



GAMMATECH

Polaris™



Спектрометрический CZT гаммавизор.

HED



POLARIS™ H100
POLARIS™ H110

Polaris™ H100 это совершенное решение для идентификации, локализации и количественного определения гамма-излучающих источников на АЭС. 20 лет разработки и более 5+ лет прикладных испытаний на соответствие стандартам работы атомных станций.

Основные особенности:

- < 3,5 кг, Работа от батареи до 7 часов
- Легко моется, лёгкий в обращении
- 6 см³ CZT пикселизированный кристалл
- ≤ 1,1% ПШПВ на 662 кэВ
- Всенаправленное картирование

Опция для малых энергий H110: точечный коллиматор

- Энергии от 50 кэВ до 250 кэВ
- Радиационный обзор 90° × 90°
- Угловое разрешение ~10° ПШПВ



POLARIS™ H400
POLARIS™ H420

Polaris™ H400 это высокопроизводительный старший брат **Polaris™ H100**, выполняющий измерения в 3-4 раза быстрее.

Polaris™ H400 оптимизирован для идентификации и локализации гамма-источников на атомных станциях.

Основные особенности:

- < 4 кг, Работа от батареи до 7 часов
- Легко моется, лёгкий в обращении
- ≤ 1,1% ПШПВ на 662 кэВ
- Всенаправленное картирование
- 19,3 см³ CZT детектор (4x эффективность регистрации)

Опция для малых энергий H420: кодированная апертура

- Энергии: от 50 кэВ до 250 кэВ
- Радиационный обзор: 90° × 90°
- Угловое разрешение: ~5° ПШПВ



POLARIS™ P100
POLARIS™ P400

POLARIS™ P100 это идеальное решение для идентификации и количественной характеристики гамма-излучающих источников в полях других сильных гамма-источников.

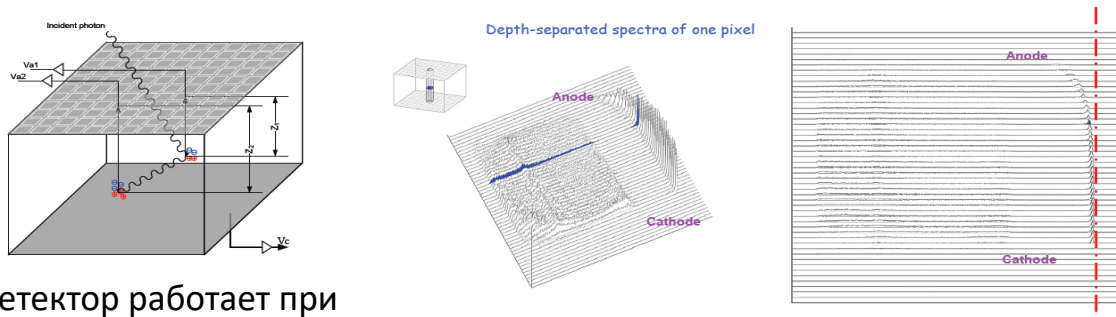
Спектроскопическое разрешение сравнимое с крио-охлаждаемыми детекторами и коллированными W гамма-визорами.

Основные особенности:

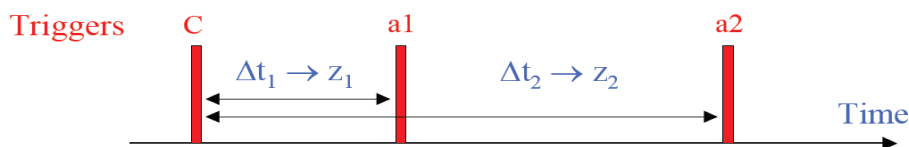
- Коллимированный CZT детектор
- Работа от батареи >10 часов
- Вес от 9 до 16 кг
- Легко моется, крайне лёгок в управлении
- ≤ 1,1% ПШПВ @ 662 кэВ
- Поле обзора – 60 градусов

Принцип работы

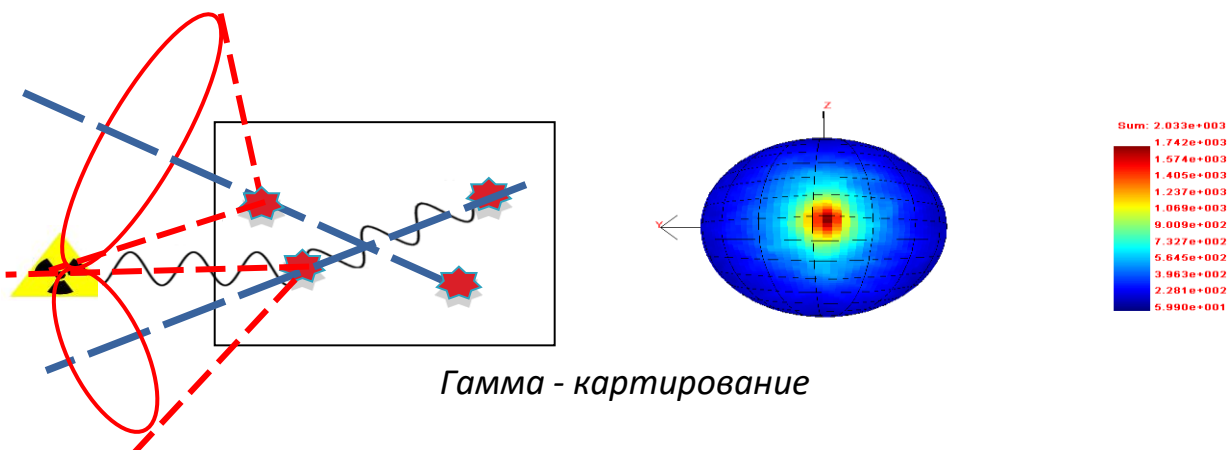
Во многих приложениях, например, при определении первичного источника или оптимизации экранирования, вам нужно видеть источники во всех направлениях. Система с ограниченным полем зрения потребует намного больше измерений (а значит и времени), чтобы увидеть то же самое. В доверок к тому, что система с ограниченным полем обзора (например, с кодированной апертурой) может не увидеть часть источников – если источники находятся за полем зрения – визуализация может показывать несуществующие артефакты, о чём могут не указывать в спецификациях. Большинство визуализаторов должны указывать в спецификации поле обзора, но в дополнении стоит поинтересоваться: сильно ли меняется эффективность детектирования в этом поле обзора. Вы же не хотите систему, которая будет малочувствительной в некоторых избранных направлениях. Polaris-N визуализирует все направления в 4π одновременно.



Детектор работает при комнатной температуре



- Система определяет место взаимодействия гамма-кванта с детектором. Во время взаимодействия возникает электрон-дырочная пара. При движении заряда – мы «чувствуем» заряд специальным образом сформированным катодом. Поскольку от катода к аноду приложен потенциал – мы, зная скорость дрейфа электрона и дырки, мы можем сказать глубину (Z-координата) на которой произошло взаимодействие.
- Когда заряд достигает поверхности - матрица 11x11 (121 пиксель) на поверхности определяет x и y координаты события. Таким образом, мы получаем 3D координату события.
- Значительная часть гамма-квантов теряют свою энергию не в 1, а в 2 и более взаимодействиях. Обратным счётом мы можем установить сектор пространства, откуда прилетел такой гамма-квант. Накапливая статистику несколько сотен событий – мы однозначно получаем точку пространства, откуда прилетают гамма-кванты заданной энергии.



