

Detective-DX: самый современный портативный спектрометр и идентификатор гамма-нуклидов .



На 2007 год США закупило 200 экз. системы Detective, Великобритания- 50, по 1 -2 прибора куплено всеми европейскими странами-членами ЕС.

При работе в спектрометрическом режиме с дополнительной программой ISOTOPIC и МВИ позволяет определять удельную активность источников в контейнерах, обогащение урана, удельную активность и состав РАО в контейнерах и упаковках (паспортизатор)

Безошибочная идентификация радиоактивных идентификаторов по гамма и нейтронному(опция) излучению

- Портативный прибор для обнаружения незаконной перевозки радиоактивных материалов
- Быстрая, простая и надежная классификация радионуклидов с помощью отработанных алгоритмов на следующие группы: NORM, Medical (медицинские), Industrial (промышленные), Nuclear (ядерные) и Natural (естественные).
- Режим Поиска гамма-излучения, включающий измерение мощности дозы
- Идентификация изотопов по гамма-излучению, подтверждаемая сигналом на детекторе нейтронов
- 20-кратное улучшение разрешения по сравнению с идентификаторами на основе NaI
- Портативный прибор, работающий от аккумуляторов, с цветным сенсорным дисплеем
- Всегда готов к работе, если подключен к базовому блоку
- ОЧГ детектор, охлаждаемый миниатюрным высоконадежным механическим охладителем, работающим от аккумулятора, сети 220 В или от 12 В источника постоянного тока
- Детектор нейтронов с замедлителем
- Цифровой спектрометр с улучшенными характеристиками за счет использования цифрового фильтра для подавления шумов
- Патентованное программное обеспечение для идентификации
- GPS привязка к местности

В настоящее время возникла острая необходимость в портативных приборах для борьбы с незаконной перевозкой радиоактивных материалов. Портативный идентификатор Detective-DX представляет собой результат внедрения самой современной на данный момент технологии.

Хороший прибор для идентификации должен преодолеть две основные технические проблемы. Одна из них – это чувствительность, низкий уровень которой может привести к невозможности обнаружить ядерный материал (так называемое ложное необнаружение). Вторая проблема – это разрешающая способность, недостаток которой приводит так называемым ложным срабатываниям или ошибкам при идентификации, когда безопасный нуклид ошибочно путается с опасным. Решить эти проблемы очень трудно особенно в полевых условиях с помощью портативных приборов. Независимое исследование показало, что детекторы, работающие при комнатной температуре, такие, как NaI или CdZnTe, не могут обеспечить быстрых, надежных и точных результатов.



Примеры обычных материалов, которые могут вызвать ложные тревоги:

- Калий нитратные удобрения
- Гранит или мрамор
- Продукты из овощей
- Линзы камер
- Стержни для сварки из торированного вольфрама
- Стекла фонарей
- Фарфоровая арматура для ванн
- Керамическая черепица
- Медицинские изотопы

Недавний опыт показал, что 90% процентов ложных срабатываний в аэропортах происходят при обнаружении медицинских изотопов в телах пассажиров, в то время как при проверке грузов основная причина ложных срабатываний – это присутствие естественных излучателей. На рисунке 1 показан пример ложного необнаружения.

Спектр представлен в диапазоне от 220 до 480 кэВ. На верхних двух рисунках представлен спектр Ba-133 (промышленный изотоп), на нижних двух рисунках находится спектр смеси Ba-133 и оружейного плутония.

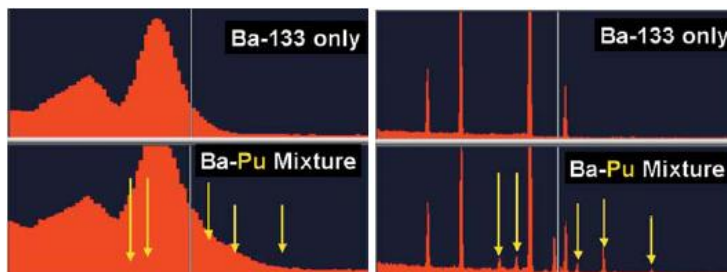


Рис. 1

Спектры, расположенные слева, набраны с помощью детектора на основе NaI, спектры, расположенные справа, набраны с помощью ОЧГ детектора. Стрелками указаны положения пиков Pu. На спектре смеси бария и оружейного плутония, набранного с помощью NaI детектора, очень сложно или почти невозможно обнаружить эффект присутствия плутония. В то время как в спектре, набранном на ОЧГ детекторе, пики плутония четко видны.

