



**ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ  
“ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ”**

4000, Пловдив, ул. Цар Асен 24

**Green  
Analytical  
Methods  
Academic Centre**  
**Ф Н И Д О 02-70 /11.12.08**

**ГАМА проект УНИВЕРСИТЕТСКИ ЦЕНТЪР ЗА РАЗВИТИЕ НА ЕКОЛОГИЧНО  
ЦЕЛЕСЪОБРАЗНИ МЕТОДИ ЗА СЛЕДОВИ АНАЛИЗ НА ОБЕКТИ ОТ ОКОЛНАТА  
СРЕДА**

**(ГАМА - Green Analytical Methods Academic Centre)**

**договор с ФОНД НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ Д О 02-70 /11.12.08**

**открита процедура за**

**ВЪЗЛАГАНЕ НА ОБЩЕСТВЕНА ПОРЪЧКА ЗА**

**ДОСТАВКА НА АПАРАТУРА ЗА АТОМНА СПЕКТРОМЕТРИЯ –  
МАССПЕКТРОМЕТЪР С ИНДУКТИВНО СВЪРЗАНА ПЛАЗМА И  
ПЛАМЪКОВ АТОМНО-АБСОРБЦИОНЕН СПЕКТРОМЕТЪР**

**ПЛОВДИВ  
2009**

## I. ОПИСАНИЕ НА ОБЕКТА НА ПОРЪЧКАТА

Апаратурата за атомно-спектрометричен анализ на следови съдържания от химични елементи, включва два инструмента:

**Квадруполен масспектрометър с индуктивно свързана плазма (ICP-MS)**, позволяващ бърз, качествен, полу-количествен и количествен елементен и изотопен анализ на пробни разтвори в диапазон от 5 до 255 атомни масови единици, снабден с реакционна-колизийна клетка за отстраняване на полиатомни пречения с възможност за работа при вариращи условия и набор от газове.

Апаратурата трябва да бъде подходящо комплектована, за да осигури създаване на методи за многоелементен анализ на нива  $\mu\text{g kg}^{-1}$  в пробни разтвори на води, почви, растителни и животински материали, био-продукти, храни и др.

**Атомно-абсорбционен спектрометър с пламъков атомизатор (FAAS)**, снабден с двулъчева оптична система и коректор на неселективната абсорбция с възможност за работа с кухокатодни и безелектродни лампи. Апаратът трябва да бъде подходящо комплектован за елементен анализ на разтвори на почви, растителни и животински материали, био-продукти, храни и др.

## II. ТЕХНИЧЕСКА СПЕЦИФИКАЦИЯ

### Общи изисквания

Двата апарата ще бъдат използвани за изследователски цели, и преимущество ще се дава на апаратура с по-голяма гъвкавост и възможности за експериментиране, отколкото пригодност за рутинни измервания. С по-голям приоритет и относителна тежест ще бъде оценяван масспектрометъра. Двата апарата следва да бъдат модели, създадени след 2000 година и да включват изброените по-долу технически компоненти, както и да покриват указаните характеристики:

### Минимални технически изисквания към масспектрометъра с индуктивно свързана плазма ICP-MS

**T1. Системата за внасяне на проби** да включва като стандартна окомплектовка: пулверизатор, пулверизаторна камера и три-канална перисталтична помпа. Възможността за работа с различни типове пулверизатори и камери е предимство. Цялата система от перисталтична помпа, пулверизаторна камера, и пулверизатор трябва бъде разположена извън камерата с плазмената горелка, за да позволява бърза смяна с друг вид системи за внасяне на пробата и да се елиминира възможния температурен дрейф.

Включване на пулваризационни камери, резистентни към HF киселина или с управляемо охлаждане (като Peltier element или друго решение) са предимство.

**T2. Йонизационен източник** – индуктивно свързана аргонова плазма, подържана от радиочестотен генератор 27,12 или 40 MHz, вграден в корпуса на апарата, отговарящ на изискванията на Европейския съюз. Охлаждаема индукционна бобина с ефективно решение за елиминиране на разряд към интерфейса. Подавана мощност към индукционната бобина в интервала 0.6 до 1.6kW. Система за контрол на отразената мощност, осигуряваща стабилност на разряда при внасяне на тежки матрици.