Гамма - картирование

Почему технология CZT от H3D такая особенная?

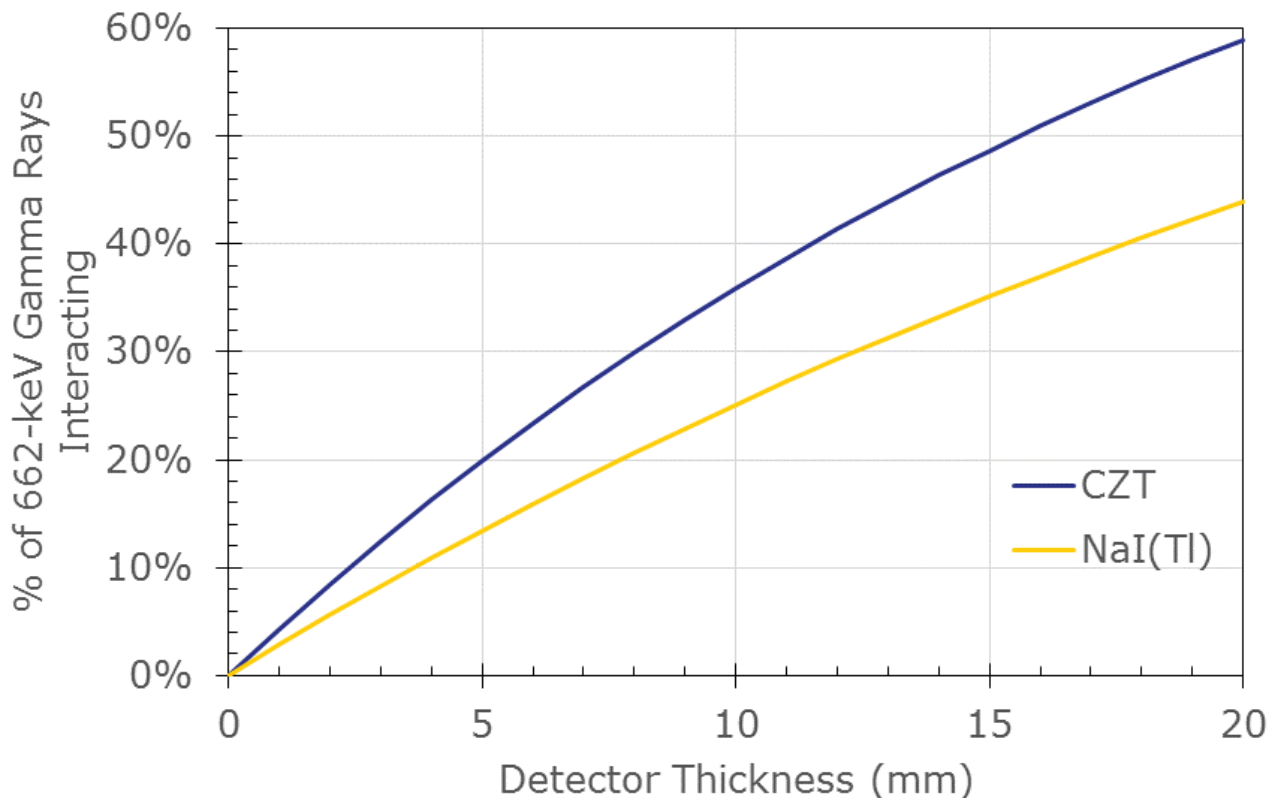
Существует ряд мифов касательно технологии CZT. Вот основные, актуальные 10-20 лет назад

1. CZT может расти только слоями толщиной несколько миллиметров, поэтому он никогда не может обладать большой эффективностью. Поэтому он никогда не может быть полезен для высокоэнергетической спектроскопии или многочисленных измерений, проводимых на практике.
2. Качество материала оставляет желать лучшего, поэтому есть примеси, проблемы с проводимостью по дыркам, поляризация и другие эффекты, ограничивающие разрешение по энергии до величин в несколько процентов. То есть до величин порядка тех, что показывают сцинтилляторы.
3. CZT дорогой. Зачем кому-то выбирать CZT, когда они могут получить аналогичные результаты на сцинтилляторах, которые стоят на порядок дешевле?

10-20 лет назад это были верные утверждения. Но за последние 20 лет технология CZT колоссально продвинулась вперёд. Некоторые коммерческие продукты ещё не оценили преимущества нового CZT, но с нашими продуктами (H3D) Вы поймёте, что наш CZT особенный.

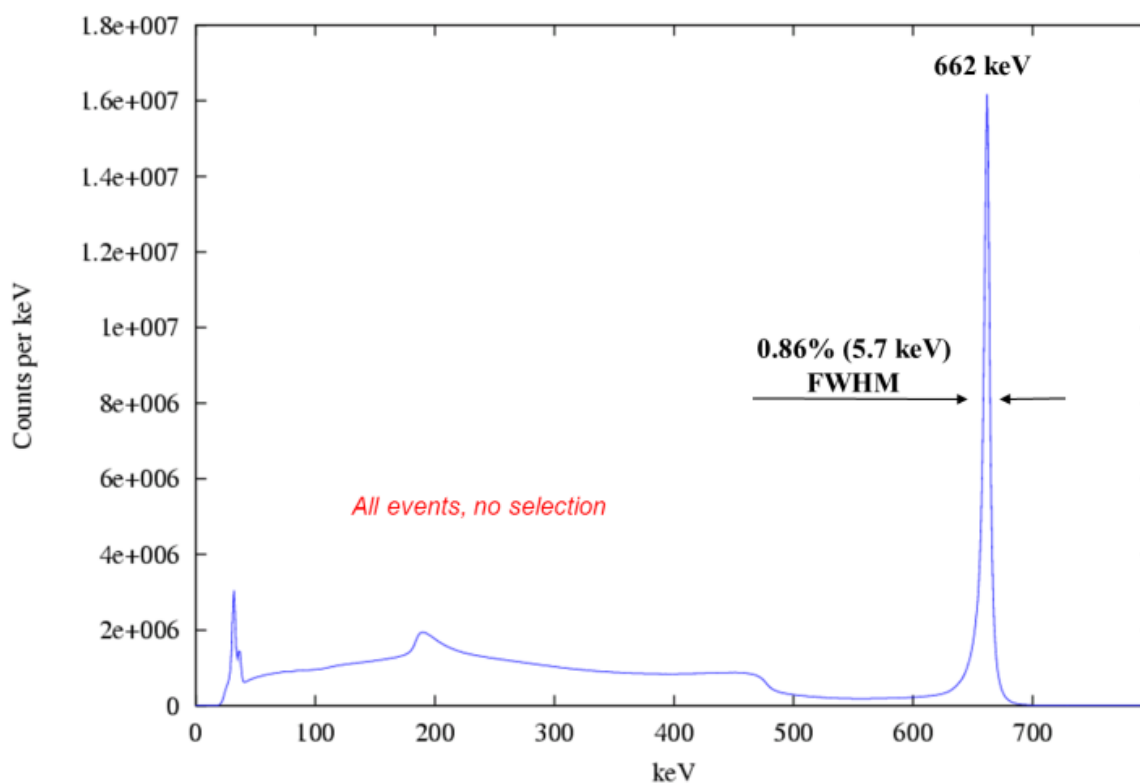
1. **«CZT может расти только слоями толщиной несколько миллиметров»**

В наши дни является совершенно обычным, что CZT вырастает до 15 мм. Фактически, все продукты H3D используют кристаллы 15 x 20 x 20 мм CZT. Конечно, они не настолько велики, как, скажем кристаллы NaI(Tl) или даже самые большие кристаллы HPGe, но помните, что CZT имеет останавливающую силу на 50% больше, чем сцинтиллятор NaI(Tl) на единицу объема, поэтому имеющейся толщины достаточно, чтобы зарегистрировать 50% гамма-квантов на энергии 662кэВ, что достаточно для большинства применений. Если требуется большая эффективность, могут быть созданы массивы из CZT кристаллов.



