

# ElvaX ProSpector для экологического мониторинга

## Вступление

ElvaX ProSpector - это быстрый, точный и простой в использовании инструмент для экологического мониторинга. С помощью прибора можно проводить полевой анализ почв на содержание в них загрязняющих веществ согласно требованиям стандарта EPA 6200. Спектрометр определяет более 30 различных вредных элементов, включая свинец, ртуть, бром, хром, сурьму, и другие.

## Применение

ElvaX ProSpector используется для решения следующих экологических задач:

- Анализ почв и отложений. Возможен как полевой, так и лабораторный анализ вредных металлов в почвах и отложениях согласно методике EPA 6200.
- Анализ жидкостей. Измерение токсичных металлов в сточных водах, свинца в красках.
- Анализ загрязнения воздуха. Измерение воздушных фильтров согласно методике EPA IO-3.3.

## Оборудование

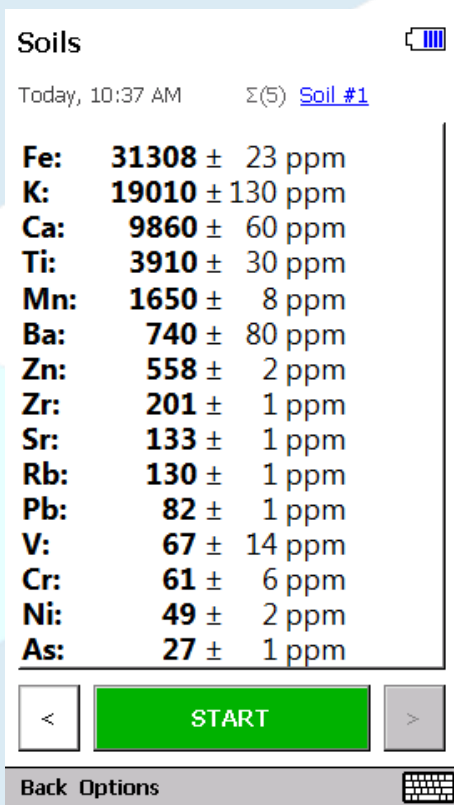
Существует две модификации спектрометра ElvaX ProSpector: Standard и Light. Модификация Standard оснащена 40 кВ рентгеновской трубкой с вольфрамовым анодом, PIN детектором и определяет элементы от Cl до U.

Для анализа легких элементов, таких как Mg, Al, Si, P, S необходимо использовать модификацию Light. Она оснащена 40 кВ рентгеновской трубкой с родиевым анодом, пятипозиционным сменщиком фильтров и SDD детектором, который обеспечивает высокую скорость и точность измерений, и более низкие пределы обнаружения по сравнению с PIN детектором.

Оба инструмента подходят для анализа всех 26 вредных элементов, указанных в стандарте EPA 6200.

Благодаря небольшому весу (около 1.5 кг), простоте использования и длительному времени работы от одного заряда батареи (8 часов) спектрометр незаменим для полевого анализа.

Скриншот окна с результатами измерений в режиме анализа почв представлен на рисунке 1.



Element	Concentration (ppm)
Fe:	31308 ± 23
K:	19010 ± 130
Ca:	9860 ± 60
Ti:	3910 ± 30
Mn:	1650 ± 8
Ba:	740 ± 80
Zn:	558 ± 2
Zr:	201 ± 1
Sr:	133 ± 1
Rb:	130 ± 1
Pb:	82 ± 1
V:	67 ± 14
Cr:	61 ± 6
Ni:	49 ± 2
As:	27 ± 1

Рисунок 1. Скриншот экрана прибора в режиме анализа почв.

## Методика

ElvaX ProSpector можно использовать как для полевого анализа почв, так и лабораторного (измерение подготовленных образцов).

Для полевого анализа достаточно убрать мусор с верхнего слоя почвы, затем придавить анализируемый участок для увеличения плотности. Рекомендуется сделать усреднение по нескольким измерениям в зоне интереса.

Для более точного анализа почв необходима пробоподготовка, которая заключается в следующем (рекомендована стандартом EPA 6200):

1. Собрать образец почвы с площади 4\*4 дюйма и глубины 1 дюйм.
2. Хорошо перемешать взятую почву.
3. Высушить 20-50 грамм почвы в течении 2-4 часов при температуре 150 °С.
4. Просеять образец через сито с характерным размером отверстий не более 60 мкм.

