





Использование спектрометрических комплексов СКС-07П в радиационном и технологическом контроле активности и концентрации актиноидов

Комплексы спектрометрические СКС-07П «Кондор» могут использоваться в качестве средств измерений в составе различных спектрометрических систем и установок (системы АСКРО (АСРК), установки паспортизации РАО, установки измерения концентрации нуклидов в различных растворах, установки по неразрушающему анализу состава вещества, и другие).

Актиноиды

89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
----------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Уран имеет 25 изотопов. В заметных количествах уран находится в виде трёх изотопов ^{234}U , ^{235}U и ^{238}U . Для изотопов америция известно 16 нуклидов. Важнейшими из них являются ^{241}Am и ^{243}Am . Оба являются альфа-излучателями, имеют мягкое, но интенсивное γ -излучение.

Известно 19 изотопов кюрия. Наиболее доступные из них ^{242}Cm , ^{244}Cm являются α -излучателями. Изотоп калифорния-253 является β -излучателем, а все остальные α -излучателями.

α 12	β 0	γ 71	☐ Рентген
Альфа-линии (4)			
Мак энергия, кэВ	Интенсивность, %	Нуклид	
☐ 4397.8	55	U-235	
☐ 4366.1	17	U-235	
☐ 4214.7	5.7	U-235	
☐ 4596.4	5	U-235	

α 32	β 0	γ 172	☐ Рентген
Альфа-линии+рентген I			
Мак энергия, кэВ	Интенсивность, %	Нуклид	
☐ 5485.56	84.5	Am-241	
☐ 5442.8	13	Am-241	

α 7	β 0	γ 19	☐ Рентген
Альфа-линии+рентген I			
Мак энергия, кэВ	Интенсивность, %	Нуклид	
☐ 5804.82	76.4	Cm-244	
☐ 5762.7	23.6	Cm-244	

α 12	β 0	γ 71	☐ Рентген
Гамма-линии+рентген			
Мак энергия, кэВ	Интенсивность, %	Нуклид	
☐ 185.712	57.2	U-235	
☐ 143.764	10.96	U-235	
☐ 163.358	5.08	U-235	
☐ 205.309	5.01	U-235	

α 32	β 0	γ 172	☐ Рентген
Гамма-линии+рентген			
Мак энергия, кэВ	Интенсивность, %	Нуклид	
☒ 59.5412	35.9	Am-241	

α 7	β 0	γ 19	☐ Рентген
Гамма-линии+рентген			
Мак энергия, кэВ	Интенсивность, %	Нук...	
☐ 42.824	2.40e-002	Cm-244	
☐ 98.86	1.62e-003	Cm-244	

α 3	β 0	γ 2	☐ Рентген
Альфа-линии+рентген I			
Мак энергия, кэВ	Интенсивность, %	Нук...	
☒ 4198	79	U-238	
☒ 4151	20.9	U-238	
☒ 4038	0.078	U-238	

α 4	β 0	γ 203	☐ Рентген
Альфа-линии+рентген I			
Мак энергия, кэВ	Интенсивность, %	Нук...	
☐ 5156.59	73.3	Pu-239	
☐ 5144.3	15.1	Pu-239	
☐ 5105.5	11.5	Pu-239	

α 2	β 2	γ 1	☐ Рентген
Альфа-линии+рентген I			
Мак энергия, кэВ	Интенсивность, %	Нук...	
☐ 5979	94.2	Cf-253	
☐ 5921	5.2	Cf-253	

α 3	β 0	γ 2	☐ Рентген
Гамма-линии+рентген			
Мак энергия, кэВ	Интенсивность, %	Нуклид	
☐ 49.55	0.064	U-238	
☐ 113.5	1.02e-002	U-238	

α 4	β 0	γ 203	☐ Рентген
Гамма-линии+рентген			
Мак энергия, кэВ	Интенсивность, %	Нук...	
☒ 38.661	1.05e-002	Pu-239	
☒ 51.624	2.71e-002	Pu-239	
☒ 56.828	1.13e-003	Pu-239	
☒ 98.78	1.22e-003	Pu-239	
☒ 129.297	6.31e-003	Pu-239	
☒ 375.045	1.55e-003	Pu-239	
☒ 413.707	1.47e-003	Pu-239	

α 2	β 2	γ 1	☐ Рентген
Бета-линии+рентген (2)			
Мак энергия, кэВ	Интенсивность, %	Нук...	
☐ 288	88	Cf-253	
☐ 241	12	Cf-253	

α 2	β 2	γ 1	☐ Рентген
Гамма-линии+рентген			
Мак энергия, кэВ	Интенсивность, %	Нук...	
☒ 46.3	0.12	Cf-253	



Комплекс спектрометрический СКС-07П включает в себя:

- многоканальный анализатор SBS или цифровой многоканальный анализатор МКА-01-USB, Rs, Ethernet, МКА-05 или цифровой блок преобразования сигнала БПА-65П с микропроцессорным узлом Beaglebone или БПА-80П с микропроцессорным узлом STM32 ,*
- спектрометрический блок детектирования альфа, бета, рентгеновского или гамма-излучения*
- ПЭВМ с СПО*

Гамма Про

для полупроводниковых детекторов
Версия 1.0

Обработка спектров гамма-излучения.

Регистрационный
номер: 000

ООО "ОКБ "ТС"

ScintBasic

для сцинтилляционных детекторов
Версия 1.0

ООО "ОКБ "ТС"

BetaBasic

Версия 1.0

Обработка спектров бета-излучения.

В зависимости от спектрометрических трактов, входящих в состав комплекса, обработка полученных энергетических спектров, определение абсолютной, удельной и объемной активности в пробах и объектах, идентификация радионуклидов, определение радионуклидного состава анализируемой пробы, создание рабочей библиотеки радионуклидов, получение протоколов с результатами измерений в комплексе осуществляется с использованием следующего ПО:

- «Гамма ППД базовая» («Gamma Basic») - для полупроводникового гамма-тракта;
- «Гамма Сд базовая» («Scint Basic») - для сцинтилляционного гамма-тракта и рентгеновского тракта;
- «Бета-анализатор» («Beta Basic») – для сцинтилляционного бета-тракта;
- «Liquid Master» - для жидкосцинтилляционного бета-тракта;
- «Alfa Basic» - для полупроводникового альфа-тракта;

Совместимым с ПО «Эмулятор анализатора» является следующее программное обеспечение: «Гамма ППД профессиональная» («Gamma Pro»), «Гамма Сд профессиональная» («Scint Pro»), «FusMat», «Alfa Pro».

