

Соответствие RoHS, WEEE, ELV на спектрометре ElvaX ProSpector

Вступление

Многие международные директивы регулируют содержание вредных элементов в потребительских товарах, чтобы уменьшить их пагубное воздействие на здоровье людей и окружающую среду. Наилучшим методом для измерения содержания тяжелых металлов и других вредных веществ является рентгенофлуоресцентный анализ. РФА имеет высокую чувствительность к тяжелым металлам (свинец, ртуть, хром, сурьма, и др. могут быть выявлены на уровне в 1 ч/млн), хорошую производительность, а также позволяет проводить неразрушающий анализ.

ElvaX ProSpector используется для тестирования потребительских товаров на соответствие различным директивам, включая ROHS, WEEE, ELV согласно методике ASTM F2617-15.

Применение

ElvaX ProSpector решает широкий спектр задач, включая соответствие следующие директивы:

- **EU RoHS II.** Ограниченные вещества: *Pb, Hg, Cd, Cr, PBB, PBDE* в электронных устройствах;
- **EU WEEE.** Те же ограничения, что и в RoHS, но в отработанной электронике;
- **EU ELV.** Ограничивает содержание некоторых тяжелых металлов (Cd, Pb, Hg, Cr (hexavalent)) в автомобилях с истекшим сроком эксплуатации;
- **USA CPSIA 2008.** Ограничивает содержание свинца в детских игрушках на уровне в 100 ч/млн;
- **USA Halogen free Directive;**
- **California Proposition 65;**

Методики:

- **ASTM F2617-15.** Стандартная методика для количественного измерения Cr, Br, Cd, Hg, Pb в полимерных материалах методом РФА.
- **ASTM F963 -11.** Стандартная спецификация безопасности потребителей для безопасности детских игрушек.
- **CPSC-CH-E1001-08.3.** Стандартная методика для определения количества свинца (Pb) в детских металлических изделиях.

- **CPSC-CH-E1002-08.3** . Стандартная методика для определения количества свинца (Pb) в детских неметаллических изделиях.

Оборудование

ElvaX ProSpector – это ручной рентгенофлуоресцентный спектрометр, оснащенный 40 кВ рентгеновской трубкой с вольфрамовым анодом, сменщиком фильтров первичного пучка и SDD (или PIN) детектором. Прибор позволяет анализировать все токсические элементы, описанные в различных директивах.

Спектрометр имеет небольшой вес (около 1.5 кг), просто в использовании и работает от одного заряда батареи более 8 часов.

В приборе есть два основных вида представления данных: вывод полного состава образца (рис.1) и режим «Да/Нет» (рис. 2) для тестирования соответствия директиве RoHS.

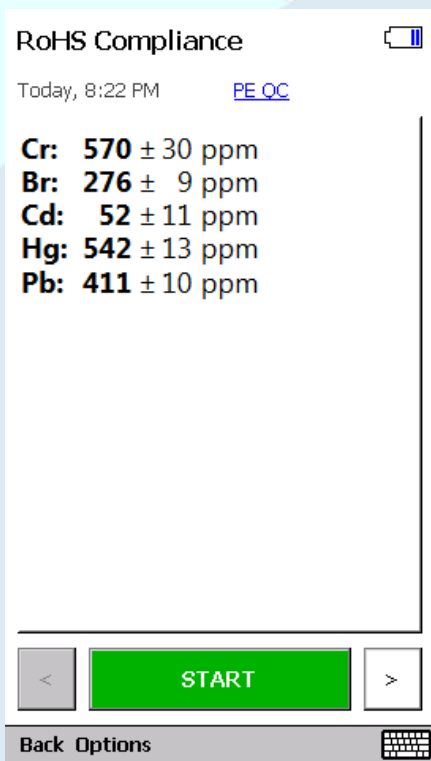


Рисунок 1. Результат измерения в режиме «Состав».

