

Энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные спектрометры  
**EDX-7000/8000/8100**





# EDX-7000/8000/8100

Энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные спектрометры

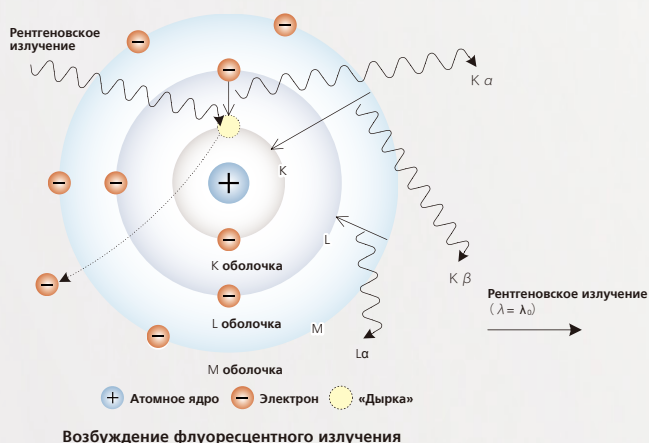
Новый EDX: превосходя все остальные

# Принцип метода и особенности рентгенофлуоресцентного анализа

## Принцип метода

При облучении образца рентгеновским излучением входящие в состав пробы атомы испускают флуоресцентное рентгеновское излучение. Атомы каждого элемента испускают свое (характеристическое) излучение, обладающее строго определенной для элемента длиной волны и энергией.

Регистрируя спектр, определяют качественный элементный состав образца. Измеряя интенсивность излучения разных длин волн или энергий, делают вывод о количественном содержании каждого элемента.



## Области применения

### Электронная промышленность

- Определение токсичных элементов в электронных компонентах в соответствии с директивой RoHS, скрининг галогенов.
- Анализ тонких пленок полупроводников, дисков, жидких кристаллов, солнечных батарей.

### Автомобильная промышленность и машиностроение

- Скрининг опасных элементов согласно директиве ELV.
- Анализ состава и измерение толщины покрытий, анализ изменений химического состава и массы покрытий деталей машин и агрегатов.

### Черная и цветная металлургия

- Определение основных компонентов и примесей в сырье, металлах и сплавах, припоях, благородных металлах.
- Анализ шлаков.

### Горнодобывающая промышленность

- Анализ руд и минералов, технологических образцов, готовой продукции.

### Строительные и конструкционные материалы

- Анализ керамических материалов, цемента, стекла, кирпичей, глины.

### Нефтяная и нефтехимическая промышленность

- Определение серы в нефти и нефтепродуктах.
- Определение элементов присадок и продуктов износа в смазочных маслах.

### Химическая промышленность

- Анализ органического и неорганического сырья, готовой продукции.
- Анализ катализаторов, пигментов, красок, резины, пластиков.

### Объекты окружающей среды

- Анализ почв, сточных вод, золы, фильтров, тонкодисперсных веществ.

### Фармацевтическая промышленность

- Анализ компонентов катализаторов синтеза.
- Анализ загрязнений и посторонних веществ в фармпрепаратах.

### Сельское хозяйство и пищевая промышленность

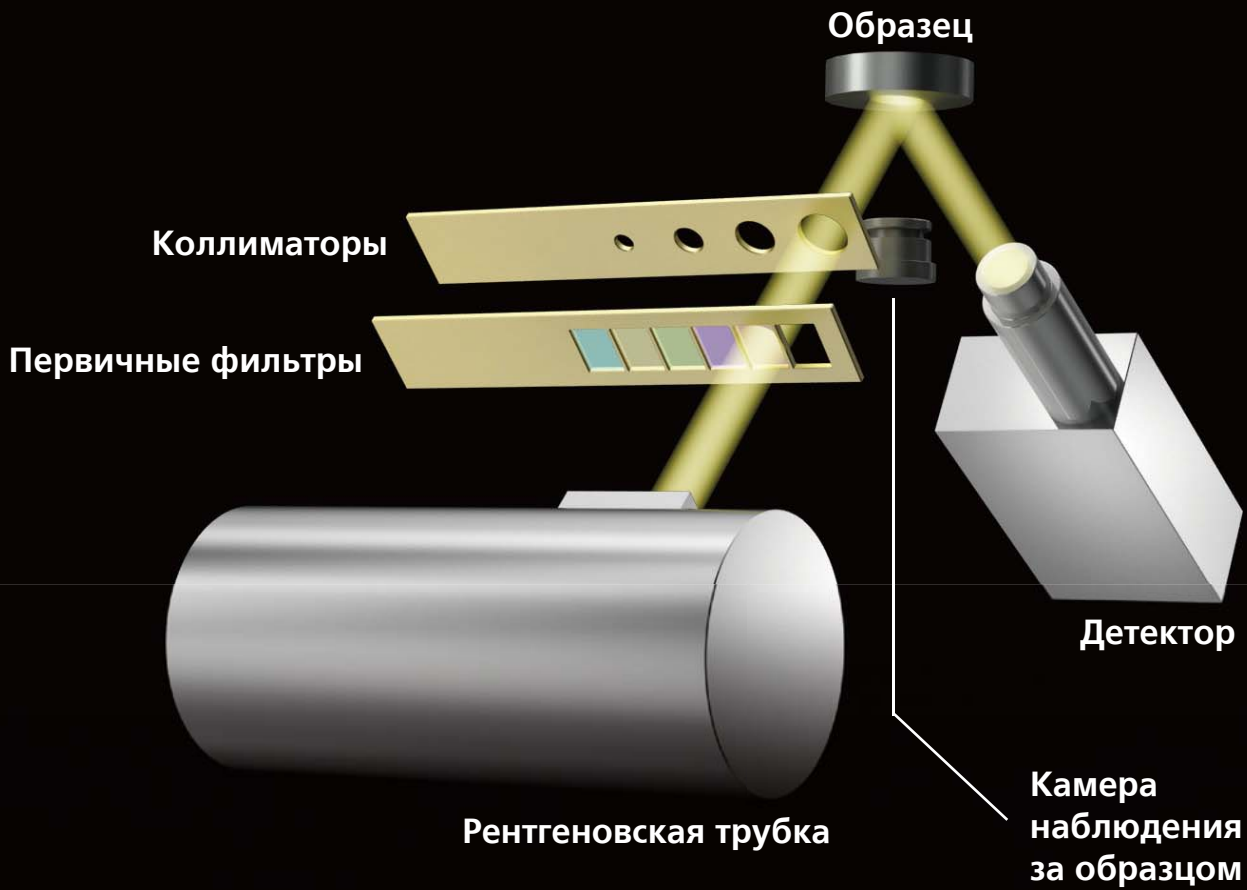
- Анализ почв, удобрений, растительных объектов.
- Анализ сырьевых компонентов, контроль добавок, определение посторонних веществ в пищевой продукции.

### Другое

- Анализ археологических образцов, драгоценных камней.
- Определение токсичных тяжелых металлов в игрушках и повседневных товарах.



# Схема рентгеновской оптики спектрометров EDX-7000/8000/8100

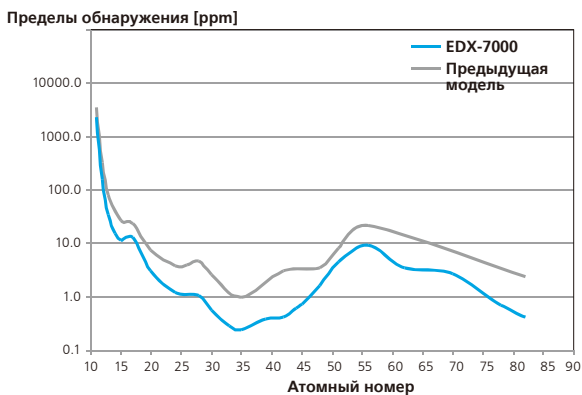


# Непревзойдённые аналитические характеристики

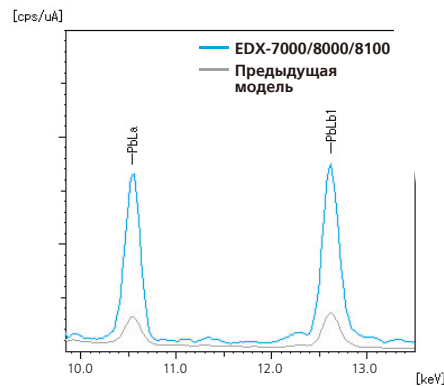
Высокопроизводительный SDD детектор и оптимизированная оптическая схема обеспечивают высокую чувствительность и скорость анализа, позволяют достичь лучшего разрешения, которые ранее были недостижимы. Спектрометр EDX-8000/8100 позволяет определять элементы, начиная с углерода ( $_6\text{C}$ ).

## Высокая чувствительность: пределы обнаружения улучшены в 1,5–5 раз

Высокопроизводительный SDD детектор в сочетании с оптимизированной рентгеновской оптикой и первичными фильтрами позволяют достичь высочайшего уровня чувствительности. Чувствительность возросла по сравнению с предыдущим Si (Li) детектором во всем диапазоне определяемых элементов.



Сравнение пределов обнаружения в легкой матрице

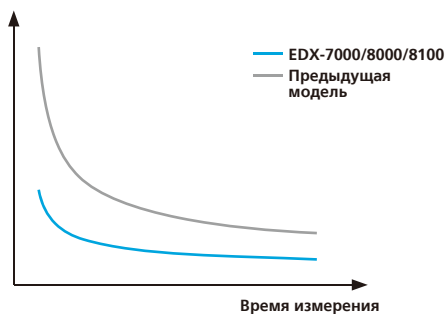


Сравнение профилей линий свинца (Pb) в медном сплаве

## Высокая скорость: производительность возросла в 10 раз

Высокая скорость счета рентгеновского флуоресцентного излучения SDD детектором позволяет проводить точный анализ за более короткое время, что особенно характерно для анализа образцов, генерирующих большое количество флуоресцентного рентгеновского излучения, например, металлов.

Стандартное отклонение



Взаимосвязь между временем измерения и стандартным отклонением

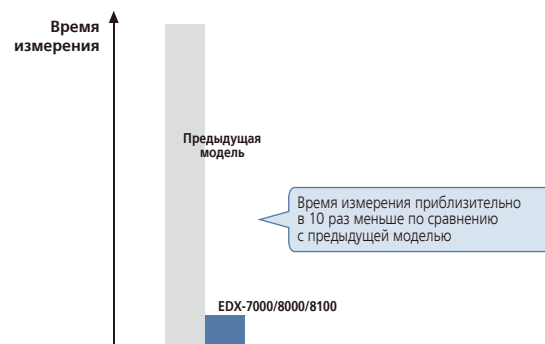
Продление времени измерения для увеличения интегральной интенсивности вторичного флуоресцентного излучения может увеличить точность (воспроизводимость) данных рентгенофлуоресцентной спектроскопии. EDX-7000/8000/8100 укомплектован высокоскоростным SDD детектором, позволяющим выполнять высокоточный анализ за более короткое время измерения, чем предыдущие модели спектрометров.

## Сравнительный анализ на двух спектрометрах



Анализируемый образец

Было проведено сравнение повторяемости результатов анализа образца металла, полученных на EDX-7000/8000/8100 и на предыдущей модели спектрометра.