GammaBasic

для полупроводниковых детекторов
Версия 1.0

Обработка спектров гамма-излучения.

Регистрационный
номер: 00001

XRF PRO

Версия 1.0

Обработка рентген-флуоресцентных
спектров.

Регистрационный
номер: 00001

Версия 1.0

FusMat

Определение обогащения урана и
изотопного состава плутония.

Версия 1.0

Регистрационный
номер: 00001

Полупроводниковый гамма-спектрометрический комплекс СКС-07П-Г*

Состав СКС-07П-Г1.... Г36:

- блок детектирования на основе ОЧГ от 10% до 150%
 - процессор импульсных сигналов SBS
 - ПК с СПО «Гамма ППД базовое» или «Гамма ППД профессиональная»
- Комплекс оснащается азотной, электрохимической или...

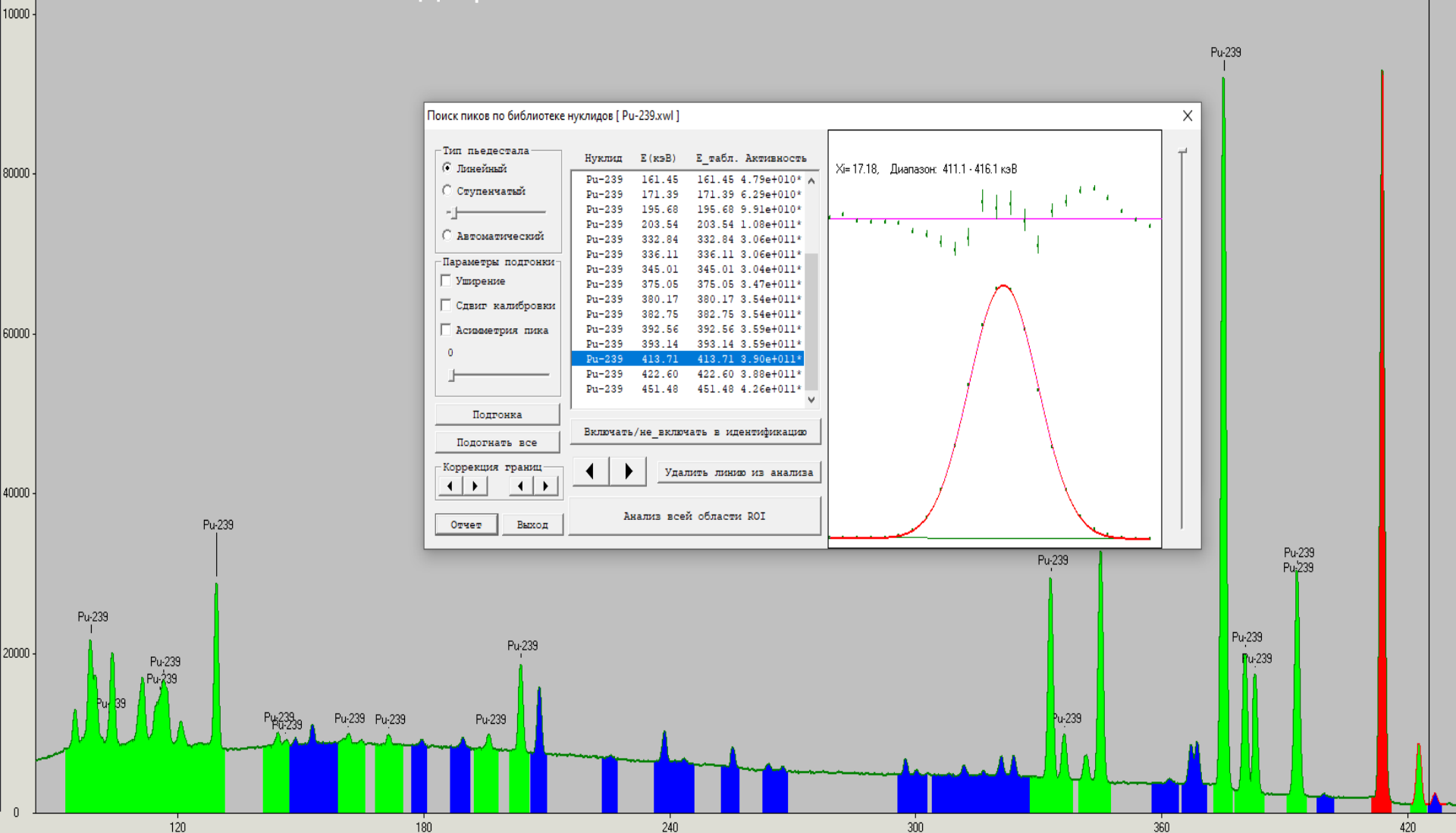


....гибридной системой охлаждения детектора



Счет
E(кэВ)=425.00 Канал=2025 Счет= 810

Спектр гамма-излучения Pu-239, измеренный на СКС-07П-Г32 с детектором ОЧГ и обработанный СПО «Гамма ППД Про»



Поиск пиков по библиотеке нуклидов [Pu-239.xml]

Тип пьедестала

- ☒ Линейный
- ☐ Ступенчатый
- ☐ Автоматический

Параметры подгонки

☐ Уширение☐ Сдвиг калибровки☐ Асимметрия пика

0

Подгонка

Подогнать все

Коррекция границ

Отчет

Выход

Нуклид E(кэВ) E_табл. Активность

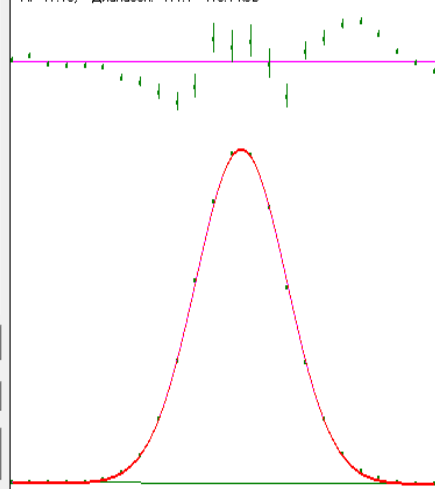
Pu-239	161.45	161.45	4.79e+010*
Pu-239	171.39	171.39	6.29e+010*
Pu-239	195.68	195.68	9.91e+010*
Pu-239	203.54	203.54	1.08e+011*
Pu-239	332.84	332.84	3.06e+011*
Pu-239	336.11	336.11	3.06e+011*
Pu-239	345.01	345.01	3.04e+011*
Pu-239	375.05	375.05	3.47e+011*
Pu-239	380.17	380.17	3.54e+011*
Pu-239	382.75	382.75	3.54e+011*
Pu-239	392.56	392.56	3.59e+011*
Pu-239	393.14	393.14	3.59e+011*
Pu-239	413.71	413.71	3.90e+011*
Pu-239	422.60	422.60	3.88e+011*
Pu-239	451.48	451.48	4.26e+011*