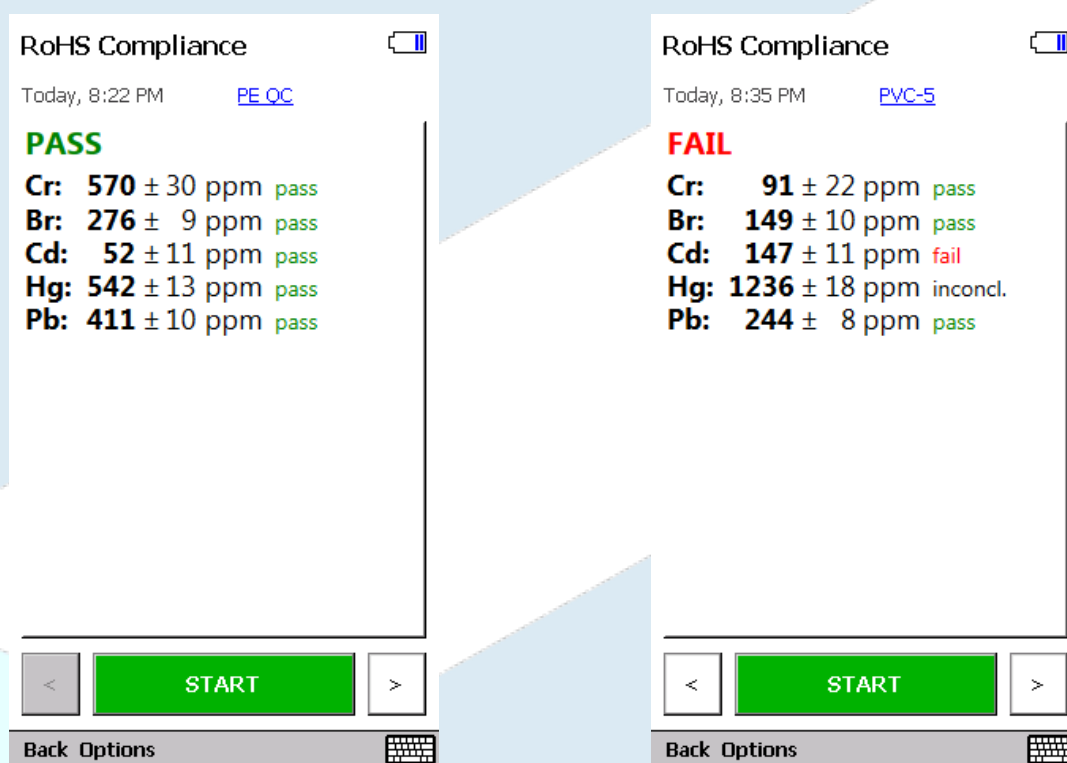


Рисунок 2. Результаты измерения в режиме «Да/Нет» ("Pass/Fail").

Методика

ProSpector откалиброван на измерение вредных элементов с помощью набора из 16-ти стандартных образцов поливинилхлорида и полиэтилена.

Пластики можно анализировать напрямую, без какой-либо пробоподготовки. В некоторых случаях, если материал изделия негетерогенный, рекомендуется сделать несколько измерений в различных точках и усреднить результаты.

В режиме соответствия ROHS используется двухпроходный рентгеновский режим. В первом проходе установлено напряжение анода 40 кВ и фильтр Ni 100 мкм, а во втором – фильтр Ni 300 мкм + Al 300 мкм.

Типичное время измерения – 15 секунд для приборов с SDD детектором и 30 секунд для приборов с PIN детектором. Время измерения может быть увеличено для достижения лучшей точности.

Результаты

Рисунки 3-12 показывают сравнительные графики между аттестованной и измеренной концентрацией хрома, брома, свинца, кадмия и ртути в полиэтилене (ПЭ) и поливинилхлориде (ПВХ).

Полученные данные аппроксимированы линейной функцией.

R^2 – это коэффициент достоверности аппроксимации, который показывает насколько точно результаты измерений соответствуют аттестованным значениям. Идеальное соответствие имеет место при значении R^2 равном единице

