      $10^{-4} - 10^{-3}$     нет данных

**Kr** 36  
криптон

**Tc** 43  
технеций

315,817
317,035
319,397
320,883

**Ru** 44  
рутений

267,875
294,5671
343,6736
349,894

**Rh** 45  
родий

296,866
312,37
326,314
339,685
343,489

**Pd** 46  
палладий

285,458
302,791
324,27
340,458
342,124

**Te** 52  
**I** 53  
йод

Спектр элемента может содержать:

до 500 линий    более 500    более 2000

**Xe** 54  
ксенон

**Re** 75  
рений

272,435
289,645
294,699
400,875
342,461
345,187
346,045
346,471

**Os** 76  
осмий

225,585
228,226
290,906
305,866

**Ir** 77  
иридий

284,973
292,479
322,078

**Pt** 78  
платина

265,945
283,03
299,797
306,471

**Po** 84  
**At** 85  
астат

Условные обозначения аналитических линий:

247,856    длина волны в нм

Атомная линия    Ионная линия

Относительная чувствительность линий:

низкая    средняя    высокая    очень высокая

**Rn** 86  
радон

**Tb** 65  
тербий

321,893
328,504
338,5015
339,3569
340,78
332,44
421,175

**Dy** 66  
диспрозий

331,9878
338,5015
339,3569
340,78
421,175

**Ho** 67  
гольмий

303,869
339,895
341,644
345,6

**Er** 68  
эрбий

291,036
312,272
322,073
326,478
331,243

**Lu** 71  
лютеций

261,541
291,139
328,175
331,211
337,65

**Bk** 97  
берклий

**Cf** 98  
калifornий

**Es** 99  
энштейний

**Fm** 100  
фермий

**Lr** 103  
лоуренсий

## Малогабаритный многоканальный спектрометр «Колибри-2»

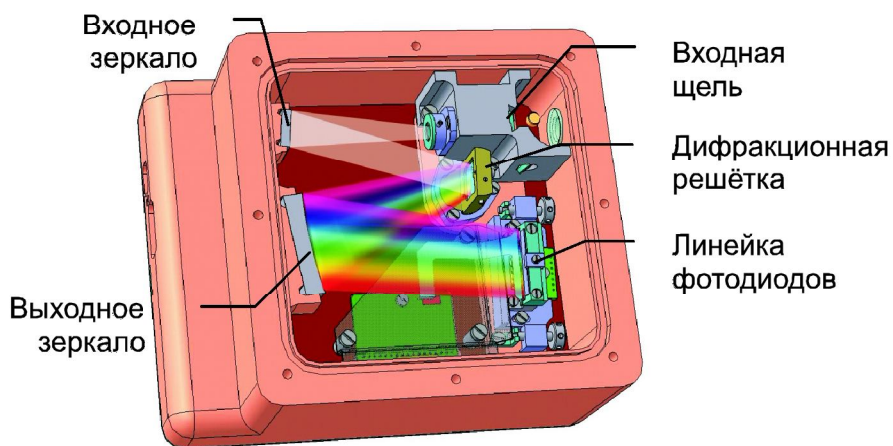
Спектрометр предназначен для решения задач одновременного определения щелочных и щелочноземельных металлов методом пламенной фотометрии в заводских и исследовательских лабораториях.

### Технические параметры (ТУ 4434-931-11855928-2007)

Количество измерительных каналов	2580					
Дифракционная решётка (плоская, нарезная):						
– частота штрихов, штр/мм	300	400	600	1200	1500	1800
– направление угла блеска, нм	315	270	500	250	530	600
– рабочий порядок спектра	первый					
– размер заштрихованной области, мм	15 × 15					
Рабочий спектральный диапазон, нм	190 ÷ 1100	190 ÷ 940	390 ÷ 860	190÷430	440 ÷ 600	470 ÷ 590
Спектральное разрешение, нм	1	0,7	0,4	0,25	0,2	0,1
Обратная линейная дисперсия, нм/мм	30,9	24	14,4	7,8	5,3	4,3
Уровень рассеянного света, %	0,05					
Фокусное расстояние, мм	100					
Относительное отверстие	1:6					
Динамический диапазон (при однократной регистрации спектра)	10 <sup>4</sup>					
Минимальное время экспозиции, мс	8					
Управление	компьютерное					
Сеть питания	однофазная, 220 В, 50 Гц					
Габариты, мм	150×200×80					
Вес, кг	3,8					

