

Эмуляция накопления спектров от смеси короткоживущих радионуклидов в режиме реального времени с учётом цепочек радиоактивного распада для контроля разгерметизации твэлов.

Демина Н.С., Ковальский Е.А., Кувькин И.В., Скубо Ю.В., Федоровский С.Ю.

(ООО «ЛСРМ», Зеленоград)



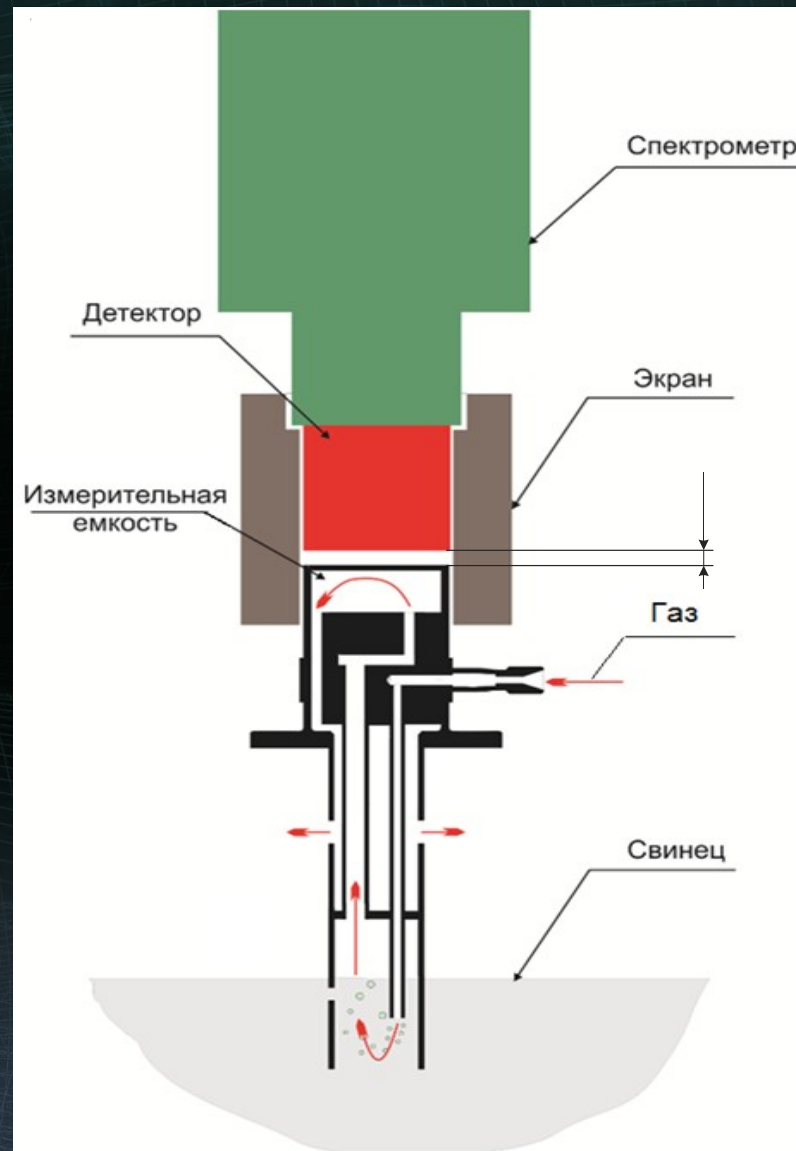
<http://www.lsrn.ru>
mail: lsrm@lsrm.ru
Phone: +7 495 660-16-14
Located in Moscow, Russia

Система контроля активности теплоносителя (КИС-СКАТ)

- Система КИС-СКАТ разрабатывается АО НИКИЭТ;
- задача КИС-СКАТ — определить положение негерметичных ТВЭЛОВ.

Система контроля активности теплоносителя КИС-СКАТ

- Аргон прокачивается через теплоноситель,
- В измерительную ёмкость попадают продукты деления,
- Положение негерметичных твэлов определяется по короткоживущим радионуклидам.