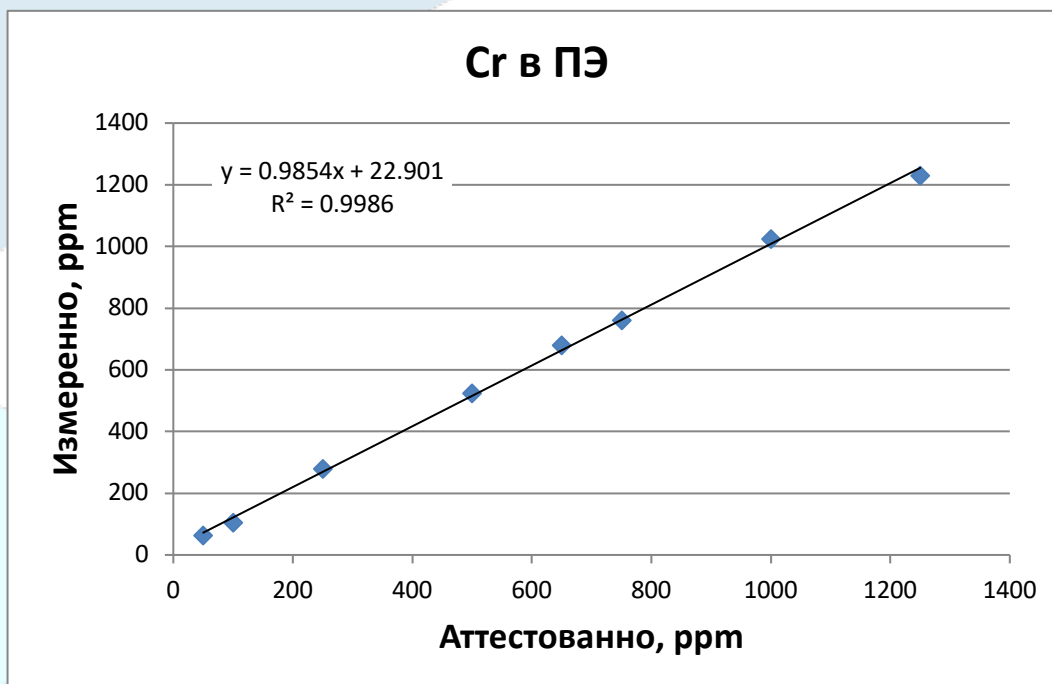


Рисунок 3. График соответствия концентрации хрома в полиэтилене.

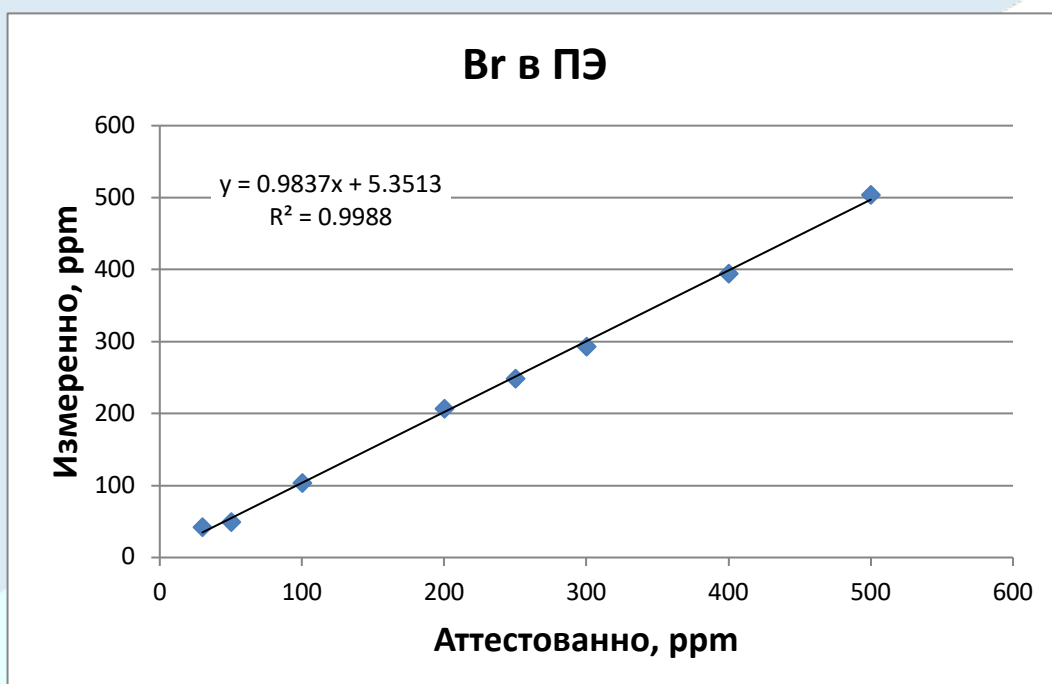


Рисунок 4. График соответствия концентрации брома в полиэтилене.

