

ДОЗИМЕТРИЯ И МОНИТОРИНГ

ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЯ ДЛЯ
ИНДУСТРИИ И ГРАЖДАН.



CAEN Sys

HED



CAEN
Tools for Discovery



CAENels
Gear for Science

- вес: 2,2 кг
- > 19 см³ CZT
- >7 часов работы от батареи
- Пылевлагозащита IP 66
- Простой пользовательский интерфейс
- ≤1.0% ПШПВ на 662 кэВ
- Определяет ЗмкР/час Cs¹³⁷ <22 сек
- Локализует ЗмкР/час Cs¹³⁷ < 90 сек
- Дозиметр и встроенный нейтронный счётчик (опция)



✓ Источники питания высокого (HV) & низкого (LV) напряжения

- Многоканальные системы CAEN
- Многоканальные NIM и VME модули
- Настольные источники питания
- PCB монтируемые HV DC-DC конвертеры

✓ Обработка сигнала & Цифровая электроника

- Цифровые преобразователи (Digitizers)
- Цифровые МКА и инструменты на базе ФЭУ
- Цифровые эмуляторы детекторов
- Традиционная NIM и VME электроника
- Предусилители

✓ Крейты с источником питания

- Низкошумные линейные NIM крейты
- Новые VME64/VME64x крейты

✓ Генераторы сигналов

✓ Оборудование для обучения



Предусилители CAEN для большинства применений в области физики частиц и ядерной физики

✓ **Зарядочувствительный предусилители**

- A422A (1 канал с метками времени)
- A1422 (1, 4, 8 каналов)
- A1422H (Гибриды)
- A1424 (Сцинтилляционные предусилители)

✓ **Быстрые предусилители**

- A1425 (1 канал, быстрое время нарастания)

✓ **Широкополосные усилители**

- A1423 (1 канал, 1.5 ГГц пропускная способность)

✓ **Совместимые усилители**

- A1426 (1 канал, враждебная среда)



Цифровой эмулятор детекторов

- Режим работы: **эмулятор / пульсатор / генератор функций**
- Эмуляция **энергетического спектра** (предварительно определенного или измеренного в реальном эксперименте)
- Эмуляция **распределения времени**
- Эмуляция **наложений**
- **Шум** (гауссовский, $1/f$, случайное блуждание) и периодическая **интерференционная** эмуляция
- **Дрейф базовой линии**
- Эмуляция **произвольной формы сигнала** (предопределенная или измеренная в реальном эксперименте)
- **12 пс/шаг** программируемый аналоговый генератор **задержки**
- **Корреляция событий** генерируемых на двух выходных каналах
- **Множественная форма** на одном канале для тестирования дискриминации формы импульса





CAEN
Tools for Discovery

Современные цифровые МКА



Hexagon

- Топовый прибор для высокоразрешающей спектроскопии
- Два канала, 32 бит МКА и процессор импульсов
- 64GB память, автоматическая работа



DT5770

- Компактный цифровой спектрометр
- **Один из самых дешевых** в своём классе



DT5790

- Цифровой двухканальный спектрометр



- Режимы работы
 - PHA (хранение данных на SSD)
 - List Mode (с метками времени)
 - MCS (скейлер)
- Инспектор сигнала:
 - Аналоговый выход + ПО
- Совпадение / антисовпадение (2 канала)
- Два HV для ОЧГ, ФЭУ, Si
- LCD Дисплей
- Шина синхронизации для внешних плат
- Программируемый ввод/вывод
- Встроенный процессор
- Связь по Ethernet или USB
- MC²Analyzer + совместим с внешними ПО



Цифровые МКА



GammaStream

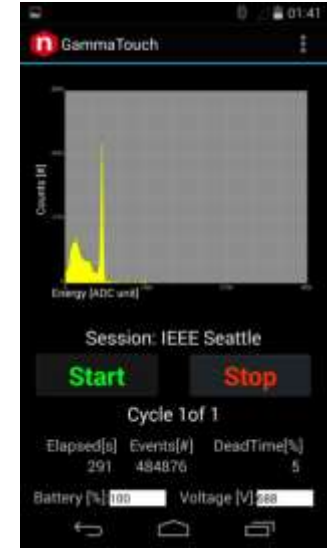
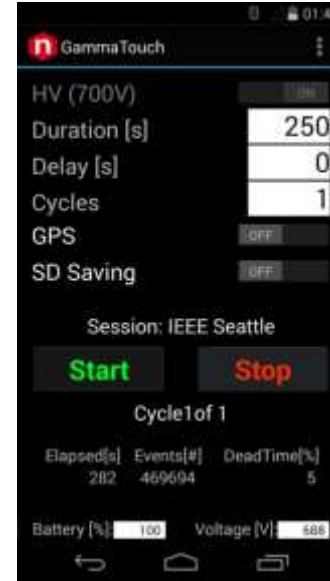
 **CAEN**
Tools for Discovery