Система контроля активности теплоносителя КИС-СКАТ

Короткоживущие радионуклиды для определения
положения негерметичных ТВЭЛОВ:

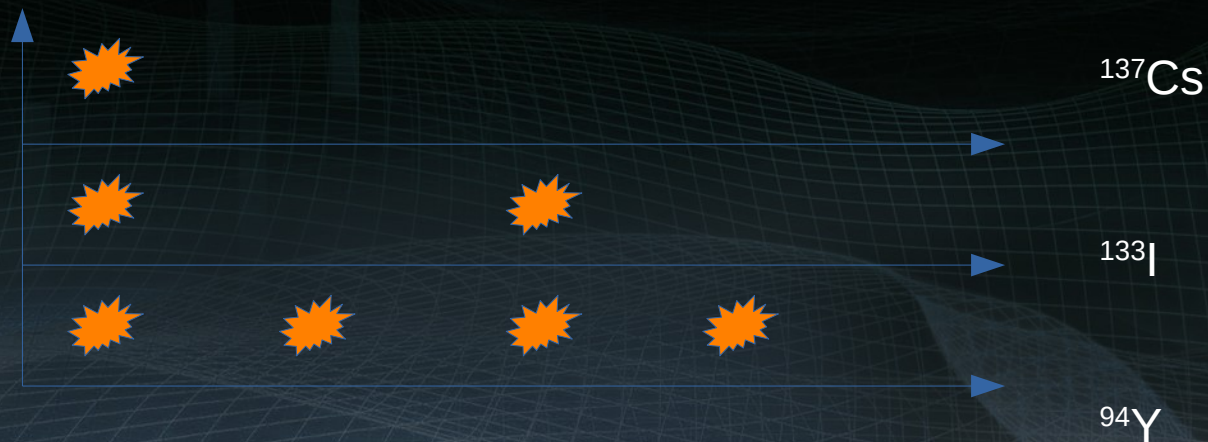
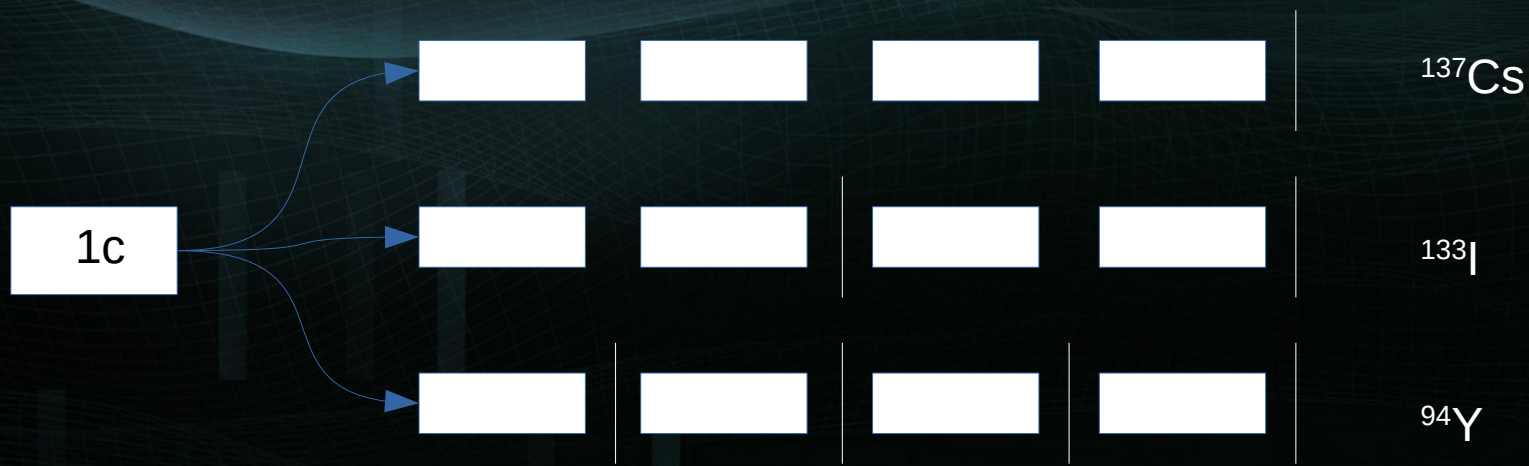
- ^{89}Kr , $T_{1/2} = 3.15$ мин
- ^{90}Kr , $T_{1/2} = 32.32$ с
- ^{137}Xe , $T_{1/2} = 3.8$ мин
- ^{139}Xe , $T_{1/2} = 39.8$ с