Используя детектор с низким разрешением на основе NaI, можно не обнаружить такой ядерный материал, как плутоний, так как его можно замаскировать широко используемым промышленным изотопом Ba-133. Детекторы со средним разрешением на основе кристалла CdZnTe также не применимы для решения таких задач из-за своих малых размеров и низкой эффективности. Низкая эффективность приводит к неприемлемо высокому времени измерения. Но более важно, что CdZnTe детектор с его более плохим разрешением легче “обмануть”, чем ОЧГ детектор.

Что такое Detective-DX?

- Detective-DX – это новейший прибор из семейства портативных идентификаторов ORTEC Detective. Эти приборы уникальны. Они обладают высокой чувствительностью и разрешающей способностью благодаря использованию ОЧГ детектора. Приборы из семейства Detective представляют собой портативные системы, охлаждаемые с помощью жидкого хладагента. Использование ОЧГ детектора позволяет проводить четкие оценки без привлечения экспертов.

Краткая спецификация Detective-DX

Портативный нуклидный идентификатор Detective-DX обеспечивает выполнение следующих функций:

SEARCH (ПОИСК): Режим сканирования для обнаружения положения гамма-излучающих радиоактивных источников. При обнаружении радионуклидов в наушниках раздается предупредительный сигнал.

IDENTIFY (ИДЕНТИФИКАЦИЯ): Ниже приведена схема идентификации и классификации радионуклидов.

- Промышленные: ^{60}Co , ^{57}Co , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{241}Am , ^{75}Se
- Медицинские: ^{18}F , ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{111}In , ^{123}I , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{201}Tl
- Естественные: ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U
- Реакторные: ^{233}U , ^{235}U , ^{237}Np , ^{239}Pu , ^{252}Cf

Эта классификация основана на внутренней фиксированной библиотеке согласно ANSI N42.34. Библиотеки, составленные согласно требованиям пользователя, могут быть поставлены по отдельному заказу.

Определение мощности ДОЗЫ: Мощность дозы гамма-излучения контролируется Ge детектором и встроенным счетчиком Гейгера-Мюллера. Значение мощности дозы отображается во всех режимах работы. Мощность дозы может выводиться в мкЗв/ч или мР/ч.

Detective-DX в работе

Detective-DX оборудован большим ярким LSD дисплеем.

На рисунке 2 показан главный рабочий экран. Скорость счета гамма и нейтронного излучения (с нейтронным каналом, специально заказывается) и мощность дозы гамма-излучения отображается непрерывно: численно и в виде изменяющегося прямоугольника. Оставшееся время работы аккумулятора также показано на дисплее. При нажатии кнопки search появляется дисплей, показанный на рисунке 3. В режиме Search на экране отображается скорость счета гамма и нейтронного излучения в виде гистограммы, растущей слева направо. На экране отображается скорость счета нейтронов, скорость счета гамма-квантов и мощность дозы гамма-излучения. Процесс поиска выполняется до тех пор, пока не будет остановлен пользователем. Пользователь может сохранить данные поиска.

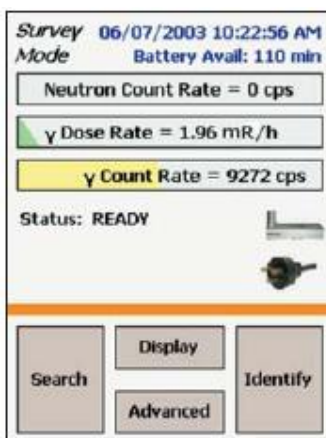


Рис. 2. Мощность дозы показана в мР/ч

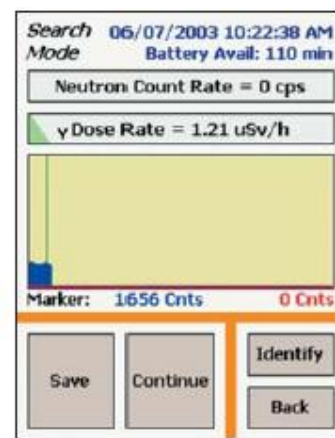


Рис. 3. Режим Search.

При нажатии клавиши Identify (ID) появляется экран, показанный на рис. 4. В отличие от других идентификаторов, в которых сначала производится набор спектра в течение заданного времени, а потом уже попытка анализа, Detective-DX производить идентификацию в реальном времени. Сразу после нажатия клавиши ID он начинает идентифицировать пики в спектрах. Современные стандарты такие, как ANSI N42.34, требуют, чтобы время идентификации составляло одну или две минуты. Detective-DX обычно первый отчет об идентификации дает через гораздо более короткий промежуток времени, в некоторых случаях менее чем через 1 секунду.

Нуклиды, наличие которых предполагается, также отображаются на экране, если не набрана достаточная статистическая точность. По мере достижения нужной точности эти нуклиды переводятся из категории “предполагаемые” (suspected) в категорию найденные (found). Этот динамический процесс всегда можно остановить, нажав клавишу STOP.