- Компактный цифровой сцинтилляционный спектрометр
- Встроенный ARM процессор для автономной работы
- Встроенные батарея и хранилище данных для активных полевых измерений (до 8 часов)
- Подходит для: NaI, CsI, CeBr LaBr
- Проводное и беспроводное соединение по USB, Ethernet, Bluetooth и Wifi интерфейсам, GPS



Gamma Stream

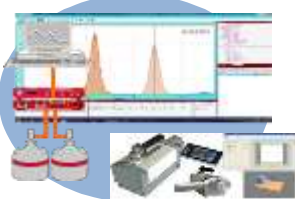
- Программное обеспечение для обчёта как на компьютере так и на смартфоне (на базе Android OS)
- Полный контроль всех параметров
- Стабилизации по температуре и по усилению
- Программируемые схемы измерений
- Может получать сторонни GPS сигнал, включая GPS от смартфона для более точной геолокации!



Оборудование для радиационного контроля и для физики частиц, для медицины и контроля топлива, экологических изысканий и мобильных лабораторий.

- 80 дипломированных инженеров и физиков
- Сервис по всему миру

Спектроскопия



Мобильные лаборатории



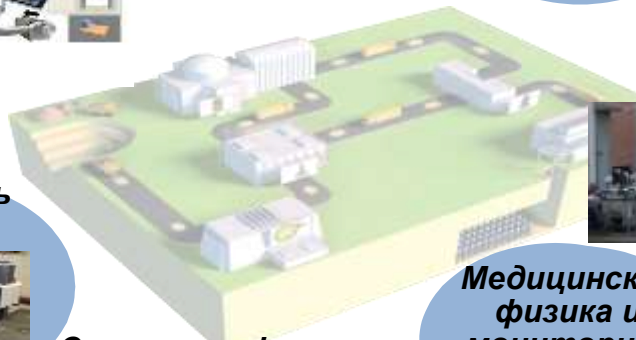
Работа с отходами и вывод из эксплуатации



Системы контроля доступа



Контроль топлива



Сверхнизкофонные СИЧи



Медицинская физика и мониторинг



Проверка свежих топливных сборок



VeryFuel

 **CAEN Sys**



Проверка свежих топливных сборок



Счет нейтронных совпадений (NCC)

- Методы неразрушающего анализа (НРА) для измерения линейной массовой плотности ^{235}U
- Воротниковый счетчик нейтронных совпадений (UNCL), использующий ^3He счетчик для тепловых нейтронов
- Активный анализ с использованием AmLi-источника



Текущий предел

Современные виды топлива обычно содержат выгорающие поглотители нейтронов, такие как оксид гадолиния (Gd), для увеличения выгорания и экономии топлива. Такое топливо сложно для проверки традиционными инструментами счета нейтронных совпадений из-за высокого поглощения тепловых нейтронов гадолинием

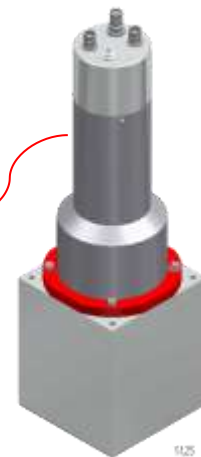
Жидкосцинтилляционный быстрый детектор нейтронов

С прослойкой из кадмия => минимальная зависимость от гадолиния

Не требуется термализация нейтронов

- Короткое время высвечивания от мс до нс
- Короткое окно совпадений
- Более высокие активационные источники без случайного фона
- Более лучшая статистика, низкое время сбора данных

1 литр
EJ309



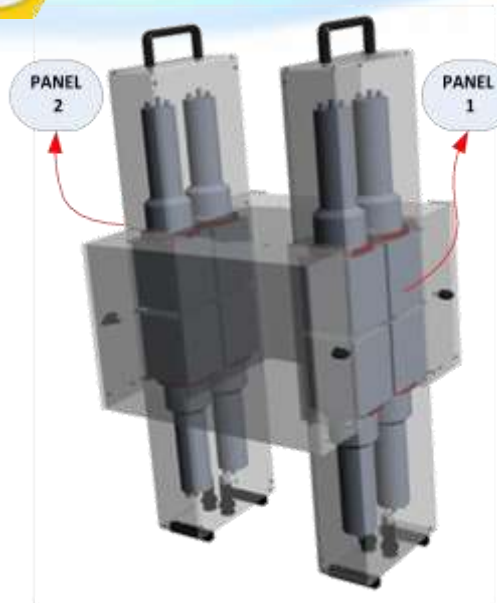
- Высокая точка воспламенения
- Низкая химическая токсичность
- Экономически эффективен