Включать/не_включать в идентификацию

Удалить линию из анализа

Анализ всей области ROI

X=17.18, Диапазон: 411.1 - 416.1 кэВ



Pu-239

Pu-239

Pu-239

Pu-239

Pu-239

Pu-239

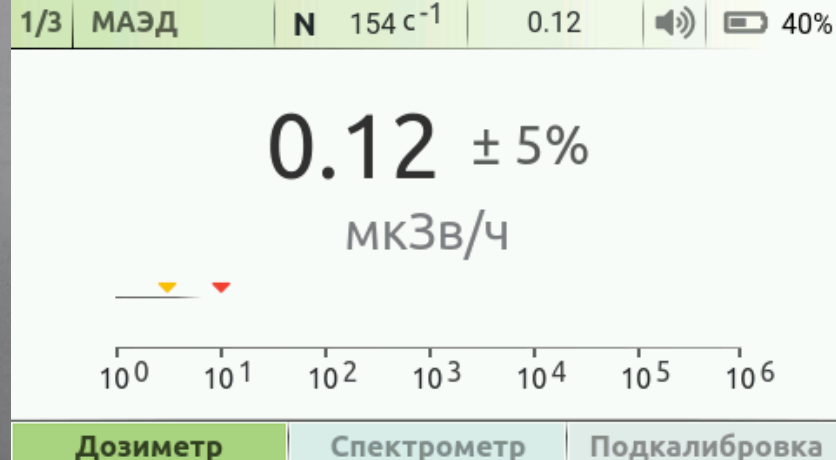
Pu-239



Сцинтилляционный гамма-спектрометрический комплекс СКС-07П-Г*

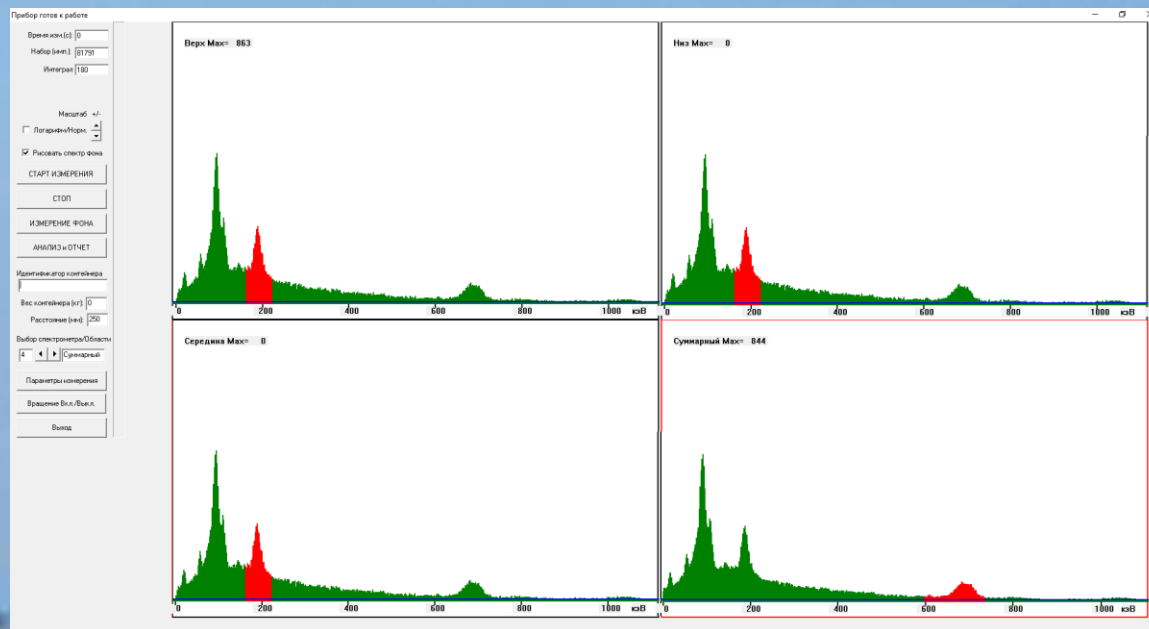
Состав СКС-07П-Г37.... Г59:

- блок детектирования на основе сцинтилляционных кристаллов NaI(Tl), CsI(Tl), CeBr, BGO, LaBr₃(Ce), SrI₂(Eu) ...
- МКА-01, МКА-05 или БПА...
- ПК с СПО «Гамма Сц Про»



3/5	Результат	N 1393 с ⁻¹	t 183 с	36%
	Время 3414.1 с	Расстояние 5.0 см	Защита 0.0 мм	
№	Нуклид	Активн., Бк	Неопред., %	МДА
1	Cs-137	5192.5	4.9	9.5
2	Co-60	5755.3	4.6	16
3	Eu-152	0	100	3.9
4	Ba-133	11368.5	3.5	4.5
	Дозиметр	Спектрометр	Подкалибровка	

СКС-07П на базе трех цифровых многоканальных анализаторов МКА-01 с сцинтилляционными блоками детектирования



Метод основан на измерении активности изотопа урана-235 в счетном образце (упаковке ураносодержащих отходов) путем регистрации спектра гамма-излучения с применением спектрометрического комплекса типа СКС и расчете числа атомов и массы урана-235 в упаковке.