На рисунке 4 показан пример, когда идентификатор нашел один промышленный нуклид. На экране могут появляться следующие подсказки в помощь оператору:

- “Сравнимо с фоном, продолжайте измерения”
- “Скорость счета сравнима с фоном”
- “Повышенное радиационное поле”
- “Возможно присутствие бета-излучателя или неизвестного гамма-излучателя”
- “Возможно реакторный материал”
- “Присутствует медицинский радионуклид – бета излучатель”

Основная форма сообщений следующая:

- “Found CLASS (#)” или “Suspect CLASS(#)”
- “Найден КЛАСС (число нуклидов)” или “Предполагается наличие КЛАСС (число нуклидов)”

где КЛАСС может быть следующим:

- Медицинские радионуклиды
- Радионуклиды промышленного происхождения
- Естественные
- Реакторные
- # - число радионуклидов того или иного класса.

В соответствии с нормами МАГАТЭ, реакторный материал и Th-содержащий материал требуют дальнейшего анализа. Возможны следующие вспомогательные сообщения:

- “Найден реакторный уран”
- “Найден реакторный плутоний”
- “Найден реакторный нептуний”
- “Найден торий природного обогащения”

Нажатие клавиши “FOUND” переводит оператора на экран, показанный на рис.5, где приведен список, обнаруженных нуклидов. Обнаруженные нуклиды подвергаются дальнейшей классификации.

Если обнаружен уран, то возможны следующие сообщения:

- “Высоко обогащенный уран”
- “Обедненный уран”
- “Низко обогащенный уран”
- “Повышенная концентрация урана”

Похожие сообщения выводятся и для плутония в зависимости от состава образца, наличия экранов и статистики:

- “Проведите набор спектра не менее 5 минут, чтобы определить оружейный или реакторный плутоний”
- За которым следуют сообщения:
- “Pu”
- “Плутоний реакторного обогащения”
- или
- “Pu”
- “Плутоний оружейного обогащения”

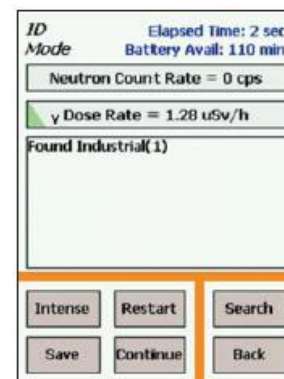


Рис. 4.



Рис. 5.

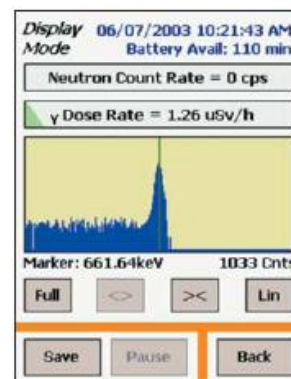


Рис. 6.

Набранный спектр отображается на экране, с ним можно проводить различные манипуляции как на стандартном многоканальном анализаторе (рис.6.).

Проверка калибровки

Идентификатор Detective-DX поставляется откалиброванным. Современная цифровая электроника и детектор очень стабильно поддерживают положение центра пика. В приборе предусмотрена очень простая процедура проверки и коррекции заводской калибровки. Для этого используется небольшой источник ^{137}Cs . Он устанавливается в базовый блок. Калибровка проводится при подзарядке аккумуляторов идентификатора. Когда на экране появляется сообщение READY, вы можете начать процедуру калибровки. На рис. 7 показан экран, который появляется на дисплее при запуске процедуры калибровки.



Рис. 7. Калибровка

Источники питания Detective-DX

Для первоначального охлаждения до рабочей температуры Detective-DX помещается в прилагаемый базовый блок. Время охлаждения составляет менее 12 часов. Поддержка рабочего состояния охлаждения требует всего лишь нескольких десятков ватт мощности. Поэтому время работы от встроенных батарей составляет около 3 часов. А если использовать дополнительные внешние батареи, то время непрерывной работы увеличивается до 8 часов. Система так же может работать от автомобильной сети и от обычной сети 220 В.

Эффективность идентификации плутония и урана (значения, полученные в результате измерений лаборатории ORTEC)

Моноисточники

Данные об эффективности идентификации были получены при стандартной мощности дозы в 500 нЗв/ч, измеренной с помощью откалиброванного дозиметра в точке перед лицевой стороной детектора. Когда между источником и детектором находится поглотитель, измерения дозы проводилось ЧЕРЕЗ поглотитель.

Экранированный и неэкранированный уран: DU (обедненный уран), U-NORM (уран природного обогащения), LEU (низко обогащенный уран), HEU (высоко обогащенный уран).