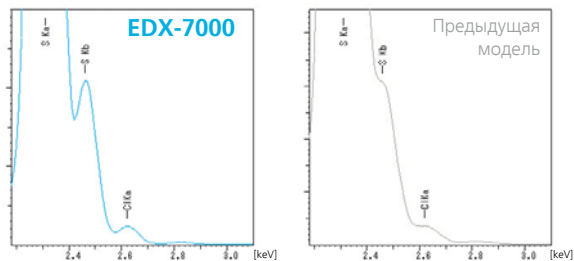


Время измерения, требуемое для проведения анализа с заданной точностью

## Высокое разрешение

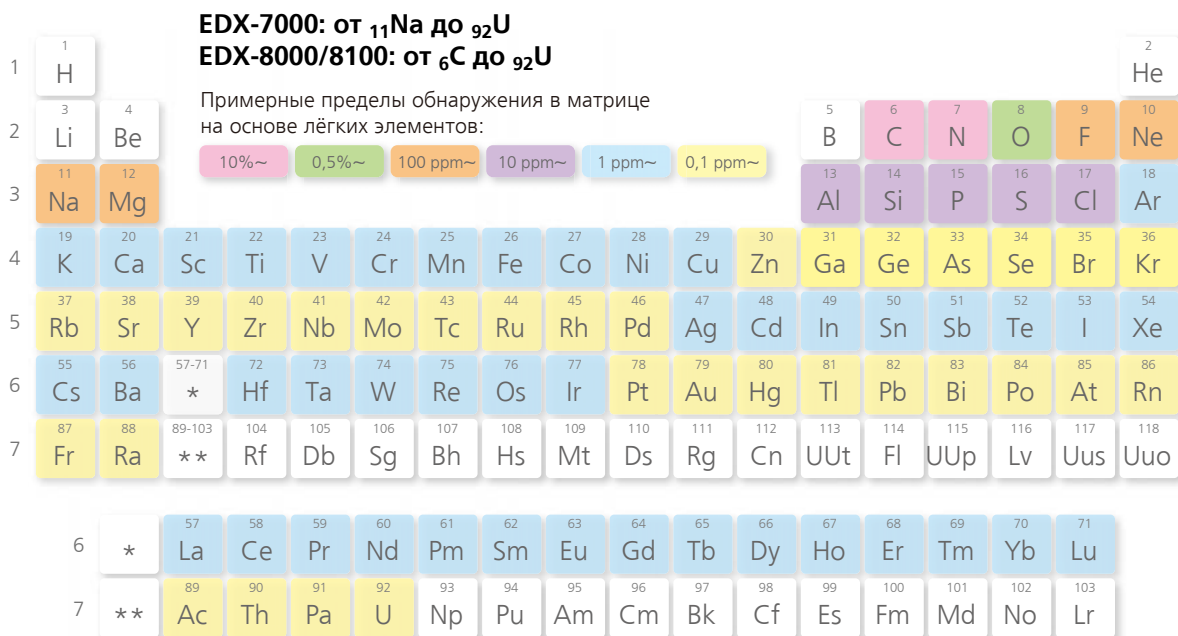
Спектрометры EDX-7000/8000/8100 имеют лучшее по сравнению с предыдущими моделями разрешение.

Это позволяет уменьшить перекрытие пиков, повышая надежность результатов анализа.



Фрагменты спектров полифенилсульфидной смолы

## Диапазоны определяемых элементов

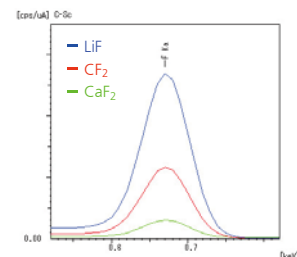


### Пределы обнаружения

- Для измерения легких элементов (от порядкового номера 15P и ниже) на спектрометре EDX-7000/8100P требуется дополнительная вакуумная система или блок продувки гелием.
- Для измерения легких элементов (от порядкового номера 15P и ниже) на спектрометре EDX-8000 требуется дополнительная вакуумная система.
- Пределы обнаружения варьируются в зависимости от матрицы образца и других присутствующих в нем элементов.
- Пределы обнаружения лёгких элементов с порядковым номером 20 (кальций) и ниже ухудшаются при использовании пленки для образцов.
- Элементы с порядковым номером (кислород) и ниже невозможно измерять в случае использования плёнки для образцов.

## Определение ультралегких элементов на EDX-8000/8100

EDX-8000/8100 имеет SDD детектор со специальным ультратонким окном и способен определять такие элементы, как углерод (C), кислород (O), фтор (F).



Пик фтора F (данные получены на EDX-8000/8100)

**EDX-7000/8000/8100**

Энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные спектрометры

# Универсальность

Спектрометры позволяют анализировать все типы образцов от микропроб до макрообъектов, от порошков до жидкостей. Дополнительное оборудование включает в себя вакуумную систему и блок продувки гелием для высокочувствительных измерений легких элементов, а также 12-позиционный автосамплер для непрерывного автоматизированного анализа.

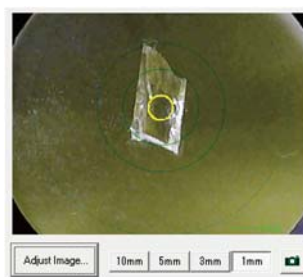
## Камера наблюдения за образцом и коллиматоры

### Автоматический выбор коллиматоров 4-х размеров: диаметром 1, 3, 5 и 10 мм

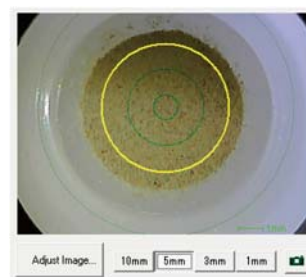
Возможен выбор одного из 4-х коллиматоров в соответствии с размерами образца. Выберите наиболее подходящий диаметр облучения в зависимости от формы образца: 1 мм для следов постороннего вещества или анализа дефекта, 3 или 5 мм для проб маленького объема.

### Камера наблюдения за образцом входит в стандартную комплектацию

Используйте камеру наблюдения за образцом для подтверждения правильности выбранного участка для облучения при анализе микрообразцов и неомогенных образцов, использовании микроячейки MicroX-Cell.



Выбран коллиматор Ø 1 мм



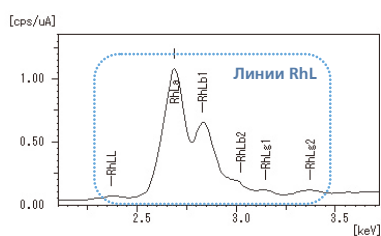
Выбран коллиматор Ø 5 мм, Использована микроячейка MicroX-Cell

## Автоматическая смена пяти первичных фильтров

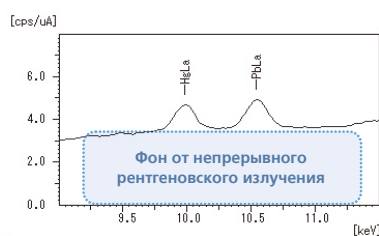
Первичные фильтры улучшают чувствительность измерений путем снижения уровня непрерывного и характеристического излучения рентгеновской трубки. Они особенно полезны при определении следов элементов. EDX-7000/8000/8100 снабжены в стандартной комплектации пятью первичными фильтрами (всего позиций шесть, включая одну открытую), смена фильтров производится автоматически с помощью программного обеспечения.

Фильтр	Диапазон энергий, в котором действие фильтра эффективно (кэВ)	Определяемые элементы (пример)
#1	15~24	Zr, Mo, Ru, Rh, Cd
#2	2~5	Cl, Cr
#3	5~7	Cr
#4	5~13	Hg, Pb, Br
#5	21~24 (5~13) *	Cd (Hg, Pb, Br)

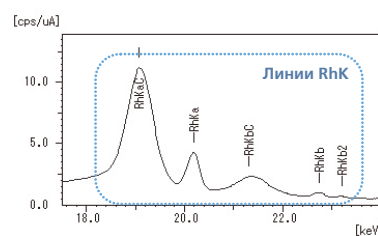
\* этот фильтр также удаляет фон в диапазоне энергий, приведенном в скобках ( )



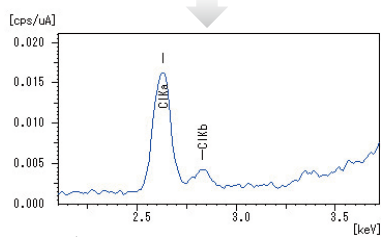
Filter. #2



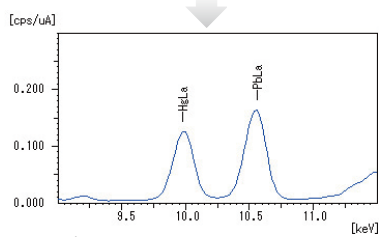
Filter. #4



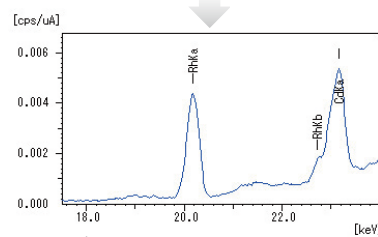
Filter. #1



Образец: хлорсодержащий полимер



Образец: Hg/Pb-содержащий полимер



Образец: Rh/Cd-содержащий водный раствор

### Эффект действия первичных фильтров

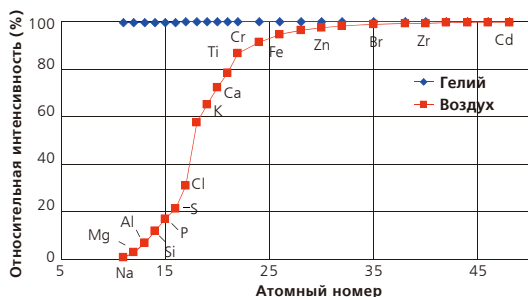
## Свободно комбинируйте коллиматоры и первичные фильтры

Коллиматоры и первичные фильтры управляются независимо друг от друга и могут комбинироваться для решения конкретных задач. Выберите оптимальное сочетание из 24 доступных вариантов (6 фильтров x 4 коллиматора). Количественный элементный анализ с использованием метода фундаментальных параметров (далее – метод ФП) возможен для любой комбинации.

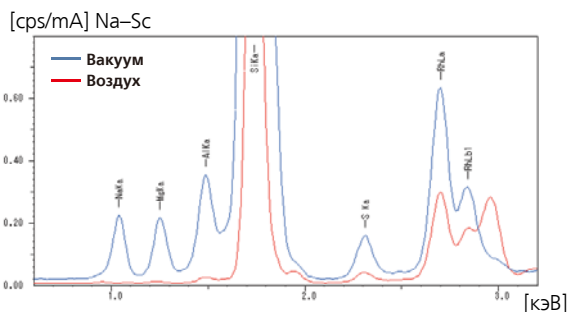


## Опционная вакуумная система и блок продувки гелием

Чувствительность определения легких элементов может быть увеличена за счет удаления воздуха из камеры для образцов. Для этого предлагаются на выбор два варианта: вакуумная система или блок продувки гелием. Блок гелиевой продувки применяют для анализа жидких проб, а также образцов, которые генерируют газ, и следовательно, не могут быть измерены в вакууме.