- Поместить почву в 32 мм кюветы и закрыть их тонкой пленкой.

Общее время анализа зависит от модификации прибора и требуемой точности. Точность улучшается при увеличении времени измерения. 10 секунд для ProSpector LE и 30 – для ProSpector – достаточное время для большинства ситуаций.

## Результаты

- Почвы и отложения.

ElvaX ProSpector LE был протестирован на стандартном образце почвы NCS DC73382 (Таблица 1) и образце озерных отложений CANMET LKSD-2 (Таблица 2).

Элемент	Аттестованно, ч/млн	Измеренно, ч/млн
<b>K(%)</b>	2.15	2.16
<b>Ca(%)</b>	1.23	1.33
<b>Ti</b>	4830	4702
<b>V</b>	86	82
<b>Cr</b>	62	61
<b>Mn</b>	1760	1957
<b>Fe(%)</b>	3.63	3.62
<b>Ni</b>	20.4	42
<b>Cu</b>	21	13
<b>Zn</b>	680	658
<b>As</b>	34	31
<b>Rb</b>	140	152
<b>Sr</b>	155	159
<b>Zr</b>	245	233
<b>Mo</b>	1.4	0.3
<b>Ba</b>	590	791
<b>Pb</b>	98	101

Таблица 1. Сравнение аттестованных и измеренных концентраций элементов в образце почвы DC73382.

Элемент	Аттестованно, ч/млн	Измеренно, ч/млн
<b>Ti</b>	3460	3226
<b>V</b>	77	95
<b>Cr</b>	57	52
<b>Mn</b>	2020	1987

<b>Fe(%)</b>	4.3	4.5
<b>Co</b>	17	21
<b>Ni</b>	26	25
<b>Cu</b>	37	34
<b>Zn</b>	209	198
<b>As</b>	11	13
<b>Rb</b>	85	86
<b>Sr</b>	220	250
<b>Zr</b>	254	261
<b>Ba</b>	780	805
<b>Pb</b>	44	41
<b>Th</b>	13.4	21

Таблица 1. Сравнение аттестованных и измеренных концентраций элементов в образце озерных отложений CANMET LKSD-2.

Также был проведен тест повторяемости результатов. Один стандартный образец почвы NIST 2710 был измерен 10 раз подряд по 60 секунд. Рассчитаны среднее значение концентрации, среднеквадратическое отклонение (СКО) и относительное СКО (оСКО - в процентах). Результаты теста даны в таблице 3.

Элемент	Концентрация, ч/млн		% оСКО
	Среднее	СКО	
<b>K, %</b>	2.27	0.027	1.188
<b>Ca, %</b>	1.34	0.019	1.414
<b>Ti</b>	2708	38.4	1.418
<b>V</b>	359	15.4	4.29
<b>Mn, %</b>	1.15	0.006	0.522
<b>Fe, %</b>	3.49	0.012	0.344
<b>Cu</b>	2822	18	0.638
<b>Zn</b>	6443	23.6	0.366
<b>As</b>	626	10.8	1.725
<b>Rb</b>	91.6	1.2	1.31
<b>Zr</b>	98.2	2.28	2.322
<b>Sr</b>	277	2.1	0.758
<b>Pb</b>	4884	22	0.45

Таблица 3. Тест повторяемости для образца почвы NIST 2710.

## 2. Воздушные фильтры.

Пределы обнаружения (LOD) элементов на воздушных фильтрах определены эмпирическим методом. Чистый фильтр без примесей был измерен 10 раз, и рассчитано среднеквадратическое отклонение (СКО) спектра на энергиях, соответствующих определенным элементам. Пределы обнаружения определены как три СКО.

Пределы обнаружения для различного времени измерения представлены в таблице 4.