Лесно сменяема плазмена горелка. Възможността за избор на различни типове резистентни инжектори е предимство.

Компютърно управление на дебитите на газовите потоци за захранване на плазмата. Възможност за работа с допълнителен на пулверизиращия Ag поток – “make up” газ е предимство. Компютърно управление за автоматично запалване и загасяване на плазмата. Възможност за автоматично оптимизиране на положението на плазмената горелка спрямо интерфейса.

**T3. Интерфейс** - лесен достъп за смяна и почистване на интерфейсите конуси “sampler” и “skimmer”, без да се нарушава вакуума в маспектрометъра. Предимства са - окомплектовка с платинови конуси, технически решения за намаляване на риска от блокиране на конусите и намаляване на дрейфа на чувствителността от матрични отлагания.

**T4. Система за охлаждане** на индукционната бобина и интерфейса – рециркуляционен агрегат – задължително “chiller”, с контролер за наблюдение на работата му и възможност за работа при външна температура над 30 °C.

**T5. Йонна оптика** – система за фокусиране и насочване на йонния поток с възможност за отстраняване на фотони и неутрални частици посредством стопираща леща или изместване на оста спрямо входа на кдруполния мас-филтър. Слабо влияние на “mass bias” при определяне на изотопни отношения. Компютърно управление и оптимизация на параметрите на йонната оптика. Лесният достъп за ревизия и почистване на йонната оптика е предимство.

**T6. Квадруполен мас филтър** – с компютърно управление за бързо сканиране с минимално време за интегриране на една точка от 0,1 ms. Избор на различни dwell времена в един “scan” и прескачане по масови числа. Стабилност на мас калибрация по-добра от 0,05 amu за работен ден. Честота на RF на квадрупола над 2 MHz. Масов обхват от 5 до 255 amu. Работа в поне два режима – ниска и висока разделителна способност. Възможността за избиране на различна разделителна способност за масови диапазони в един и същи “scan” е предимство.

**T7. Детектор** с възможности за работа в двата режима – импулсен и аналогов с автоматично преминаване между тях и автоматично калибриране с динамичен диапазон над 8 порядъка. Лесен достъп до детектора и опростена процедура за подмяната му. Ниски стойности на ”мъртво време на детектора” при определяне на изотопни отношения. Ниско ниво на шума и дрейфа при режими на ниски и високи сигнали. Фон в областта на ниските маси ( 5-9 и 220 amu) < 10 cps. Обявена издръжливост на детектора – време на живот при стандартно натоварване (по-дългото време е предимство).

**T8. Система за поддържане на вакуума** с ротационна помпа за пред-вакуум и турбомолекулярна(и) помпи с компютърно управление и мониториране, с цел постигане на висок вакуум и надеждна работа на маспектрометъра. Бързо достигане и стабилно поддържане на работен вакуум.

**T9. Режими на работа**- режими на калибриране: количествено, полуколичествено, изотопно разреждане, стандартна добавка и вътрешен стандарт с произволен избор на референт или група референти. Режими за обработка на времеви сигнали.

Режими на сканиране: пълен мас спектър, сканиране на зададен диапазон и измерване само на избрани изотопи (peak hopping).

**T10. Компютърна система и софтуер** - многофункционален софтуер за пълно управление на ICP-MS спектрометъра и за събиране и обработка на данни от измерванията, работещ в среда на Windows на стандартна PC конфигурация. Архивиран носител за инсталиране на операционната система и специализирания софтуер и ръководства за инсталация и описание на софтуера. Режими за извеждане на данни в MS EXCEL. Персонален компютър, свързан към апарата и лазерен принтер за разпечатване на рапортите.

**T11. Инсталиране и пускане в експлоатация** - доставката следва да бъде направена до лаборатория на територията на Химическия факултет на ПУ.

Срок за инсталиране – **до три месеца след сключване на договора** за доставка с фирмата, спечелила търга.

Апаратът следва да бъде доставен, инсталиран и пуснат в действие, като се докаже на място постигането на заложените в офертата функционални характеристики.

С апаратурата да се доставят: ръководства за поддържане и работа на английски език; списък с най-често очакваните проблеми и възможни начини за отстраняване.