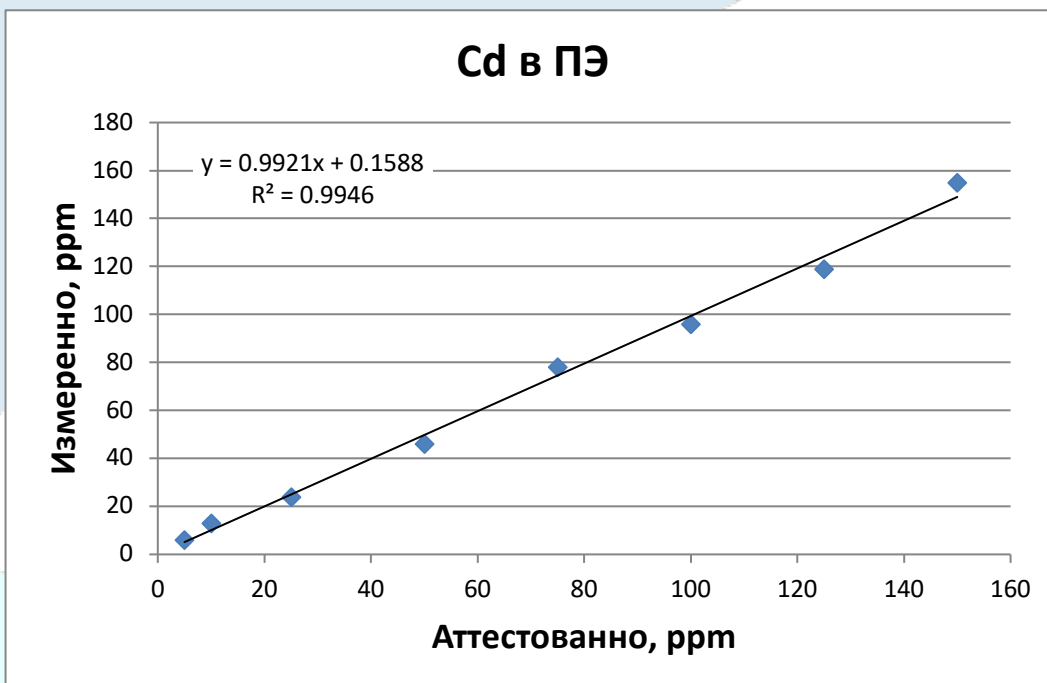


Рисунок 5. График соответствия концентрации кадмия в полиэтилене.

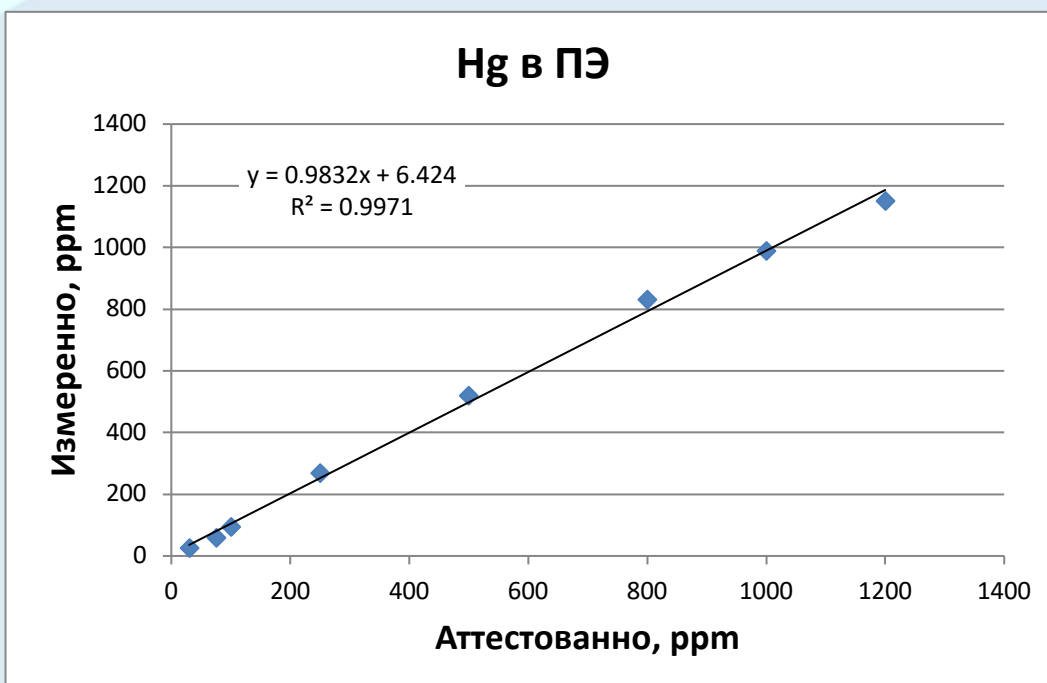


Рисунок 6. График соответствия концентрации ртути в полиэтилене.