Платформа FLEXISPEC, (источник HV, Digitizers, DAQ)

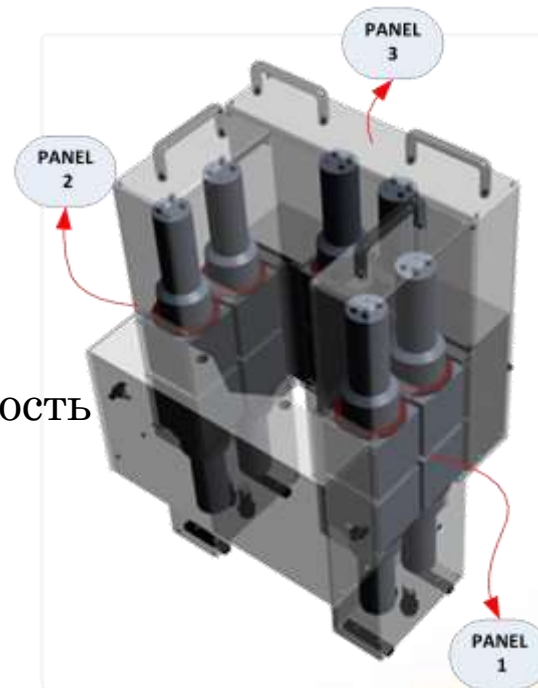
- 12 канальный цифровой преобразователь, АЦП прямого преобразования 500MS/c, 14 бит
- 12 каналов источников HV для сцинтилляторов
- 2 процессора Intel® 6 cores Xeon®

*Платформа **Flexispec** может также использоваться с приложениями, для которых требуется несколько детекторов: системы, состоящие из детекторов HPGe, NaI, CdZnTe, CeBr, NaI и других приложений, таких как измерение выгорания или характеристик отходов*





- 8 детекторов
- Ниже эффективность
- 4 x AmLi источника
- Две панели



- 12 детекторов
- Высокая эффективность
- 2 x AmLi источника
- Три панели

Разработано для: PWR, ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200

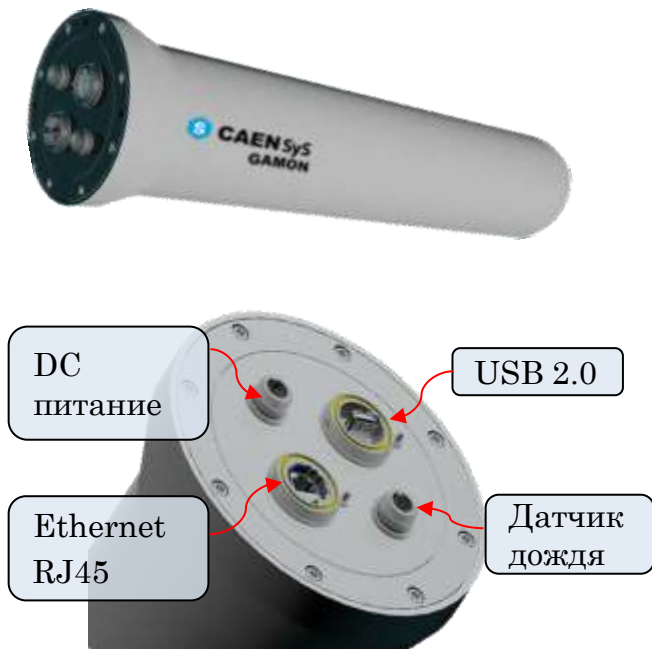
Мониторинг окружающей среды



GAMON



Стандартная конфигурация



Расширенная конфигурация



- Температуры $-30 \div 60$ °С
- Уровень защиты: IP68
- Длина: 70.0 см
- Диаметр: $14.0 \div 17.0$ см
- Вес до 6 кг