2. «Качество материала оставляет желать лучшего – проблемы с разрешением»

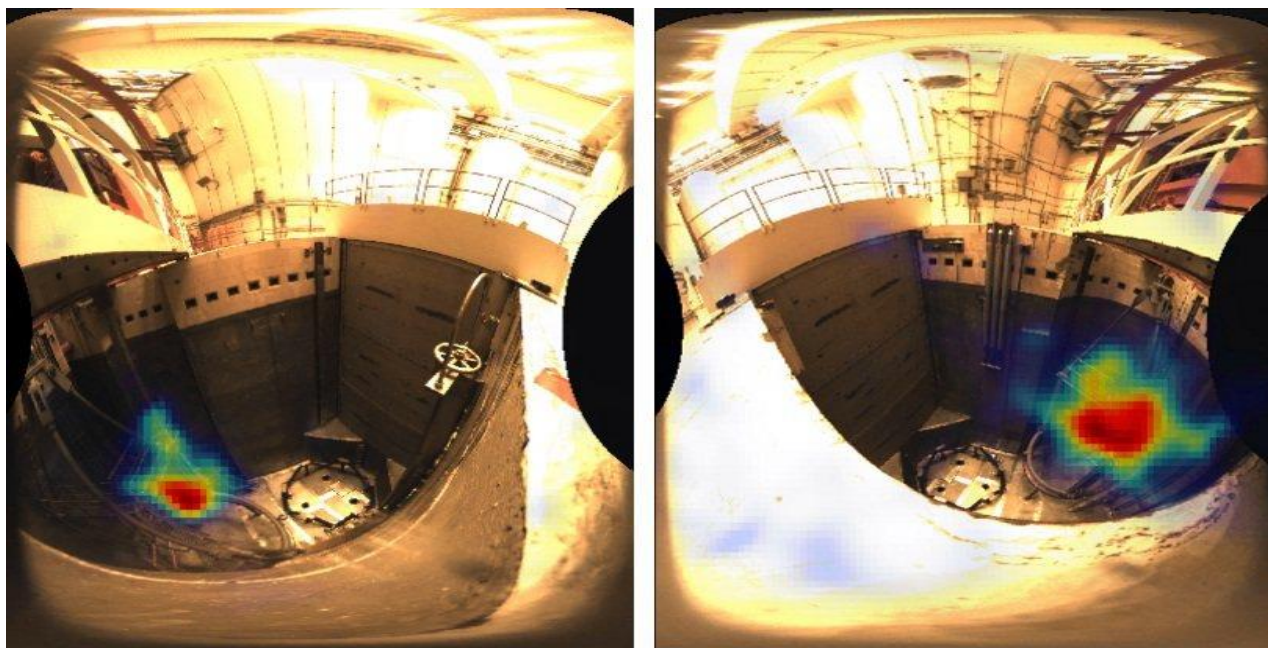
Качество материалов CZT, безусловно, улучшилось в последние годы - меньше дислокаций и ловушек, более однородности, улучшение качества контактов. Да, все еще есть проблемы, но технология H3D, используемая для чтения сигналов, нивелирует имеющиеся проблемы материала, позволяя делать калибровку воксель за вокселем. Подтверждение этих слов – достигаемое разрешение. Мы гарантируем его на уровне лучше, чем 1,1% ПШПВ на 662кэВ, что качественно лучше, чем на сцинтилляторах. А те наши детекторы, что используются правительством США, укомплектованные низкошумной электроникой, достигают разрешений в 0,86% ПШПВ на массиве из 18 детекторов.



3. «CZT дорогой»

CZT по-прежнему дороже сцинтилляторов. С ростом рынка радиационной медицины и улучшения качества кристаллов, цены на них за последнее десятилетие существенно упали. И мы надеемся, что цены продолжат снижаться по мере того как CZT будет становиться всё более популярным. Но сравнение CZT и сцинтилляторов только по цене не совсем справедливо. Хотя CZT детекторы и более дорогие, чем сцинтилляторы, CZT дает лучшее энергетическое разрешение и пространственную чувствительность к положению в миллиметрах, величина, являющаяся недоступной для сцинтилляторов. Ценность данных предоставляемых CZT, как правило, более чем стоит затрат.

Поиск и локализация источников



Гамма-камеру Polaris можно использовать для локализации первичного/первичных источников излучения до проведения работ в некоторой области. Эти снимки были сделаны на стороне полости реактора, прежде чем в ней выполнялась работа. При первом измерении (первое изображение) сливное отверстие было охарактеризовано как вносящее наибольший вклад в общее загрязнение. Перенеся Polaris на другую сторону полости, которая заэкранировала сток, было идентифицировано другое, неожиданное, загрязнение стенки полости. Polaris также может определять изотопный состав каждой горячей точки. Таким образом, яму можно очистить до возобновления основных работ.

В другом примере обзорные измерения показали радиоактивность в блоке трубопроводов. Однако было непонятно, какая часть блока наиболее загрязнена. Polaris был расположен для просмотра интересующей области, и было обнаружено, что сегмент трубы под полом генерирует большую часть дозы, а не сам блок трубопроводов, как первоначально ожидалось. В отличие от предыдущей работы, где эта горячая точка не была идентифицирована, оператору удалось смонтировать защиту на полу, чтобы уменьшить дозу для рабочих.

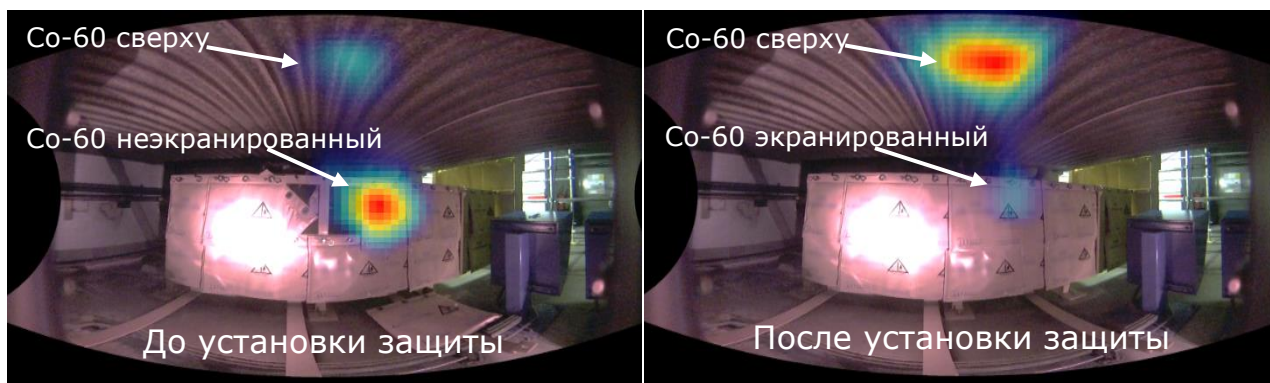
Нахождение дискретных радиоактивных частиц

Иногда бывает трудно найти отдельные радиоактивные частицы поисковыми, потому что нужно проложить зонд непосредственно над дискретной радиоактивной частицей и двигаться достаточно медленно, чтобы сказать, что скорость счета повышена. Однако, визуализируя всю область, проведя лишь одно измерение, становится видна горячая точка. Например, одна станция обнаружило несколько горячих частиц Cs-137, которые были покрашены на полу. Они не были идентифицированы ранее с помощью стандартных методов, хотя было известно, что общий фон повышен в данной области. Быстрое картирование с использованием Polaris определило местоположение точечных радиоактивных частиц, которые затем были удалены. Polaris также используется для поиска горячих частиц на оборудовании и подмостках, что предотвращает случаи заражения персонала.