Първоначален теоретичен и практичен курс на обучение на минимум двама специалисти за ежедневна проверка, поддържане и възможни проблеми, както и процедури за тяхното отстраняване, проведен на място при пускане на апарата в действие (в лабораторията на ПУ).

**T12. Гаранция и поддръжка** - изисква се гаранция минимум 18 месеца. Две години гаранция са предимство.

Следва да бъдат представени данни за: предлагано сервизно обслужване и за най-близкия офис-сервиз в страната или в рамките на Европейския съюз. Да бъде обявено максимално време за реагиране от фирмата доставчик и отстраняване на възникнал проблем – при стандартни и при извънредни ситуации.

**T13. Аксесоари и консумативи** -приложен списък на консумативи и материали за пускане в действие и експлоатация на апарата включени към “shiping kit” и пристигащи с доставката.

Обявена стойност на експлоатационен кит с консумативи, покриващ двугодишен експлоатационен период (цената и доставката да бъдат обявени, но да не се включват в офертата по търга)

**T14. Клетка за отстраняване на полиатомни пречения** - реакционна или колизионна клетка, осигуряваща ефективно отстраняване на полиатомни йони с автоматично управление на режими за работа и контрол на газовите потоци. Предимства са – възможност за работа с двата механизма – реакционен и колизионен; възможност за работа с набор от различни газове като He, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> или NH<sub>3</sub>; възможност за бързо превключване за смяна на газовете и режимите със и без газ; възможност за активно управление на клетката. Значително предимство е комплектоването с два газови канала.

## Минимални изисквания към функционалните характеристики на масспектрометъра с индуктивно свързана плазма ICP-MS

### Обявени и постижими след инсталиране на апарата

**F1. Чувствителност** – cps/ppm – при оптимални условия и стандартен режим на работа за предлаганата в офертата конкретна окомплектовка (система от пулверизатор, камера, конуси, йонна оптика, мас-филтър и детектор), при нормална разделителна способност

ниски маси ( $^9\text{Be}$ ,  $^7\text{Li}$ ,  $^{24}\text{Mg}$ ) > 5 Million cps/ppm

средни маси ( $^{89}\text{Y}$ ,  $^{115}\text{In}$ ): > 25 Million cps/ppm

високи маси ( $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$ ): > 20 Million cps/ppm

**Постигнати инструментални граници на откриване (в ppt)** - изчислени като три пъти стандартното отклонение на сигнала, при измерване на празна проба по една точка и интегриране за три секунди за всяка маса на съответния изотоп за леки, средни и високи маси и изчислени като концентрации след калибриране спрямо водни стандартни разтвори. Обявени данни за фонове еквивалентни концентрации (BECs) за ниски, средни и високи маси.

**F2. Разделителна способност** при съседни маси - "Abundance sensitivity" – дефинирана като отношение на интензитета на  $\pm 1$  AMU от позицията на конкретна маса на пика на изотоп в средния масов диапазон, спрямо интензитета на максимум на спектралния пик.

от страната на ниските маси –  $< 1.10^{-6}$

от страната на високите маси -  $< 1.10^{-7}$

Разделителна способност : ниска - 1.0-1.2 AMU и висока от порядъка на 0.5 AMU и по-добра.

**F3. Ниво на оксиди, двойно-зарядни йони и фон:**

$\text{CeO}^+/\text{Ce}^+ < 3 \%$

$\text{Ba}^{2+}/\text{Ba}^+ < 3 \%$

**F4. Стабилност на сигналите** на разтвора за тестване ( краткосрочна и дългосрочна ) – представени като RSD на сигналите и време на теста. Обявени данни за стабилност при измерване на изотопно отношение  $^{107}\text{Ag}/^{109}\text{Ag}$  RSD < 0,1 %.

**F5. Обявени стойности за отношение сигнал/фон и граници на откриване при използване реакционна /колизийна клетка и съответните им стойности в стандартен режим (без клетка):**

$^{56}\text{Fe}$  и  $^{80}\text{Se}$  във водни разтвори

$^{75}\text{As}$  в хлоридна матрица

Обявените данни за всички функционални характеристики (т.1-5) могат да бъдат подкрепени с резултати от фирмени изследвания или публикации в специализирани научни списания с импакт фактор. Постигането на по-добри от заложените минимални функционални характеристики е предимство, но включените в офертата параметри трябва да бъдат доказани при пусковите тестове на ICP-MS инструмента.