Относительная интенсивность линий элементов, измеренных в среде гелия и на воздухе (интенсивность в вакууме принята за 100 %)

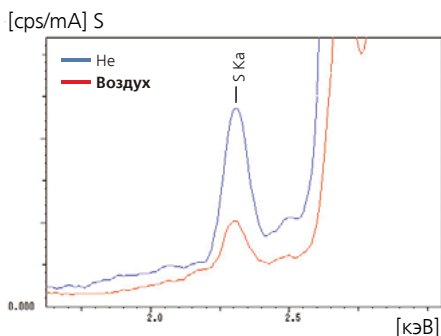


Сравнение спектров образца стекла, полученных на воздухе и в вакууме

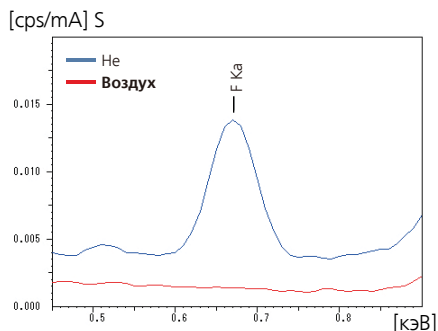
## Улучшенный блок продувки гелием (опция)

Этот блок собственной разработки (патент Японии №5962855) эффективно продувает камеру газообразным гелием с одновременной экономией времени продувки и расхода гелия на 40 % по сравнению с предыдущими моделями.

(Опция для EDX-7000/8100)



Сравнение фрагментов спектров с линией серы S, полученных на воздухе и при продувке гелием (EDX-7000, образец: сырая нефть)



Сравнение фрагментов спектров с линией фтора F, полученных на воздухе и при продувке гелием (EDX-8100, образец: фторсодержащее покрытие)

## 12-позиционный автосамплер (опция)

Автосамплер позволяет проводить непрерывные автоматизированные измерения.

Это увеличивает производительность спектрометра, особенно при измерениях в вакууме или атмосфере гелия.

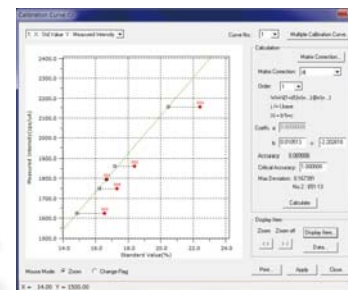


# Всесторонний количественный анализ

## Метод калибровочных кривых

В методе сначала анализируют стандартные образцы, по результатам измерений строят кривую зависимости интенсивности флуоресцентного излучения от содержания определяемого элемента, которую используют для количественного определения элемента в неизвестных образцах. Метод требует выбора стандартов, близких по составу неизвестным образцам и создания калибровочных кривых для каждого элемента, он позволяет получить высокоточные результаты анализа.

Процедура поддерживает все типы поправок на сопутствующие элементы, в том числе коррекцию на поглощение, возбуждение и коррекцию на перекрывающиеся пики от разных элементов.



## Метод фундаментальных параметров (ФП)

В методе используется расчет теоретических интенсивностей для определения количественного состава, исходя из измеренных интенсивностей. Это мощный инструмент для количественного анализа проб неизвестного состава в тех случаях, когда подготовка стандартного образца представляет трудности (патенты JP № 03921872, DE № 60042990, 3-08, GB № 1054254, US № 6314158).

### Функция автоматической настройки баланса (заявка на патент)

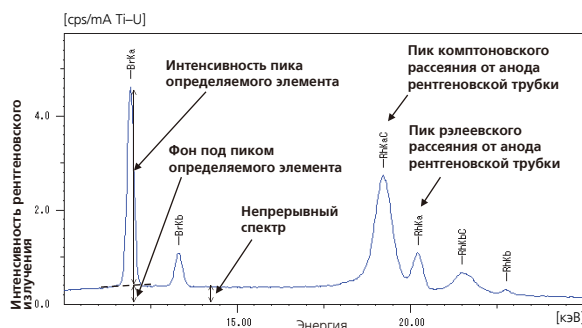
При анализе методом ФП образцов, содержащих в качестве основных такие элементы как С, Н и О, требуется настройка баланса, учитывающая данный факт. ПО автоматически устанавливает баланс, если определяет из профиля спектра, что установка баланса на такие элементы требуется.

## Метод ФП для анализа тонких плёнок

В программное обеспечение включена функция анализа тонких плёнок методом ФП. Данный метод позволяет измерять толщину плёнок в многослойных покрытиях и определять их количественный элементный состав. При использовании данной функции необходимо предварительно ввести информацию о материале подложки, последовательности слоёв, элементах, входящих в состав каждого слоя.

## Метод фундаментальных параметров с учётом фона

Метод фундаментальных параметров с учетом фона добавляет расчеты рассеянного рентгеновского излучения (фона) к обычному методу ФП, который рассчитывает только интенсивности пиков флуоресцентного излучения за вычетом фона (Патент Японии № 5975181). Данный метод улучшает точность количественных расчетов при анализе малых количеств органических веществ, измерениях толщины покрытий с неровной поверхностью, определении толщины пленок органической природы.



## Функция сопоставления

Функция сопоставления сравнивает данные анализа образца с существующей библиотекой данных на предмет их идентичности и отображает результаты сравнения в порядке убывания степени достоверности. Библиотека содержит данные о содержании элементов, интенсивности пиков; пользователь может регистрировать новые образцы и вводить данные о содержании вручную.

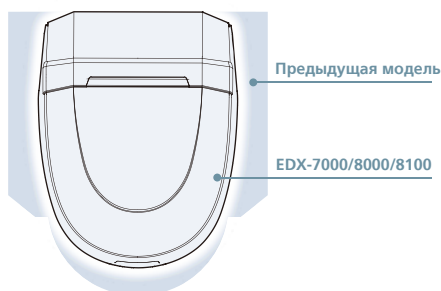
Candidate	Diff. Factor
SUS_304N2	0.22645
SUS_304	0.32843
SUS_303	0.45612
SUS_303Se	0.50774
SUS_304LN	0.57931
SUS_302	0.59651
SUS_321	0.93102
SUS_347	0.98581
SUS_304L	1.02803
SUS_305	1.22611

Результаты сопоставления

## Функциональный дизайн

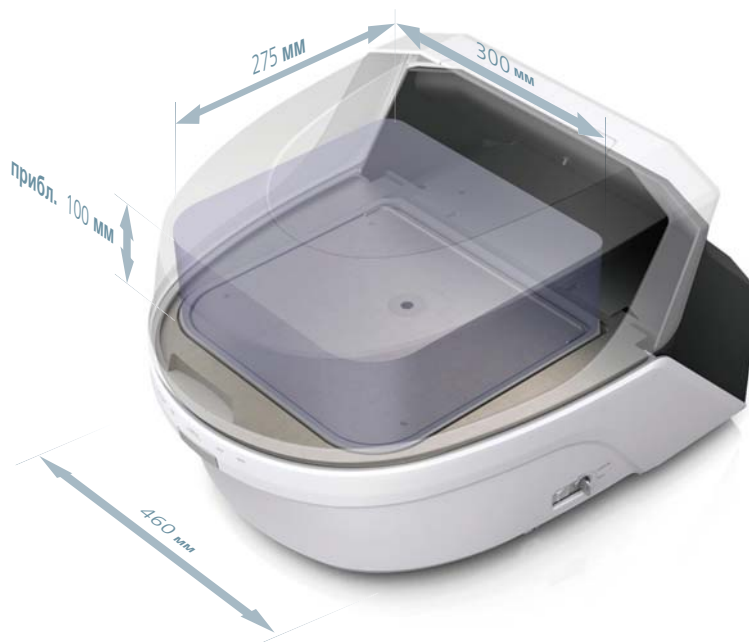
### Компактный дизайн, большая камера для образцов

Инструмент занимает меньше места по сравнению с предыдущей моделью благодаря компактному дизайну. Камера для образцов позволяет размещать в ней пробы размерами до 300 мм x 275 мм x 10 мм.



Размеры основного блока: 460 x 590 x 360 мм

**Сравнение площади, занимаемой EDX-7000/8000/8100 и предыдущей моделью спектрометра**



### Яркая светодиодная лампа

Во время работы рентгеновской трубки горят светодиодный индикатор в задней части прибора и лампа X-RAYS ON на передней панели, так что статус прибора можно распознать, даже не находясь непосредственно рядом с ним.



**EDX-7000/8000/8100**

Энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные спектрометры

## Программное обеспечение PCEDX Navi обеспечивает легкую работу с самого начала

Программное обеспечение PCEDX Navi предлагает весь набор функций и возможностей, необходимых опытным пользователям, и одновременно упрощает процедуру рентгенофлуоресцентного анализа для начинающих. Удобный пользовательский интерфейс предлагает интуитивно понятное управление и обеспечивает эффективную операционную среду как для профессиональных пользователей, так и для новичков.

### Понятный экран

На одном и том же экране показывается изображение образца, выбираются условия анализа, вводится название образца.

### Переключение коллиматора с экрана измерений

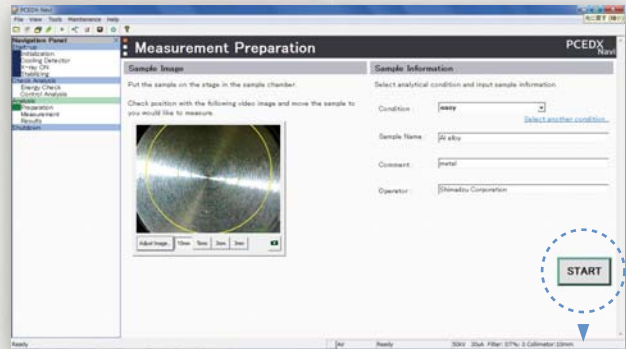
Изменяйте диаметр коллиматора, наблюдая за изображением образца. Выбранный диаметр обозначается желтым кругом.

### Автоматическое сохранение изображений образцов

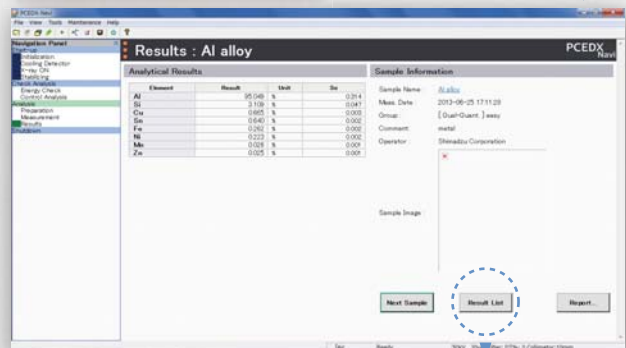
Изображение образца автоматически загружается в ПК при запуске измерения. Изображения образцов сохраняются со ссылкой на файл данных.



Экран настройки измерения



Экран результатов анализа



Список результатов (с изображениями образцов)



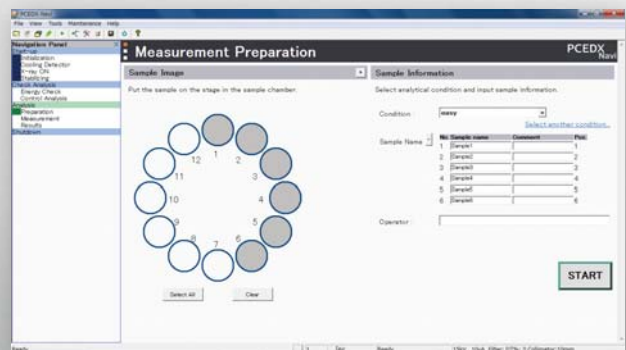
По окончании измерения названия образцов, концентрации элементов, значения  $3\sigma$  отображаются на экране в понятном виде вместе с изображениями образцов.

Одним кликом «мыши» отображается список результатов и индивидуальный отчет о проделанном анализе.

Поддержка непрерывных измерений

PCEDX Nav поддерживает измерения с помощью опционного автосамплера.