Конструирование и оптимизация защитного экрана

В некоторых ситуациях принцип ALARA (**A**s **L**ow **A**s **R**easonably **A**chievable) обязывает устанавливать защиту в зоне до проведения работы персоналом.

Polaris может помочь оптимизировать эту защиту путем определения первичного вклада в дозу от каждого изотопа. Распределение гамма-излучения от каждого изотопа может быть измерено до и после установки щита для подтверждения его эффективности. Кроме того, щели в экране могут быть быстро обнаружены на изображении. Например, изображения, приведенные ниже, показывают ту же область с защитой и без нее. Ясно, что добавление экранирования уменьшает дозу из одного направления (по центру), но не уменьшает излучение от другого горячего пятна, исходящего из комнаты выше. Нарращивание защитного экрана на источник в этой комнате принесёт куда меньше результатов, в противовес экранированию другого направления.



90-секундное измерение. Оценка защиты.

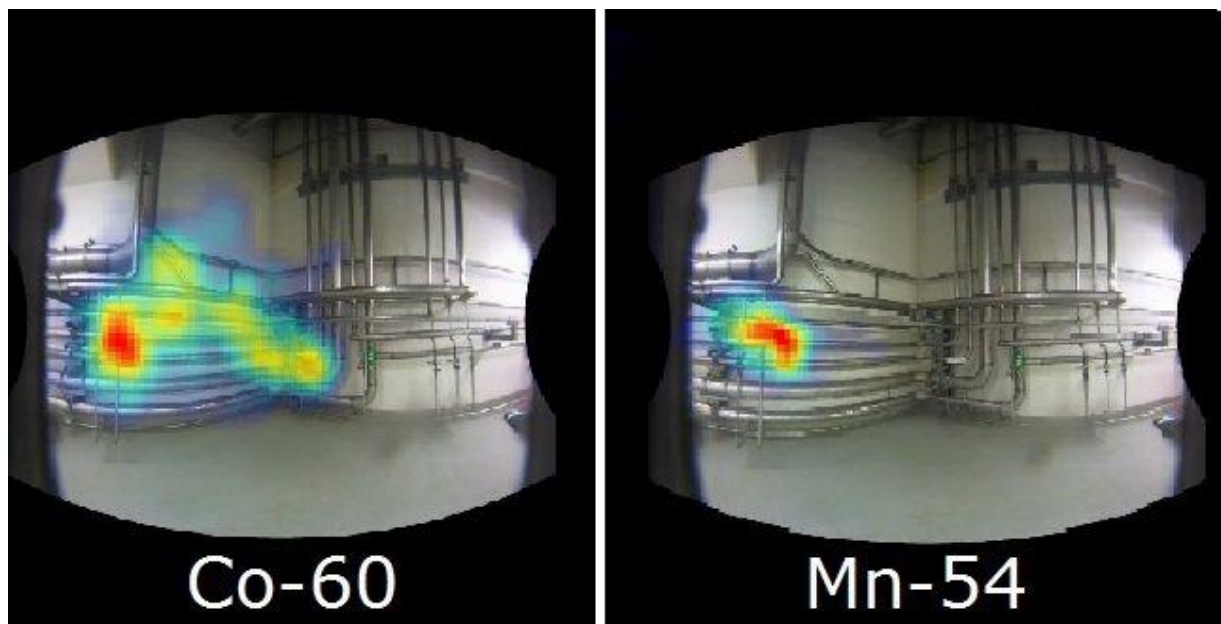
Поиск изотопов в контейнерах

Polaris использовался для проверки исходящих транспортных контейнеров для подтверждения их содержимого, а также степени его экранирования. Проводя лишь одно измерение, Polaris визуализирует самую горячую точку на контейнере. Затем эта точка может быть измерена, чтобы проверить, превышает ли она допустимый предел дозы.



Поиск и отслеживание отбросов в трубах и вентилях

Металлические продукты коррозии, вымытые с поверхностей в циркуляционном контуре охлаждающей жидкости, приносятся течением жидкости в реактор. Там они активируются. Эти активированные продукты коррозии могут затем циркулировать вместе с хладагентом и осаждаться на поверхности трубопроводов, особенно на изгибах труб или клапанах.



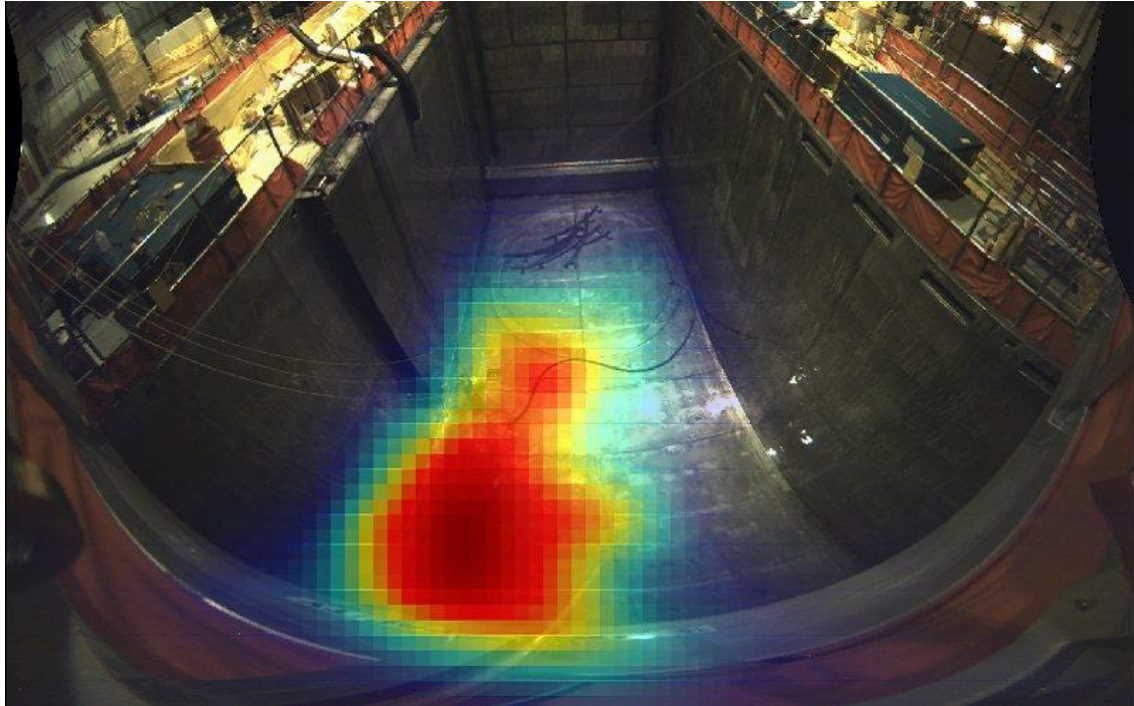
С помощью Комптон-визуализации Polaris определяет основные места накопления этих продуктов. Благодаря превосходному энергетическому разрешению, изображение может быть построено независимо для каждого нуклида, позволяя оператору определять области с преимущественным отложением продуктов активации. Такая «радиационная криминалистика» может быть использована для понимания химических и операционных процессов, происходящих на станции. Картирование по каждому изотопу может быть сопоставлено до, во время и после выбросов загрязнения, чтобы пронаблюдать силу выброса и пути миграции продуктов. Коррекция эффективности и затухания может позволить оценить активность грязи. Polaris легко переносится в разные области для проведения измерений. Изображение выше показывает накопление Co-60 и Mn-54 в различных трубах. Co-60 присутствует в нескольких местах, в то время как Mn-54 сильно локализован.