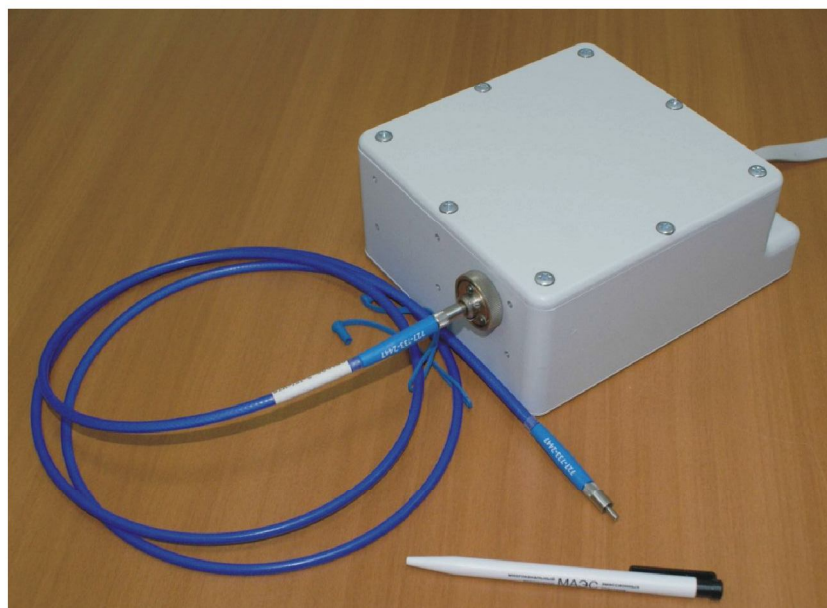
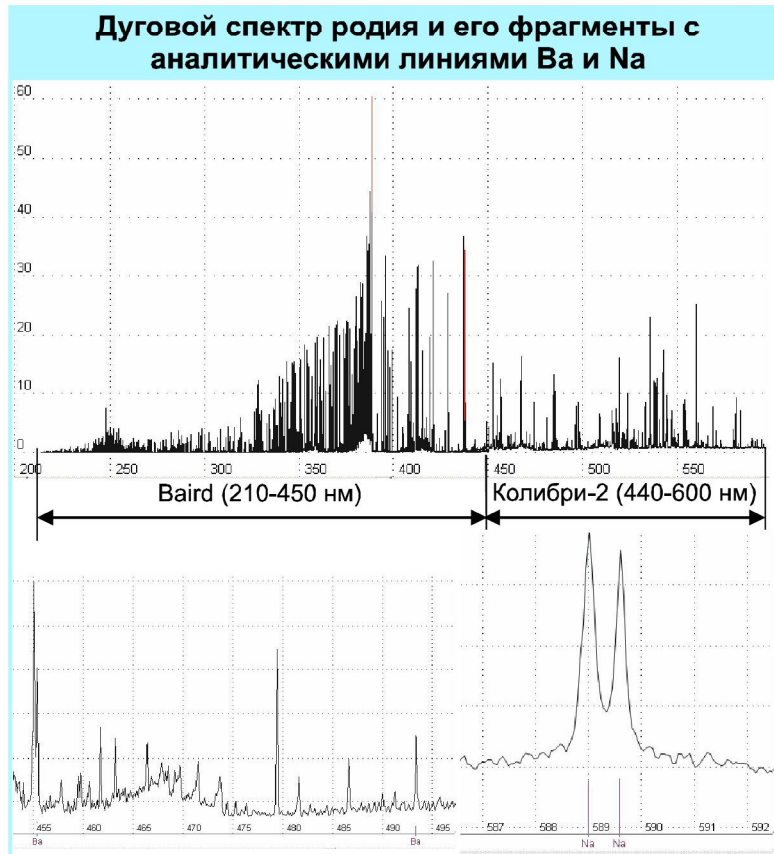
Спектрометр создан по схеме Эберта-Фасти на основе плоской дифракционной решётки и анализатора МАЭС с одной линейкой фотодиодов. Его оптическая схема и конструкция оптимизированы для получения спектра высокого качества с низким уровнем фонового излучения в любой из областей, лежащих в спектральном интервале 190-1100 нм. Выбор рабочей области осуществляется путём смены и поворота дифракционных решёток. Герметичный корпус спектрометра наполнен инертным газом. Излучение вводится в спектрометр с помощью кварцевого конденсора или волоконно-оптического кабеля. Оптическая схема и конструкция спектрометра защищены патентами.

