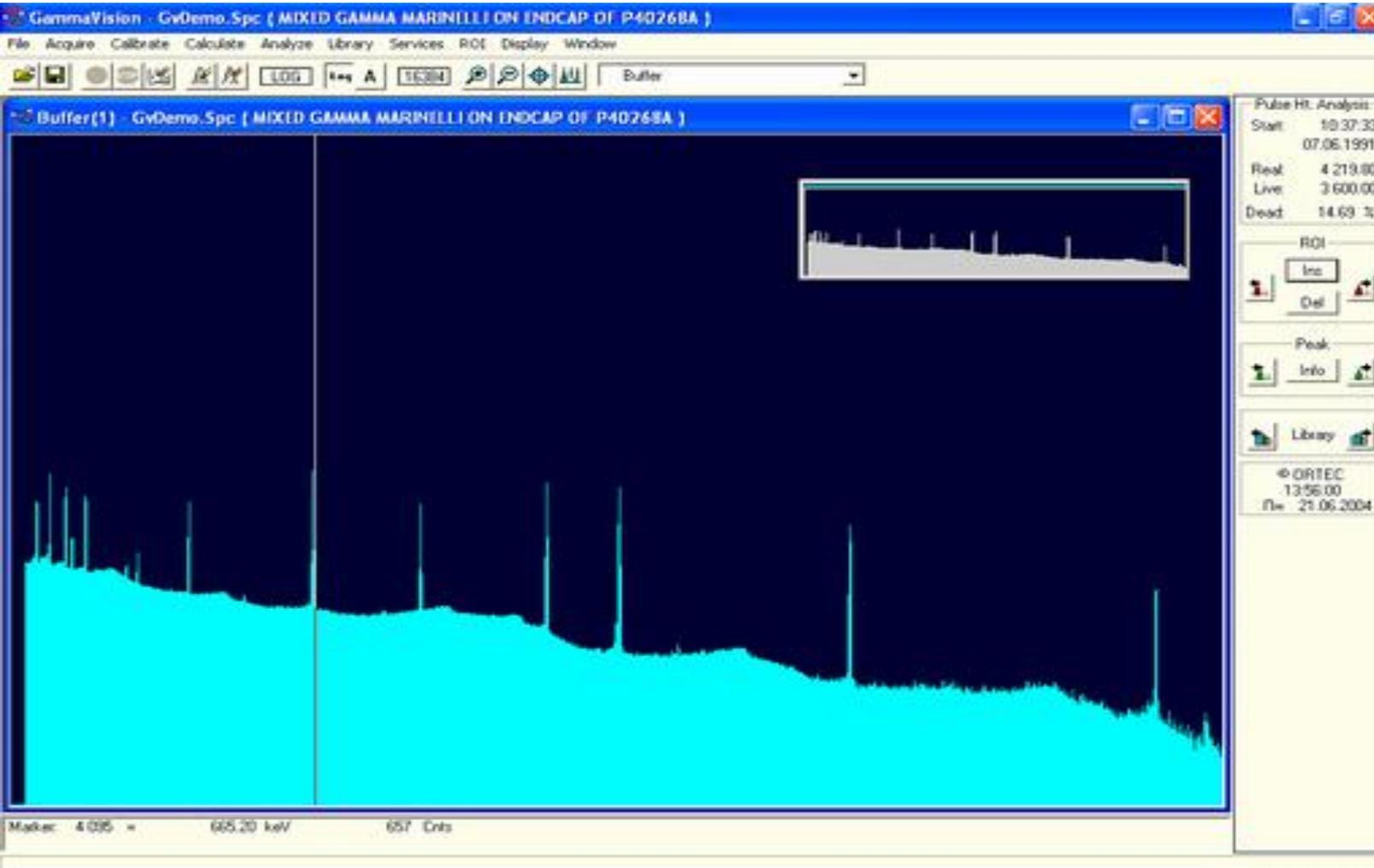


# ППД гамма-спектрометры, паспортизаторы и идентификаторы радионуклидов



ear Vision  
Strategies  
formance

# Портативный цифровой анализатор DigiDart



- цифровой сверхпортативный (860 г вместе с батареей) многоканальный анализатор на 16К или 32К каналов,
- с энергонезависимой памятью на 23 спектра по 16К каналов или 614 спектров по 0,5К каналов.
- работает непрерывно до 12 часов на внутренней батарее со стандартным ОЧГ детектором фирмы ORTEC
- корпус ударопрочный, брызгозащищенный, хорошо дезактивируется.
- разъемы прочные и герметичные.
- батарея внутри под брызгозащищенной крышкой.



Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance

# Портативный цифровой анализатор DigiDart



-встроенный живой дисплей 240 x 160 точек и клавиатуру и работает в поле без персонального компьютера

-без компьютера производит идентификацию нуклидов и расчет активности в девяти произвольных участках накопленного спектра. Параметры расчета и калибровки могут быть загружены с компьютера или заданы собственной клавиатурой прибора.

-записывает в память более 100000 имп/сек.

-связь с PC через USB порт

1 - View Status			
2 - Enter ID			
3 - Nuclide ROIs			
4 - Status Line			
5 - Peak Info			
6 - Adjust Controls			
7 - General Settings			
8 - Spectrum Memory			

Live Time	72531
Real Time	72730
Dead Time (%)	0.274
Battery (% full)	100
Fine Gain	0.700
Coarse Gain	2
Rise Time	10.200
Flat Top	0.800
BLR Setting	3

Nuclide	keV	μCi	±%
241Am	59.5	1.72	5.2
109Cd	88	2.19	10.1
57Co	122	0.93	4.9
57Co	136	0.89	8.7
137Cs	661.6	2.6	2.5
60Co	1173	0.79	5.3
60Co	1332	0.81	5.1
40K	1460	0.02	11.4
208Tl	2614	0.01	21.7



Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance

# Портативный спектрометр

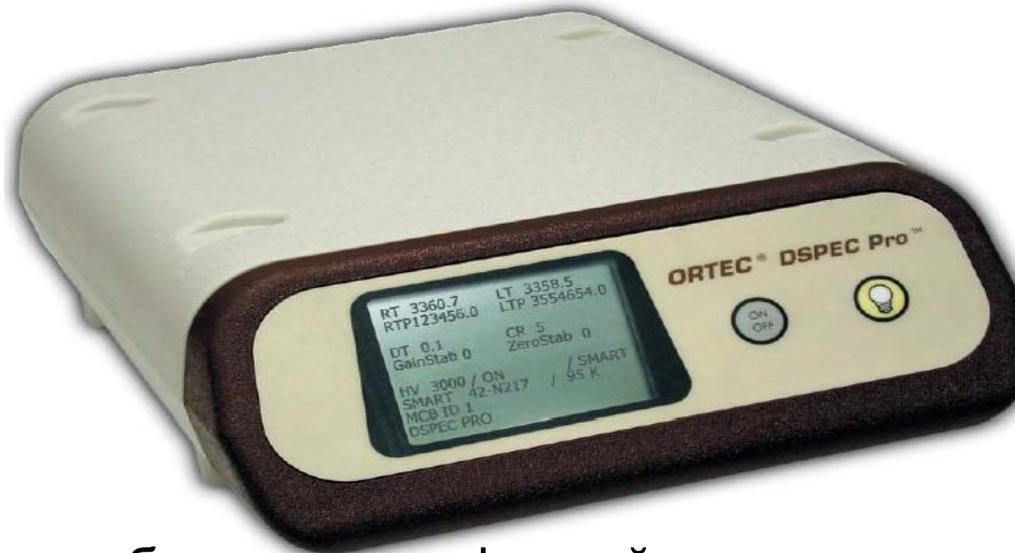


**Минимальный  
комплект  
без компьютера**

*Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance*



# Линейка цифровых настольных спектрометров серии Dspec jr для стационарных паспортизаторов на примере Dspec LF,jr 2.0,PRO



- Высокая стабильность цифровой электроники
- Режим повышенной пропускной способности
- Коррекция на попадание носителей зарядов в ловушки и на баллистический эффект
- Цифровые фильтры, в т.ч. LFR для системы с электроохладителем
- Подключение через порт USB 2.0



# DSPEC jr 2.0 + электроохладитель



- Низкочастотный цифровой фильтр LFR для уменьшения микрофонных шумов, особенно полезен в сочетании с электроохладителями