Идентификация повреждения ТВС

Из-за выхода альфа-излучающих актинидов при повреждениях ТВС могут возникнуть проблемы с радиационной защитой. Продукт деления Cs-137 также высвобождается во время утечки через топливную оболочку, поэтому присутствие Cs-137 может указывать на присутствие актинидов. Однако во время работы сильное поле гамма-излучения от продуктов активации хладагента, таких как N-16, может подавлять сигнал Cs-137 при использовании некоторых видов детекторных систем.

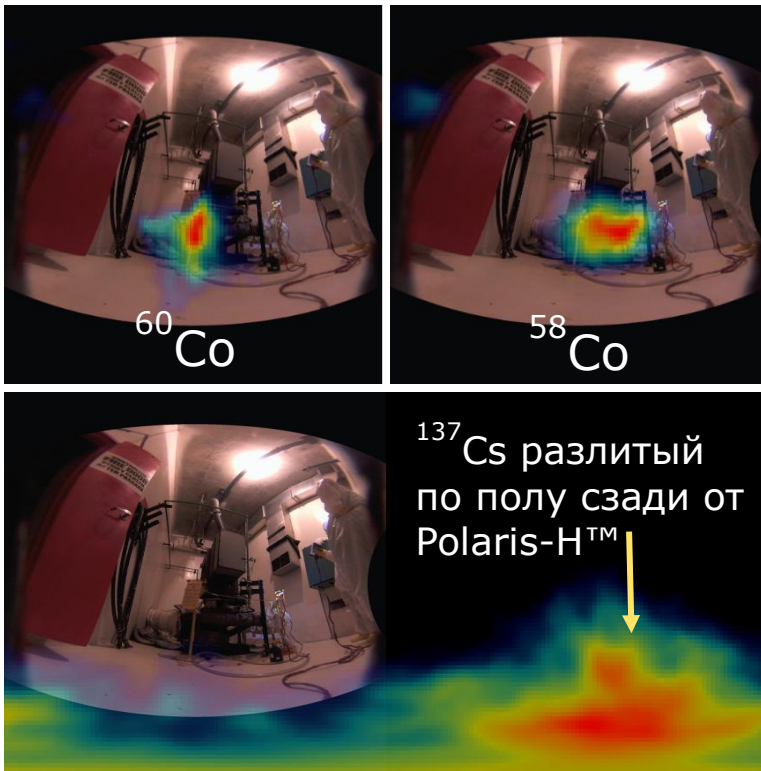
Чрезвычайно высокое соотношение пик/фон и превосходное энергетическое разрешение благодаря большому CZT-детектору Polaris позволяют идентифицировать пик Cs-137 662 кэВ даже в сильном поле N-16. Кроме того, изображение линий Cs-137 в 662 кэВ показывает места наибольшей локализации Cs-137.

Проверка отчистки



Некоторые области атомных станций могут загрязняться во время рутинной эксплуатации и нуждаются в последующей очистке. На этом рисунке показано распределение всех радиоактивных материалов на одном этапе процесса очистки ямы после затопления реактора во время заправки топливом. Наблюдается горячая область в левом углу.

Определение степени загрязнения в объёме



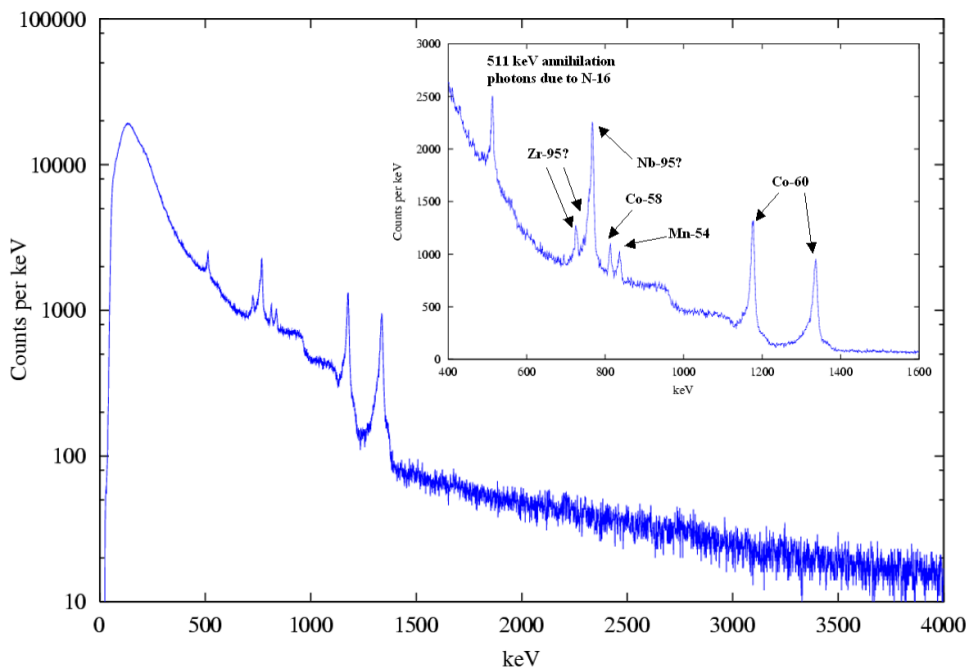
В некоторых ситуациях пользователь может быть заинтересован в определении того, загрязнено ли небольшое пятно или регион. Например, на одном предприятии начальное обследование показало высокую скорость счета в сливе, но было неясно, было ли это из-за загрязнения на всем дне полости или просто в самом сливе. Визуализация полости с помощью Polaris показало, что первичное загрязнение происходит только от самого стока, что упрощает очистку.

В другом примере, показанном ниже, было обнаружено, что различные области насоса загрязнены различными изотопами. Знание этих областей проясняет наше понимание того, как происходило загрязнение, а также позволяет выбрать лучший способ очистки насоса в случае необходимости.

Изображения насосного отделения ООТ (отвода остаточного тепла) на ядерной установке в США, полученные за 10 минут на Polaris-H.

Качественное и количественное определение изотопов

Во многих случаях пользователи обеспокоены изотопами, дающими основной вклад в поле гамма-излучения, или изотопами, присутствующими в том месте (на той детали), с которой будут проводиться работы.



Преимущество Polaris заключается в превосходном энергетическом разрешении, высоком соотношении пик/шум и высокой эффективности по сравнению с другими CZT инструментами. Легкость обнаружения слабой линии в сильном фоне напрямую зависит от энергетического разрешения, поэтому превосходное энергетическое разрешение Polaris позволяет наблюдать даже слабые изотопы. Разрешение по энергии составляет около 1% ПШПВ при 662 кэВ и позволяет Polaris разделять соседние пики и выделять их от подложки.