Осуществляется переключение между экраном изображения образца и экраном позиционирования образца.



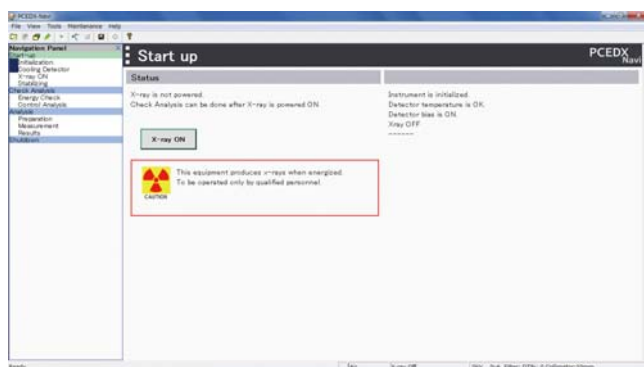
Экран настройки измерения с использованием автосамплера (экран позиционирования образца)

# Функции для повышения удобства пользователей

## Простой запуск прибора

PCEDX Navi предлагает осуществлять инициализацию прибора и запуск (запуск рентгеновского генератора) простыми кликами мыши.

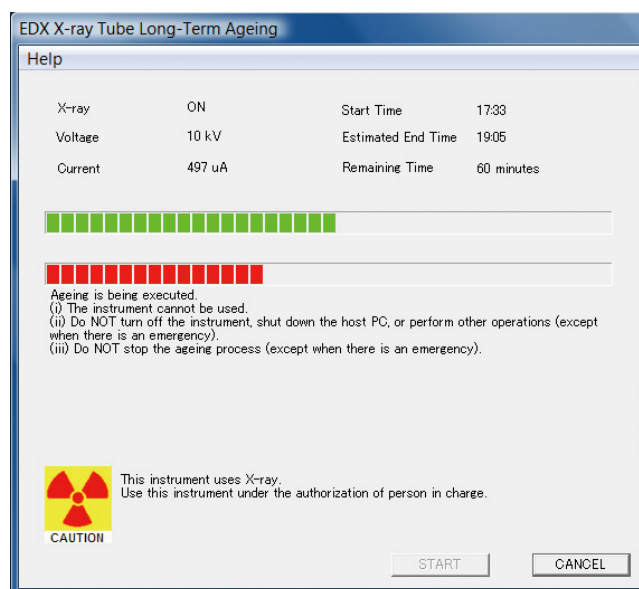
После запуска прибора на 15 минут включается работа функции стабилизации. В течение этого времени функции анализа и проверки блокируются, что гарантирует всем пользователям надежную работу спектрометра только по окончании процесса стабилизации.



## Автоматическая тренировка рентгеновской трубки

Если рентгеновская трубка не включалась в течение длительного периода, требуется ее тренировка, прежде чем трубка будет использоваться снова.

Программное обеспечение автоматически выполняет тренировку в соответствии с периодом, в течение которого трубку не использовали.



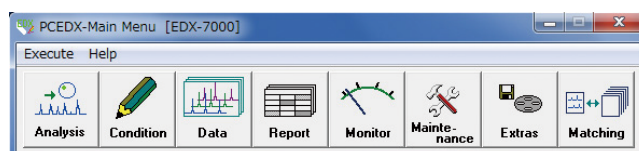
## Защита паролем

Программное обеспечение предлагает защиту паролем. Установка условий анализа и их изменение возможны только после ввода пароля.



## Программное обеспечение для опытных пользователей

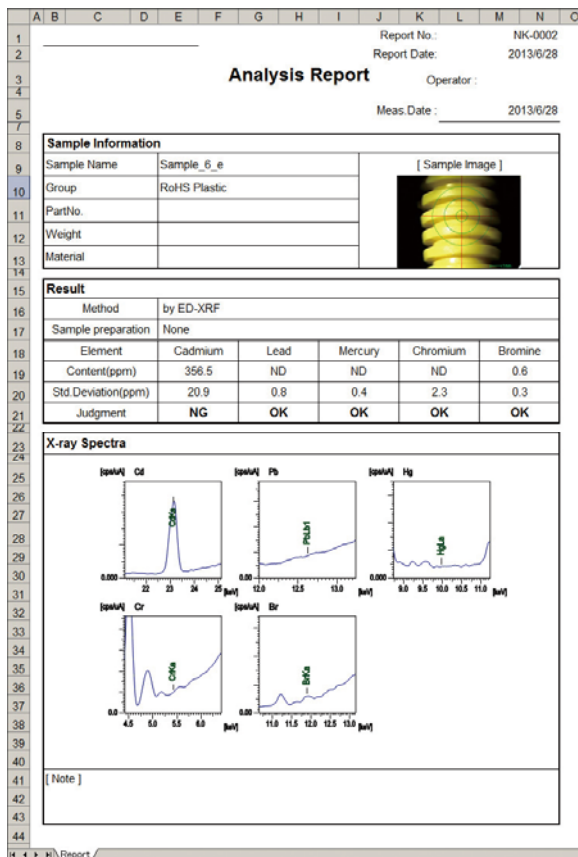
EDX-7000/8000/8100 укомплектованы программным обеспечением PCEDX Pro, имеющим более гибкие функции. Данное программное обеспечение поддерживает расширенные функции для выбора условий, проведения анализа и обработки данных. Оно также позволяет загружать профили данных и количественные значения, полученные на предыдущих спектрометрах Shimadzu серии EDX.



# Различные форматы вывода данных

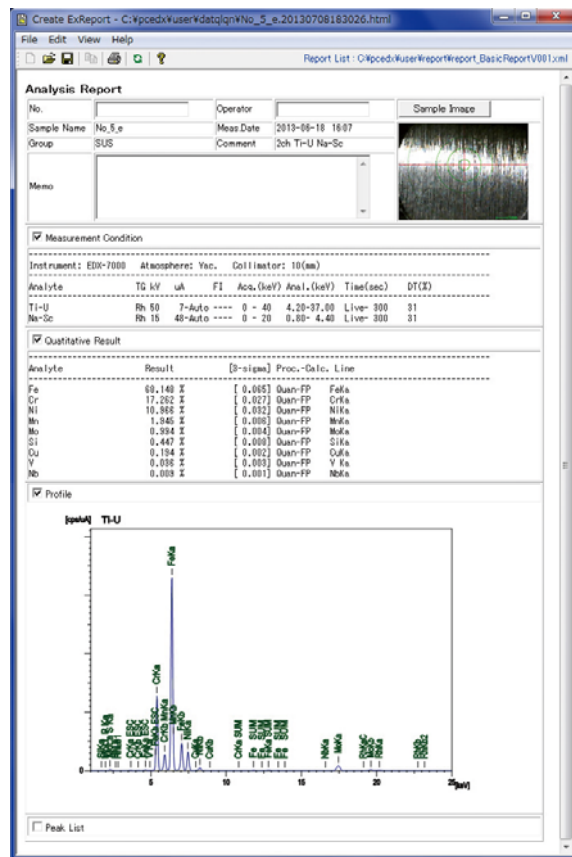
## Функция создания отчётов

Отчеты с данными анализа могут быть созданы в форматах HTML или Excel. Доступны разнообразные шаблоны. Изображение образца автоматически сохраняется при начале измерения и прикрепляется к отчету для регистрации того, какой образец был измерен.



Отчёт о результатах скрининга согласно директиве RoHS в формате Excel.

\*Microsoft Office Excel покупается отдельно.



Общая форма отчёта в формате HTML

## Функция создания списков

Списки результатов анализа нескольких образцов могут быть созданы в формате Excel. Данные в списке могут быть отредактированы. Доступны разнообразные шаблоны, включая список опасных элементов, контролируемых по директиве RoHS, и пользовательские списки элементов.

ExTBLFreeMS												
No.	Sample Name	Cd	Pb	Hg	Cr	Br	DIBP	DEP	BBP			
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	mg/kg	mg/kg	mg/kg			
4	ERM-EC591						1.477	3.063	0.316			
5	Non Cup											
6	PVC											
7	test1	7945.5	1490.8	153.3	155	140.8				2.6		
8	test2	366.3	125.9	155	80.1	108.2				23.5		
9	test3	7965.2	1481.4	153.4	153	140.9				2.6		

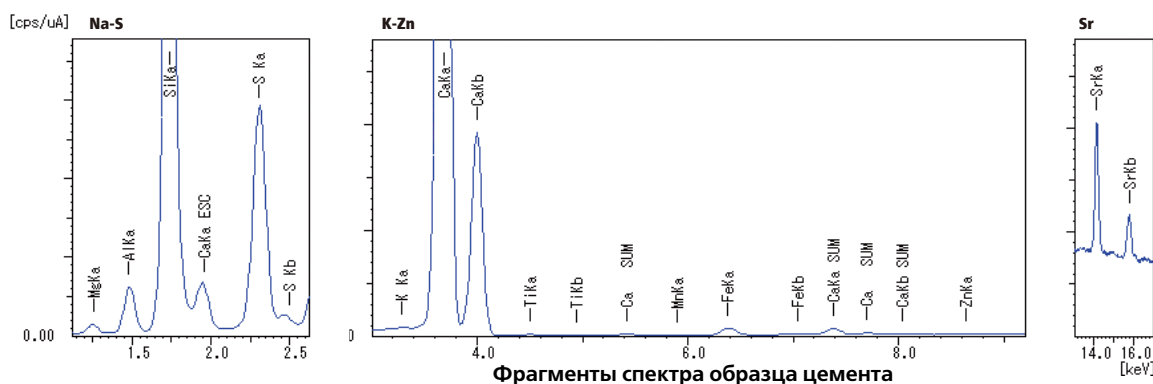
Таблица со списком элементов, выбранных пользователем.

\*Microsoft Office Excel покупается отдельно.

# Разнообразные области применения

## Порошки (частицы мелкого и крупного помола) — Качественный и количественный анализ цемента —

Анализ порошкообразных образцов — типичный пример использования рентгенофлуоресцентной спектроскопии. Образцы могут быть спрессованы или просто насыпаны в соответствующие ячейки (кюветы). Ниже приведены результаты качественного и количественного анализа образца цемента в диапазоне от натрия Na до урана U — стандартного метода анализа порошков. Точные результаты были получены без использования стандартных образцов. Измерения в вакууме позволили определить легкие элементы с высокой чувствительностью.