## Минимални технически и функционални изисквания към пламъковия атомно-абсорбционен спектрометър FAAS

**И1. Системата за внасяне на проби** да включва като стандартна окомплектовка: пулверизатор, инертна смесителна камера, дренажна система, позволяваща работа с киселинни, алкални разтвори и органични разтворители.

**И2. Атомизатор** – Горелка с един процеп за подържане на стабилен пламък – ацетилен/ въздух с възможност за автоматично безопасно запалване и гасене на пламъка и стабилен режим на работа при вариране на газовите потоци от – редукиционен, до окислителен пламък. Условия за бързо демонтиране и почистване на горелката. Компютърно управление на газовите потоци.

**И3. Оптична система** – двулъчев спектрометър с подходящ монохроматор за работа в интервал 180 – 900 nm, избор на спектрален процеп. Коректор на неселективна абсорбция. Възможност за работа в режим на емисионен спектрометър. Детектор с възможност за прецизно отчитане на абсорбционни сигнали в диапазона 0,001 до 2 А единици.

**И4. Лампи** – възможност за хранване и работа с кухо-катодни и без електродни лампи. (Списък с цени на набор от лампи за Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, As, Mn и Hg . Същите не влизат в цената на тръжната оферта и ще се закупуват отделно).

Адаптер за работа с по-старият модел 9 pin PerkinElmer HCL лампи е предимство.

**И5. Софтуер** – подходящ за регистриране и графично представяне на абсорбционните сигнали с възможност за работа с транзитни сигнали. Вградени алгоритми за калибриране и статистическа обработка. Възможност за извеждане на рапорти в MS Excel.

**И6. Постигнати инструментални граници на откриване** - изчислени като три пъти стандартното отклонение на сигнала, получен при измерване на празна проба, отнесен спрямо чувствителността на моно елементни стандартни разтвори.  
As < 200 ppb; Pb < 20 ppb; Cd < 5 ppb; Cu < 5 ppb; Mn < 5 ppb; Zn < 5 ppb;  
Cr < 10 ppb

**И7. Прецизност** – относително стандартно отклонение  $RSD < 2 \%$  при въвеждане на 1 ppm моноелементни стандартни разтвори при 10 измервания с време на интегриране 0,5 s

**И8. Възможност за внасяне на тежки матрици и високо солеви разтвори** – въвеждане на минимум 5 % NaCl

Обявените данни за всички функционални характеристики (т.И6-И8) могат да бъдат подкрепени с резултати от фирмени изследвания или публикации в специализирани научни списания с импакт фактор.

**И9. Инсталиране и пускане в експлоатация** – Доставката да бъде направена до лабораторията разположена на територията на Химическия факултет на ПУ. Срок за инсталиране – до три месеца след плащане на втория транш по договора за доставка с фирмата спечелила търга. Апаратът следва да бъде доставен, инсталиран и пуснат в действие, като се докаже на място постигането на заложените в офертата функционални характеристики (И6 – И8).

Заедно с апаратурата следва да се доставят: ръководства за поддръжане и работа на английски език; списък с най-често очакваните проблеми и възможни начини за отстраняване.

**И10. Гаранция и поддръжка** - изисква се гаранция минимум една година. Следва да бъдат представени данни за: предлагано сервизно обслужване и за най-близкия офис-сервиз в страната или в рамките на Европейския съюз. Да бъде обявено максимално време за реагиране на фирмата доставчик и отстраняване на възникнал проблем – при стандартни и при извънредни ситуации.

### **III. ФИНАНСОВИ УСЛОВИЯ**

1. Максималната сума по настоящата доставка е **300000 лв. (триста хиляди лева)** с включено ДДС и всички разходи по транспорт и инсталиране.
2. Разплащането на сумата по офертата на спечелилия търга доставчик ще се реализира на два транша:
  - ПЪРВИ ТРАНШ – **170000 лв.** (сто и седемдесет хиляди лева) след обявяване на победителя и сключване на договора за доставка на апаратурата
  - ВТОРИ ТРАНШ – **останалата част** - максимум - 130000 лв. (сто и тридесет хиляди лева) от офертираната цена ще бъде приведена през Септември 2010 година .

# ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА КОМПЛЕКСНАТА ОЦЕНКА – КО

## 1. ОЦЕНКА НА ПРЕДЛОЖЕНАТА ЦЕНА – O1

$$O1 = H_{ц} \times 10$$

$H_{ц} = C_{min}/C_n$  , където

$H_{ц}$  – нормирана цена

$C_{min}$  – най-ниската цена предложена от участник в търга

$C_n$  – предложена цена на **n-тата** оферта

Оферта с цена надвишаваща максималната сума (300000 лв.) обявена в предварителните условия по търга – ОТПАДА ОТ КЛАСАЦИЯ

**Максимален брой точки за O1 = 10**

## II. ОЦЕНКА НА СТЕПЕНТА НА СЪОТВЕТСТВИЕ – O2

$$O2 = T_{ICP-MS} \times 0.8 + T_{FAAS} \times 0.2$$
 , където

$$T_{ICP-MS} = T_1 + T_2 + \dots + T_{14} + F_1 + F_2 + \dots + F_5$$
 , където

$T_i$  и  $F_i$  са съответните позиции за технически и функционални изисквания по спецификацията, като всяка от предложените оферти се оценяват с точки като следва:

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-6

където:

**0** – неотговарящ на изискванията – ОТПАДА ОТ КЛАСАЦИЯ

**1** – отговаря на изискванията

**2** – предлага предимство

**3** – предлага значително предимство

За параметъра реакционна/колизийна клетка **T14** – в зависимост от офериранията възможности за избор на режими и газови потоци и активно управление може да получи оценка от:

**0** – неотговарящ на изискванията – ОТПАДА ОТ КЛАСАЦИЯ

до **6** - най-подходяща за изследователските задачи оферта.

и

F1	F2	F3	F4	F5
0-2	0-2	0-2	0-2	0-2

където :

**0** – неотговарящ на изискванията

**1** – отговаря на изискванията

**2** – предлага предимство

**максимален брой точки за  $T_{ICP-MS} = 55$**

GAMA проект - спецификация за възлагане на обществена поръчка:

ДОСТАВКА НА АПАРАТУРА ЗА АТОМНА СПЕКТРОМЕТРИЯ  
МАССПЕКТРОМЕТЪР С ИНДУКТИВНО СВЪРЗАНА ПЛАЗМА  
И ПЛАМЪКОВ АТОМНО-АБСОРБЦИОНЕН СПЕКТРОМЕТЪР  
= 8 =



$$T_{FAAS} = I1 + I2 + \dots + I10$$
, където

**I<sub>i</sub>** са съответните позиции за технически и функционални изисквания по спецификацията за FAAS, като съответствието на предложените оферти се оценява с точки като следва:

<b>I1</b>	<b>I2</b>	<b>I3</b>	<b>I4</b>	<b>I5</b>	<b>I6</b>	<b>I7</b>	<b>I8</b>	<b>I9</b>	<b>I10</b>
<b>0-3</b>	<b>0-3</b>	<b>0-3</b>	<b>0-3</b>	<b>0-3</b>	<b>0-3</b>	<b>0-3</b>	<b>0-3</b>	<b>0-3</b>	<b>0-3</b>

където:

**0** – неотговарящ на изискванията

**1** – отговаря на изискванията

**2** – предлага предимство

**3** - предлага значително предимство

**максимален брой точки за T\_FAAS = 30**

**максимален брой точки за O2= 50**

### **III. КОМПЛЕКСНА ОЦЕНКА – КО**

Комплексната оценка за всеки участник се получава като сбор от оценките **O1** и **O2** на неговата оферта:

$$KO = O1 + O2$$

**максимален брой точки за КО = 60**

**Офертата получила най-висока комплексна оценка, се класира на първо място.**

**GAMA** проект - спецификация за възлагане на обществена поръчка:

ДОСТАВКА НА АПАРАТУРА ЗА АТОМНА СПЕКТРОМЕТРИЯ  
МАССПЕКТРОМЕТЪР С ИНДУКТИВНО СВЪРЗАНА ПЛАЗМА  
И ПЛАМЪКОВ АТОМНО-АБСОРБЦИОНЕН СПЕКТРОМЕТЪР  
= 9 =