Кроме того, его высокая эффективность уменьшает время измерения, а его высокое отношение пика к фону дополнительно улучшает обнаружение слабых изотопов. При предварительной калибровке по эффективности прибор может определять активность материалов в известной геометрии. Некоторые пользователи Polaris обнаружили наличие старых изотопов, ранее замаскированных портативными инструментами мониторинга, а также существующими полями излучения. Спектр выше показывает некоторые общие линии, которые часто наблюдаются на атомной электростанции, измеренные с помощью технологии CZT от H3D.

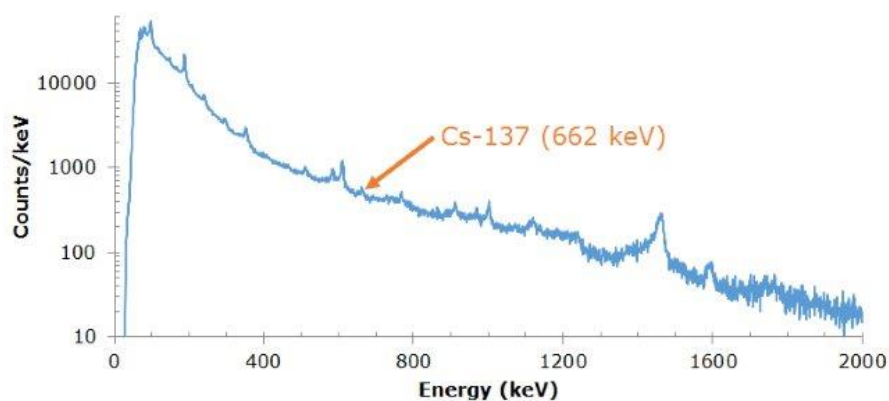
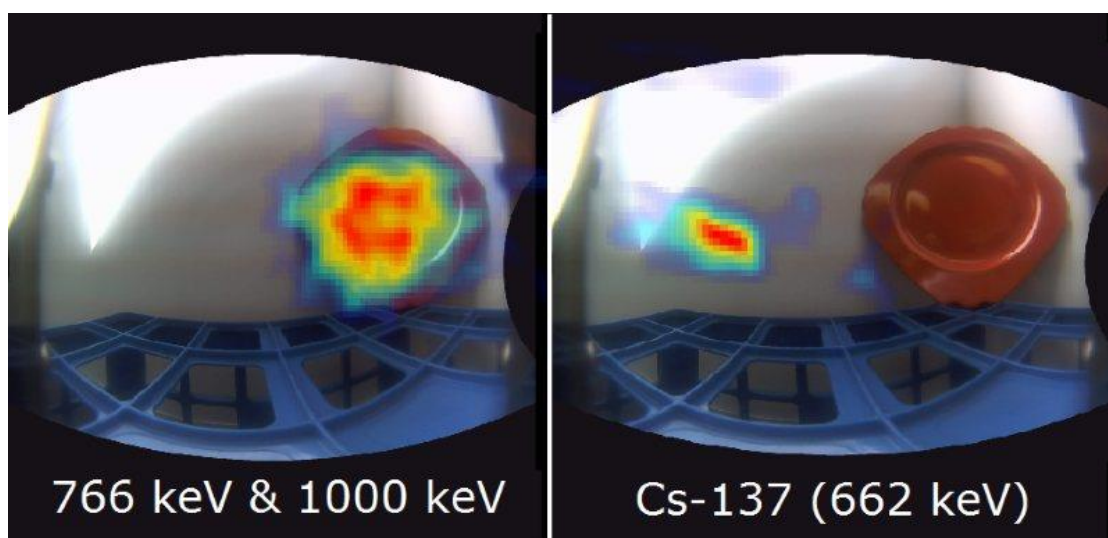
Заполнение «пробелов» в традиционных отчётах

Традиционные радиационные обследования наносятся на карту, чтобы показать мощность дозы в разных местах. Но из-за принципа ALARA трудно регистрировать дозу повсюду. Изображения от Polaris могут помочь заполнить недостающие точки. Изображение одной стороны комнаты, с раскрашенными цветом в зависимости от интенсивности направлениями на источники дает непрерывное распределение того где находятся горячая и холодная области. Эти изображения могут быть очень полезны для планирования работы и для непосредственной работы сотрудников, поскольку они поддерживают ALARA. Некоторые пользователи публикуют распечатки изображений Polaris на дверях в области излучения, что позволяет быстро информировать работников о горячих точках, которых следует избегать.

Вывод из эксплуатации и очистка

Обнаружение радиоактивного загрязнения, которое имеет сходную активность с естественным фоном, затруднено, но необходимо во время вывода из эксплуатации и очистки.

Polaris обладает рядом преимуществ для такого рода задач, включая высокую эффективность обработки изображений, разделение изотопов и портативность. Высокая эффективность получения изображений означает, что он может сделать построить изображение гамма-излучения с распределением по интенсивности изотоп-за-изотопом в сжатое время, даже для уровней активности близких к фоновым. При достаточном времени отсчета Polaris способен обнаруживать и отображать источники слабее, чем естественный радиационный фон. Поэтому Polaris является хорошим инструментом для определения остаточных горячих точек, которые необходимо очищать индивидуально от каждого из изотопов. Как только все «горячие» точки очищены – не картирующий детектор может подтвердить их отсутствие.



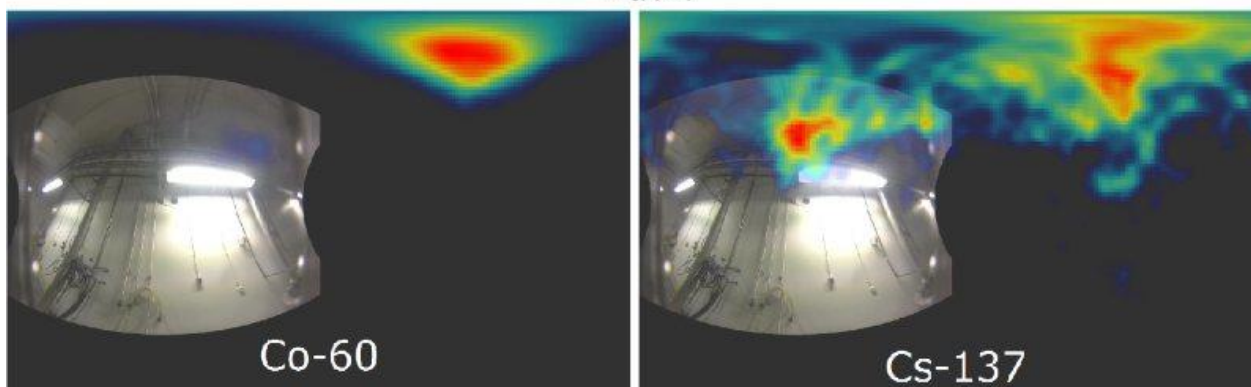
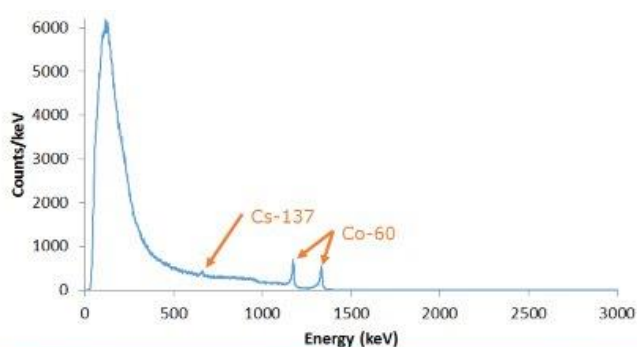
В этом 2-дневном измерении источник Cs-137 находился на расстоянии в 5 метров, отгороженный двумя стенами, генерируя менее чем 200 нР/час на детекторе. Рядом также находилась керамика. Хотя пик Cs-137 в спектре намного меньше пиков с фона или источника из керамики, направление источника чётко устанавливается на изображении. Кроме того, вы можете видеть распределенный источник гамма-лучей, испускаемых цепью распада U-238 в керамике.