Программное обеспечение Heraclitus



Радиационный
мониторинг
требуемого
набора
радионуклидов

Программное обеспечение Heraclitus. Алгоритм работы



Программный комплекс Heraclitus

Heraklitus

File Custom Help

Updating the spectrum (s) -lifetime 40 UVT_Gem15P4

MCA Monitoring of radionuclides set

Nuclide	Activity(Bq)	Uncert.	Start	Stop
<input checked="" type="checkbox"/> Cs-137	1.180E+05	5	03-10-2017 9:21:40	03-10-2017 9:26:06
<input checked="" type="checkbox"/> I-133	2.840E+05	5	03-10-2017 9:21:40	03-10-2017 9:22:57
<input checked="" type="checkbox"/> Mo-99	3.290E+06	5	03-10-2017 9:21:40	03-10-2017 9:22:19
<input checked="" type="checkbox"/> Y-94	6.110E+06	2.4	03-10-2017 9:21:40	03-10-2017 9:22:19

Parameter	Value	Uncert
Cs-137	1.170E+05	5
I-133	2.830E+05	5
Mo-99	3.360E+06	5
Y-94	4.090E+06	2.8
Имп/с	1867.5	2.314

Filters

Dates range Latest Spectrum code

02-10-2017 20:58:24 03-10-2017 9:03:08
 02-10-2017 23:03:50 03-10-2017 9:07:38
 02-10-2017 23:15:08 **03-10-2017 9:14:38**
 03-10-2017 8:51:31

197 . 168 . 0 . 0

Максимальная загрузка

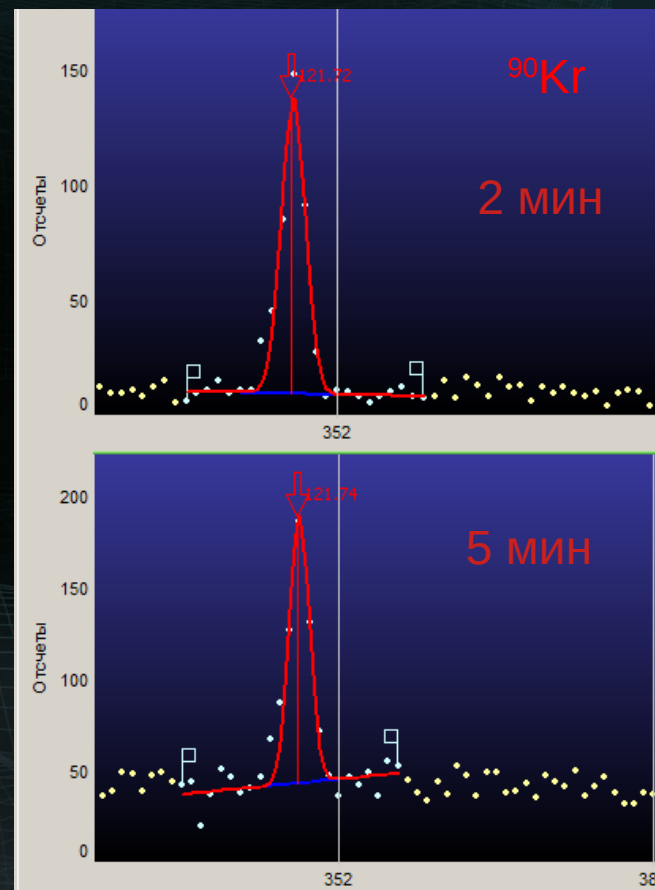
10 000

Threshold uncertainty(%) 5 Max time(s) 480

Nuclide Recalculate

ПО Heraclitus. Преимущества

- Минимальное время реакции на появившиеся радионуклиды;
- получение информации об активности радионуклидов с низкой активностью;
- лучшая чувствительность при измерении короткоживущих радионуклидов на фоне долгоживущих.