Элемент	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZnO	SrO
Расчитанное значение	1.75	3.95	21.86	2.44	0.11	69.60	0.079	0.011	0.18	0.002	0.023
Табличное значение	1.932	3.875	22.38	2.086	0.093	67.87	0.084	0.0073	0.152	(0.001)	(0.018)

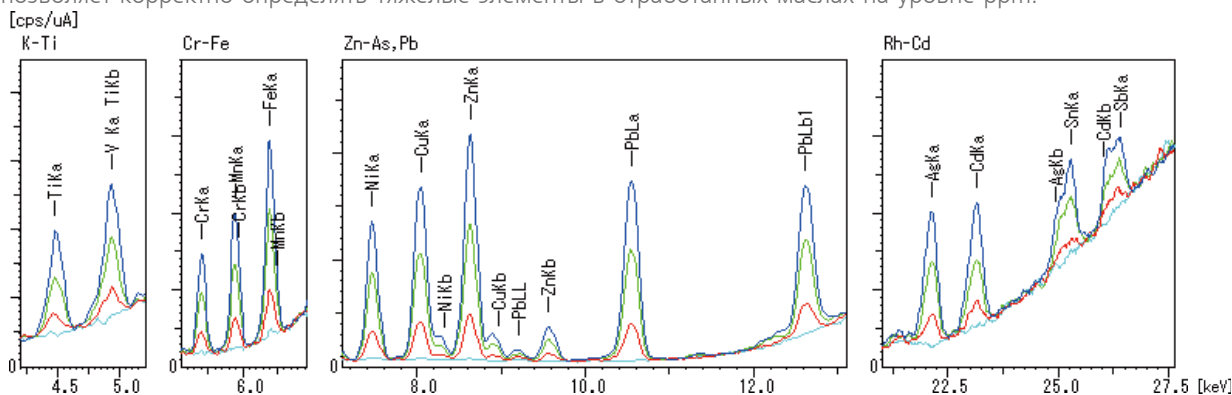
Анализируемый образец  
(спрессован при 250 кН в течение 30 с)

Сравнение результатов количественного анализа  
методом ФП с табличными значениями

Единица измерений: % массовый

## Жидкости, суспензии, эмульсии — Тяжёлые элементы в отработанном масле —

Для измерений жидких проб просто поместите образец в кювету с окошком из тонкой пленки. Метод эффективен для качественного и количественного определения добавленных компонентов и металлических продуктов износа в водных растворах, органических растворителях и нефтепродуктах. Как видно ниже, система позволяет корректно определять тяжелые элементы в отработанных маслах на уровне ppm.



Анализируемый образец  
(кювета с 5 мл масла)

— Стандартный образец отработанного масла, содержащий по 50 ppm определяемых элементов  
— Стандартный образец отработанного масла, содержащий по 30 ppm определяемых элементов

— Стандартный образец отработанного масла, содержащий по 10 ppm определяемых элементов  
— Холостая проба

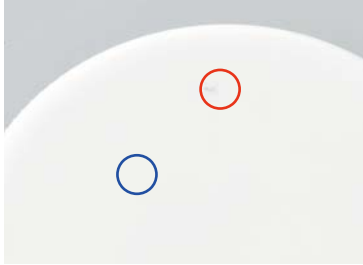
Наложённые фрагменты спектров образцов отработанного масла с разным содержанием элементов



## Оценка материала посторонней частицы

— Посторонняя частица, прилипшая к штампованной пластмассовой детали —

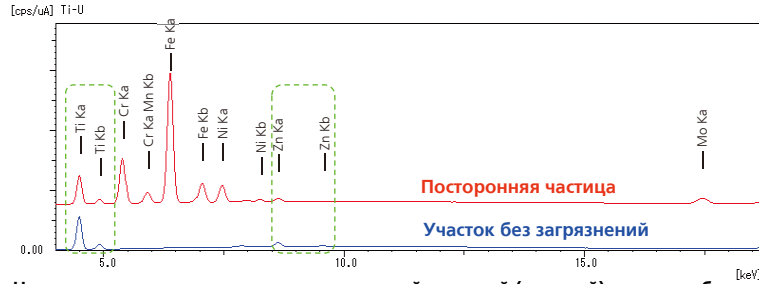
Спектрометр EDX позволяет проводить неразрушающий контроль элементного состава, что особенно полезно для анализа посторонних частиц, прилипших или смешанных с пищей, лекарствами или какой-либо готовой продукцией. Совместное использование камеры наблюдения за образцом и коллиматоров позволяет легко определять и идентифицировать частицы посторонних веществ. Применение коллиматора диаметром 1 мм снижает влияние материала матрицы, повышая точность количественного сопоставления полученных данных с библиотечкой данных. Ниже приведены результаты анализа материала, идентифицированного как нержавеющая сталь SUS316.



Анализируемый образец

**Красный круг:**  
участок с посторонней частицей

**Синий круг:** чистый участок



Наложенные спектры участка с посторонней частицей (красный) и участка без загрязнений (синий)

Analyte	Result	%
Fe	68.287	%
Cr	16.166	%
Ni	11.424	%
Mo	2.505	%
Mn	1.619	%

Результаты количественного анализа посторонней частицы методом ФП. Титан Ti и цинк Zn, входящие в состав основного материала, исключены из количественных расчётов.

Candidate	Diff. Factor
SUS_316	0.72200
SUS_316N	0.72200
SUS_316LN	1.10292
SUS_321	1.17556
SUS_305	1.18874
SUS_347	1.24270
SUS_316L	1.34046
SUS_304L	1.40368
SUS_304LN	1.49044
SUS_304N2	1.65853

Результаты сопоставления состава. (Результаты сопоставления с внутренней библиотечкой. Постороннее вещество идентифицировано как SUS316).

## Пища, биологические образцы, растения

— минеральный состав водорослей, пробы малого объёма —

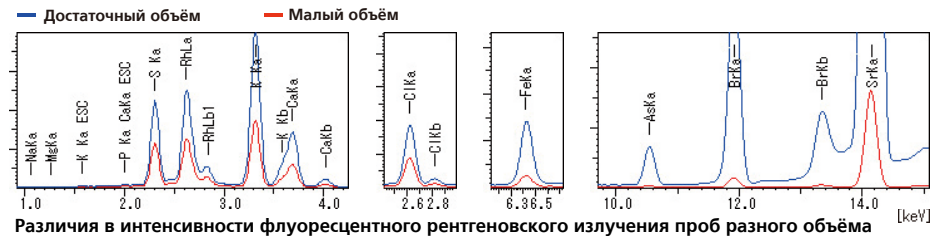
EDX используют для определения элементов в пищевых продуктах и биологических образцах. Спектрометры применяют для контроля добавок элементов в пищевые продукты, оценки роста с/х культур, определения района произрастания. Новый метод ФП с учетом фона позволяет получать результаты анализа малых проб, сходные с результатами анализа образцов в достаточных количествах. Метод особенно эффективен, когда в наличии есть только малые образцы, а также при устранении несоответствий из-за различий в пробоподготовке.



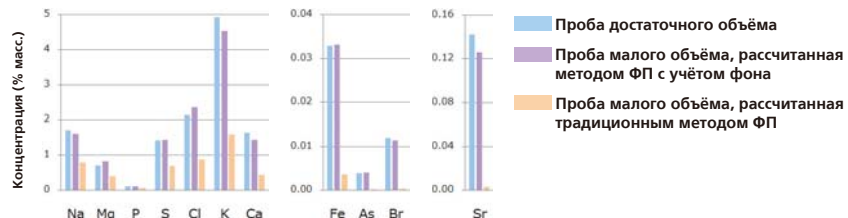
Образец достаточного объёма



Образец малого объёма



Различия в интенсивности флуоресцентного рентгеновского излучения проб разного объёма



Сравнение данных количественного анализа проб разного объёма методом ФП с учётом фона и традиционным методом ФП

### [комментарий]

При расчете традиционным методом ФП изменения интенсивностей рентгеновской флуоресценции из-за количества и разного рельефа проб приводят к ошибкам в расчете количественного содержания. Метод ФП с учетом фона устраняет влияние этих факторов и позволяет получить стабильные данные количественного анализа.

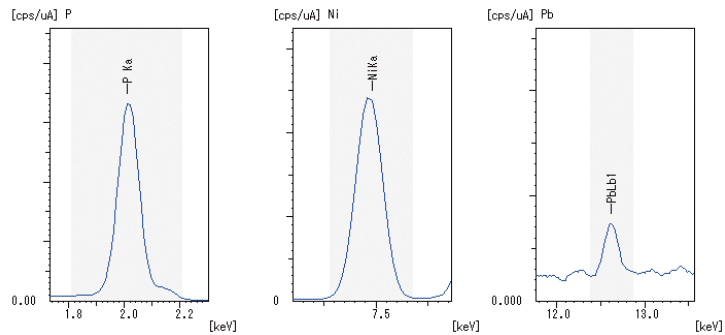
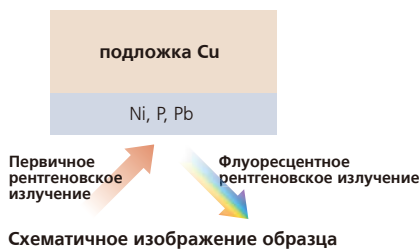
**EDX-7000/8000/8100**

Энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные спектрометры

# Разнообразные области применения

## Покрyтия, тонкие плёнки — Измерение толщины и состава никелированного покpытия —

Программа анализа пленок методом ФП позволяет измерять толщину слоев многослойных объектов, а также одновременно определять толщину и количественный элементный состав пленок и покpытий. Ниже приведены результаты анализа. Измеренная толщина покpытия составила 1,8 мкм. Кроме того, было определено количественное содержание основных компонентов никеля Ni и фосфора P, в качестве примеси был обнаружен свинец Pb.



Фрагменты спектра покpытия с пиками Ni, P и Pb

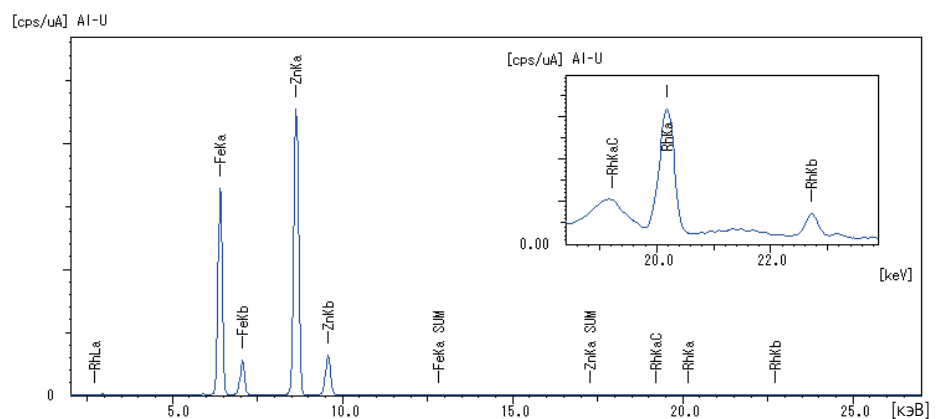
### Результаты количественного анализа покpытия методом ФП

При анализе пленок и покpытий методом ФП необходимо ввести данные о материале подложки, последовательности слоев и элементах.

Layer Info	Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line
1 Layer1					
1 Layer Layer1		1.805 um	[-----]	Total	-----
1 Elem. P		11.244 %	[ 0.036]	Quant.-FP	P Ka
1 Elem. Ni		88.738 %	[ 0.145]	Quant.-FP	Ni Ka
1 Elem. Pb		0.018 %	[ 0.003]	Quant.-FP	PbLb1
B Base					
B Elem. Cu		100.000 %	[-----]	Fix	-----

## Покpытия, тонкие плёнки — Измерение толщины покpытия на образце неправильной формы —

Спектрометр EDX выполняет измерение толщины покpытия без какого-либо стандартного образца методом ФП для тонких плёнок. Однако у данного метода есть проблема в большой ошибке количественного определения, так как метод ФП для тонких плёнок предполагает количественный расчёт толщины для плоских образцов с гладкой поверхностью. Новые возможности метода ФП с учётом фона позволяют с меньшей ошибкой выполнять измерения толщины у образцов неправильной формы, например, у фрагмента резьбы винта. Пример измерения покpытий оцинкованных винтов приведен ниже.