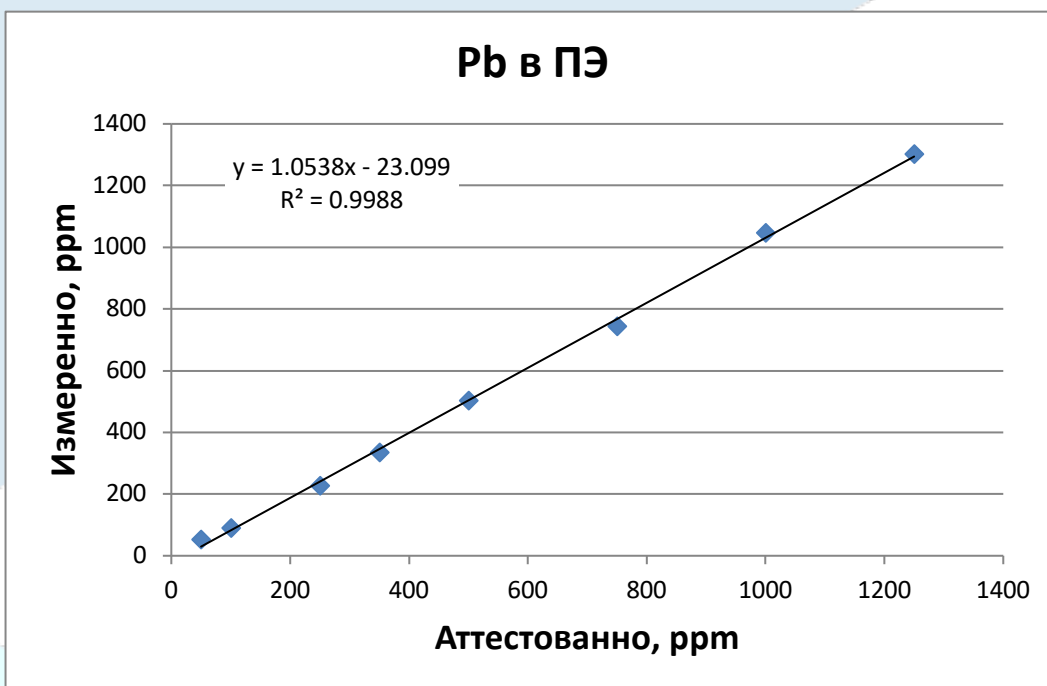


Рисунок 7. График соответствия концентрации свинца в полиэтилене.