Проблемы

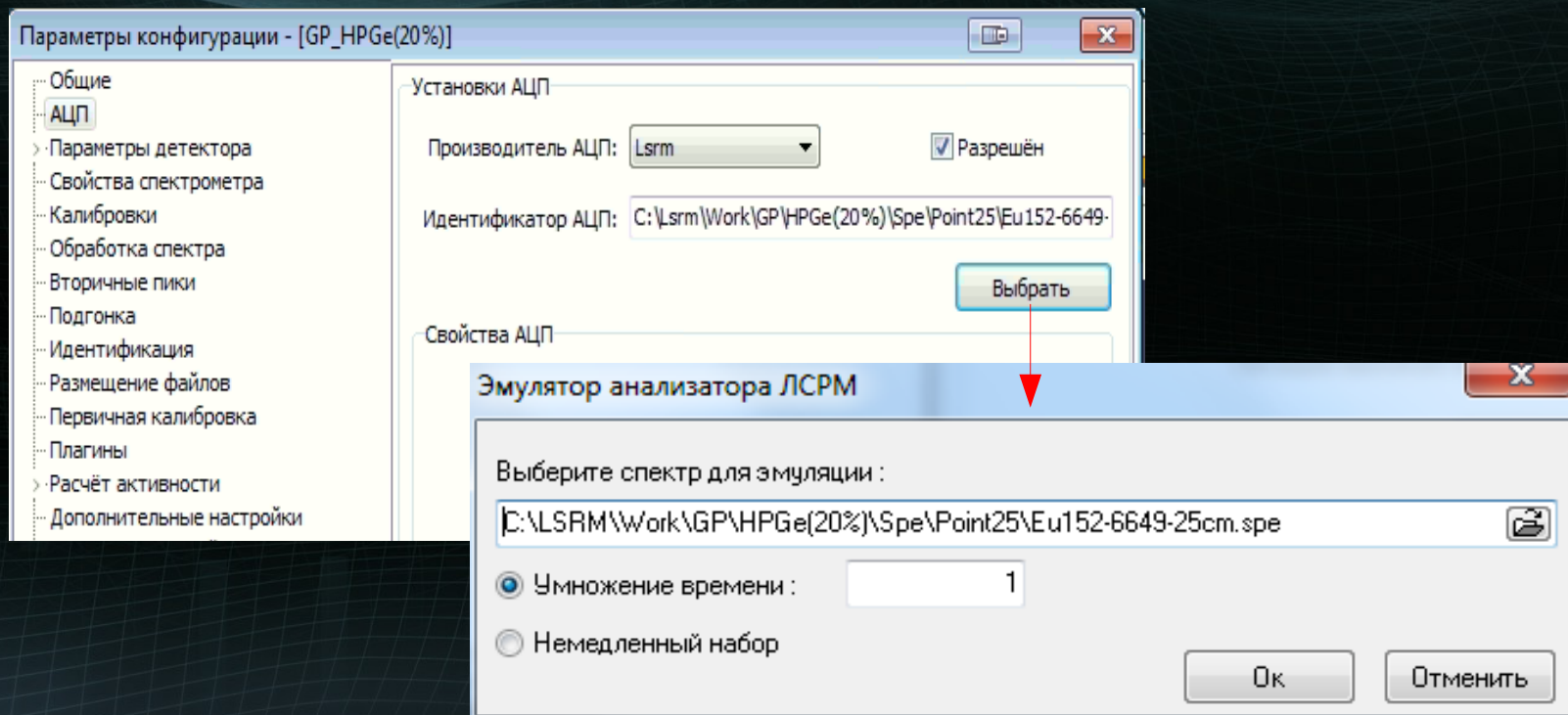
- Тестирование стабильности работы
- Подбор оптимальных условий
- Конфигурация оборудования



Эмуляция накопления спектров от смеси
короткоживущих радионуклидов в режиме реального
времени

ПО SpectraLine

- Эмуляция набора заданного спектра в анализаторе



ПО GammaLab

Задания: подготовка и выполнение : C:\lsm\GammaammaLab\WorkMaster\Гамма-1С-NB1.tsk

Файл Видео Приложения Дополнительно


- Подготовка Гамма-1С\NB1 к работе
 - Подключение аппаратуры. Включение спектрометра.
 - Калибровка по энергии
 - Калибровка по разрешению и нелинейности
 - Измерение фона
- Измерение гамма-спектров
 - Получение спектра Co-57 от открытого источника и источника
 - Получение спектров Th-232 равновесного (возраст 50 лет) и н
- Определение изотопного состава и активности источников без за
- Измерение низкоактивных источников Th-232 (A:1 кБк)
- Измерение высокоактивных источников Cs-137+Co-60 (A:20 М

Задание "Контроль активности Eu-152 (A:10 МБк) в КТ1-5,КТ1-10,КТ1-20,КИЗ-29"

- Параметры спектрометра
 - Детектор : Гамма1С\NB СП6Ф
 - Анализатор : АИ-1К,3 МэВ, Гамма1С\NB
 - Коллима
- Видеофайл
- Источники
 - Eu-152 10
 - Eu-15
 - Eu-152 10
 - Eu-15