Спектр образца с линиями Zn, Fe и рассеянного рентгеновского излучения

Измеряемый фрагмент	Головка винта	Боковая часть винта	Боковая часть винта
Диаметр пучка	1 мм	10 мм	10 мм
Метод расчёта	Метод ФП для тонких плёнок	Метод ФП для тонких плёнок	Метод ФП с учётом фона
Измеренное значение	5,67 мкм	1,13 мкм	5,68 мкм

### Результаты измерений толщины гальванического покpытия

(При использовании метода ФП с учётом фона результаты анализа боковой части совпадают с результатами анализа головки)

# Пробоподготовка

## Твёрдые образцы

- Большие образцы ( $\varnothing > 13$  мм)
- Малые образцы ( $\varnothing < 13$  мм)



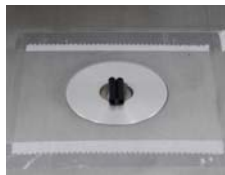
Просто положите образец в спектрометр



Закрепите на дне кюветы пленку и положите туда образец



Закройте пленкой



Закройте выходное окно пленкой и положите на нее образец

### Предварительная подготовка металлических образцов

Для улучшения точности количественного анализа, устранения загрязнений и окисной пленки с поверхности, обработайте и отполируйте поверхность образца металла с помощью токарного станка и полировальной машины.



Обработанный и отполированный образец



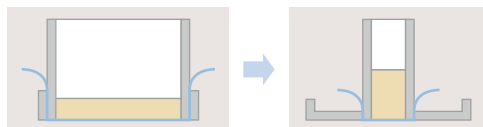
Токарный станок

## Жидкие образцы

- Измерения на воздухе или в среде гелия
- Измерения в вакууме



Закрепите на дне кюветы пленку и налейте образец



Если объем образца мал и не в состоянии обеспечить необходимую толщину пробы, используйте микрокювету (она применима также к порошковым образцам)



Проведите измерение образца, приканного и высушенного на специальной фильтровальной бумаге

## Порошки



Закрепите на дне кюветы пленку и насыпьте образец (метод свободной засыпки)



Спрессуйте порошок в таблетку с помощью пресса (метод прессования)



Автоматический пресс

Прессовальные пластины



### Измельчённые образцы

Измельчайте образцы с крупными размерами частиц, а также образцы, характеризующиеся неравномерностью частиц на поверхности проб.



Размольный сосуд

Автоматический истиратель

### Метод сплавления стеклянных дисков

Метод сплавления стеклянных дисков обеспечивает высокоточный анализ порошков оксидов, как, например, горные породы. Образец переводят в стекло с использованием флюсов, например,  $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ .



EDX-7000/8000/8100

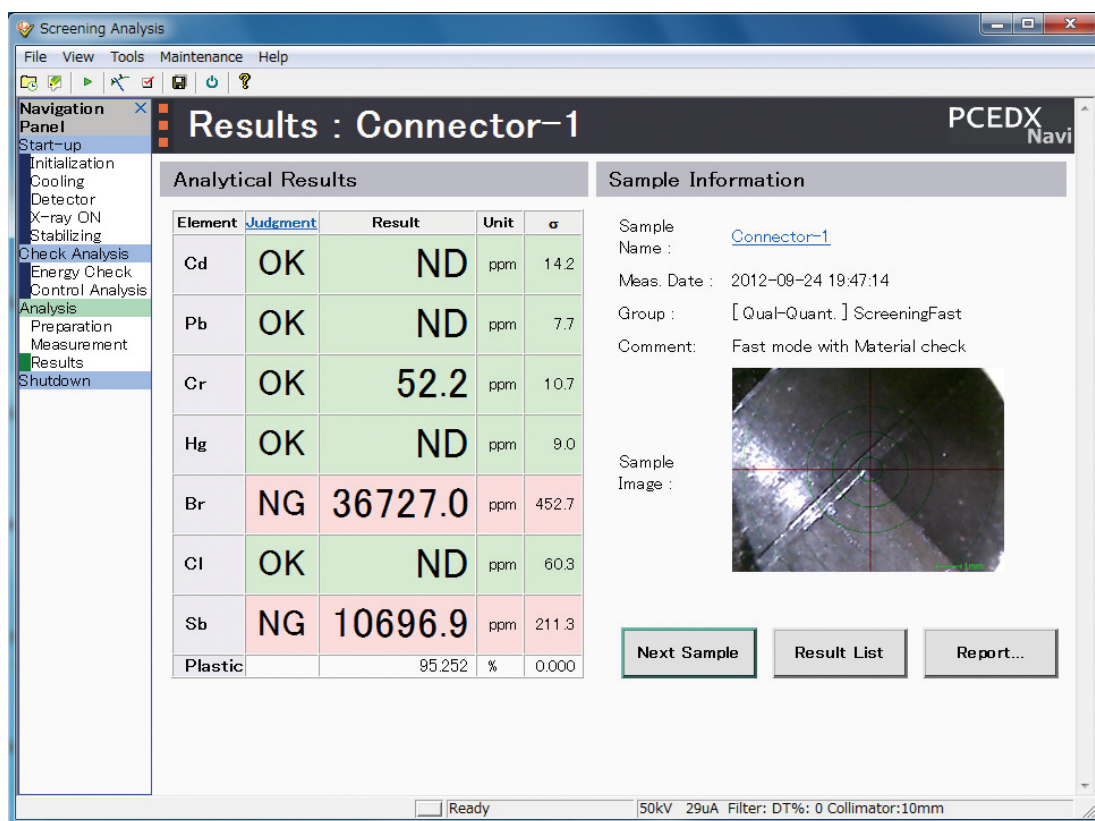
Энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные спектрометры

## Комплекты для скрининга (опция)

### EDX идеально подходит для реализации директив RoHS, ELV, а также скрининга галогенов

Опционные комплекты позволяют даже новичкам начать анализ на соответствие директиве RoHS, скрининг галогенов или сурьмы, начиная с момента установки прибора. Просто установите образец, выберите условия анализа, введите название образца и ждите результаты.

Результаты анализа с оценкой «тест пройден/не пройден» отображаются через несколько минут.



Окно результатов анализа на соответствие RoHS, скрининга галогенов и сурьмы

### Встроенные калибровочные кривые, автоматический выбор калибровочной кривой

#### Встроенные калибровочные кривые

Для анализа разных материалов имеются встроенные калибровочные кривые, что исключает необходимость наличия большого количества стандартных образцов.

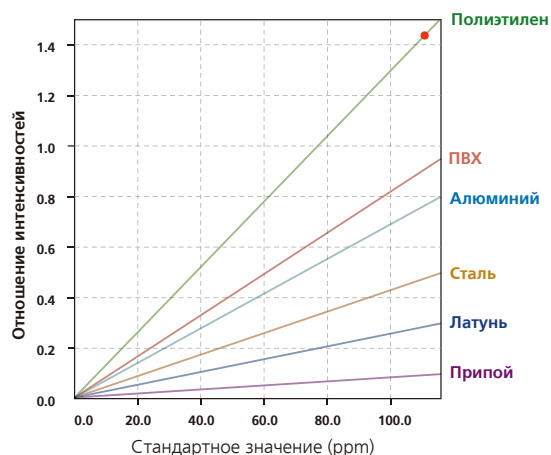
#### Автоматический выбор калибровочной кривой

Программа автоматически выбирает лучшую калибровочную кривую для анализируемого материала, освобождая пользователя от необходимости выбора условий анализа.

Неправильный выбор калибровочной кривой может привести к большой ошибке результатов количественного анализа, так что функция способствует повышению надежности данных.

#### Поправка на форму образца

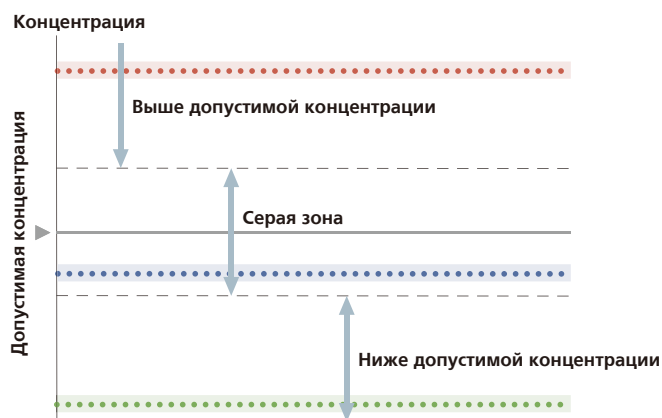
Метод учета фона в качестве внутреннего стандарта сравнивает значения интенсивностей рентгеновского флуоресцентного и рассеянного излучения, устраняя влияние формы и толщины образца на результаты количественного анализа.



## Автоматическое сокращение времени измерения

Данная функция автоматически переключает спектрометр на следующий анализ, если анализируемый объект однозначно имеет очень высокую или очень низкую концентрацию контролируемого элемента, оценка концентрации при этом происходит непосредственно во время измерения. Это позволяет более эффективно проводить скрининг.

- ..... Очевидно, что концентрация выше допустимой, измерение прекращается.
- ..... Серая зона. Измерение проходит в соответствии с установленным временем.
- ..... Очевидно, что концентрация ниже допустимой, измерение прекращается.



## Простая настройка экрана скрининга

### Пороговые значения

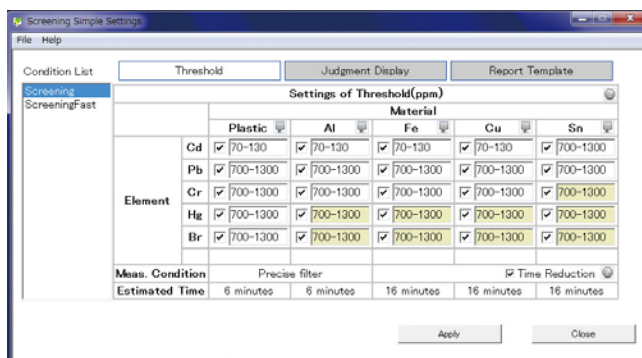
Пороговые значения могут быть установлены для каждого материала и каждого элемента. Оценка результатов скрининга производится в соответствии с тем, как установлены пороговые значения.

### Разная символика оценок скрининга

Разная символика оценок скрининга может быть установлена на дисплее результатов анализа для случаев, когда пороговая величина не достигнута, если результаты лежат в установленных пользователем пределах (в «серой» зоне), и когда пороговое значение концентрации превышено.

### Шаблон отчёта

Выберите стиль отчета из числа шаблонов, поставляемых в стандартной комплектации.



Экран простой настройки для скрининга согласно RoHS

## Три комплекта образцов для скрининга предназначены для выполнения разнообразных исследований

### Комплект для скрининга по директиве RoHS

Комплект для скрининга кадмия, свинца, ртути, хрома и брома.

В комплект входят полиэтиленовые образцы, содержащие данные пять элементов.



### Комплект для скрининга хлора и по директиве RoHS

В дополнение к кадмию, свинцу, ртути, хромю и бромю данный комплект поддерживает также скрининг хлора в пластиках. В комплект входят полиэтиленовые образцы, содержащие данные шесть элементов.



### Комплект для скрининга хлора и по директиве RoHS

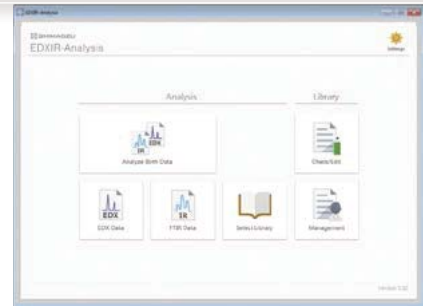
В дополнение к кадмию, свинцу, ртути, хромю и бромю, данный комплект поддерживает также скрининг хлора и сурьмы в пластиках. В комплект входят полиэтиленовые образцы, содержащие данные семь элементов.