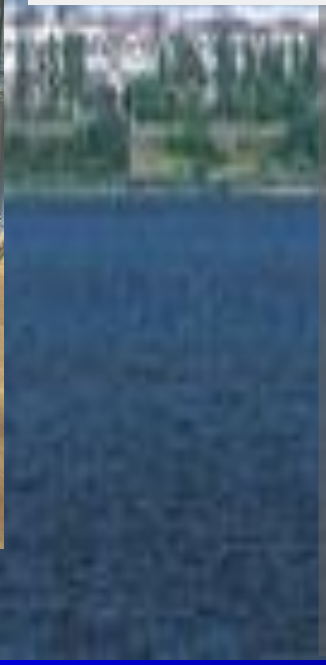
Методика устанавливает: требования к объектам и средствам измерений, вспомогательному оборудованию, счетным образцам; процедуры выполнения измерений и контроля качества измерений; порядок обработки результатов измерений и оценки неопределенности измерений.

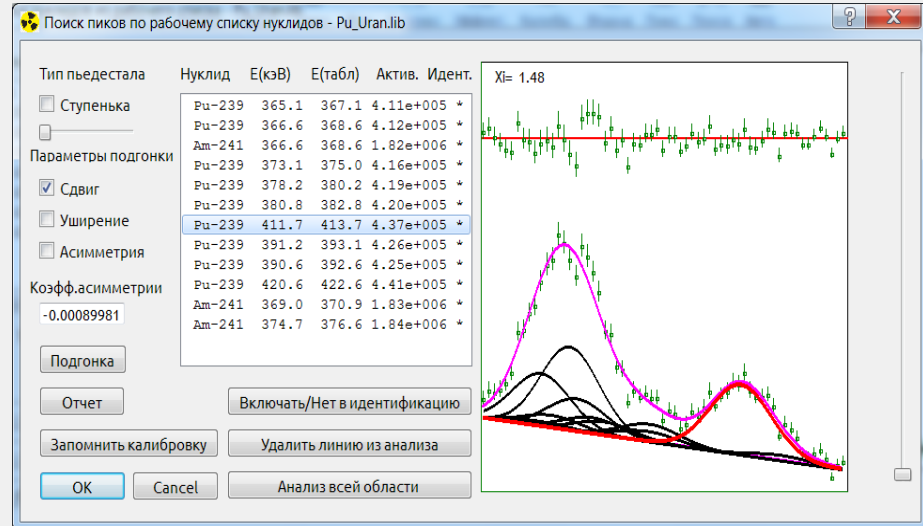
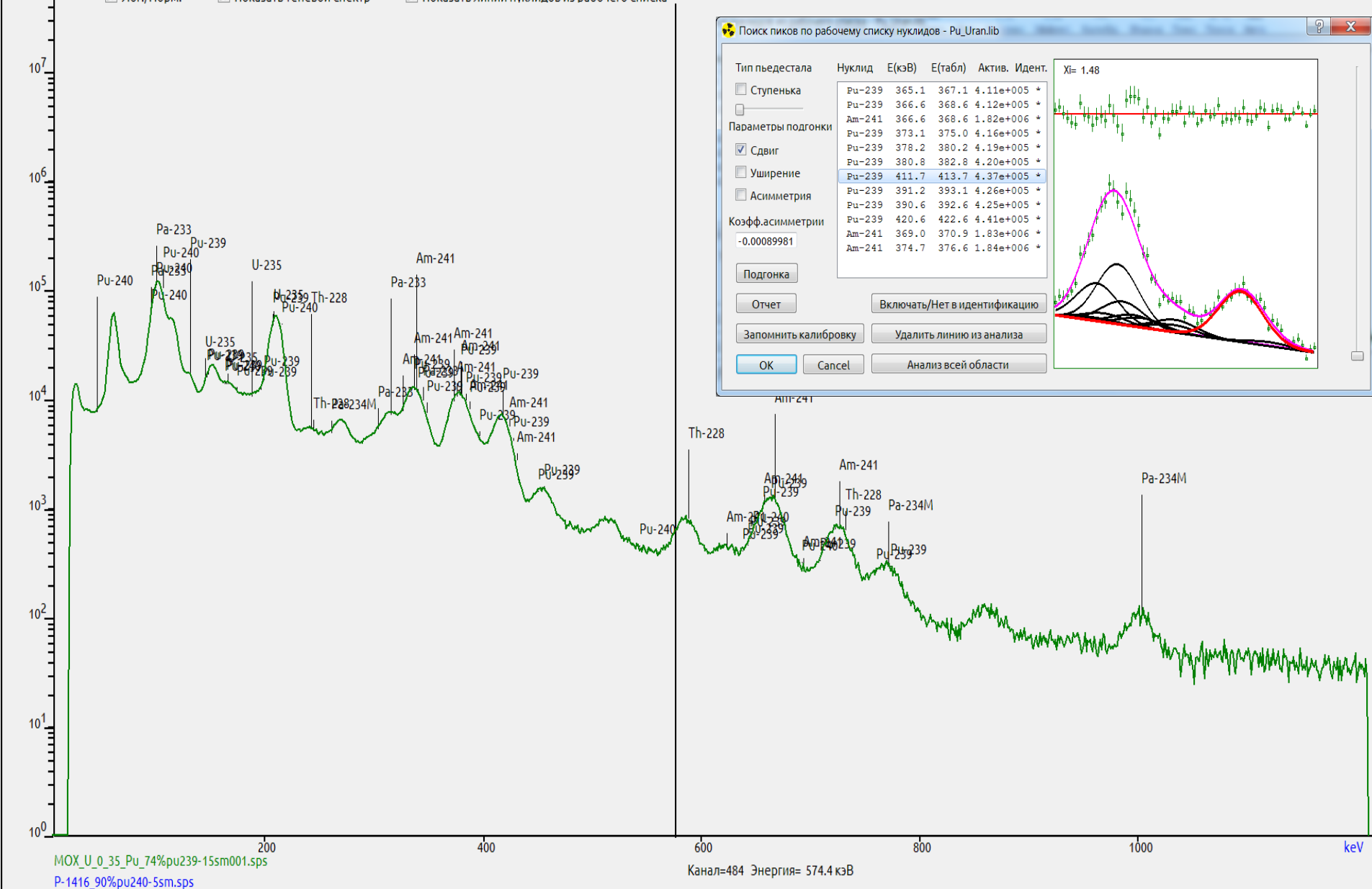
- Методика обеспечивает измерение в счетном образце:
 - массы изотопа урана-235 в диапазоне от 1 до 100 г;
 - активности изотопа урана-235 в диапазоне от 10^3 до 10^7 Бк.