Макет лаборатории спектрометриста

Рабочий стол Процесс Опции



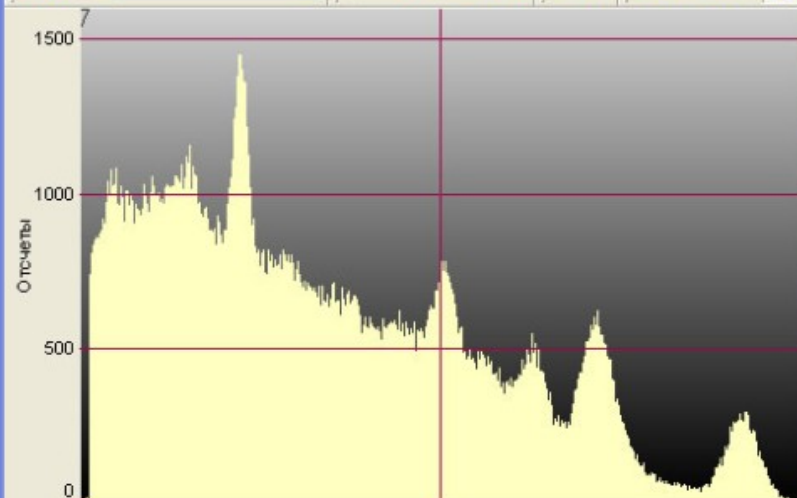
Расстояние от детектора до выбранного источника [см]:	95.7930	Расстояние от эффективного центра детектора до центра источника [см]:	101.9
Высота детектора над столом [см]:	10.0000	Высота детектора относительно дна контейнера [см]:	10.00
Температура окружающей среды [град]:	20		

Статус: инициализированных источников 5 | Источник: Eu-152 10 МБк в КТ1-20 Н=4(Eu-152:1E0)

SpectralLineHandy - [Анализатор-Гамма-1С(ВФ)]

Файл Анализатор Настройки Обработка Окна Справка

Гамма-1С(ВФ)



Оточеты

Имитатор КИС-СКАТ

Имитатор КИС-СКАТ

Файл Опции Справка

Входные данные по времени

t до поступления нуклидов в ёмкость, с: 15

t нахождения нуклидов в ёмкости, с: 50

t между циклами поступления нуклидов, с: 10

Количество циклов поступления нуклидов: 4

t окончания поступления нуклидов в ёмкость: 0:04:05

Общее время эмулируемого процесса, с: 256

Общее время эмулируемого процесса: 0:04:16

Нуклиды, периодически поступающие в ёмкость

Нуклид	Период полураспада	Спектр
Kr-90	32.32 S	GEM30; Point; (0.0,25.0,0.0...
Rb-90	158 S	GEM30; Point; (0.0,25.0,0.0...

Добавить

Очистить

Постоянно находящиеся в ёмкости нуклиды

Нуклид	Период полураспада	Спектр
Cs-137	30.08 Y	GEM30_Point_Cs-137-50000Bq

Добавить

Очистить

Старт Стоп Пауза Очистить лог

Осталось времени, с: 0:00:31 Текущий процесс, с: 0:00:31

29.09.2019 23:57:50.452 Start emulation

29.09.2019 23:57:51.461 ожидание поступления нуклидов в измерительную ёмкость

29.09.2019 23:58:06.672 идет 1 цикл поступления нуклидов

29.09.2019 23:58:56.357 ожидание 2 цикла поступления нуклидов

29.09.2019 23:59:06.496 идет 2 цикл поступления нуклидов

29.09.2019 23:59:57.195 ожидание 3 цикла поступления нуклидов

29.09.2019 0:00:07.227 идет 3 цикл поступления нуклидов

Сгенерированные спектры для каждого момента времени передаются для обработки программе Heraclitus.

Имитатор КИС-СКАТ

Начальные параметры:

- эффективность регистрации спектрометра для геометрии измерительной камеры;
- фоновый набор радионуклидов (в т.ч. активности радионуклидов) в измерительной ёмкости до разгерметизации твэла;
- набор радионуклидов, поступающий от негерметичного твэла;
- время от разгерметизации твэла до поступления радионуклидов в измерительную ёмкость;
- время нахождения радионуклидов от негерметичного твэла в измерительной ёмкости;
- и др.