Предел обнаружения, нг/см <sup>2</sup>				
Элемент	Время измерения, мин.			
	5	10	20	60
<b>Al</b>	30.9	21.9	15.5	8.9
<b>Si</b>	13.1	9.3	6.5	3.8
<b>Ca</b>	32.4	22.9	16.2	9.3
<b>Ti</b>	7.9	5.6	4	2.3
<b>Cr</b>	2.3	1.6	1.2	0.7
<b>Mn</b>	0.4	0.3	0.2	0.1
<b>Fe</b>	6.6	4.7	3.3	1.9
<b>Ni</b>	0.2	0.2	0.1	0.1
<b>Cu</b>	3	2.1	1.5	0.9
<b>Zn</b>	5.9	4.2	3	1.7
<b>Pb</b>	0.7	0.5	0.4	0.2

Таблица 4. Типичные пределы обнаружения.

Реальные пределы обнаружения могут варьироваться в зависимости от материала фильтра и комбинации присутствующих элементов.

Сравнение пределов обнаружения, определенных в методике EPA IO-3.3 и полученных на спектрометре ElvaX ProSpector (время измерения - 60 мин.) представлены на рисунке 2.

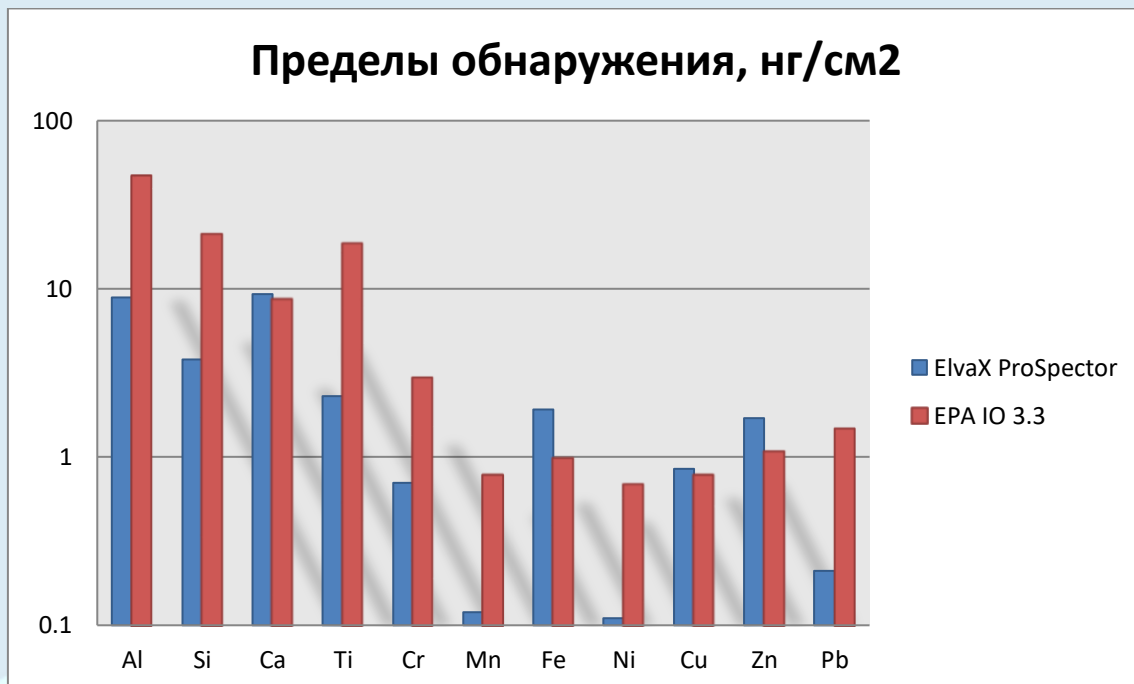


Рисунок 2. Пределы обнаружения, полученные на ElvaX ProSpector в сравнении с декларированными в методике EPA IO-3.3.

## **Выводы**

Полученные результаты показывают возможности спектрометра ElvaX ProSpector для анализа вредных элементов в почвах, отложениях в соответствии со стандартом EPA Method 6200. Продемонстрирована хорошая корреляция между аттестованными и измеренными концентрациями элементов в почвах.

Пределы обнаружения элементов в воздушных фильтрах соответствуют (а во многих случаях – гораздо ниже установленных пределов) требованиям стандарта EPA IO-3.3

Использование ручного спектрометра ElvaX ProSpector для экологического мониторинга позволяет существенно экономить время и деньги на лабораторных испытаниях.