Метод основан на измерении активности изотопа плутония-239 в счетном образце (упаковке плутонийсодержащих отходов) путем регистрации спектра гамма-излучения с применением спектрометрического комплекса типа СКС и расчете числа атомов и массы плутония-239 в упаковке.

Методика устанавливает: требования к объектам и средствам измерений, вспомогательному оборудованию, счетным образцам; процедуры выполнения измерений и контроля качества измерений; порядок обработки результатов измерений и оценки неопределенности измерений.

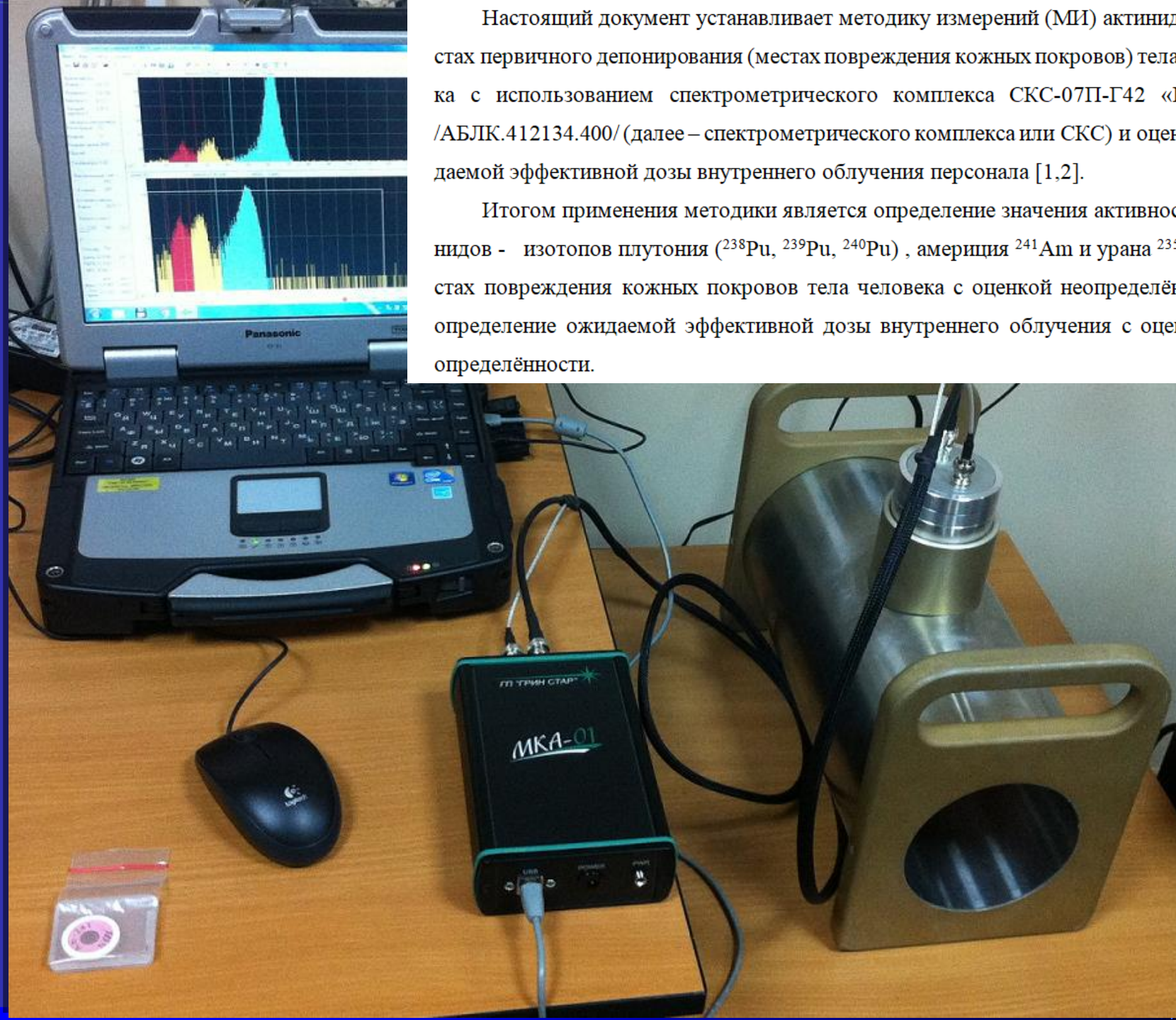
- Методика обеспечивает измерение в счетном образце:
 - массы изотопа плутония-239 в диапазоне от 1 до 100 г;
 - активности изотопа плутония-239 в диапазоне от $2,3 \cdot 10^9$ до $2,3 \cdot 10^{11}$ Бк.



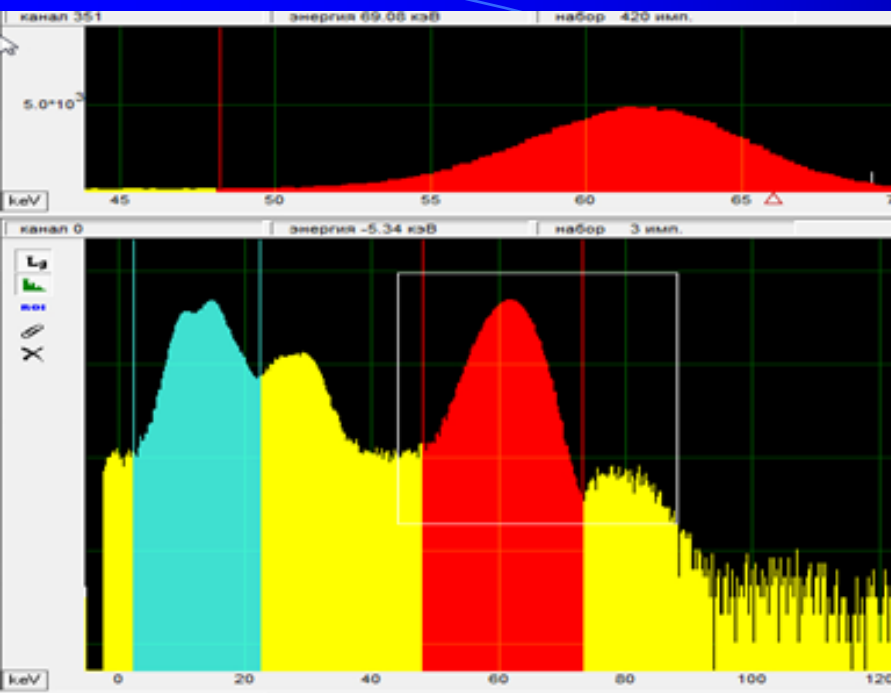


Настоящий документ устанавливает методику измерений (МИ) актинидов в местах первичного депонирования (местах повреждения кожных покровов) тела человека с использованием спектрометрического комплекса СКС-07П-Г42 «Кондор» /АБЛК.412134.400/ (далее – спектрометрического комплекса или СКС) и оценки ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения персонала [1,2].