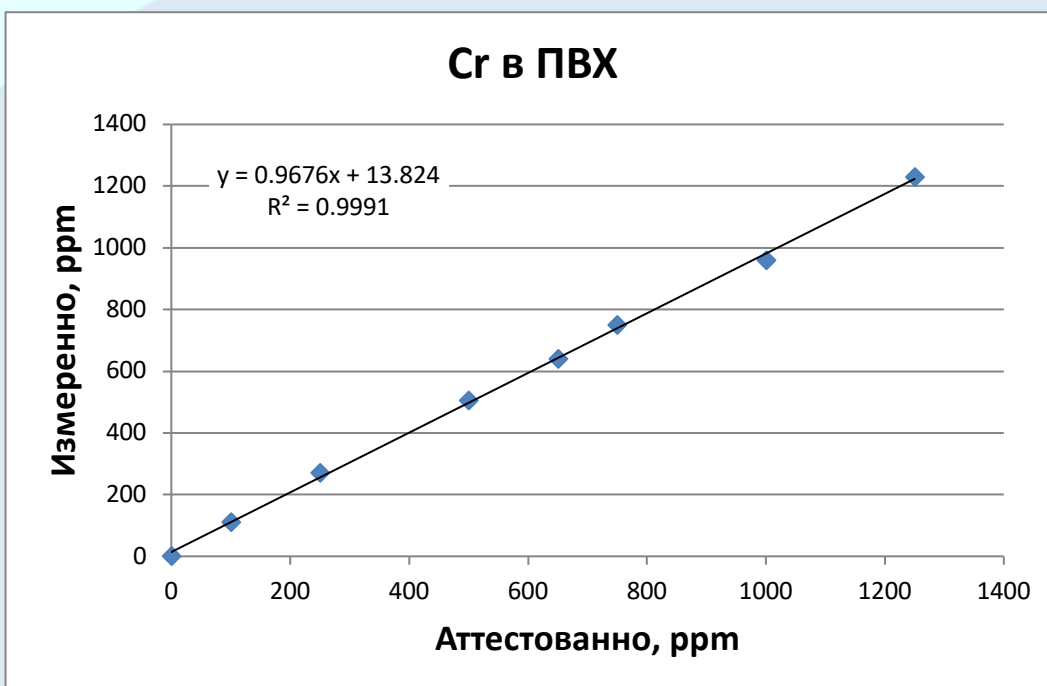


Рисунок 8. График соответствия концентрации хрома в поливинилхлориде.

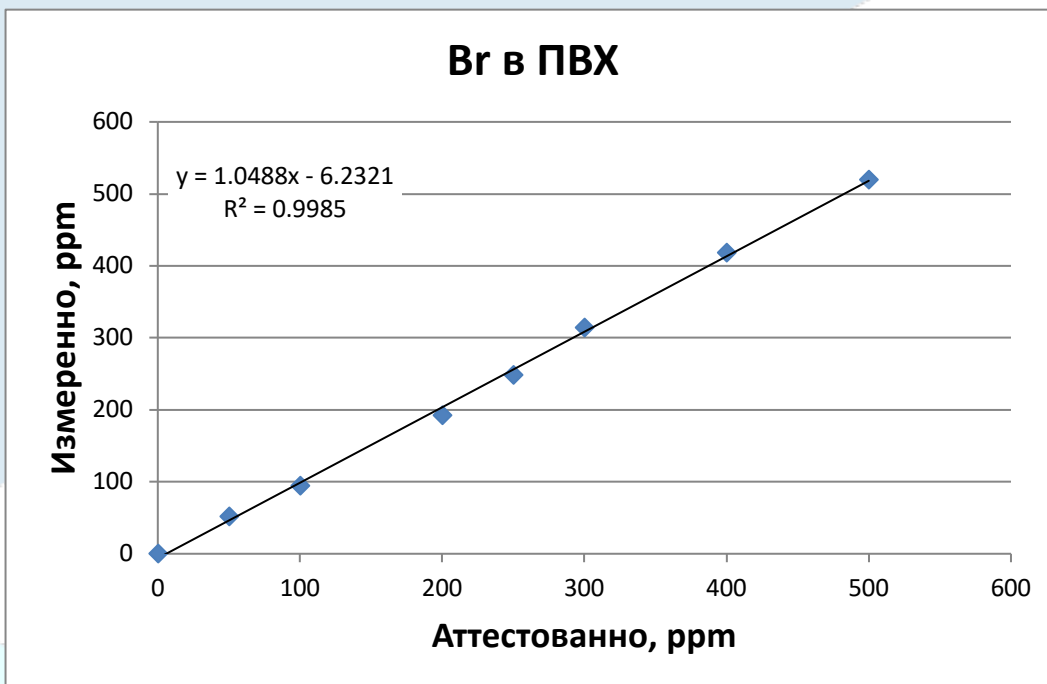


Рисунок 9. График соответствия концентрации брома в поливинилхлориде.