# Программное обеспечение EDXIR-Analysis (опция)

Программное обеспечение EDXIR-Analysis специально разработано для проведения качественного анализа с использованием данных, полученных с помощью энерго-дисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра (EDX) и инфракрасного спектрофотометра с Фурье-преобразованием (FTIR). ПО EDXIR-Analysis используют для интегрированного анализа данных спектрометра FTIR, который отлично подходит для идентификации и диагностики органических соединений, и данных EDX, успешно применяемого для элементного анализа металлов, неорганических веществ, других соединений. По результатам анализов проводится идентификация и определяется степень совпадения. Программное обеспечение может быть также использовано для выполнения анализов на EDX или FTIR.



Библиотека для анализа данных (содержит используемые в качестве стандартных данные о 485 образцах) создана Shimadzu в сотрудничестве с агентствами по водоснабжению и производителями продуктов питания. В библиотеке могут быть зарегистрированы дополнительные данные, а также файлы изображений и файлы документов в формате PDF. ПО также эффективно для объединения хранения различных типов данных в виде одного электронного файла.

## Комплексный анализ данных об анализе примесей и данных сравнения для получения подтверждающей информации

Для автоматического выполнения качественного анализа просто кликните кнопку «Analyze Both Data» (анализ данных обоих приборов) и выберите данные, полученные на EDX/FTIR<sup>\*1</sup>. Это повышает эффективность анализа данных и обеспечивает мощную поддержку при анализе примесей. В дополнение к списку совпадений результаты комплексного анализа данных показывают спектры EDX и FTIR, найденные как совпадения из библиотеки. Если пользователь желает просмотреть соответствующие результаты анализа на EDX и FTIR, он может увидеть их, кликнув «Single». Кроме того, функция сравнения данных, вычисляющая степень соответствия между фактическими измеренными данными и данными, зарегистрированными в библиотеке, позволяет использовать программное обеспечение для противодействия различным «негласным изменениям»<sup>\*2</sup> и для других подтверждающих тестов. Нажатие кнопки «Print» позволяет распечатать результаты и сохранить данные в формате Word<sup>\*3</sup>.

\*1 Анализ спектра EDX позволяет отнести объект к неорганическому, органическому или к смеси. Комплексный анализ данных осуществляется путем применения уровней приоритета к каждой классификации (заявка на патент).

\*2 Используемый в Японии термин для обозначения изменений в объектах, производимых поставщиками без уведомления производителей.

\*3 Microsoft Word приобретается отдельно.

Пример ниже иллюстрирует комплексный анализ полученных данных о загрязнении сажевым каучуком и сравнение данных анализа поливинилхлоридного (ПВХ) объекта исследования и стандартного ПВХ-образца. Результаты комплексного анализа данных показывают, что сажевый каучук представляет собой акрилонитрилбутадиеновый каучук (НБК), содержащий карбонат кальция и стеарат цинка. По результатам сравнения данных степени соответствия между исследуемым ПВХ-образцом и стандартным ПВХ-продуктом составляет 0,8506. Анализы на EDX и FTIR показали наличие в образце свинца (Pb) и акрила, которые не были обнаружены в стандартном продукте. Возникает подозрение, что объект исследования содержит компоненты, отличные от компонентов стандартного продукта.



## Просмотр данных и изображений, регистрация, редактирование и удаление данных, создание файлов документов

Нажав кнопку «Edit» и выбрав существующую библиотеку, можно просмотреть данные, изображения и документы, зарегистрированные в выбранной библиотеке. Данные можно зарегистрировать заново, отредактировать и удалить. Можно также создать новую библиотеку. Если данные анализа образца получены с помощью оборудования, отличного от EDX и FTIR (например, хроматографа, масс-спектрометра или системы наблюдения за поверхностью), они могут быть преобразованы в формат PDF и затем зарегистрированы для объединённого хранения с данными EDX/FTIR.

The screenshot shows a software interface with a table of data. The table has columns for ID, Sample Name, Comment, EDX Data, FTIR Data, and Detail. Below the table, there are several windows: 'Rентгеновские спектры, результаты количественного анализа, фотографии, ИК-спектры и комментарии, сделанные в EDX, комментарии, другая информация' (X-ray spectra, quantitative analysis results, photos, IR spectra and comments, made in EDX, comments, other information); 'Просмотр файлов документов' (Document file viewing); 'Фотографии, файлы документов, комментарии, другая информация' (Photos, document files, comments, other information); and 'Просмотр зарегистрированных фотографий' (Viewing registered photos).

Рентгеновские спектры, результаты количественного анализа, фотографии, ИК-спектры и комментарии, сделанные в EDX, комментарии, другая информация

Просмотр файлов документов

Фотографии, файлы документов, комментарии, другая информация

Просмотр зарегистрированных фотографий

Все данные объединены и сохранены

## Держатель образца/контейнер для анализа примесей с помощью EDXIR (опция)

Держатель для измерения образцов на EDX и FTIR  
Держатель можно использовать как контейнер для хранения после измерения

### Позволяет проводить более эффективный анализ

Этот складной держатель включает клеевой слой с прикрепленными образцами и полипропиленовую пленку для рентгенофлуоресцентного анализа. При измерении на EDX закройте держатель и поместите его полипропиленовой пленкой непосредственно на зону облучения (нижняя сторона). При использовании FTIR откройте держатель и расположите образец на призму НПВО клеещим слоем вверх. Держатель позволяет перемещать образец между спектрометрами, сокращая трудозатраты и делая анализ более эффективным.

### Предотвращает потерю образцов

Закройте держатель после измерения, после чего он может быть использован как контейнер для хранения. Необязательно переносить образцы в другие контейнеры, так что нет никакой опасности их потерять.



Как использовать для EDX

Закройте держатель и поместите его полипропиленовой пленкой непосредственно на зону облучения (нижняя сторона).



Держатель в открытом состоянии (внутренняя часть)



Как использовать для FTIR

Откройте держатель и расположите образец на призму клеещим слоем вверх.

**EDX-7000/8000/8100**

Энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные спектрометры

# Комплект для анализа микрообъектов

Для анализа мелких загрязнений и дефектов на малых участках образца

Данную опцию можно использовать для анализа совсем малых площадей за счёт применения другого блока коллиматоров и камеры наблюдения образца. Это особенно полезно для анализа следов посторонних веществ и дефектов в микрizonaх и измерения толщины покрытий.

## Минимальный диаметр зоны облучения 0,3 мм

Рентгеновский пучок может быть сфокусирован до  $\varnothing 0,3$  мм, что эффективно для высокоточного анализа мелких загрязнений и для анализа дефектов на небольших участках образца, исследование которых с коллиматорами стандартной комплектации (минимальный  $\varnothing 1$  мм) затруднено.

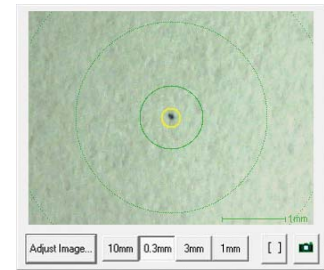
## Увеличенные фотографии образцов без ухудшения качества изображения

Система поддерживает регистрацию изображений меньших образцов, позволяя получать более детальные фото. Пользователи могут переключаться на увеличенное изображение, которое примерно в 2,5 раза больше, чем предыдущее изображение, без ухудшения его качества.

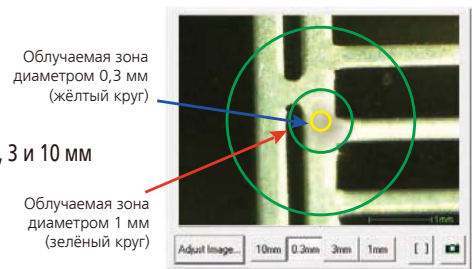
## Автоматическое переключение между коллиматорами для облучения зон диаметром 0,3, 1, 3 и 10 мм

Диаметр облучаемой зоны образца автоматически переключается между зонами 0,3; 1; 3 и 10 мм в диаметре. Система поддерживает не только анализ небольших площадей, но и анализ областей диаметром 10 мм.

Примечание: диаметр облучения — это диаметр пучка на поверхности образца.



Изображение образца в облучаемой зоне диаметром 0,3 мм (увеличенное изображение)  
Образец: частица нержавеющей стали (около 0,1 мм) на бумажном фильтре



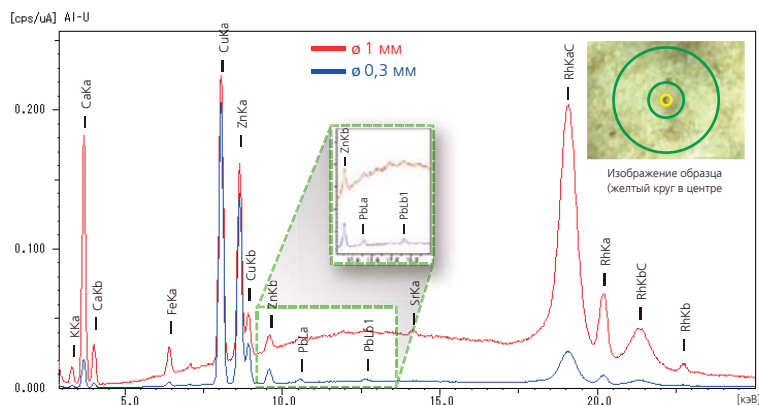
Фрагмент с металлическим покрытием  
При диаметре 1 мм облучаемая зона содержит не только анализируемый материал, так что измерение данного материала невозможно. При облучаемой зоне диаметром 0,3 мм измерение возможно.

## Пример анализа — маленькая частица металла (диаметр порядка 0,1 мм), прилипшая к поверхности снеков

Небольшую металлическую частицу диаметром около 0,1 мм, прилипшую к имеющимся в продаже снекам, анализировали в облучаемой зоне диаметром 1 мм и 0,3 мм. При облучении зоны  $\varnothing 1$  мм общий фон значительно увеличивается за счет рассеянного рентгеновского излучения от окружающей металлическую частицу области (снеков), что приводит к плохому соотношению сигнал/шум. При облучении зоны  $\varnothing 0,3$  мм влияние рассеянного излучения из окружающей области невелико, и получаются спектры с хорошим соотношением сигнал/шум.

При облучении зон обоих диаметров в качестве основных элементов детектируются медь (Cu) и цинк (Zn). Это указывает на то, что вне зависимости от диаметра облучения частица идентифицируется как латунь. Однако в случае диаметра 0,3 мм также определяются пики свинца (Pb), что позволяет сделать вывод, что металлическая частица представляет собой автоматную латунь.

Использование диаметра облучения 0,3 мм позволяет проводить более точные анализы даже малых загрязнений на поверхности органических материалов сильно рассеивающих рентгеновские лучи.