Идентификация других источников во время работы АЭС

Во время работы сильное поле гамма-излучения от продуктов активации хладагента, таких как N^{16} , может существенно превышать сигналы, поступающие из других источников, которые будут наиболее важны во время следующего отключения.

Благодаря превосходному энергетическому разрешению Polaris способен обнаруживать и отображать слабые источники даже в «горячем» фоне. Измерение на верхней части полости (см. пример 1) проводилось, когда реактор находился на полной мощности, и детектор получал множество отсчетов от разбросанных линий $N-16$. Однако, поскольку энергетическое разрешение Polaris превосходит другие детекторы, работающие при комнатной температуре, мы можем использовать очень узкое энергетическое окно для реконструкции изображения, что даёт потрясающий результат в плане минимизации фона.

3-минутное измерение ниже было проведено в области с сильными, но экранированными источниками $Co-60$ позади и над Polaris-H. Визуализируя импульсы от $Co-60$, мы легко находим источник излучения. Строя изображения для энергетического окна вблизи $Cs-137$ мы видно рассеяние от вещества рядом с $Co-60$, но также видна горячая точка напротив и над Polaris-H, где $Cs-137$ находится на самом деле. Это показывает, что возможно находить источники даже в присутствии протяженных высокоактивных источников больших энергий.



Контроль загрязнения

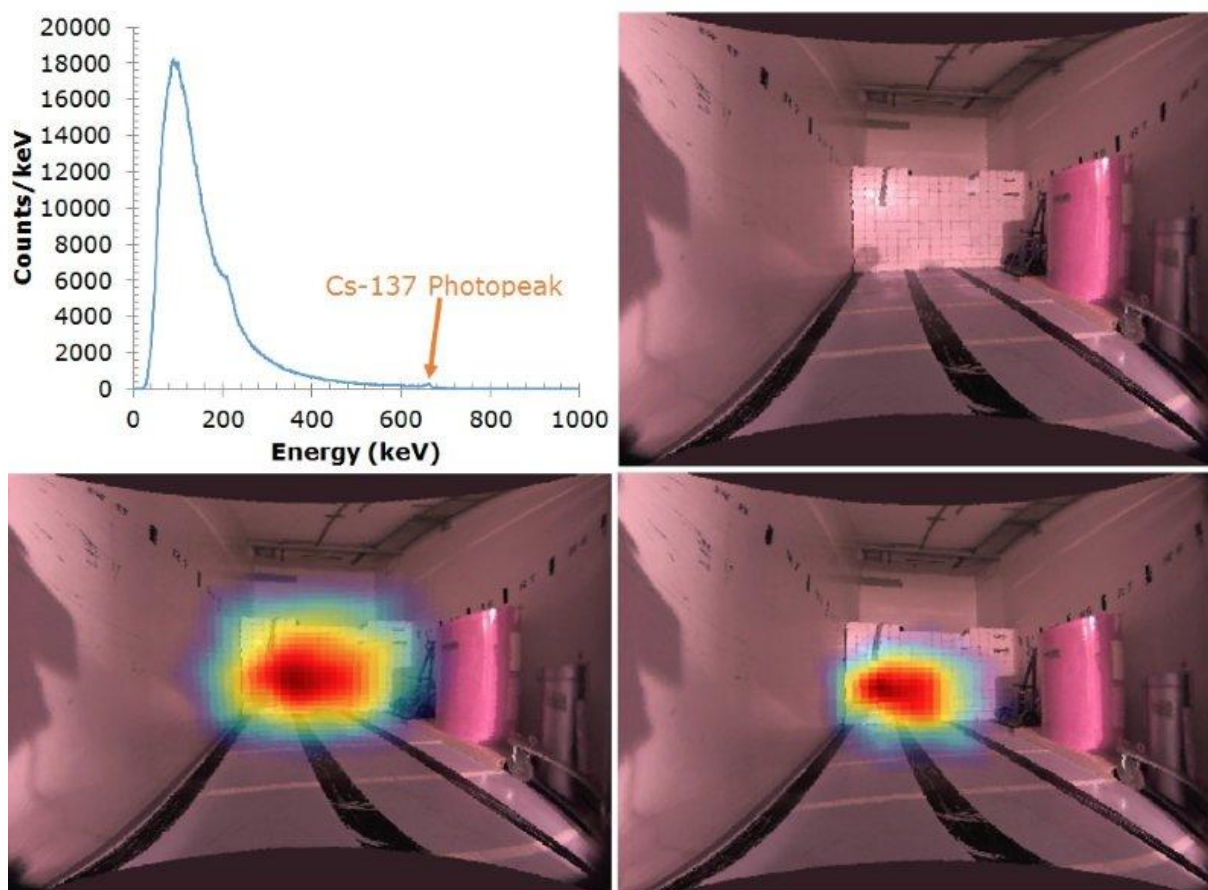
Важно, чтобы загрязнение не распространялось за пределы известных загрязненных областей. Polaris (или Polaris-S) может быть помещён за пределы люков или дверных проемов в загрязненные районы и использоваться для мониторинга загрязнения. Если загрязнение начинает детектироваться за пределами района, можно предпринять соответствующие действия немедленно. Это также может помочь сократить количество работников, необходимых для контроля загрязнения.

Разделение рассеяния и загрязнения

При нахождении горячей точки иногда может быть неясно – является ли этот источник результатом рассеяния от находящегося где-то ещё более интенсивного источника, или это и есть загрязнение. Необходимо ли экранировать находящийся где-то активный источник, или нужно проводить очистку тут?

Polaris способен различать рассеянное гамма-излучение от непосредственно излучения от источников. В одном из примеров это позволило пользователю определить, что предполагаемое загрязнение на стене было в реальности результатом облучения высокоактивным источником находящимся комнатой ниже.

На следующем рисунке показан другой пример. За этой толстой защитной стенкой располагаются изоляционные покрытия реактора, загрязненные Cs-137. Изображение слева показывает изображение дозы, то есть отображает все энергии, включая комптоновское рассеяние в стене. Изображение справа показывает изображение Cs-137, которое содержит только гамма-лучи полной энергии нуклида непосредственно из источника, выделяя тем самым расположение наносов. При любой очистке мы теперь знаем, что загрязнение покрывает только меньшую площадь, хотя большая доза наблюдается из более широкой области стены.