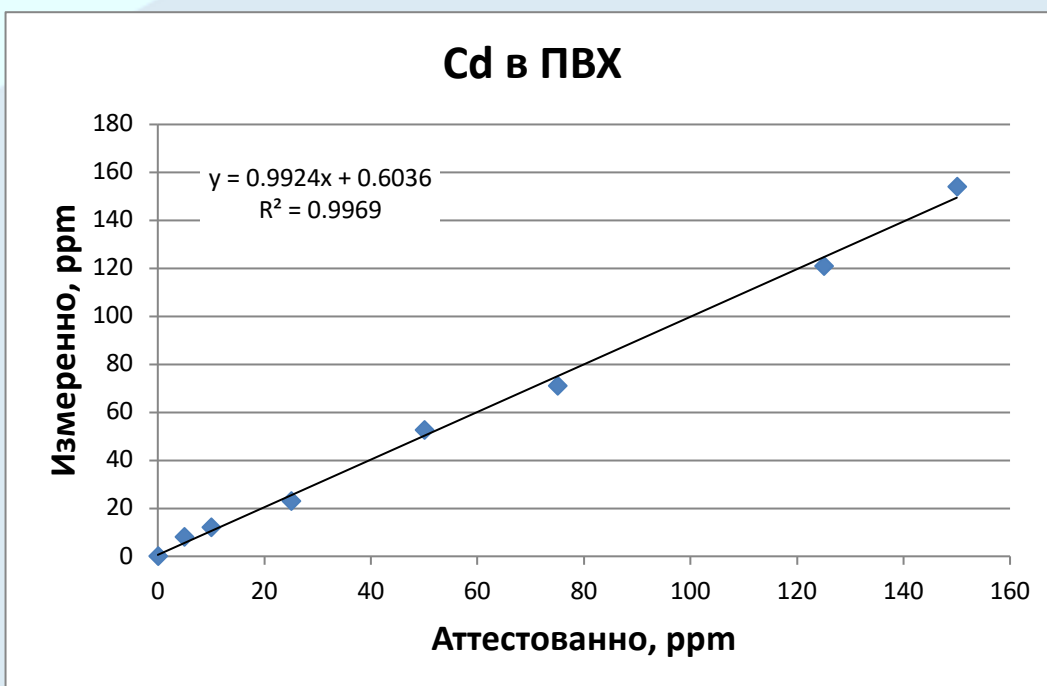


Рисунок 10. График соответствия концентрации кадмия в поливинилхлориде.

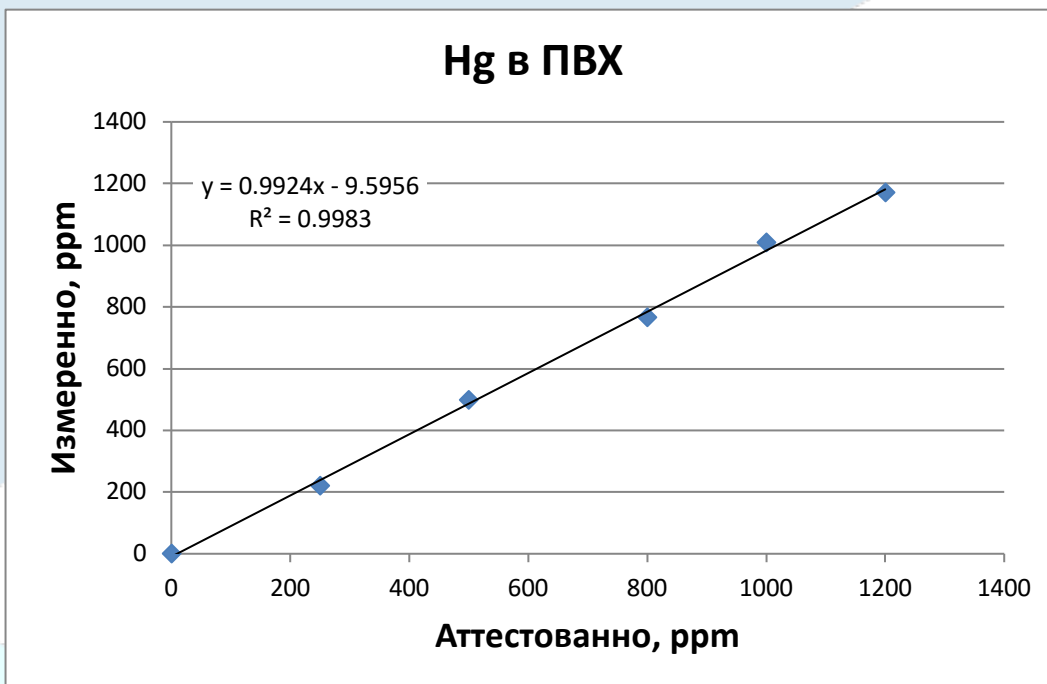


Рисунок 11. График соответствия концентрации ртути в поливинилхлориде.