## X-COOLER-II



# Семейство портативных беззотных идентификаторов Detective и паспортизаторов на основе Trans-Spec и Micro-Trans-Spec!



- Профессиональный прибор для поиска/идентификации для пользователей, не являющихся научными работниками
- **Уникальное сочетание высококласных технологий**
  - ORTEC ОЧГ детектор с миниатюрным охлаждением **Hymantic**
  - Цифровая электроника обработки импульсов ORTEC, воплотившая в себе несколько патентованных решений
  - Специальное программное обеспечение для идентификации “Radscout”, получившее лицензию от лаборатории LLNL



Clear Vision  
Sound Strategies  
Small Performance

# Семейство портативных спектрометров



**Detective** - профессиональный прибор для поиска / идентификации нуклидов для пользователей, не являющихся научными работниками. Встроенный измеритель мощности дозы

## **Detective-EX -**

**Detective + счетчик нейтронов.  
Активный цветной экран**



**transSPEC - универсальный 16К ОЧГ  
спектрометр с детектором 15% эффективности**

**Detective-100, TransSPEC-100 –**

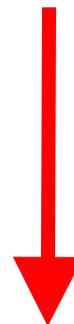
**детектор 45% эффективности**

Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance



# Стационарные паспортизаторы гамма- нуклидов на основе электроохладителей X-cooler II и ОЧГ детекторов фирмы Ortec

Революционный ORTEC X-cooler на основе  
цикла Клеменко



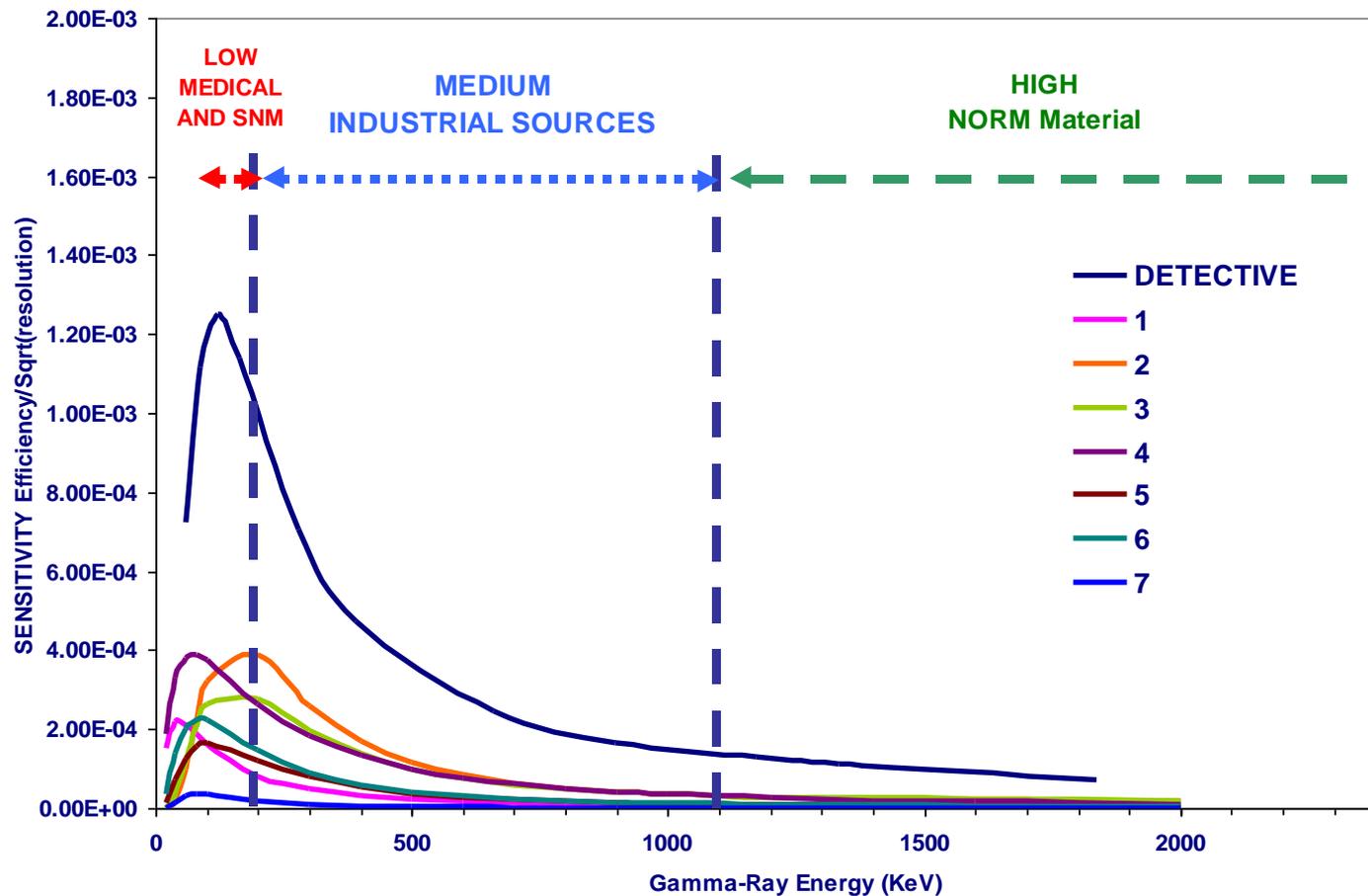
+ стенд, коллиматор, ПО ISOTOPIC-32, Dspec jr 2.0

Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance



# Чувствительнее, чем другие приборы для идентификации моноизотопных образцов

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ



Detective: данные, полученные в лаборатории ORTEC  
1-7 другие приборы данные доклада LA-UR-03-4020

Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance

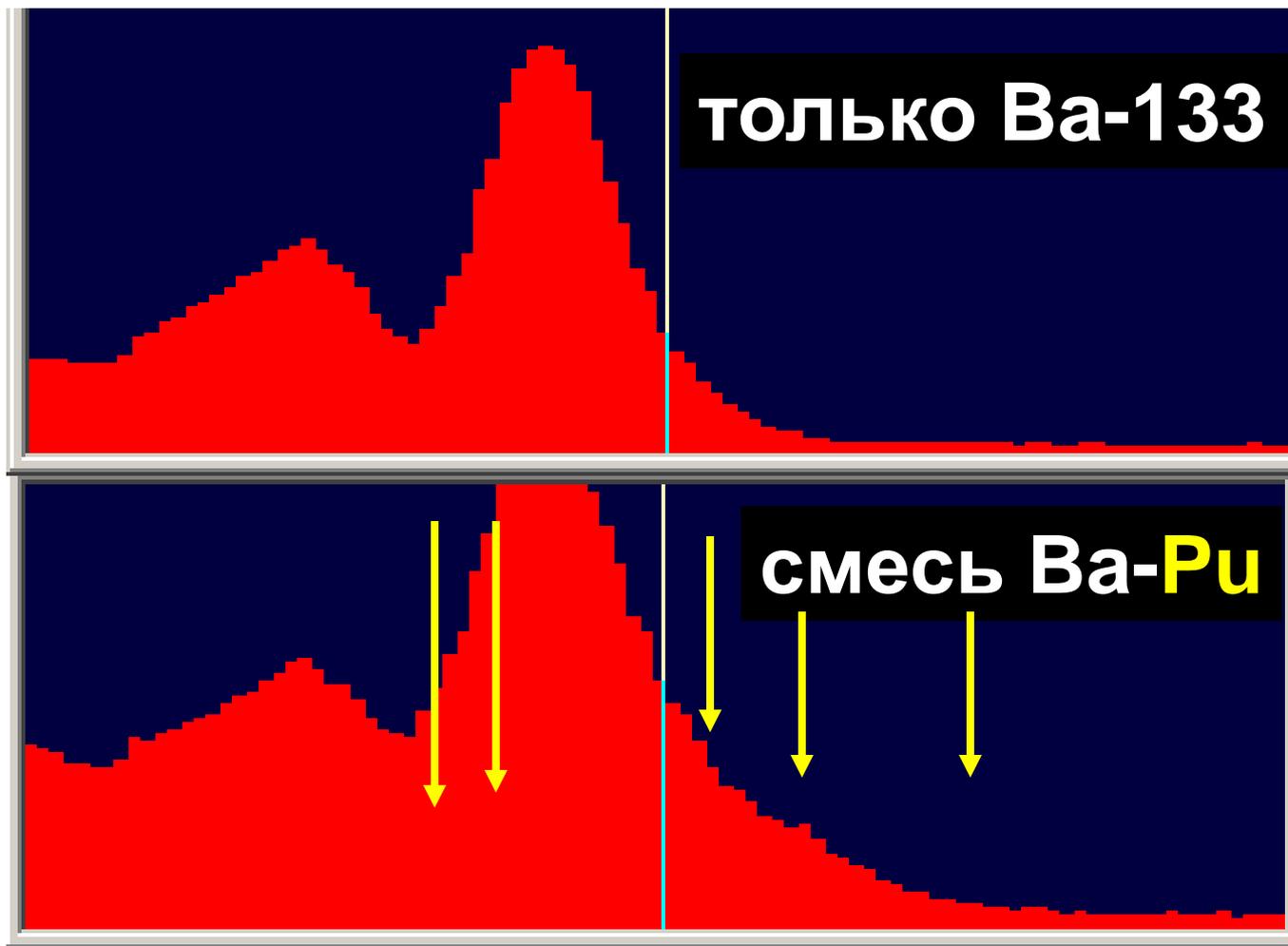


# Новые повышенные требования МАГАТЭ к идентификации изотопов

- Идентификация **Pu**, классификация обнаруженного плутония на оружейный и реакторный
- Идентификация **U**, классификация на низкообогащенный, высокообогащенный, обедненный и природного обогащения
- Идентификация смесей:  
**U-235+Cs-137,**  
**U<sub>natural</sub>+Cs-137,**  
**WGПу+Ba-133,**  
**RGПу+Ba-133**



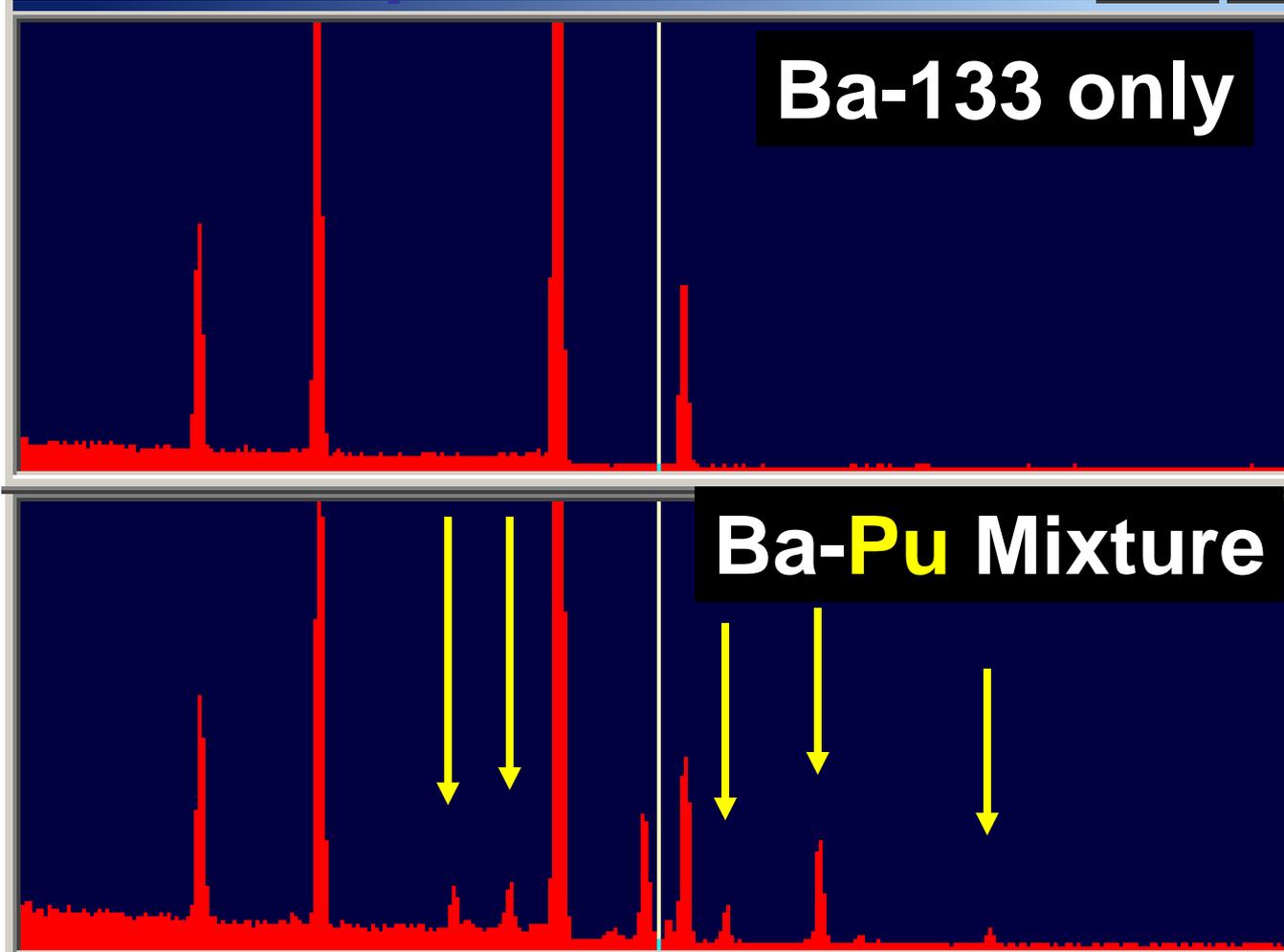
# NaI не способен увидеть Pu (стрелками указаны пики плутония)



Энергетический диапазон 220-480кэВ



# Только ОЧГ детектор DETECTIVE способен разделить пики Pu и Ba



Энергетический диапазон 220-480кэВ



# **Detective-EX: самый современный гамма и нейтрон чувствительный портативный идентификатор нуклидов.**



## **Программное обеспечение для Detective-EX**

Идентификатор Detective-EX поддерживается последними версиями программы эмуляции МКА MAESTRO-32, пакета программного обеспечения для общего спектрометрического анализа GammaVision-32, программ изотопного анализа Pu и U PC/FRAM и MGAH1 и программы для полевого анализа отходов ISOPlus.



Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance

# ***Detective-EX: самый современный гамма и нейтрон чувствительный портативный идентификатор нуклидов.***

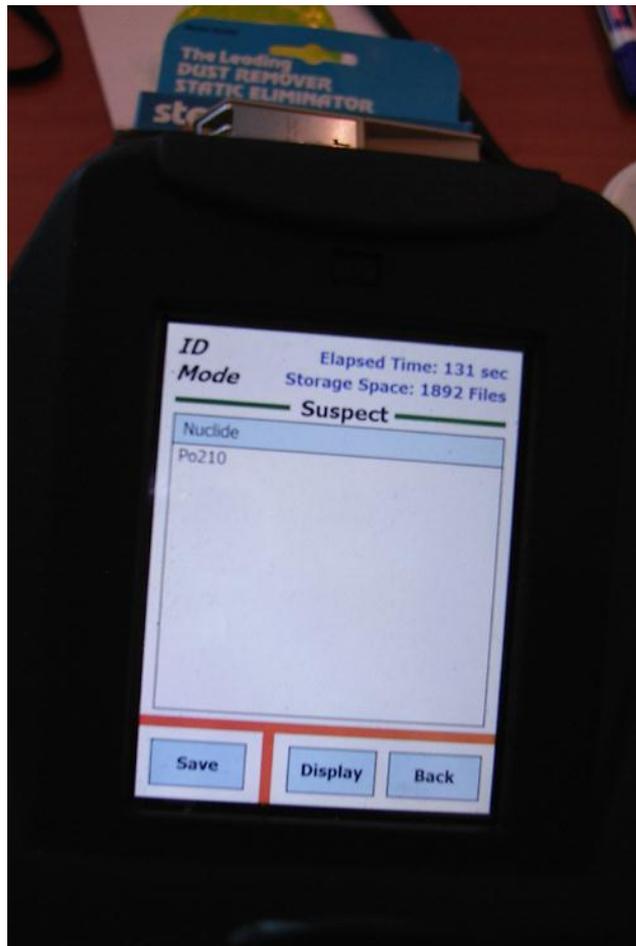


**Определяет  
нанограммы  
Полония-210  
меньше чем  
за минуту**



Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance

# **Detective-EX: самый современный гамма и нейтрон чувствительный портативный идентификатор нуклидов.**



# ***Коллиматор и программное обеспечение превращает Detective и TransSpec в переносной паспортизатор***



**Optional Collimators** for Detective or Detective-EX

**Model**

DET-COL-ST

DET-COL-W

**Description**

Steel Collimator, 4 mm thick

Tungsten Collimator, 4 mm thick



Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance

# Паспортизатор на основе TransSpec-100



Clear Vision  
and Strategies  
Performance

# TransSpec-100

## TransSpec-100- ОЧГ детектор

### 45% отн. эффективности



Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance

# Практическая реализация гамма-спектрометрических принципов на примере построения паспортизатора Isocart фирмы Ortec(США)



Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance

# Система ISOCART

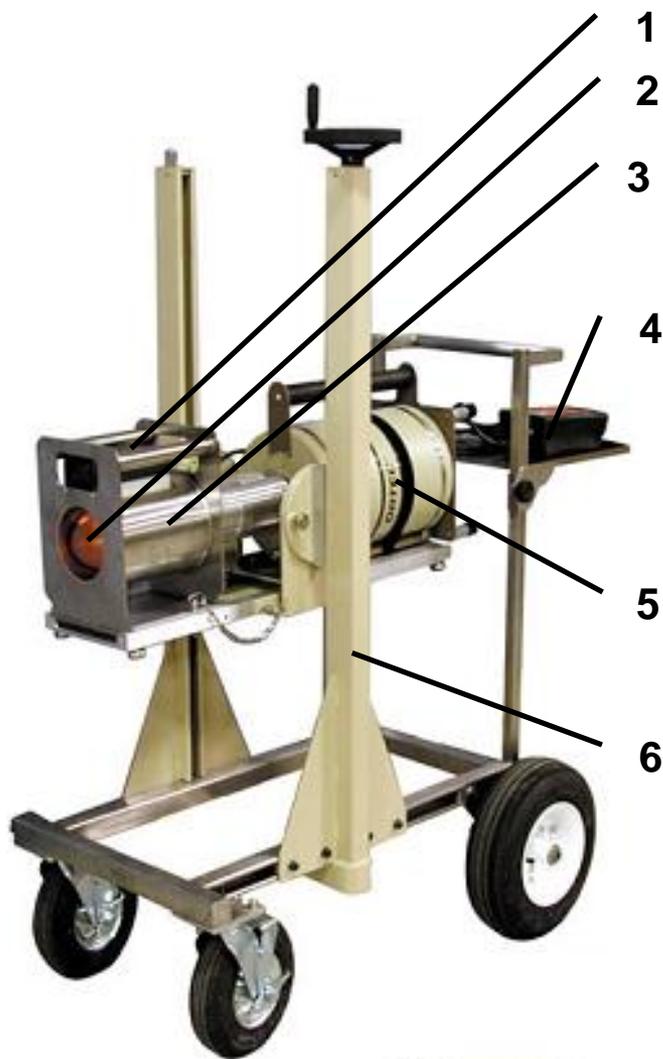


# ISOCART – в сборе. Азотное охлаждение.



*Vision*  
*Strategies*  
*Solid Performance*

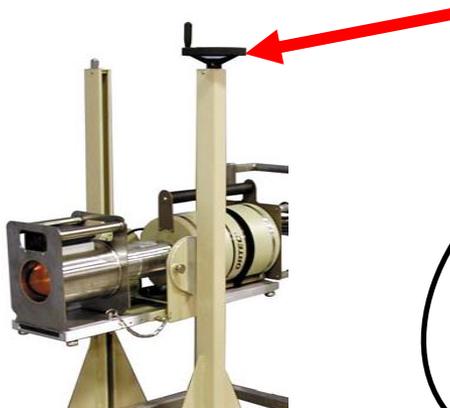
## Составляющие части системы



1. Лазерный измеритель расстояния
2. ОЧГ детектор
3. Коллиматор
4. Портативный спектрометр DigiDART
5. Переносной дьюар
6. Крепежная стойка со столиком и колесной тележкой
7. Портативный компьютер типа ноутбук
8. Программа ISOTOPIC



## Настройка геометрии измерений



Выбор высоты положения детектора и коллиматора

Выбор наклона детектора:

- Вертикально вниз – для измерения почвы
- Горизонтально – для измерения коробок и бочек



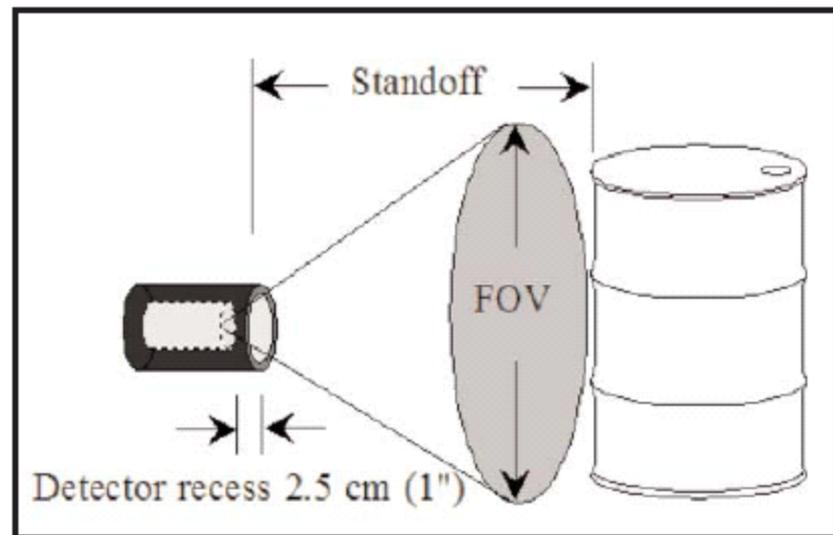
Сборку детектор коллиматор можно снять для измерения в труднодоступных местах

Лазерный измеритель расстояния:

- Нажмите 1 раз и наведите на исследуемый контейнер
- Нажмите 2 раза и получите точное расстояние до контейнера