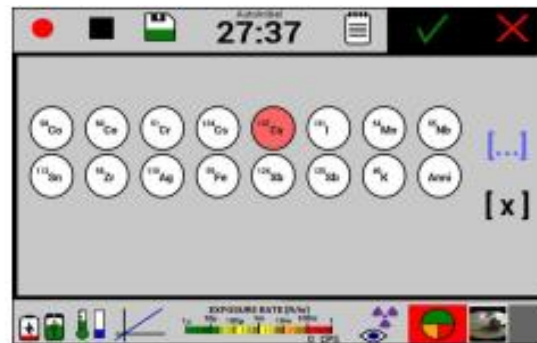
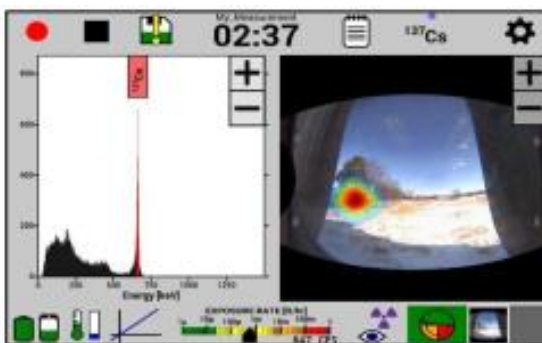
Основные характеристики Polaris™ H100 / H400 / P100:

- Быстрый, лёгкий, портативный, простой в использовании гамма-визор
- Готов к работе через 2 минуты после включения и через 20 секунд определяет источники выше фона (Polaris H400)
- Определяет присутствие ^{137}Cs ~ 3 мкР/ч за < 16 секунд (спектрометрия)
- Локализует нахождение точечного источника ^{137}Cs ~ 3 мкР/ч за < 90 секунд
- Построение в реальном времени карт распределения отдельных нуклидов
- Обнаружение и картирование по всем направлениям в 4л (360°)
- ПШПВ < 1,1% @ 662кэВ
- Диапазон энергий до 3МэВ
- Показывает, как точечные, так и протяжённые источники
- Водо-/воздухонепроницаемый для лёгкой очистки загрязнений
- Автоматические составления отчётов
- Гарантия: 2 года (включает ежегодную калибровку и обновления ПО)

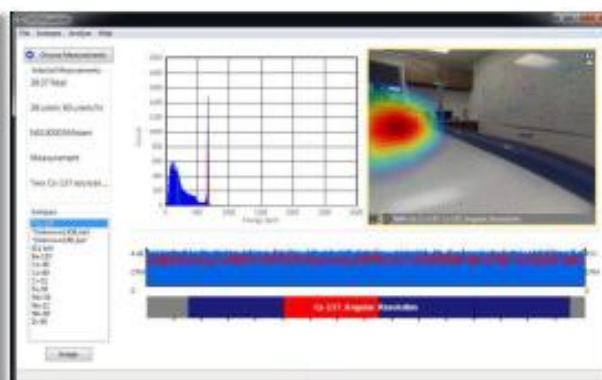
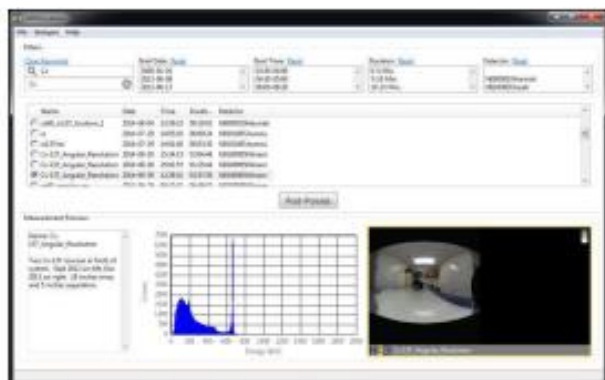
Программное обеспечение:

Программное обеспечение работает на встроенном компьютере и управляется через планшет, или с любого телефона или компьютера через веб-браузер в режиме реального времени.

Определение изотопов, построение картин в выбранных изотопах, запись и хранение данных, контроль всех параметров системы



Программный пакет на компьютере позволяет строить изображения с улучшенным угловым разрешением, а также создавать отчёты и проводить анализ результатов.



СПЕЦИФИКАЦИЯ

Модель:	Polaris™ H100	Polaris™ H400	Polaris™ P100
Габариты:	24 x 9 x 18 см ...с экзоскелетом: 37,5 x 12 x 21 см		31,2 x 13,8 x 22,6 см
Вес:	3,3 кг 4,8 кг с экзоскелетом	3,5 кг 5,0 кг с экзоскелетом	от 9,1 кг до 15,9 кг
Батарея:	при 23°C		
	> 7 часов	> 6 часов	> 10 часов
	при -20°C или 50°C		
	> 3 часов		> 5 часов
Источник питания:	100-240 В, 47-63 Гц		
Рабочие температуры:	от -20°C до 50°C		
Температура хранения:	от -20°C до 60°C		
Электрозащита:	IP65 (IP67 с заменой вентилятора)		
Крепление для штатива:	1/4" - 20 с усиленной резьбой 3/8" - 16 (только с экзоскелетом)		3/8" - 16
Охлаждение:	Внешний радиатор и съёмный вентилятор		
Обслуживание пользователем:	Съёмная крышка вентилятора, заменяемые вентилятор и предохранитель;		
Дальномер:	Интегрированный лазер; 635 нм		
Разрешение:	≤ 1,1% ПШПВ @ 662 кэВ		
Оптический обзор:	> 162° по горизонтали > 122° по вертикали		> 78° по горизонтали > 54° по вертикали
	Радиационный обзор: 4π (360°) всенаправленный		60°
Угловая точность:	±1° локализация источника во всём 4π (в реальном времени)		
Угловое разрешение:	~30° ПШПВ во всём 4π (в реальном времени)		
	~20° ПШПВ во всём 4π (постобработка)		
Чувствительность:	Определяет ¹³⁷ Cs ~3 мкР/ч за		
	< 1 минуту	< 16 секунд	< 1 минуту
	Локализует точечный источник ¹³⁷ Cs ~3 мкР/ч за		
	< 5 минут	< 90 секунд	< 5 минут
Энергетический диапазон:	от 50 кэВ до 3 МэВ (спектрокопия) от 250 кэВ до 3 МэВ (картирование)		
Объём кристалла:	6 см ³ CZT (CdZnTe)	19,4 см ³ CZT (CdZnTe)	> 4,5 см ³ CZT (CdZnTe)
Скорость счёта:	5 мЗв/час - ¹³⁷ Cs эквивалент		
Библиотека изотопов:	3573 ENDF изотопов и неограниченное кол-во определённых пользователем		
Включение:	2 минуты		
Экран:	7" 1280x800 HD планшет (крепится на защиту сзади)		
Связь с планшетом:	Wifi или Bluetooth, или проводное соединение		
Другие выходы:	Ethernet RJ45 порт; TCP/IP		
Режимы отображения:	Спектр; Изображение: гамма, оптическое, композитное		
Хранение данных:	Сменный USB (16 Гб) носитель в комплекте		

Polaris™ это совершенное решение для идентификации, локализации и количественного определения гамма-излучающих источников:

- Простой в использовании;
- Портативный;
- Экономически выгодный;

20 лет разработки и более 5+ лет прикладных испытаний на соответствие стандартам работы атомных станций сделали Polaris идеальным для:

- Регулярных мониторинга и обслуживания;
- Операций по выводу из эксплуатации;
- Чрезвычайных ситуаций, инцидентов и сбоев;

Спектроскопическое разрешение конкурентное с крио-детекторами при весе в ... 4 кг.

“Все наши технологии, с которыми я работал 30 лет, не стоят и близко с тем, что Polaris демонстрирует нам.” - РЗ, США, АЭС



www.gammatech.pro
sales@gammatech.pro

8 (905) 765-000-9