# Спецификация

<b>Принцип анализа</b>	Рентгенофлуоресцентная спектрометрия
<b>Тип спектрометра</b>	Энергодисперсионный
<b>Анализируемые образцы</b>	Твердые тела, жидкости, порошки
<b>Диапазон измерений</b>	от 11Na по 92U (EDX-7000), от 6C по 92U (EDX-8000/8100)
<b>Размеры камеры</b>	(Ш) 300 мм x (Г) 275 мм x (В) ~ 100 мм
<b>Макс. масса образца</b>	5 кг (200 г на образец при использовании турели, общая масса 2,4 кг)

## Рентгеновский генератор

<b>Рентгеновская трубка</b>	Анод Rh
<b>Напряжение</b>	4–50 кВ
<b>Ток</b>	1–1000 мкА
<b>Метод охлаждения</b>	Воздушный (с помощью вентилятора)
<b>Облучаемая область</b>	Автоматическое переключение 4 позиции Ø 1, 3, 5 и 10 мм Автоматическое переключение на 4 позиции Ø 0,3; 1; 3 и 10 мм*1
<b>Первичные фильтры</b>	Пять (шесть позиций, включая одну пустую), автоматическое переключение

## Детектор

<b>Тип</b>	Кремниевый дрейфовый детектор
<b>Жидкий азот</b>	Не требуется (термоэлектрическое охлаждение)

## Камера для образцов

<b>Атмосфера анализа</b>	Воздух, вакуум*1, гелий He*2
<b>Смена образца</b>	12-позиционная турель*1
<b>Наблюдение за образцом</b>	Полупроводниковая камера

## Система обработки данных

<b>Оперативная память</b>	Не менее 2 Гб (32-bit), не менее 4 Гб (64-bit)
<b>Жёсткий диск</b>	Не менее 250 Гб
<b>Оптический привод</b>	Мульти-привод
<b>Операционная система</b>	Windows 10 (32-bit/64-bit)*3

## Программное обеспечение (ПО)

<b>Качественный анализ</b>	ПО для измерений и анализа
<b>Количественный анализ</b>	Метод калибровочных кривых, коррекция на мешающие элементы, метод ФП, анализ пленок методом ФП, метод ФП с учетом фона
<b>ПО сопоставления состава</b>	Интенсивность/содержание
<b>Утилиты</b>	Функции автоматической калибровки (калибровка по энергиям, калибровка по полуширине пика)
<b>Функция мониторинга состояния оборудования</b>	
<b>Функция табуляции результатов анализа</b>	

## Требования к установке

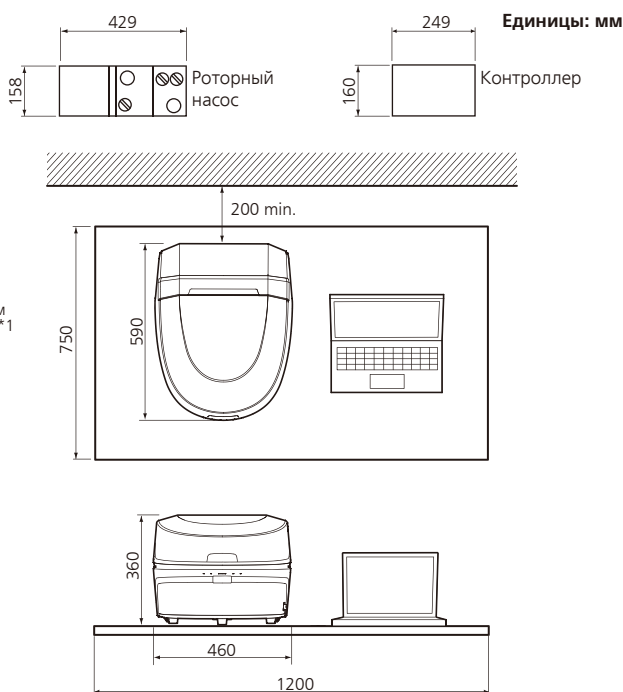
<b>Температура</b>	10–30°C (максимальный температурный градиент 2°C/час, диапазон колебаний температуры не более 10°C)
<b>Относительная влажность</b>	40–70% (без образования конденсата)
<b>Электропитание</b>	АС, 100–240 В ± 10%, заземлённая розетка 2 А
<b>Размеры</b>	(Ш) 460 мм x (Г) 590 мм x (В) 360 мм
<b>Масса</b>	приблизительно 45 кг

\*1 Опция для EDX-7000/8000/8100

\*2 Опция для EDX-7000/8100

\*3 Microsoft Office не включён

## Пример установки



Блок вакуумирования (опция) состоит из контроллера и роторного насоса



Данный продукт отмечен знаком ECO

\* Потребление электроэнергии снижено на 44,1% по сравнению с предыдущей моделью

**EDX-7000/8000/8100**

Энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные спектрометры

## Дополнительные принадлежности (опции)

### Блок вакуумирования

P/N 212-25425-42

Используется для высокочувствительного определения легких элементов. Требует некоторого пространства рядом или позади стола с основным блоком (спектрометром) для установки роторного насоса и контроллера.

### Модуль продувки гелием

P/N 212-25440-41

Данный модуль применяют для измерений с высокой чувствительностью легких элементов в жидкостях. Не включает в себя баллон и редуктор. (Опция для EDX-7000/8100)

### Автосамплер P/N 212-25389-41

Турель на 12 образцов. Позволяет проводить непрерывные измерения образцов диаметром до 32 мм. Увеличивает производительность, особенно при измерениях в вакууме и атмосфере гелия.



### Комплект для анализа микрообъектов

P/N 212-25880-41

Данный комплект особенно полезен для анализа следов посторонних объектов и исследования микрообластей образцов. Включает коллиматор Ø 0.3 мм и камеру высокого разрешения.

### Комплекты для скрининга

P/N 212-25475-41

Комплект для скрининга по директиве RoHS/ELV  
С проверочными образцами на пять элементов

P/N 212-25476-41

Комплект для скрининга галогенов и по директиве RoHS  
С проверочными образцами на шесть элементов

P/N 212-25477-41

Комплект для скрининга галогенов, сурьмы  
и по директиве RoHS

С проверочными образцами на семь элементов

### EDX-FTIR Поиск загрязнений/инспекция материалов Программное обеспечение EDXIR-Analysis

P/N 206-33175-92/93

Измеряя образец на EDX, и на FTIR, а также используя программное обеспечение EDXIR-Analysis для анализа результатов измерений на EDX и FTIR, можно с высокой точностью идентифицировать различные объекты исследования.

### Аппаратно-программный пакет для анализа примесей в фармацевтических препаратах с помощью EDX-7000

P/N 212-25646-41

Данный пакет может быть использован для контроля концентраций 12 из 24 элементов, приведенных в руководстве ICHQ3D для элементных примесей, включая элементы Cd, Pb, As и Hg класса опасности 1; V, Co и Ni класса опасности 2A; Ir, Pt, Ru, Rh и Pd класса опасности 2B.

(Опция для EDX-7000)

Для получения более подробной информации о подготовке стандартных растворов элементов и очищенной воды, которые должны быть приготовлены заказчиком для использования этого пакета, свяжитесь с вашим представителем Shimadzu

### Кюветы для образцов

#### 3571 Кювета общего назначения открытая (без крышки)

P/N 219-85000-55 (100 шт./комплект)  
(Внешний диаметр: 31,6 мм; объем: 10 мл)  
Полиэтиленовая кювета для жидких и порошкообразных образцов.



#### 3529 Кювета общего назначения (с крышкой)

P/N 219-85000-52 (100 шт./комплект)  
(Внешний диаметр: 32 мм, объем: 8 мл)  
Для жидких образцов. Оснащена вспомогательным отверстием, необходимым для случаев расширения жидкости.



#### 3577 Кювета для микрообразцов

P/N 219-85000-54 (100 шт./комплект)  
(Внешний диаметр: 31,6 мм; объем: 0,5 мл)  
Для образцов в малых количествах. Рекомендуются для совместного использования с коллиматорами.



#### 3561 Универсальная кювета

P/N 219-85000-53 (100 шт./комплект)  
(Внешний диаметр: 31,6 мм; объем: 8 мл)  
Для жидких образцов и тонких пленок. Оснащена вспомогательным отверстием, необходимым для случаев расширения жидкости, а также кольцом для плотного прижима тонких пленок.



### Плѐнка майларовая

P/N 202-86501-56 (500 шт./комплект)

Пленка для кювет (для определения тяжелых элементов).

### Плѐнка полипропиленовая

P/N 219-82019-05 (рулон 73 мм ширина x 92 м длина)

Пленка для кювет (для определения легких элементов).

### Фильтры для прикапывания жидких образцов

P/N 210-16043-50 Ø 30 мм 50 шт./комплект

P/N 210-16043-01 Ø 20 мм 50 шт./комплект

Накапайте жидкий образец на фильтр, высушите и анализируйте.

### Штатив для фильтров

P/N 205-07221

### Пресс МР-35

Прессование	Автоматическое
Тип пресса	Гидравлический
Максимальное давление	350 кН
Установка давления	Произвольная
Метод прессования	Поместите образец в чашечку или кольцо и прессуйте
Головка пресса	Планарный тип
Электропитание	3 фазы, 200 В + 10 %, 50/60 Гц, 3 А
Масса	240 кг

### Держатель образца/контейнер для измерений загрязнений с помощью EDXIR

P/N 212-25890-41 (25 листов)



Как использовать для EDX

Закройте держатель и поместите его полипропиленовой пленкой непосредственно на зону облучения (нижняя сторона).



Держатель в открытом состоянии (внутренняя часть)



Как использовать для FTIR

Откройте держатель и расположите образец на призму клеящим слоем вверх.

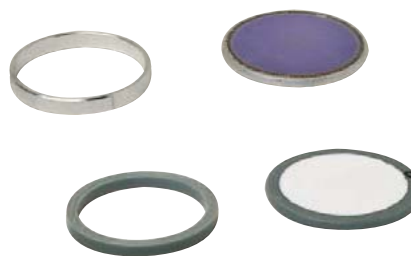
### Применимость опций к спектрометрам

Модель (определяемые элементы)	Измерения в вакууме	Продувка гелием	Автосамплер	Комплект для микрообъектов	Скрининг	EDXIR-Analysis	Примеси в фармпрепаратах
EDX-7000 (11Na-92U)	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
EDX-8000 (6C-92U)	Да	Нет	Да	Да	Да	Да	Нет
EDX-8100 (6C-92U)	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Нет

## Кольца для прессования

Обычно поливинилхлоридные кольца используют для силикатных образцов, алюминиевые — для образцов других типов

P/N	Внутренний Ø, мм	Внешний Ø, мм	Анализируемая зона, Ø мм	Количество шт./ комплект
Алюминиевые кольца				
202-82397-53	35	35	30	500
Поливинилхлоридные кольца				
212-21654-05	22	26	20	100
212-21654-01	35	42	30	100
212-21654-02	35	42	30	500
212-21654-11	25	32	20	100
212-21654-12	25	32	20	500
212-21654-09	14	18	10	100
212-21654-10	14	18	10	500



EDXIR-Analysis and EDXIR-Holder are trademarks of Shimadzu Corporation.

Microsoft, Excel and Windows are either registered trademarks or trademarks of Microsoft Corporation in the United States and/or other countries.



 **SHIMADZU**

Shimadzu Corporation

[www.shimadzu.com/an/](http://www.shimadzu.com/an/)

### For Research Use Only. Not for use in diagnostic procedures.

This publication may contain references to products that are not available in your country. Please contact us to check the availability of these products in your country.

Company names, products/service names and logos used in this publication are trademarks and trade names of Shimadzu Corporation, its subsidiaries or its affiliates, whether or not they are used with trademark symbol "TM" or "®".

Third-party trademarks and trade names may be used in this publication to refer to either the entities or their products/services, whether or not they are used with trademark symbol "TM" or "®".

Shimadzu disclaims any proprietary interest in trademarks and trade names other than its own.

The contents of this publication are provided to you "as is" without warranty of any kind, and are subject to change without notice. Shimadzu does not assume any responsibility or liability for any damage, whether direct or indirect, relating to the use of this publication.