Энергопотребление: < 3.5 Вт

Мониторинг зоны вокруг объекта

Мониторинг на объекте

Интеграция в национальные системы мониторинга

Передвижные центры мониторинга для контроля и быстрого реагирования

Кристаллы

- NaI(Tl) 2"x2" – 3"x3"
- LaBr₃(Ce) 2"x2"
- CeBr₃ 1.5"x1.5"
- Энергии: $30 \div 3000$ кэВ
- Дозы от 1 нЗв \div 1 мкЗв

Гейгер-Мюллер

- Энергии: $50 \div 1300$ кэВ
- Дозовая нагрузка от 0.04 до 1000 мЗв/ч

Связь проводная

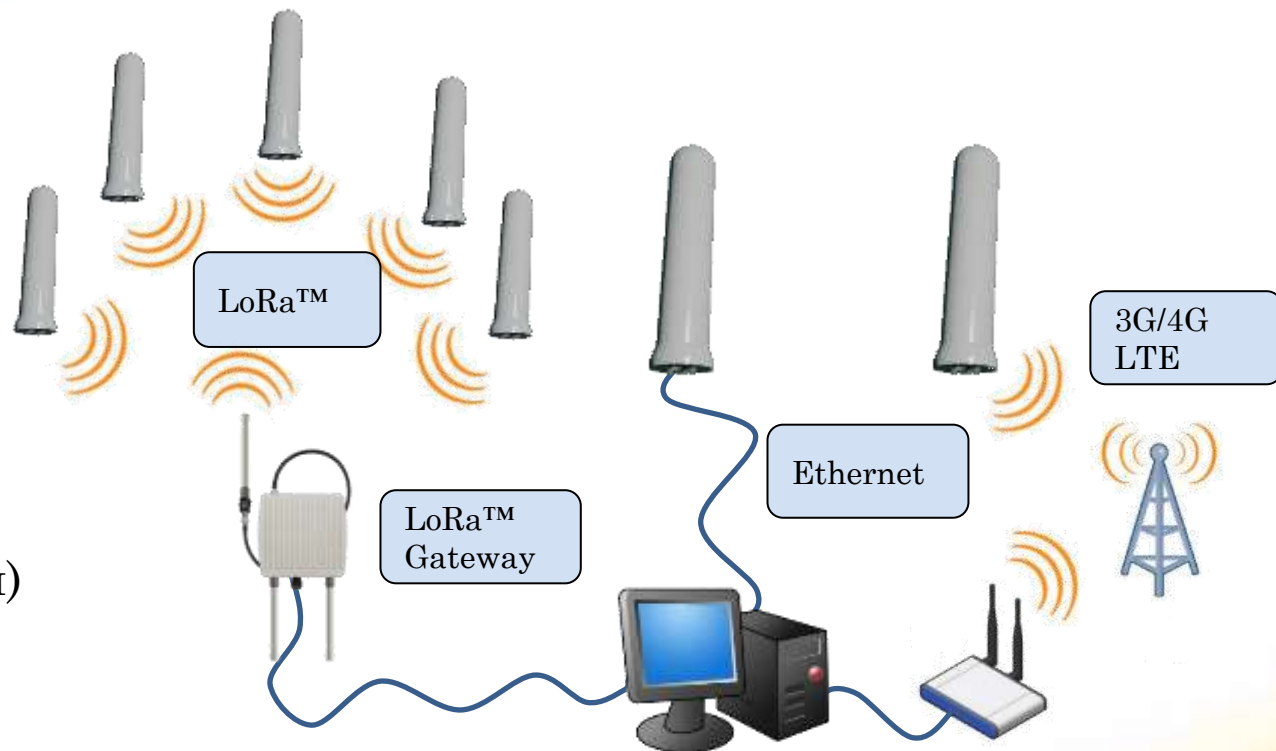
- Ethernet
- USB

(для обслуживания)

Связь беспроводная

- LoRa™ (10 ÷ 20 км)
- 3G/4G LTE
- WiFi

(в основном для обслуживания)



Мониторинг окружающей среды



DDrone

 **CAEN Sys**

CdZnTe детектор 2000 мм³ (4 сегмента по 500 мм³)

Чувствительность: 1 мЗв/г на расстоянии 2 м от источника

- ¹³⁷Cs с активностью 8.6 МБк (1мЗв/год на 2 метрах) => 159 имп./с

Энергетический диапазон: от 10 кэВ до 1.3 МэВ

Энергетическое разрешение:

- ПШПВ 7.2 кэВ (<5%) ⁵⁷Co
- ПШПВ 21 кэВ (<3%) ¹³⁷Cs

Дальность связи – 1км

Время полёта – 38 минут

Время работы спектрометра – 8 часов

IP43