### Оптическая система спектрометра





Спектрометр может использоваться как дополнительный прибор для расширения рабочего диапазона длин волн квантометров и спектрографов с целью определения элементов по их наиболее интенсивным линиям в видимом и ближнем ИК диапазонах спектра. Например, дополнение квантометра Baird HA12 с анализатором МАЭС спектрометром «Колибри-2» позволило расширить спектральный диапазон в длинноволновую область до 600 нм, что дало возможность дополнительно определять натрий и барий.



## Универсальный спектрометр «Экспресс»

Спектрометр предназначен для выполнения количественного и качественного спектрального анализа различных веществ и материалов (порошки, металлы, растворы) в заводских и исследовательских лабораториях.

Спектрометр отличается компактностью за счёт вертикального расположения оптической системы Пашена-Рунге. В его состав входят два анализатора МАЭС по 10 линеек фотодиодов, установленных по окружности с радиусом 520 мм, неклассическая вогнутая дифракционная решётка, специальный стол со встроенным компьютером и источником возбуждения спектра.

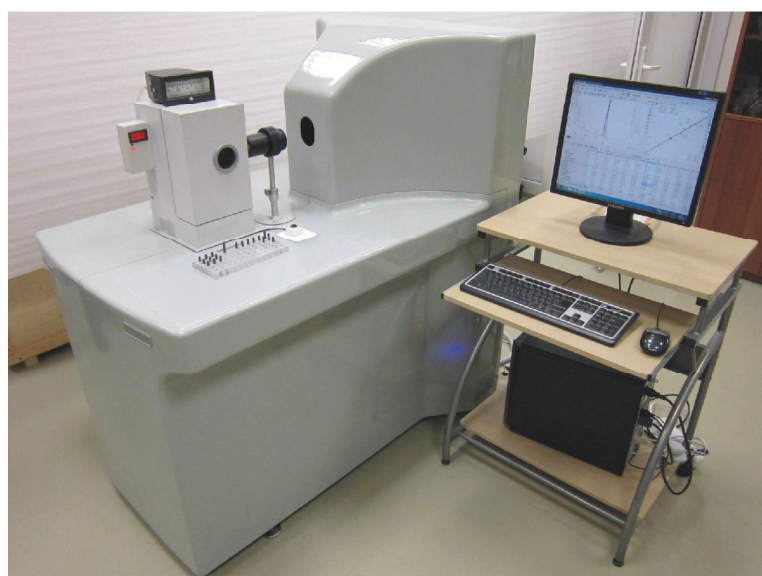
### Технические параметры

Количество измерительных каналов	51600
Рабочий спектральный диапазон, нм	190 ÷ 367, 390 ÷ 545
Спектральное разрешение при ширине входной щели 15 мкм, нм	0,016
Обратная линейная дисперсия, нм/мм	0,55
Минимальное время экспозиции, мс	100
Дифракционная решётка (вогнутая, нарезная):	
– частота штрихов, штр/мм	1800*
– радиус кривизны, мм	1000
– рабочий порядок спектра	первый
– угол падения, град.	20
– максимум коэффициента отражения, нм	260
– размер заштрихованной области, мм	66 × 40
Габариты, мм	1230×750×1400
Вес, кг	110
* – возможна поставка спектрометра с дифракционной решёткой 600, 900, 1200 или 2400 шт/мм	

Универсальный спектрометр «Экспресс» комплектуется генератором «Везувий-3», штативами «Кристалл», «Глобула» и другими универсальными штативами, а также автономной системой охлаждения электрододержателей.

Для дополнительной защиты от перепадов температуры, света и пыли спектрометр может комплектоваться внешним корпусом.

Комплексы на основе спектрометра «Экспресс» являются средством измерения массовой доли определяемых элементов состава веществ и материалов (№ 33011-11 в Госреестре средств измерения РФ).





### Пламенный спектрометр «Павлин»



Пламенный спектрометр предназначен для экспресс-определения широкого диапазона концентраций (до 8 порядков) натрия, лития, калия, кальция, бария, цезия, рубидия в технологических растворах. Возбуждение атомов происходит в воздушно-ацетиленовом пламени.

Прибор состоит из трехщелевой горелки с пьезоподжигом и контролем наличия пламени, пневматического распылителя, распылительной камеры с шариковым импактором, оптической системы ввода излучения в спектрометр «Колибри-2» и автоматической системы подачи воздуха и ацетилена, с возможностью контроля и регулировки расхода газов.