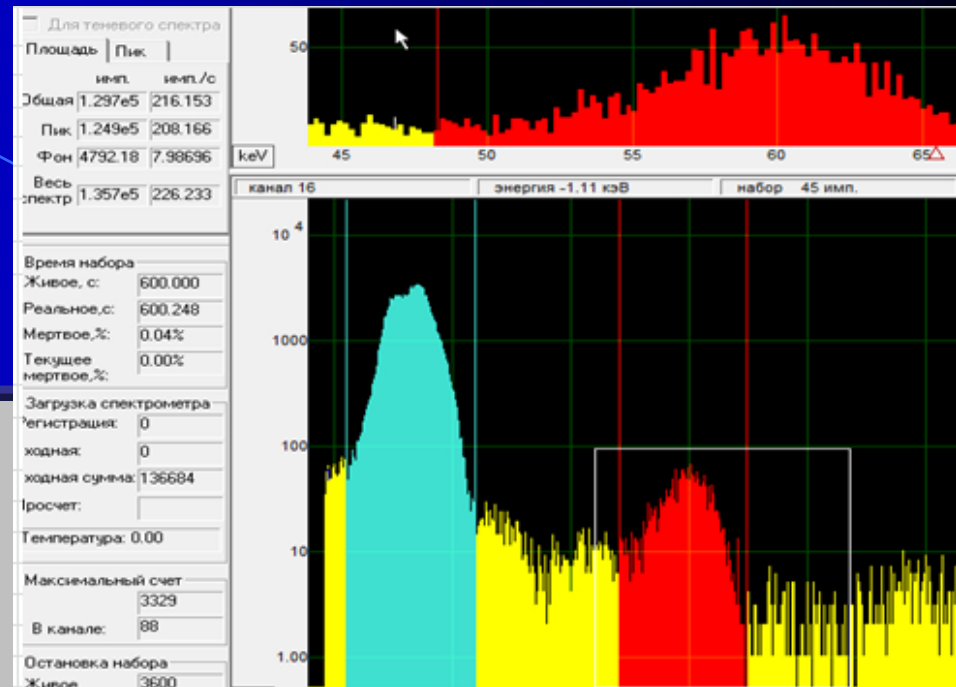
Итогом применения методики является определение значения активности актинидов - изотопов плутония (^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu), америция ^{241}Am и урана ^{235}U в местах повреждения кожных покровов тела человека с оценкой неопределённости и определение ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения с оценкой неопределённости.