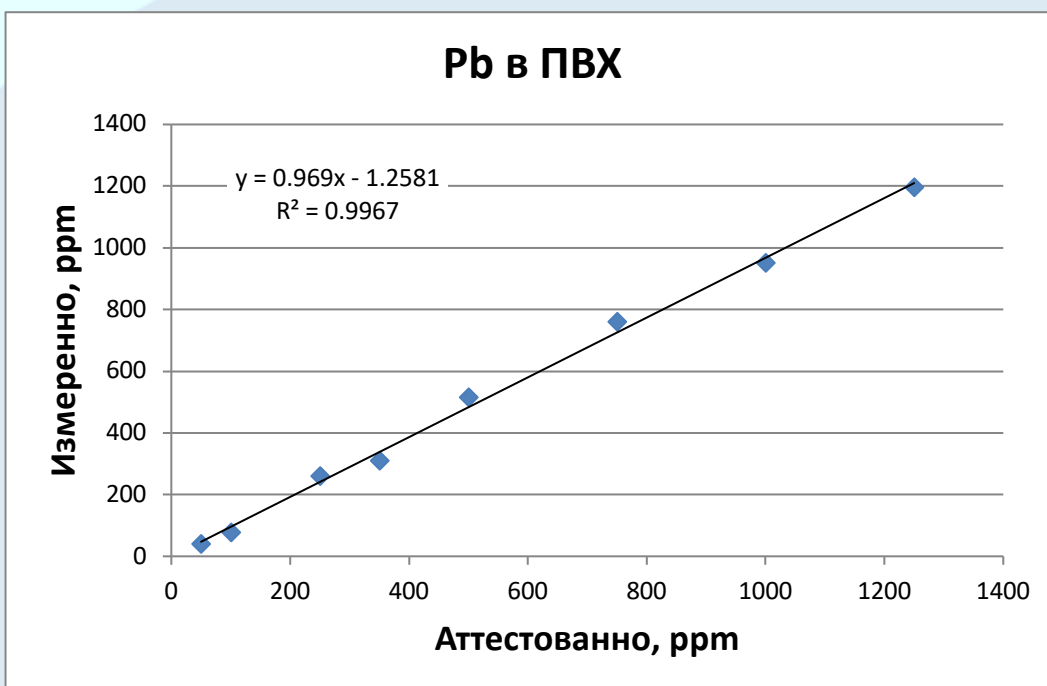


Рисунок 12. График соответствия концентрации свинца в поливинилхлориде.

Также был проведен тест повторяемости результатов. Стандартные образцы ПЭ и ПВХ были измерены 10 раз каждый по 30 секунд. Рассчитаны среднее значение концентрации, среднеквадратическое отклонение (СКО) и относительное СКО (оСКО -

в процентах). Результаты теста для полиэтилены даны в таблице 1, а для поливинилхлорида – в таблице 2.

ПЭ измерение #	Концентрация, ppm				
	Cr	Br	Cd	Hg	Pb
1	528	237	48	480	469
2	502	224	45	475	457
3	502	230	50	472	459
4	489	233	51	465	460
5	516	234	51	473	464
6	510	232	48	471	461
7	513	233	45	477	465
8	517	234	48	475	459
9	508	237	44	476	468
10	516	231	50	468	458
Среднее	510.1	232.5	48	473.2	462
СКО	7.9	2.6	2	3.4	3.6
% оСКО	1.55	1.12	4.17	0.72	0.78

Таблица 1. Тест повторяемости результатов измерений для полиэтилена.

ПВХ измерение #	Концентрация, ppm				
	Cr	Br	Cd	Hg	Pb
1	438	271	43	498	538
2	415	260	61	485	521
3	425	262	46	494	523
4	434	271	51	503	544
5	433	271	47	494	539
6	412	257	44	483	517
7	432	260	52	483	519
8	435	274	46	505	538
9	464	275	49	505	552
10	416	274	47	512	556
Среднее	430.4	267.5	48.6	496.2	534.7
СКО	10.72	6.2	3.72	8.4	11.76
% оСКО	2.49	2.32	7.65	1.69	2.2

Таблица 2. Тест повторяемости результатов измерений для поливинилхлорида.

Закключение

Полученные результаты показывают хорошую корреляцию между аттестованными и измеренными значениями концентраций вредных элементов в пластиках. Также, ElvaX ProSpector способен анализировать вредные примеси в металлах и сплавах.

Спектрометр может использоваться для тестирования на соответствие требованиям большинства европейских директив и директив США, включая ROHS 2, WEEE, CPSIA и другие.

Главные преимущества ручного спектрометра ElvaX ProSpector – это высокая точность и скорость измерений, неразрушающий анализ и отсутствие необходимости в пробоподготовке.