Использование трехщелевой горелки, обеспечивает повышенную температуру пламени над центральной щелью горелки за счёт внешних слоев пламени. Это позволяет

определять низкие концентрации кальция и бария. При этом сохраняется возможность определения примесей в высококонцентрированных (до 10 %) растворах без засорения щелей горелки.

Осветительная система спектрометра зеркально-линзовая, благодаря этому в полихроматор вводится излучение, собираемое с двух сторон от горелки.

Корпус спектрометра «Колибри-2» герметичен, что обеспечивает защиту внутренних элементов прибора от агрессивных паров растворов, анализируемых в лабораториях. Распылительная камера и горелка изготовлены из химически стойкого сплава, позволяющего проводить анализ высококонцентрированных литиевых растворов.

Малые габариты прибора допускают его настольное размещение.

#### Технические параметры

Рабочий спектральный диапазон, нм	390 ÷ 860
Количество измерительных каналов	2612
Спектральное разрешение, нм	0,8
Диапазон определяемых концентраций, мг/дм <sup>3</sup>	0,001 ÷ 10 <sup>5</sup>
Расход ацетилена, литров/мин	2
Давление воздуха на входе, не более, кПа	400
Давление ацетилена на входе, не более, кПа	150
Управление	компьютерное, ручное
Сеть питания, В	220
Потребляемая мощность, не более, Вт	100
Габариты, мм	500x400x400
Вес, кг	20

# ВЕЗУВИЙ-3

## Универсальный генератор «Везувий-3»



Генератор предназначен для получения электрического дугового или комбинированного разрядов в установках атомно-эмиссионного спектрального анализа и обеспечивает определение примесного состава порошковых проб из кратера графитовых электродов и прямой анализ металлов и сплавов.

Электронная схема генератора обеспечивает стабильность тока дуги при изменениях межэлектродного промежутка и высокий КПД при малых габаритах. Применение корректора коэффициента мощности позволяет использовать генератор в большом диапазоне питающих напряжений (150 – 250 В), что обеспечивает воспроизводимость результатов анализа в обычных заводских условиях круглосуточно.

Генератор позволяет за время одной экспозиции изменять параметры разряда – величину и полярность тока, длительность импульса тока и длительность паузы.

Генератор обладает дополнительными возможностями:

- звуковая и световая индикация короткозамкнутых электродов штатива облегчает процедуру установки величины аналитического зазора;
- контроль температуры узлов генератора предотвращает выход прибора из строя, например, вследствие ухудшения охлаждения;
- измерение напряжения дуги во время экспозиции даёт дополнительную информацию разработчикам новых методик анализа.

Во время работы генератора название режима и текущее значение тока дуги высвечивается на передней панели генератора и в окне программы «Атом». Предварительная запись режимов генератора во внутреннюю энергонезависимую память позволяет работать с прибором в автономном режиме с местным или дистанционным управлением.

### Технические параметры

Диапазон регулировки тока дуги, А	2 ÷ 25
Стабильность тока дуги, %	0,5
Длительность импульса тока дуги, мс	0,5 ÷ 1000
Длительность паузы, мс	2 ÷ 1000
Параметры комбинированного разряда:	
– напряжение на конденсаторе, В	300 ÷ 1000
– ёмкость конденсатора, мкФ	3
– индуктивность, мкГн	300
– сопротивление, Ом	0,1
– частота импульсов тока, Гц	0 ÷ 400
Потребляемая мощность, Вт	1500
КПД, %, не менее	75
Управление	дистанционное, ручное, компьютерное
Сеть питания	однофазная 150 ÷ 250 В, 50 Гц
Габариты, мм	400×350×200
Вес, кг	16



# ШАРОВАЯ МОЛНИЯ

## Спектроаналитический генератор «Шаровая молния»



Генератор предназначен для получения электрической дуги и искрового разряда в установках атомно-эмиссионного спектрального анализа. Генератор разработан специально для использования в спектральном анализе проб сложного состава для одновременного определения примесных и легирующих компонентов в широком диапазоне концентраций.

«Шаровая молния» является надежным, высокотехнологичным и многофункциональным прибором, созданным на основе силовых IGBT-транзисторов. Встроенный микроконтроллер обеспечивает простое управление работой генератора и

позволяет аналитику задавать оптимальные режимы возбуждения спектра, в том числе с изменением полярности, длительности и силы тока непосредственно в ходе одной экспозиции. Последовательное включение в ходе одной экспозиции искрового и дугового режимов позволяет одновременно получить высокую сходимость для основных составляющих пробы и низкие пределы обнаружения для примесей.