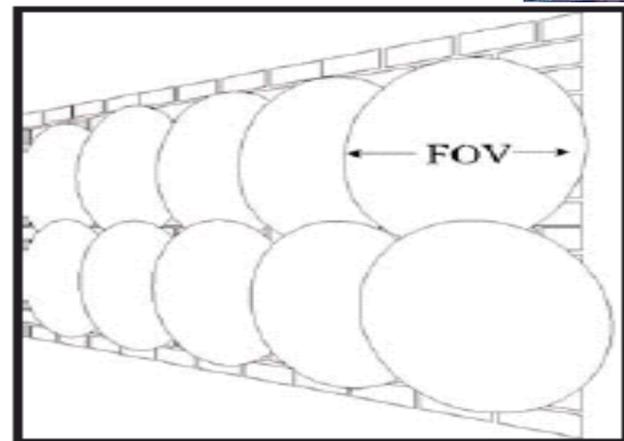


# Trans-SPEC-100 + ISOCART



**Эффективность 45%**

**Приемы работы с бочкой  
и плоской поверхностью**



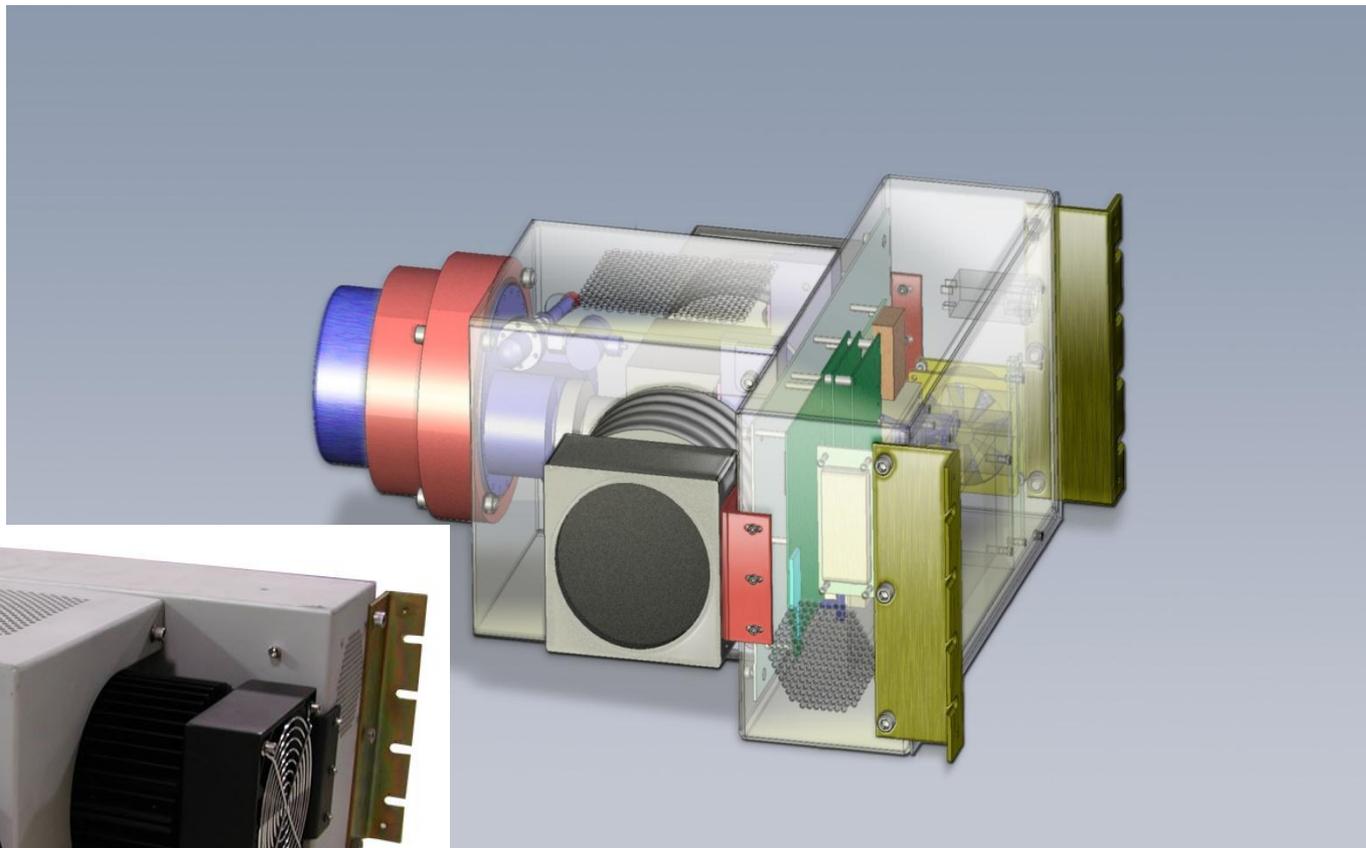
Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance

# ОЧГ- спектрометрия в любом месте



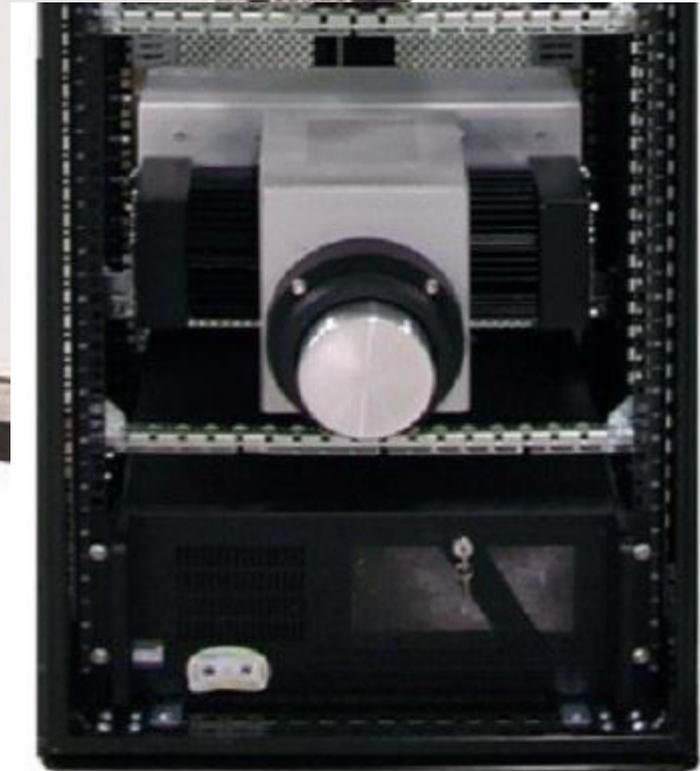
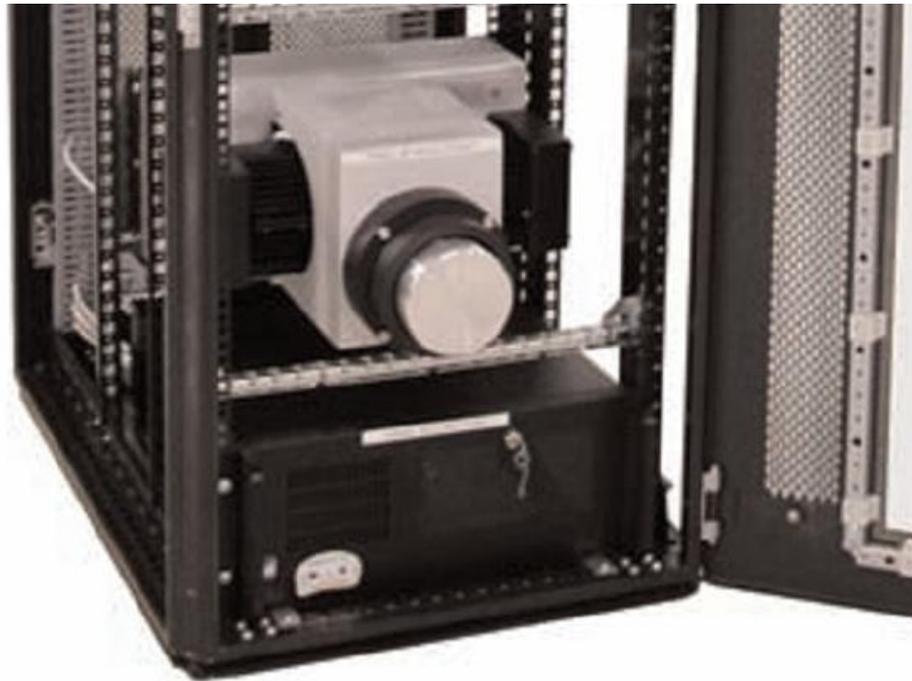
ion  
ies  
nce