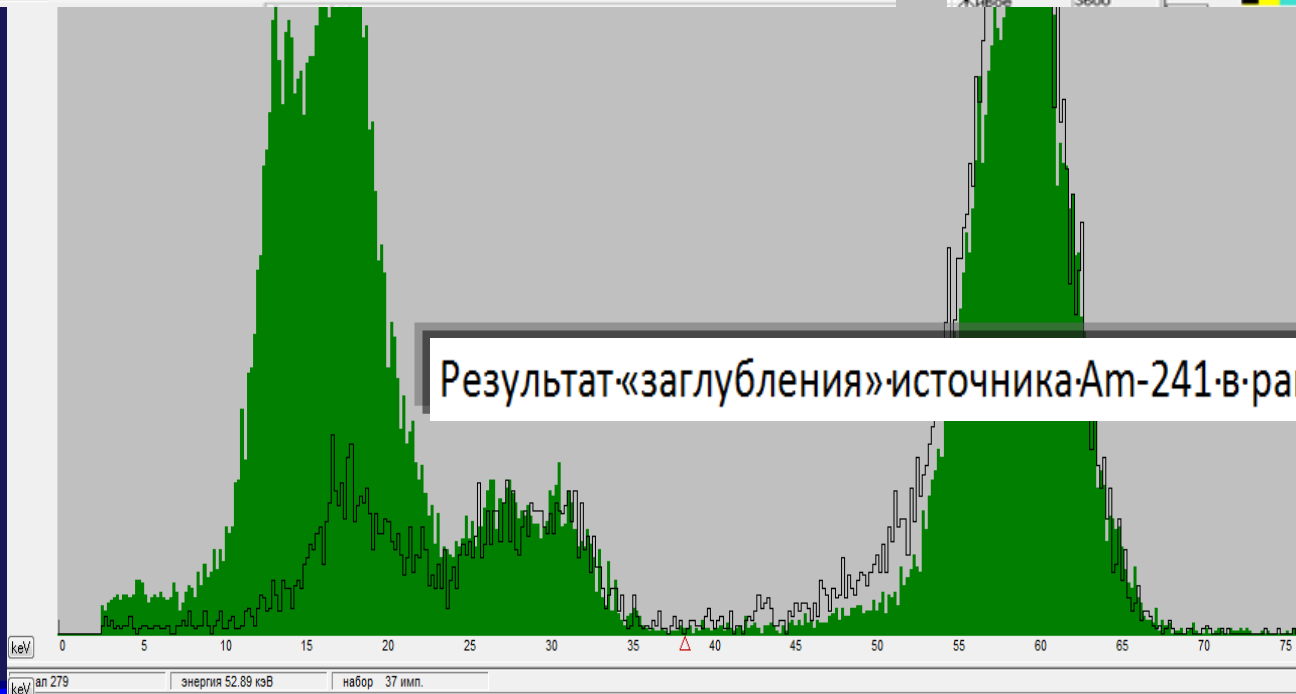
Am-241



Pu-239+Am-241



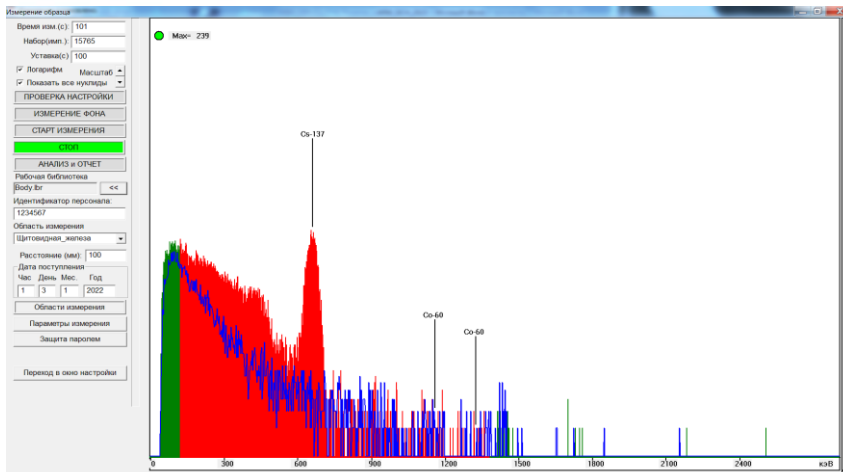
Результат «заглубления» источника Am-241 в ране





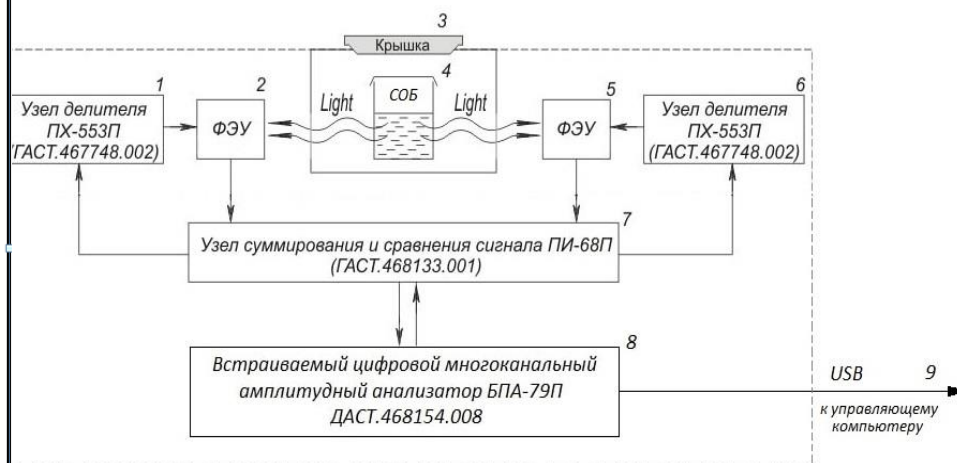
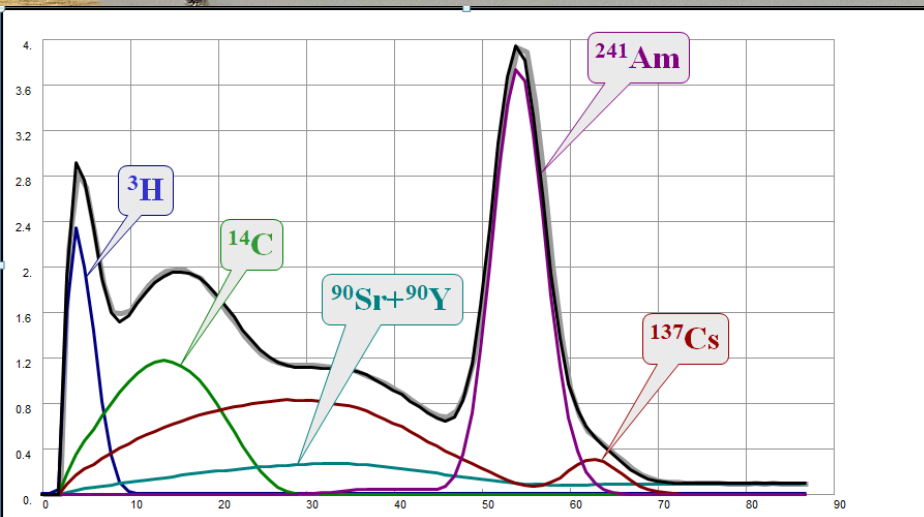
Для таких радионуклидов как ^{60}Co , ^{57}Co , ^{58}Co , ^{241}Am (связанный с плутонием), ^{235}U и др., для которых характерна малорастворимая химическая форма (тип соединения М по НРБ-99/2009), органом накопления являются легкие, расположенные в грудной полости. Счетный образец – легкие в грудной полости человека. Для данных радионуклидов основная геометрия измерения - «легкие».

Диапазон определяемых по МИ значений ожидаемой эффективной дозы (ОЭД) составляет от 0,1 мЗв до 1000 мЗв. При максимальной относительной стандартной неопределенности измерения активности равной 30 % для радионуклидов ^{131}I , ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{57}Co , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{75}Se , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{235}U и ^{241}Am максимальная относительная стандартная неопределенность ожидаемой эффективной дозы в зависимости от радионуклида находится в диапазоне от 31 % (для ^{137}Cs и ^{134}Cs) до 55 % (для ^{60}Co в геометрии все тело) и 60 % (для ^{235}U и ^{241}Am в геометрии все тело) на интервале времени от 1 суток до 100 суток.