### Режимы работы:

- дуговые режимы: дуга переменного/постоянного тока, прерывистая дуга и дуга со ступенчатым током заданной полярности до 40 А;
- искровые режимы переменной или заданной полярности с частотой от 1 до 1000 Гц.

### Технические параметры

	ШМ-40	ШМ-250
Диапазон регулировки тока дуги, А	2 ÷ 40	0,5 ÷ 40
Амплитуда тока в импульсе, А	2 ÷ 40	0,5 ÷ 250
Дискретность задания тока, А		0,1
Частота импульсов разряда, Гц		1 ÷ 1000
Скважность, %		1 ÷ 100
Точность стабилизации тока дуги, %		0,1
Количество режимов на экспозицию		8
Длительность каждой ступени разряда, с	1 ÷ 1000	1 ÷ 255
Скорость нарастания тока в разряде, А/мкс	0,1	50
Длительность разрядного импульса, мкс	20	10 ÷ 2000
Максимальная энергия импульса, Дж	1	10
Диапазон рабочих частот выходного переменного тока, Гц		1 ÷ 500
Диапазон рабочих частот выходного однополярного, прерывистого тока, Гц		1 ÷ 1000
Стабильность тока (изменение выходного тока при изменении питающего напряжения или сопротивления нагрузки на 10 %), %		1
КПД (при 800 Вт, активной нагрузке 2 Ом), %		90
Максимальная выходная мощность, Вт		2000
Максимальная потребляемая мощность, Вт		3000
Управление	компьютерное	
Сеть питания	однофазная, 220 В, 50 Гц	
Габариты, мм	480×450×170	
Вес, кг	25	30

## Электродуговая установка для анализа порошковых проб методом просыпки-вдувания «Поток»



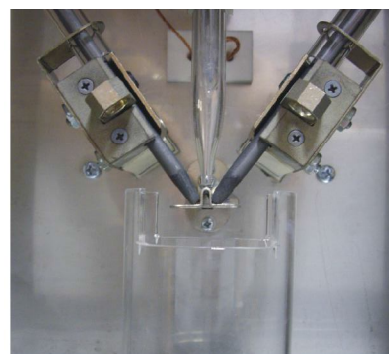
Установка предназначена для возбуждения в электрической дуге атомно-эмиссионных спектров порошковых проб методом просыпки-вдувания. Обеспечивает высокую производительность рутинных анализов, отличается низким расходом графитовых электродов и применяется совместно с любыми спектральными приборами – «Гранд», СТЭ-1, ДФС-458, МФС-8, PGS-2 и другие.

### Основные области применения:

- спектральный анализ порошковых проб сложного состава;
- массовый анализ порошковых геологических проб;
- золотометрия, сцинтилляция;
- анализ проб глинозёмного, кремниевого, ферросплавного производства.

В компактной моноблочной конструкции объединены электромеханические узлы транспортёрной подачи пробы и автоматической калибровки расстояния между электродами, генератор переменного тока до 40 А и модуль связи с компьютером.

Установка обладает высокой стабильностью работы. Система питания дугового разряда, основанная на современной полупроводниковой элементной базе, позволяет достичь высокого КПД и стабилизировать ток разряда независимо от состояния электродов и подачи пробы. Механизм калибровки межэлектродного промежутка и крепёж воронки на внешнем корпусе камеры сгорания обеспечивают точность подачи пробы и поддержания межэлектродного расстояния при длительной работе. Крепёж воронки устроен таким образом, чтобы её чистка или замена не приводили к дополнительной юстировке относительно межэлектродного промежутка.



**Режимы работы:** дуга переменного/постоянного тока, прерывистая дуга и дуга со ступенчатым током заданной полярности.

### Технические параметры

Максимальная потребляемая мощность, Вт	3000
Частота импульсов, Гц	1, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 400, 625, 833, 1000
Рабочий диапазон тока дуги, А	5 ÷ 40
КПД (при 800 Вт, активной нагрузке 2 Ом), %	90
Стабильность тока, %	1
Материал рабочих электродов	графит, медь
Размер электродов:	
– диаметр, мм	6
– длина, мм	50 ÷ 200
Производительность, проб/час	60 ÷ 90
Транспортёрная пробоподача, мг/с	1 ÷ 20
Степень очистки тракта пробоподачи, %	99,5 ÷ 99,9
Управление	компьютерное
Сеть питания	однофазная, 220 В, 50 Гц
Габариты, мм	400×450×300
Вес, кг	32



## Спектроаналитический штатив «Глобула»



Штатив предназначен для возбуждения дуговых спектров при количественном и качественном атомно-эмиссионном анализе в составе спектральных комплексов. Длительные экспозиции не требуют участия оператора в коррекции межэлектродного промежутка, достаточно установить электроды и нажать кнопку «Пуск».