# Спектрометрический модуль IDM -50% ОЧГ с электроохладителем (ORTEC)

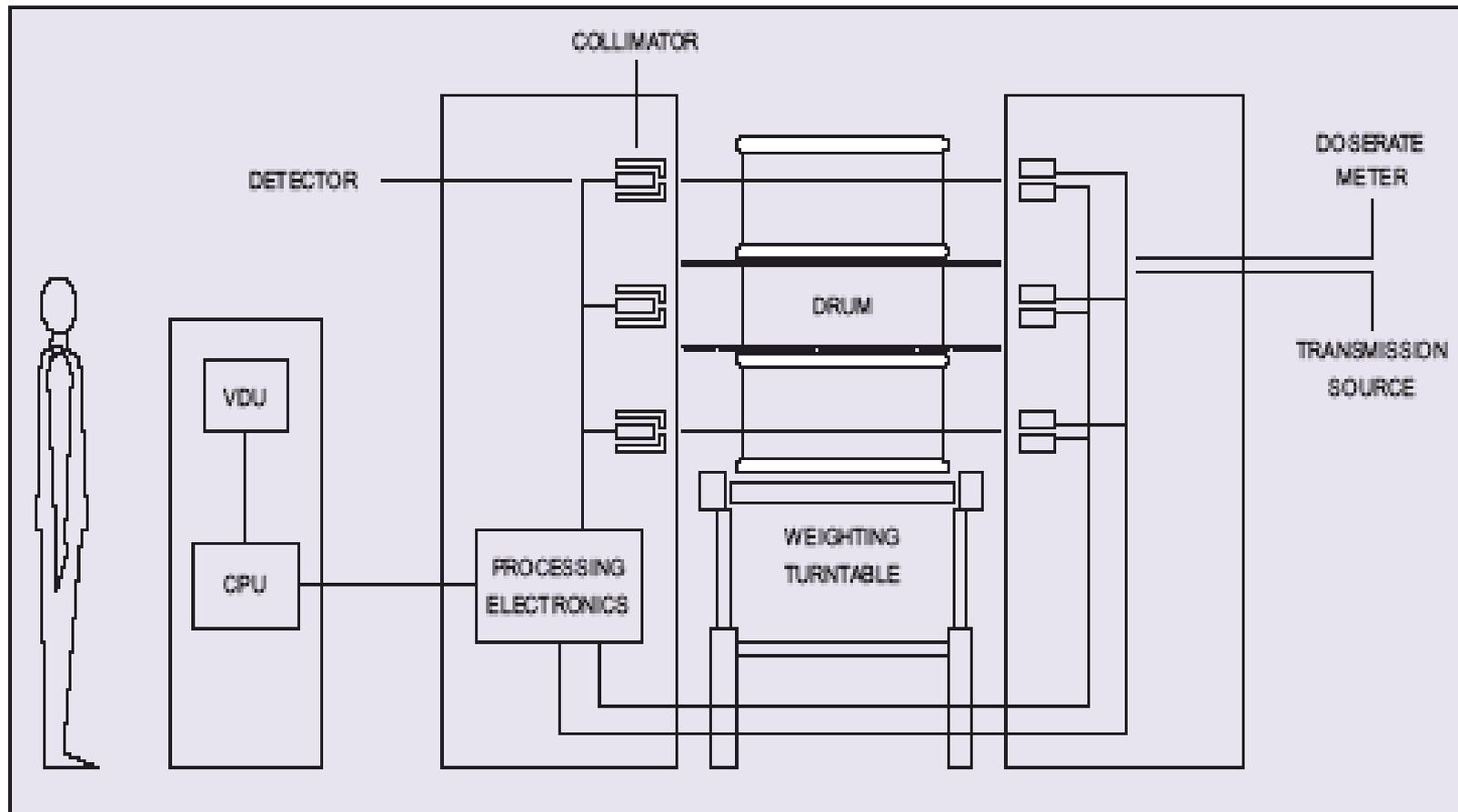


Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance

# Стационарный паспортизатор на основе IDM



# Сегментный и томографический гамма-сканер, принцип построения



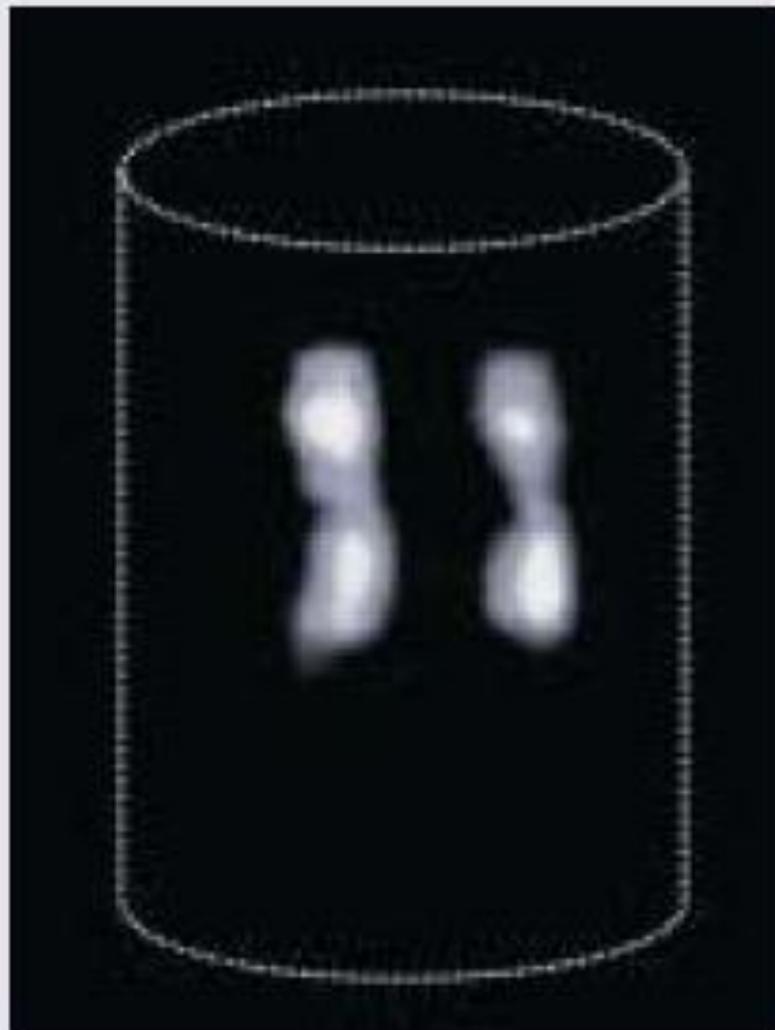
# Томографический гамма-сканер



Transmission



Emission



# Спецификация на примере *DrumScan TGS*

<b>Размеры бочек:</b>	Можно измерять бочки размером до 315 литров.
<b>Детекторы:</b>	Один ОЧГ детектор высокой эффективности
<b>Время измерения:</b>	< 60 минут с объемным разрешением 10x10x16 мм
<b>Обычные погрешности измерения:</b>	
Матрица низкой плотности (Тряпки)	<5%
Матрица средней плотности (Отложения)	<15%
Матрица высокой плотности (Металлический скраб, песок)	< 25%
<b>Пределы обнаружения (в режиме TGS):</b>	
Плутоний - 239	<0.5 г
Уран - 235	<2.0 г



ision  
egies

Solid Performance

# Сегментный и томографический гамма-сканер

## стационарный паспортизатор

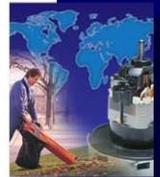
### Antech 3800



-Коррекция за поглощение обеспечивается подвижным источником Se-75 для определения 3D пространственного распределения коэффициента поглощения в образце.

-Обеспечивается точность лучше чем 10 % для измерения стандартных бочек. Точность обычно лучше чем 20 % для средней плотности  $2\text{g/cm}^3$  и лучше чем 10 % для металлических отходов.

Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance



# Вращение бочек при паспортизации- Turntable (Ortec)



**Turntable**

29.11.2011



Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance

# Сегментный и томографический гамма-сканер стационарный паспортизатор Antech 3400 и 3800



**-Коррекция за поглощение обеспечивается подвижным источником Se-75 для определения 3D пространственного распределения коэффициента поглощения в образце.**

**-Обеспечивается точность лучше чем 10 % для измерения стандартных бочек. Точность обычно лучше чем 20 % для средней плотности  $2\text{g/cm}^3$  и лучше чем 10 % для металлических отходов.**



# Надежная, простая в работе, стационарная система характеризации радиоактивных отходов Antech 3400-210



- Идеально для характеризации отходов низкой плотности
- Низкие пределы обнаружения
- Интуитивный пользовательский интерфейс
- Алгоритм анализа, проверенный на тысячах образцов
- Чувствительные электрохлаждаемые ОЧГ детекторы, высоко стабильная цифровая электроника
- Максимальный объем измеряемых контейнеров – 208 литров
- Максимальный вес измеряемых контейнеров – 725 кг
- Автоматический конвейер для подачи бочек

# Система характеристики радиоактивных отходов Antech 3400-210

- **Преимущества системы QED**
- Быстрая и надежная характеристика низкоактивных отходов
- Сверхнизкая МДА ~ 10нКи
- При уровне активности 100нКи/г позволяет характеризовывать отходы в широком диапазоне плотностей от 0.1 до 1.5 г/см<sup>3</sup>
- МДА для 208 литровой бочки с отходами низкой плотности составляет 300 Бк для большинства нуклидов
- Вычитание фона
- Определение содержания не гамма излучающих нуклидов с помощью метода корреляции
- Коррекция на плотность материала матрицы
- Современная модульная защита, что позволяет:
- Легко собирать и разбирать систему
- Легко производить деактивация
- Легко изменять конфигурацию для перехода от измерения бочек к измерениям небольших коробок.



# Конструкция системы QED

- В состав системы QED входит уникальная модульная защита. Защита состоит из нескольких частей, которые могут быть легко собраны двумя людьми за пару часов. Части защиты сделаны из 4-дюймовой стали, проверенной на загрязнение Co60. Каждая партия стали специально проверяется на радиоактивную загрязненность. Для подавления рентгеновского излучения свинца используется медный вкладыш. Вкладыш покрыт лаком, что позволяет легко производить его деактивацию.
- Бочка вручную загружается на конвейер и вращается на специальной платформе внутри низкофоновой защиты, для усреднения эффектов самопоглощения в матрице. Автоматический конвейер можно заказать отдельно.
- При разработке системы QED большое внимание уделялось безопасности оператора. Хорошо защищенная дверь управляется с помощью электроники. Сочетание дополнительной облегченной двери и интерлока позволяет предотвратить травмы, которые может нанести тяжелая дверь. В системе предусмотрены несколько кнопок остановки движения двери: две по обоим сторонам защитной двери и одна на консоли оператора.