Выходные данные:

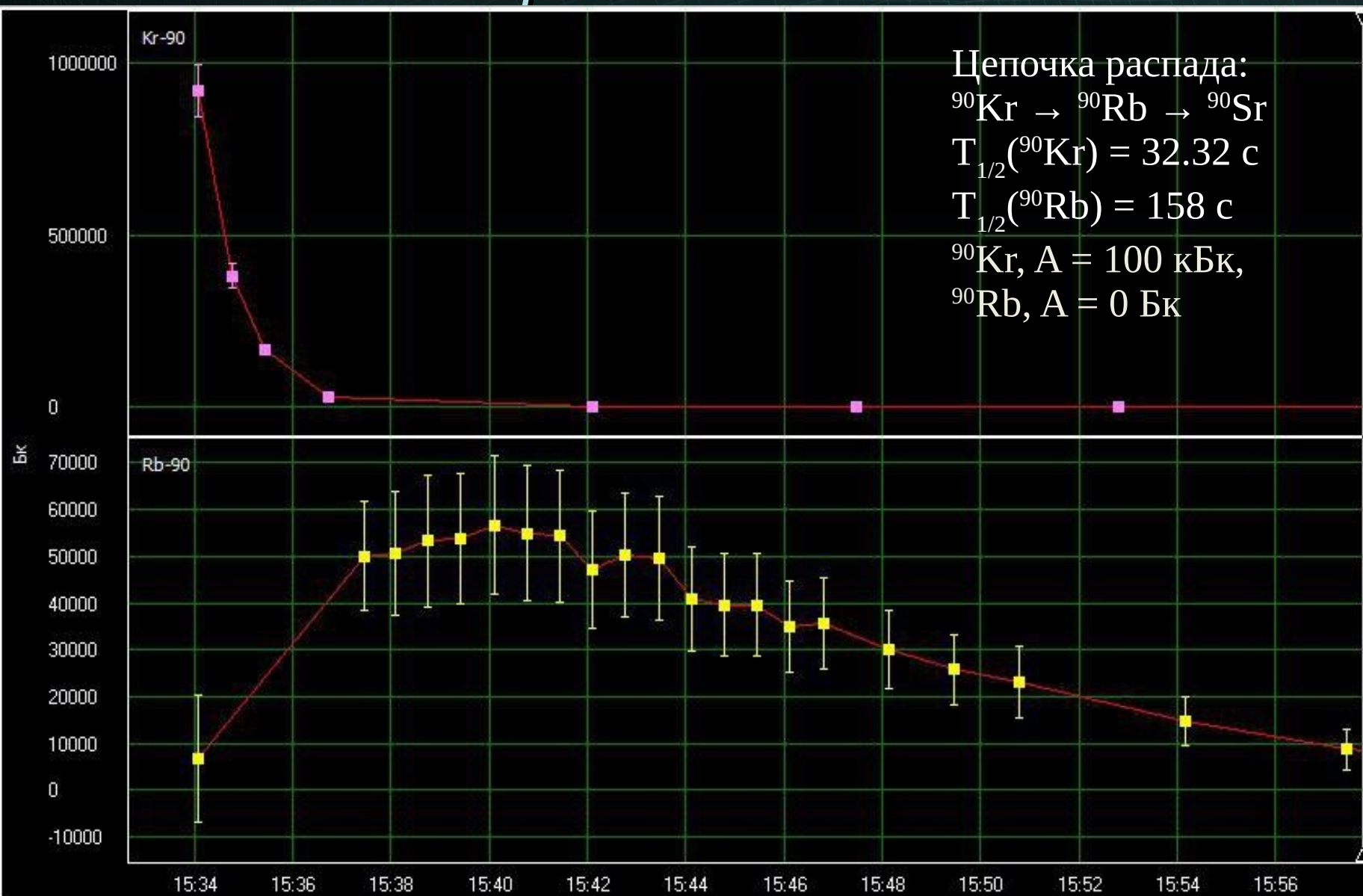
- Виртуальный АЦП, который выдаёт отчёты для смоделированной ситуации

Результат обработки эмулируемых спектров в ПО Heraclitus

Источник: ^{90}Kr , $A = 100$ кБк



Результат обработки эмулируемых спектров в ПО Heraclitus



Применение эмуляции накопления спектров от короткоживущих нуклидов

Моделирование процессов с учётом распада короткоживущих нуклидов:

- для тестирования систем, измеряющих короткоживущие радионуклиды;
- для обучения работе со спектрами от короткоживущих нуклидов.

Спасибо за внимание!