

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНОГФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА РА-915М ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РУТИ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Погарев С.Е., Рыжов В.В., Шолупов С.Е., Машьянов Н.Р., Шашко А.Д., Питиримов П.В.  
Группа компаний «Люмэкс», Санкт-Петербург, [Hg@Lumex.ru](mailto:Hg@Lumex.ru)  
Санкт-Петербургский Государственный Университет,  
Санкт-Петербург, Университетская наб. 7/9

### Ключевые особенности портативных анализаторов ртути РА-915+ и РА-915М



- Принцип действия основан на методе дифференциальной ААС с эвановской коррекцией неселективного поглощения
- Встроенная многоходовая кювета с эффективной длиной оптического пути до 10 м обеспечивает ультранизкий предел обнаружения 0,5 нг/м<sup>3</sup>
- Широкий динамический диапазон измерений – 2 – 200000 нг/м<sup>3</sup>
- Многфункциональность. Прямой анализ воздуха и газов в режиме реального времени. Анализ практически любых твердых и жидких объектов методами холодного пара и пиролиза с использованием приставок (почвы, донные отложения, пищевые продукты, нефть и нефтепродукты и др.)
- Портативность, продолжительная автономная работа от встроенной аккумуляторной батареи с сохранением результатов измерений во встроенную энергонезависимую память
- Встроенное средство диагностики работоспособности прибора (тестовая кювета)

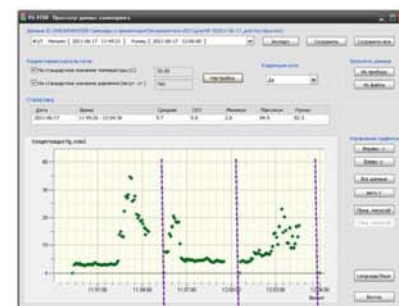
### Долговременный мониторинг воздуха рабочей зоны

РА-915М, усреднение 10с, продолжительность 15ч  
Рост концентрации ртути (18:30-20:00) связан с выключением, а ее падение (после 8:00) с включением вентиляции



### Обследование помещений химической лаборатории с целью выявления источников загрязнения ртутью

В течение 15 минут обследованы три помещения химической лаборатории в режиме мониторинга. Перед началом и в конце измерений в каждом помещении выполнялся контроль нуля.



№	1	2	3	Помещение
Средняя измеренная концентрация ртути, нг/м <sup>3</sup>	10,4	7,2	11,3	Средняя измеренная концентрация ртути, нг/м <sup>3</sup>
Мин. концентрация, нг/м <sup>3</sup>	2,6	3,9	3,8	Мин. концентрация, нг/м <sup>3</sup>
Макс. концентрация, нг/м <sup>3</sup>	34,7	20,7	23,3	Макс. концентрация, нг/м <sup>3</sup>

### Ключевые особенности портативных анализаторов ртути РА-915+ и РА-915М



- 1 - ААС спектрометр РА-915+М
- 2 - Аналитическая кювета приставки ПИРО-915
- 3 - Атомизатор приставки ПИРО-915
- 4 - Дозирующая лодочка
- 5 - Блок управления приставки ПИРО-915
- 6 - Атомизатор приставки PП-91С



### Схема анализа



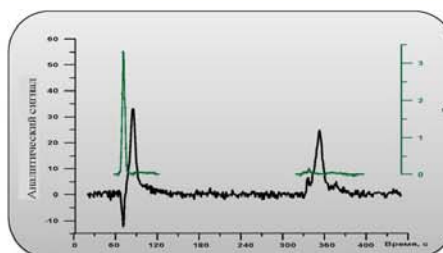
### Особенности анализа проб методом пиролиза с использованием приставки ПИРО-915+

- анализ любых проб без пробоподготовки за 3-5 минут
- определение ртути без накопления на золотом сорбенте
- широкий динамический диапазон измерений (более трех порядков)
- контроль неселективного поглощения в процессе измерения позволяет избежать ошибок анализа для проб с органической матрицей
- выбор адекватного режима нагрева испарителя позволяет снизить предел обнаружения и увеличить верхнюю границу диапазона измерений
- нагреваемая до 700 С аналитическая кювета устраняет влияние высоких содержаний хлорид-ионов и бензола в пробе на результаты анализа
- отсутствие холодных участков газового тракта между атомизатором и аналитической кюветой улучшает воспроизводимость и правильность анализа

### Влияние температуры аналитической кюветы на анализ проб с простой матрицей с высоким содержанием хлоридов, селена

Проба	PП-91С 250 °С			ПИРО-915 700 °С	
	C <sub>анал.</sub> , мкг/кг	C <sub>ист.</sub> , мкг/кг	Δ, %	C <sub>анал.</sub> , мкг/кг	Δ, %
Морские донные отложения (содержание хлоридов 2%)	810	610	-25	780	-4
Раствор, содержащий 0,5% селена	5000	3200	-36	5100	+2
Каменный уголь	105	69	-34	111	+5

### Влияние температурного профиля (режима нагрева испарителя) на результаты анализа



Анализ нефти, проведенный с высокой скоростью испарения (пик слева), приводит к большому неселективному поглощению ( $D=3,2$ ), при этом аналитический сигнал деформирован и даже наблюдается отрицательный пик. Измеренная концентрация оказалась существенно меньше концентрации, полученной в режиме с низкой скоростью разогрева (13,5 мкг/кг,  $D=0,2$ ).

### Анализ жидких проб методом пиролиза



Представлены результаты анализа стандартного раствора ртути с концентрацией 10000 мкг/л методом пиролиза в двух повторностях. Несмотря на существенно различающийся профиль пиков, величины аналитического сигнала (площади пиков) различаются менее чем на 1%. Концентрации рассчитаны по градуировочной зависимости, построенной по стандартным образцам состава почв СДПС-3 (0,29 мкг/кг) и отличаются от номинальных менее чем на 5%.

### Температура секций приставок ПИРО-915+ и PП-91С

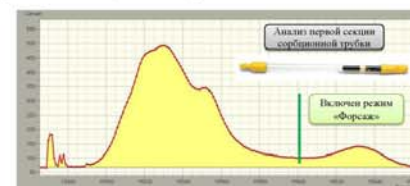


**Национальные и международные стандарты:**  
EN 15852 (мониторинг ртути в воздухе) и EN 15853 (ртути в атмосферных выпадениях) проект CEN/TC (2007 – 2009);  
ASTM D 7622 стандартный метод анализа ртути в сырой нефти;  
US EPA Method 30B стандартный метод анализа ртути в дымовых газах.  
Проект ГОСТ Р Продукты пищевые, корма и сырье для их производства. определение ртути атомно-абсорбционным методом после термической деструкции пробы.

**Наиболее востребованные аттестованные методические решения разработанные группой компаний «Люмэкс»:**  
ФР.1.31.2005.01418 (анализ воздуха);  
ПНД Ф 16.1:2.23-2000 (анализ почв и грунтов);  
М 04-46-2007 (анализ пищевых продуктов и продовольственного сырья).

### Определение атомарной и окисленной ртути в дымовых газах по US EPA Method 30B

US EPA Method 30B – определение атомарной и окисленной ртути в дымовых газах установок, работающих на угле, основанный на сорбции ртути в трубках со специальным углем.



Аттестованная масса ртути в трубке 115 нг.  
Измеренная суммарная масса ртути в трубке 115,6 нг:  
 $C = 112,7$  (секция 1) +  $2,0$  (секция 2) +  $(0,7 + 0,2)$  (вата) = 115,6 нг