Clear Vision

Sound Strategies

Solid Performance

# ОЧГ детекторы, применяемые в системе QED

- В системе применяются три ORTEC ОЧГ детектора серии PROFILE, направленные на боковую поверхность контейнера. Коллиматоры не используются. Данный метод расположения позволяет обеспечить высокую эффективность и разрешающую способность, максимизировать чувствительность для надежной идентификации нуклидов. Детекторы поставляются с функцией SMART-1, что позволяет наблюдать за параметрами детектора, отвечающими за работоспособность, и сохранять изменения параметров во время измерений вместе с набранным спектром. Для охлаждения используются электроохладители X-Cooler II.
- Стандартно поставляются ОЧГ детекторы PROFILE GEM-F7040, обладающие следующими свойствами:
- Номинальная площадь: 36 см<sup>2</sup>, длина 40 мм
- ПШПВ по линии 122 кэВ: 750 эВ, по линии 1.332 кэВ: 1.95 кэВ
- Номинальная относительная эффективность: 40%
- Отношение пик/Комптон: 50:1



# Пределы обнаружения для стандартной системы QED

- В таблице представлены данные о пределах обнаружения для стандартных детекторов GEM-F7040. Данные пределы были определены для 200 литровых бочек для времени измерения 10 минут согласно методике NUREG4.16. Данный метод предполагает гомогенное распределение источников излучения и гомогенную матрицу.

Нуклид	Энергия, кэВ	Предел обнаружения (пКи/г)				
		Плотность матрицы г/см <sup>2</sup>				
		0.1	0.2	0.3	0.8	1.8
Cs-137	662	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02
Co-60	1173	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01
Co-58	810	0.08	0.05	0.04	0.02	0.02
Th-232	911	0.23	0.13	0.10	0.06	0.05
Th-228	583	0.10	0.06	0.04	0.03	0.03
Th-234	93	3.04	2.03	1.47	0.79	0.68
Bi-214	609	0.22	0.13	0.09	0.06	0.05
U-235	185	0.14	0.09	0.06	0.05	0.04
U-238	1001	6.06	3.48	2.51	1.57	1.32
Pu-239	414	4506	2737	2035	1483	1198

29.11.2011

Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance

# Состав системы QED

- Система QED проходит полную заводскую проверку перед поставкой. В комплект поставки входит пульт управления оператора. Система поставляется готовой к работе.
- **Модель**
- 3400-210-F70 система QED с детекторами ORTEC PROFILE GEM-F7040
- 3400-210-FX85 система QED с детекторами ORTEC PROFILE GEM-FX8530
- **Доступные опции**
- Система автоматической подачи образцов – автоматический конвейер
- Сквозная система с двумя автоматическими конвейерами
- Дополнительные детекторы, включая ОЧГ, пластик и NaI



# ЛСРМ-СПОРО

## НАЗНАЧЕНИЕ

Программный комплекс ЛСРМ-СПОРО предназначен для паспортизации РАО с помощью полупроводниковых и сцинтилляционных спектрометров в соответствии со СПОРО-2002.

## ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ

- Авторизованный доступ в систему с разграничением функций оператора и администратора.
- Хранение результатов измерений и протоколов в базах данных.
- Удаленный доступ к БД с возможностью просмотра и редактирования данных.
- Измерение объектов произвольных размеров и произвольного радионуклидного состава.
- Коррекция на самопоглощение в источнике по нескольким линиям одного или нескольких радионуклидов.



## СОСТАВ КОМПЛЕКСА

Комплекс состоит из следующих программных модулей:

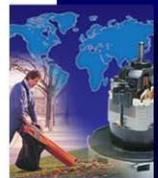
- SpectraLineHandy- измерение активности произвольных объектов с использованием переносных гамма-спектрометров;
- EffMaker- калибровка по эффективности регистрации для объектов сложной формы;
- NuclideMaster- информация по параметрам радиоактивного распада;
- СПОРО - интерпретация и протоколирование результатов измерения в соответствии со СПОРО-2002.

## SpectraLineHandy

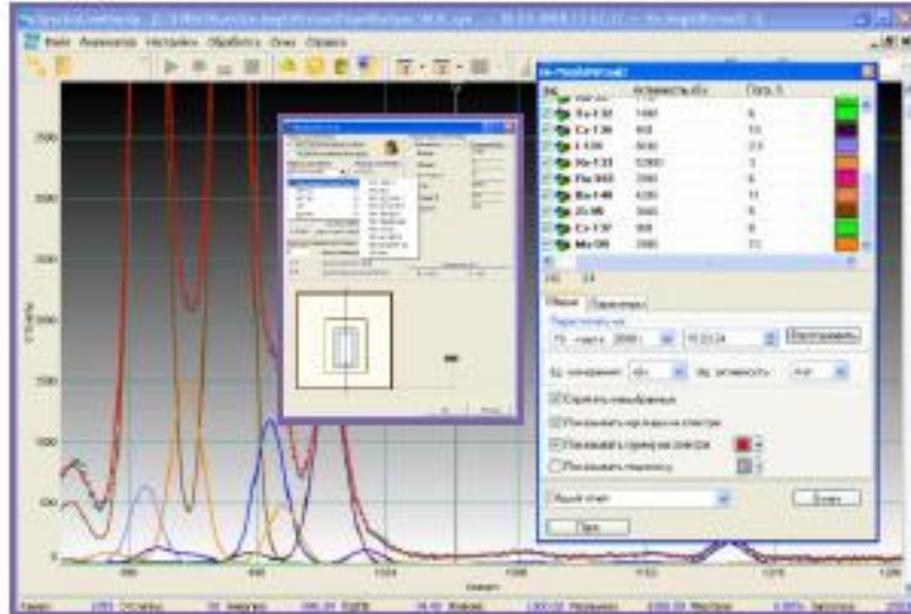
Предназначена для работы с переносными гамма-спектрометрами.

Основные особенности:

- алгоритмы поиска пиков с разрешением мультиплетов
- калибровка по энергии, разрешению, форме линии
- алгоритмы идентификации с возможностью подключения полной базы радионуклидов на основе ENSDF-файла
- методы расчета активности с привлечением всей спектральной информации



- сценарии обработки – позволяют автоматизировать проведение рутинных измерений
- возможность подключения баз данных по различным объектам измерения - транспортные контейнеры, упаковки с РАО и т.д.



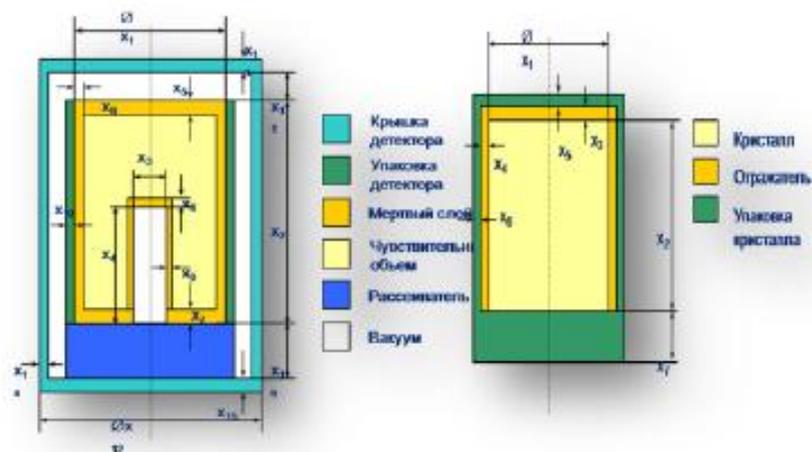
- многооконный интерфейс, позволяющий использовать интерактивные методы сравнения спектров
- калибровка по образцу
- сохранение спектров и результатов обработки в базе данных



Предназначена для моделирования спектров и расчета эффективности регистрации спектрометра для объектов различной формы.