Время идентификации образца урана как урана, как неэкранированного, так и экранированного стальным листом толщиной до 5 мм, составляет 5 с. Время идентификации урана как LEU и HEU, экранированных 1.6 мм свинцовым листом, составляет менее 5 с.

Экранированный и неэкранированный плутоний: WG оружейный плутоний, RG реакторный плутоний (~60-93% Pu-239)

Время идентификации образца плутония как плутония, как неэкранированного, так и экранированного стальной пластиной толщиной до 5 мм или свинцовой пластиной толщиной до 10 мм, составляет менее 40 с. Время идентификации плутония как плутония WG типа составляет менее 100 с.

Смеси

Во всех случаях мощность дозы от смеси вещества-“маски” и урана или плутония, измеренная перед детектором, составляла 500 нЗв/ч. Предел отношения для идентификации - максимальное отношение вещества-“маски” к урану (плутонию), при котором возможна идентификация в установленное время.

Смесь урана и маски из Co-60 или Cs-137, мощность дозы 500 нЗв/ч, неэкранированный

Время идентификации как U менее 5 с. Для образцов урана LEU и HEU отчет, что это “LEU” или “HEU”, поступал также менее, чем через 5 с.

Предел отношения за время 60 с в присутствии вещества маски Cs-137 или Co-60

>7:1 идентификация как U, неэкранированный; >3:1 идентификация как U, экранированный 5 мм стали

>2:1 идентификация как LEU или HEU, неэкранированный; >1.5:1 экранированный 5 мм стали

Смесь плутония и маски из Ba-133, мощность дозы 500 нЗв/ч

Время идентификации как Pu менее 60 с, неэкранированный или экранированный 5 мм стали или 10 мм свинца. Идентификация, как RG Pu или WG Pu, составляет менее 300 с.

Предел отношения за время 5 минут в присутствии вещества маски Ba-133

>6:1 идентификация как Pu, неэкранированный; >4:1 экранированный 5 мм стали или 10 мм свинца

>1:1 идентификация как WG Pu или RG Pu, неэкранированный или экранированный 5 мм стали или 10 мм свинца (с Cd фильтром при повышенном содержании Am)

Спецификация

РЕЖИМЫ РАБОТЫ

SEARCH

Режим сканирования для определения местоположения радиоактивного источника. Подача предупредительного сигнала через внешние наушники. Одновременное сканирование на нейтронные и гамма источники. Пять скоростей сканирования.

IDENTIFY-Gamma

Примерная схема идентификации и классификации радионуклидов:

- Промышленные: ^{60}Co , ^{57}Co , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{241}Am , ^{75}Se
- Медицинские: ^{18}F , ^{67}Ga , ^{99}mTc , ^{111}In , ^{123}I , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{201}Tl
- Естественные: ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U
- Реакторные: ^{233}U , ^{235}U , ^{237}Np , ^{239}Pu , ^{252}Cf

Эта классификация основана на внутренней фиксированной библиотеке согласно ANSI N42.34. Библиотеки, составленные согласно требованиям пользователя, могут быть поставлены по отдельному заказу.

Dose Rate – мощность дозы

ДЕТЕКТОРЫ

Встроенный ОЧГ детектор

Размеры: 50 мм диаметр x 30 мм длина

Тип детектора: коаксиал

Высоко чистый германий р-типа

Охладитель: высоконадежный охладитель с низкой потребляемой мощностью на основе цикла Стирлинга Numatic SAX101-002. Время непрерывной работы более 5 лет.

Цифровое подавление шумов: "LFR фильтр", патентованная технология ORTEC

Определение дозы гамма излучения

Detective-DX использует два детектора для определения дозы гамма излучения в широком диапазоне энергий от 0.05 мкЗв/ч до 10000 мкЗв/ч, охватывающим более 6 порядков. Для низких значений мощности дозы порядка 20 мкЗв/ч, мощность дозы определяется из спектра Ge детектора. Для доз, превышающих это значение, измерение проводится с помощью счетчика Гейгера-Мюллера. Detective-DX переключается между двумя режимами автоматически. Погрешность определения мощности дозы от 50% до 100%. Сигнал тревоги подается при превышении 10000 мкЗв/ч.

Модуль детектора нейтронов(вариант заказывается дополнительно)

4 ^3He трубки: длиной 4 дюйма, диаметром 0.5 дюйма и давлением рабочего газа 20 атм. Полиэтиленовый замедлитель высокой плотности.

ЦИФРОВОЙ МКА И ПРОЦЕССОР

Дисплей: цветной TFT дисплей с матовым покрытием (разрешением 240x320, 64 тыс. цветов), чувствительный к касанию, можно управлять качанием пальца или специальным стилусом.

Процессор: Intel PXA263 с тактовой частотой 400 MHz