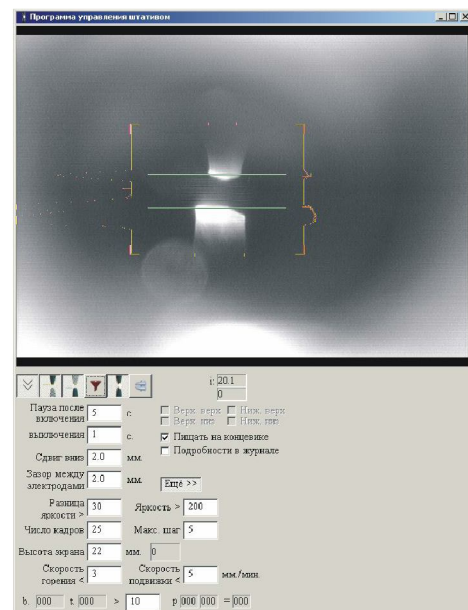
Встроенные в штатив видеочамера и сервоприводы держателей электродов предназначены для автоматического поддержания межэлектродного промежутка в процессе испарения образца путём компьютерного анализа в реальном времени изображения дугового разряда, а также начальной установки этого промежутка относительно оптической оси. Электрододержатели охлаждаются водой с помощью блока охлаждения замкнутого цикла.

### Основные области применения:

- анализ чистых металлов в глобульной дуге;
- анализ геологических, природных и промышленных непроводящих материалов.

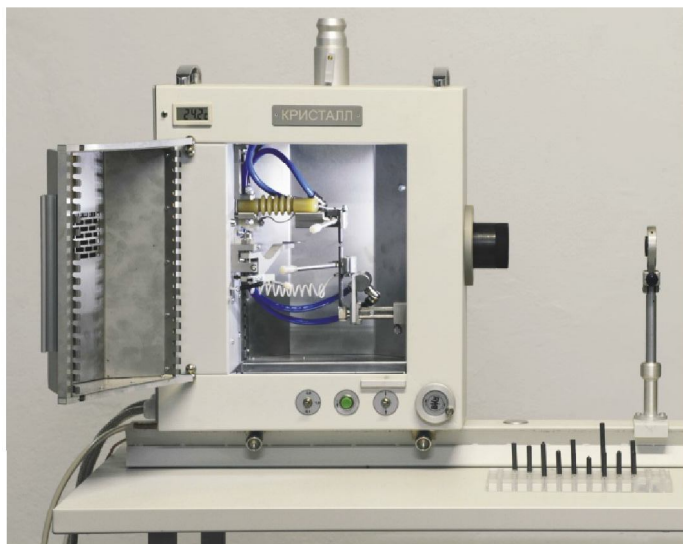
### Технические параметры

Максимальный ток дуги, А	40
Максимальный ток дуги для постоянной работы, А	20
Потребляемая мощность, Вт	100
Точность стабилизации межэлектродного промежутка, мм	0,1
Управление	компьютерное
Сеть питания	однофазная, 220 В, 50 Гц
Габариты, мм:	
– штатива	365×425×535
– блока водяного охлаждения	230×450×520
Вес, кг:	
– штатива	32
– блока водяного охлаждения (без воды)	15



## Спектроаналитический штатив «Кристалл»

Штатив предназначен для возбуждения спектров эмиссии проб при качественном и количественном атомно-эмиссионном спектральном анализе промышленных материалов. Является универсальным прибором, входящим в состав спектральных установок.



В комплект штатива входят три сменных нижних электрододержателя для установки проб в виде:

- металлических образцов цилиндрической (диаметр 6 – 60 мм) и произвольной формы, массой до 2 кг;
- металлических и графитовых стержней (длиной 20 – 150 мм и диаметром 2 – 12 мм);
- крупной широкой стружки и тонкого листового материала.