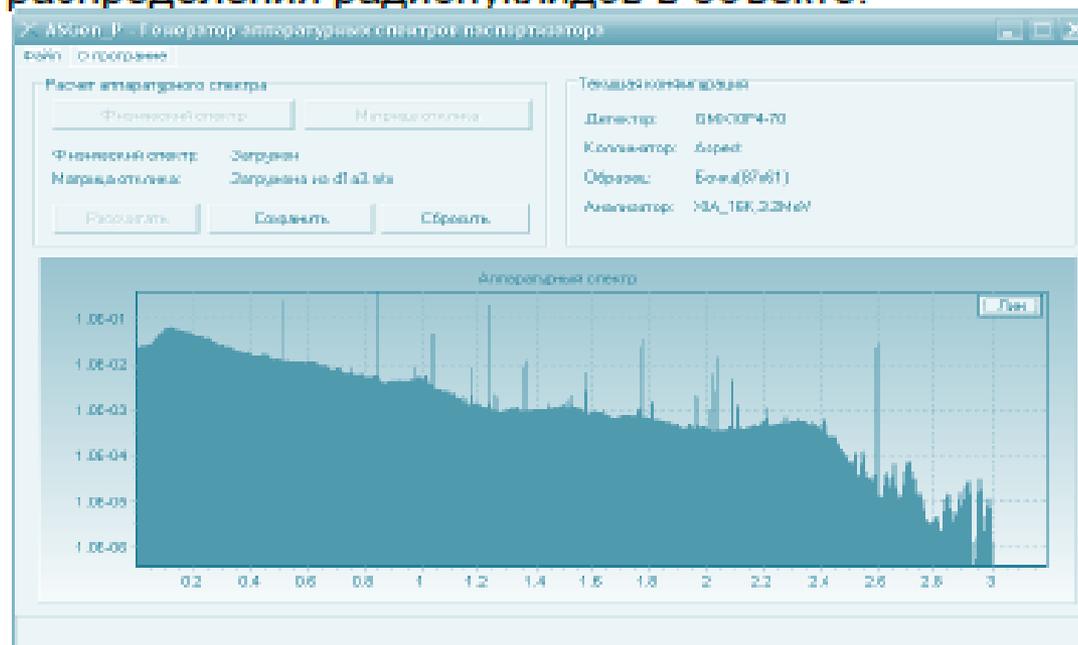
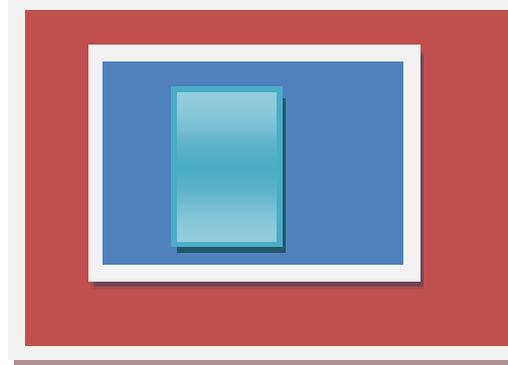


Область моделирования: полупроводниковые и сцинтилляционные детекторы.



EffMaker позволяет моделировать объекты цилиндрической, сферической и прямоугольной формы, в том числе вложенные несоосно.

Расчет ведется методом Монте-Карло и может быть проведен, как для сетки энергий, так и для заданного распределения радионуклидов в объекте.



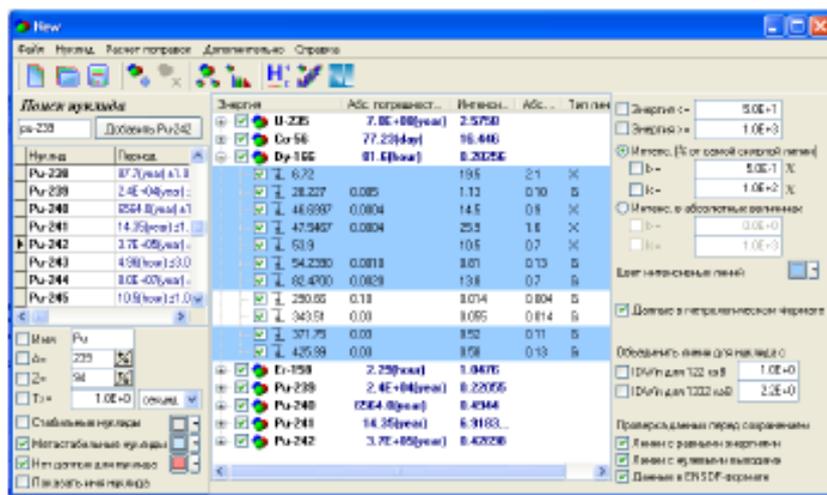
Результаты расчета эффективности регистрации сохраняются в базе данных объектов, которая интегрирована в SpectraLineHandy.



# NuclideMaster

Программа предназначена для получения информации о параметрах радиоактивного распада большинства известных радионуклидов (более 3000) и формирования пользовательских библиотек, и позволяет:

- просматривать списки гамма- и альфа-линий и сохранять их в формате совместимом с ПО «SpectraLine».



- формировать список линий всех радионуклидов, находящихся в цепочке распада материнского.
- производить расчет активности нуклидов по цепочке распада на заданное время;
- динамически отображать изменение активности нуклидов по цепочке распада для заданного промежутка времени;

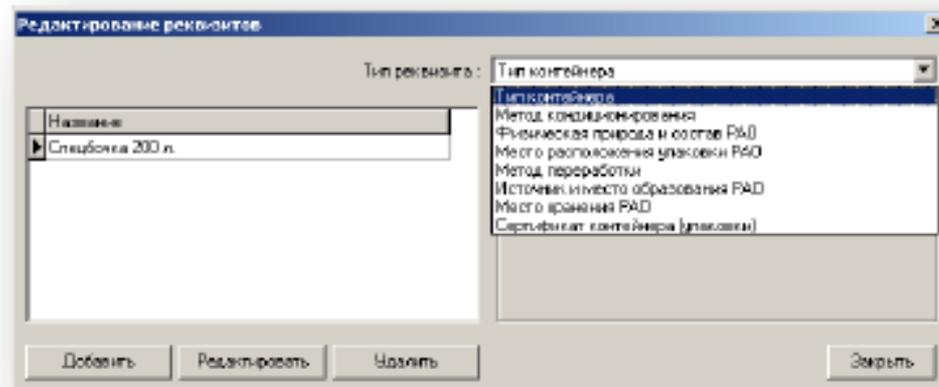


База данных интегрирована в SpectraLine и используется при идентификации проб неизвестного состава.

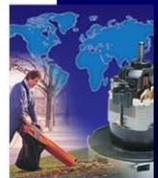
## СПОРО

Предназначена для интерпретации результатов измерения в соответствии со СПОРО-2002 и создания паспорта на упаковку РАО.

Имеет два режима – Оператора и Администратора. Режим Администратора предназначен для настройки системы, конфигурирования параметров, редактирования реквизитов.



В режиме Оператора открыты все штатные возможности работы с аппаратурой, формирование и печать паспорта РАО:



**ПАСПОРТ**  
на упаковку РАО № бочка-7ф1

Дата отбора РАО 05.10.2006	Источники и место образования РАО РО-4	Физический природный состав РАО Присоединенные загрязнители		
Дата заполнения контейнера	Тип контейнера (%)	Метод переработки	Метод измерения загрязнителей	Объем отбора РАО, куб. м.
20.10.2006	Стандартная 200 л.	Присоединены	Высугутур в классе	1

\* Остаток контейнера упаковок

Результаты измерений упаковки РАО

Упаковка паспортизации упаковки РАО: СКГ-02 № 006-05

Дата измерения	Масса РАО, кг	Мощность дозы, мкР/ч (*)	МЗД, мкБк/ч (**)	Уровень радиационного загрязнения, мкБк/см <sup>2</sup> * мин (***)
09.02.2006	329	5,086±02	5,086±01	2

\* Мощность дозы gamma-излучения на расстоянии 0,1 м. от поверхности упаковки РАО.

\*\* Уровень среднего годового эквивалентного эффективного радиационного воздействия на организм человека.

Классифицированные радионуклиды

№	Радионуклид	Удельная активность, Бк/кг	Общая активность, %	Расчетное время распада до безопасного уровня, лет
1	Co-60	1,126+03	75,40	18,43
2	Mn-54	3,677+04	24,60	1,6

Суммарная активность : 4,906E07 Бк  
Суммарная альфа-активность : 0,000E+00 Бк  
Суммарная бета-активность : 1,316E+05 Бк

Классификация РАО : **СРЕДНЕАКТИВНЫЕ**

Максимальное расчетное время распада до безопасного уровня упаковки РАО: 18,43 лет

Измерения выполнены оператором \_\_\_\_\_ Имярек И.И.

Протокол сдачи упаковки РАО на хранение

Код РАО	Дата сдачи	Место хранения РАО	Место расположения упаковки РАО и хранения
ABC	20.10.2006	СПО	Сектор №2, ячейка №1

Сотрудствующий за сдачу упаковки РАО \_\_\_\_\_ Петров А.А.

Сотрудствующий за прием упаковки РАО \_\_\_\_\_ Савров М.М.

Clear Vision  
Sound Strategies  
Solid Performance