Возможна установка любого нижнего электрододержателя от штатива УШТ-4. Электрододержатели и штатив охлаждаются водой с помощью блока охлаждения замкнутого цикла.

Дверцы штатива расположены с двух сторон, что упрощает технологический доступ к электрододержателям и шлангам водяного охлаждения.

Встроенная светодиодная подсветка электродов вдоль оптической оси позволяет проводить визуальный контроль положения электродов относительно щели спектрометра.

Возможна автоматическая установка межэлектродного промежутка величиной в 2, 1 и 0,1 мм.

### Технические параметры

Максимальный ток дуги, не более, А	100
Максимальный ток дуги для постоянной работы, не более, А	25
Потребляемая мощность не более, Вт	100
Автоматическая установка межэлектродного промежутка, мм	2; 1; 0,1
Питание (от генератора), В	12
Габариты, мм:	
– штатива	280×390×430
– рабочей камеры штатива	218×280×285
Вес, кг	15







# ДВУХИМПУЛЬСНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ ИСТОЧНИК

## Двухимпульсный лазерный источник возбуждения атомно-эмиссионных спектров



Лазерный источник предназначен для возбуждения атомно-эмиссионных спектров при выполнении качественного спектрального анализа твердых пород – металлов, минералов, стекол и других.

Источник выполнен на основе двухимпульсного YAG:Nd лазера с электрооптической модуляцией добротности, работающего на основной длине волны 1064 нм. Длительность каждого импульса составляет не более 10 нс, а задержка между ними регулируется от 0 до 60 мкс.

Способность лазерного луча к фокусировке на участок 300 до 1000 мкм даёт возможность провести микроанализ включений, выполнить двумерное сканирование поверхности или локально проанализировать пробы практически без повреждения поверхности. Существенным достоинством лазерного источника является экспрессность и отсутствие специальной пробоподготовки для широкого круга проводящих и непроводящих материалов.

Визуальное наблюдение и наведение луча на образец осуществляется с помощью интегрированного в систему стереоскопического микроскопа, а также цифровой видеокамеры высокого разрешения с передачей изображения в компьютер.

Перемещение приборного столика с закреплённым образцом возможно как вручную для настройки, так и с помощью шаговых двигателей в двух координатах в ходе анализа, что обеспечивает сканирование поверхности и запись спектра с привязкой к видеоизображению. Установка может применяться совместно с любыми спектральными приборами – «Гранд», «Аспект», «Экспресс», «Колибри-2», СТЭ-1, ДФС-458, МФС-8, PGS-2 и другими.

### Основные области применения:

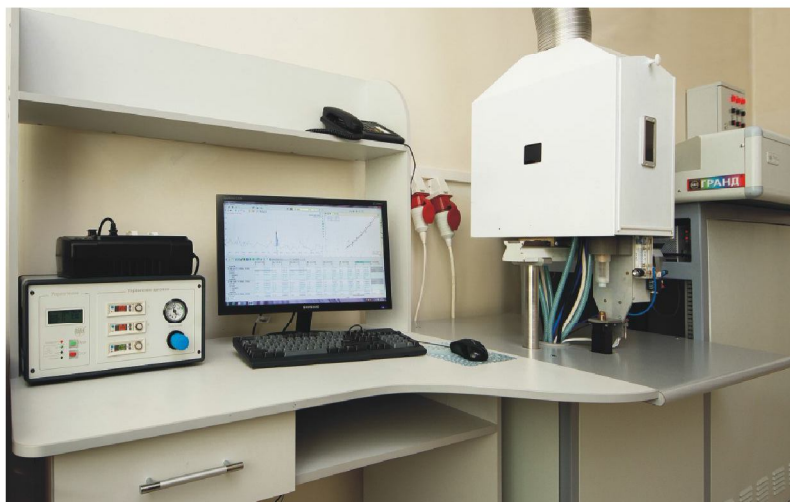
- анализ микровключений в геологических пробах;
- сравнительные криминалистические исследования.

**Режимы работы:** одиночные импульсы, серии импульсов в одной точке, сканирование по заданной области или траектории.

### Технические параметры

Максимальная потребляемая мощность, Вт	300
Частота импульсов, Гц	1 ÷ 60
Энергия лазерного импульса, мДж	200 ÷ 600
Оптическое увеличение микроскопа	10
Оптическое разрешение, пар линий/мм	100
Размер пятна, мкм	300 ÷ 1000
Диапазон сканирования, мм	20×20
Размер видеоизображения	1280×1024
Управление	компьютерное
Сеть питания	однофазная, 220 В, 50 Гц
Габариты, мм	550×250×700
Вес, кг	15

## Двухструйный дуговой плазмотрон «Факел»



Плазмотрон предназначен для прямого атомно-эмиссионного спектрального анализа порошковых проб. Возбуждение атомов происходит в дуговой аргоновой плазме постоянного тока. Слабые матричные влияния и низкие пределы обнаружения делают возможным использование данного источника возбуждения для анализа разнообразных проб, как с минеральной, так и органической матрицей.

Плазмотрон состоит из блока плазменных головок, систем питания, ввода пробы, газорегулирования и охлаждения. Блок плазменных головок обеспечивает юстировку головок относительно друг друга и зоны слияния струй относительно оптической оси спектрального прибора. Все юстировки доступны в процессе работы плазмотрона. Конструкция головок защищена патентами.

Система питания плазмотрона обеспечивает поджиг дугового разряда, а также регулирование и стабилизацию тока дуги. Особенностью системы является то, что преобразование энергии и широтно-импульсная стабилизация тока дуги происходит на частоте 25 кГц с использованием современной твердотельной элементной базы. Это позволило снизить шумовые и массогабаритные показатели, повысить КПД до 93 % и обеспечить высокую стабилизацию тока. Автоматическая система ввода пробы обеспечивает подачу исследуемого порошка потоком аргона в аналитический участок плазмы.

Блок плазменных головок и система питания охлаждаются дистиллированной водой. Водоохлаждающая машина замкнутого типа имеет хладопроизводительность 6 кВт.

### Технические параметры

Количество головок плазмотрона	2
Угол между струями, град.	60 ÷ 100
Диапазон регулировки тока дуги, А	40 ÷ 100
Погрешность стабилизации тока дуги, не более, %	1
Разность потенциалов на дуге, не более, В	150
Расход аргона, литров/мин	5
Выходная мощность, не более, кВт	15
Управление	компьютерное
Сеть питания, В	380
Габариты, мм:	
– блок плазменных головок с защитным кожухом	250×250×450
– система питания	530×450×360
– система ввода пробы	410×185×130
– система газорегулирования	300×360×195
Вес, кг:	
– блок плазменных головок с защитным кожухом	11
– система питания	51
– система ввода пробы	4
– система газорегулирования	9

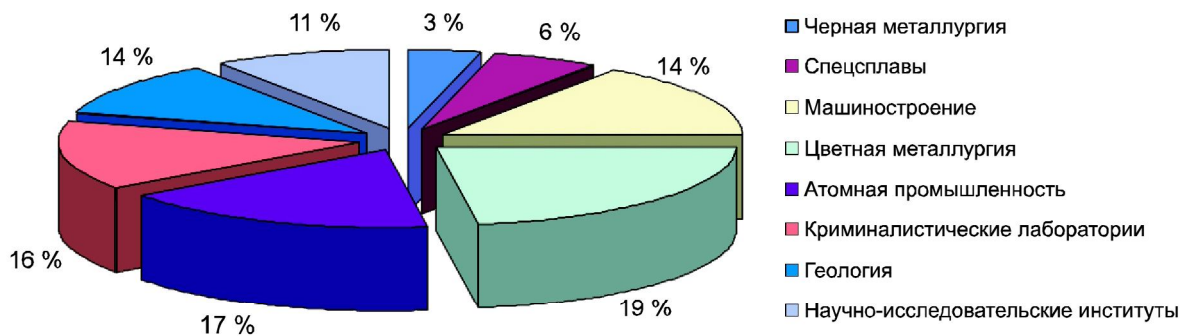


## Заказчики

Создание многоканальных спектрометров на основе спектрографов и квантометров путём замены систем регистрации (фотопластинок и ФЭУ) на анализаторы МАЭС позволило автоматизировать проведение анализов, существенно расширить круг анализируемых материалов и определяемых примесей, снизить пределы обнаружения. Продукция компании «ВМК-Оптоэлектроника» применяется в атомной промышленности, черной и цветной металлургии, экспертно-криминалистических лабораториях, геологии и производстве чистых металлов.



Распределение оборудования по отраслям







630090, Россия, Новосибирск, пр-т Коптюга, д.1,  
тел./факс: 8 (800) 333-30-91 Звонки по России бесплатно,  
8 (383) 330-22-52, www.vmk.ru, info@vmk.ru