СКС-07П-Б11 с цифровым устройством детектирования УДБТ-003 предназначен для регистрации α -излучения от 2 до 10 МэВ и β -излучения от 1 до 3500 кэВ для жидко сцинтилляционной спектрометрии



Переносной
ЖСС
СКС-07П-Б10
на базе
устройства
детектирования
УДКС-14П





Параметры пробы

Время измерения: 4322 сек

Дата измерения: 25-3-2021 8:16:14

Масса (объём) пробы: см³ КХВ: %

Активность метки: Бк

Информация об образце: МихНЗU234U238eq.sps

Нуклиды	N имп.	Асо Бк	Усо %
■ H-3	168177	140	17
■ U-234	280917	62.3	8
■ U-238eq	666458	54.4	8
■ Сумма	1115553	257	

Обработка

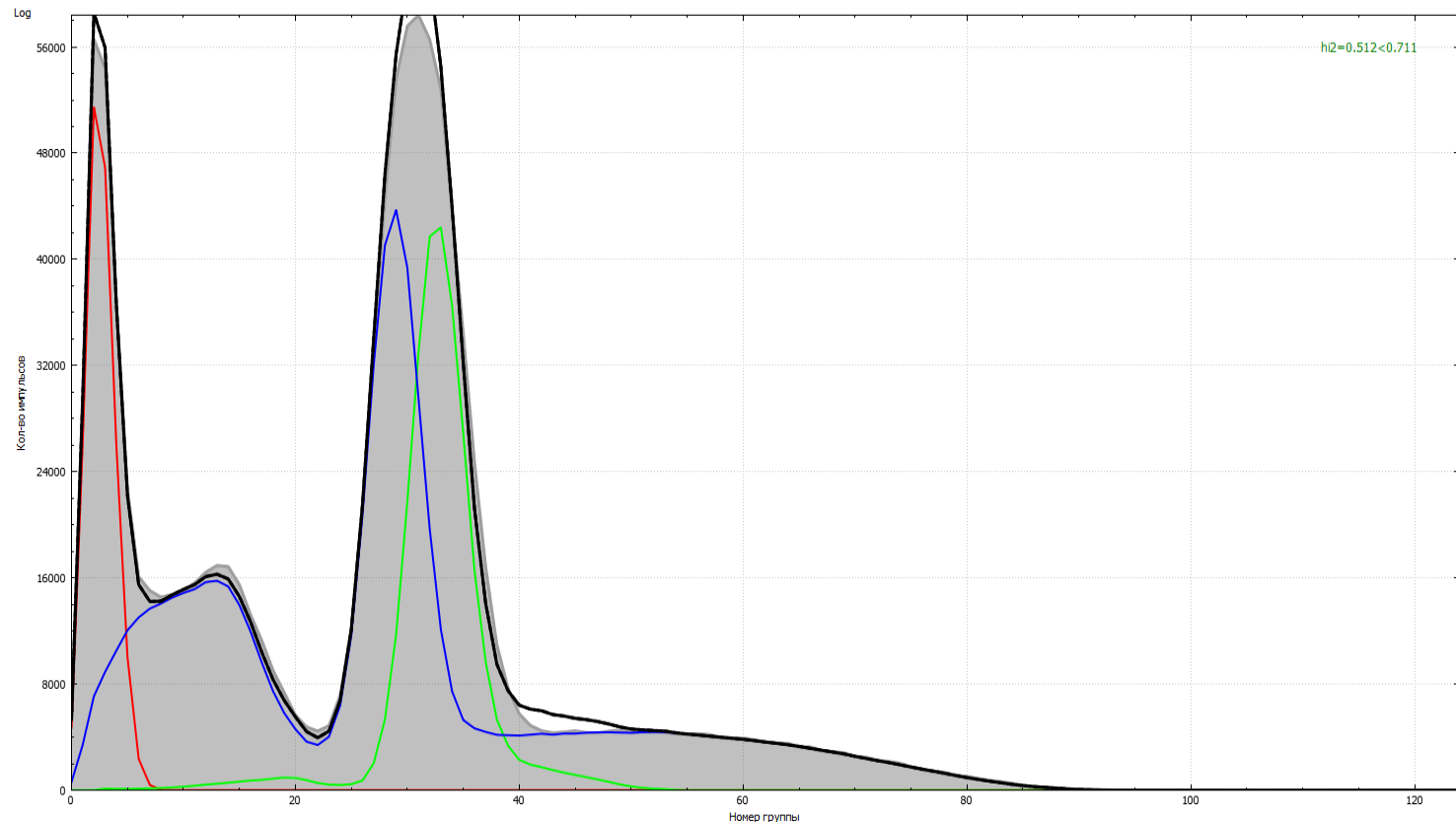
Аппаратные спектры

в отчёт

Тушение +/-

Диапазон обработки спектра

группы каналов: 0 - 124 каналы: 0 - 3968



Радионуклидный состав библиотек:

³H, ¹⁴C, ²²Na, ³²P, ³³P, ³⁵S, ⁴⁵Ca, ⁵⁴Mn, ⁵⁵Fe, ⁵⁷Co, ⁶⁰Co, ⁶³Ni, ⁶⁵Zn, ⁸⁵Kr, ⁸⁸Y, ⁸⁵Sr, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ⁹⁰Sr/⁹⁰Y, ⁹⁰Y, ^{95m}Tc, ⁹⁹Tc, ¹⁰³Pd, ¹⁰⁶Ru, ¹³³Ba, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ¹⁵²Eu, ¹⁵⁴Eu, ¹²⁵I, ¹²⁹I, ¹³¹I, ¹²³Sb, ¹⁴⁷Ce, ¹⁴⁷Pm, ¹⁴⁷Sm, ¹⁴⁸Cd, ²¹⁰Pb, ²¹⁰Bi, ²¹⁰Po, ²²²Rn, ²²⁴Ra, ²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ²³⁶Pu, ²³⁷Pu, ²³⁸Pu, ²³⁹Pu, ²⁴¹Pu, ²⁴²Pu, ²³²U, ²³³U, ²³⁴U, ²³⁵U, ²³⁶U, ²³⁸U, ²³⁰Th, ²³²Th, ²³⁷Np, ²⁴¹Am, ²⁴³Am, ²⁴⁴Cm и др.



Параметры пробы

Время измерения: 844 сек

Дата измерения: 25-6-2022 14:3:24

Масса (объём) пробы: г КХВ: %

Активность метки: Бк

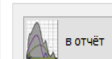
Информация об образце: 6.sps

в отчёт

Нуклиды	Аprior Бк	δ %	N имп.	ε	Асо Бк	Усо %	а Бк/кг	U %
H-3					<2			
C-14					<2.7			
Sr-90eq					<1.1			
Cs-137					<0.5			
Rn-222eq					<0.45			
Ra-226					<2.2			
U-233					<2.1			
U-234					<2.2			
U-235eq					<0.45			
Pu-238					<2.1			
U-238eq					<0.28			
Pu-239			147461	1.03	170	12		
Am-241					<2.1			
Pu-242					<2.1			
Сумма			147542		170			

Обработка

Аппаратные спектры



Тушение +/-

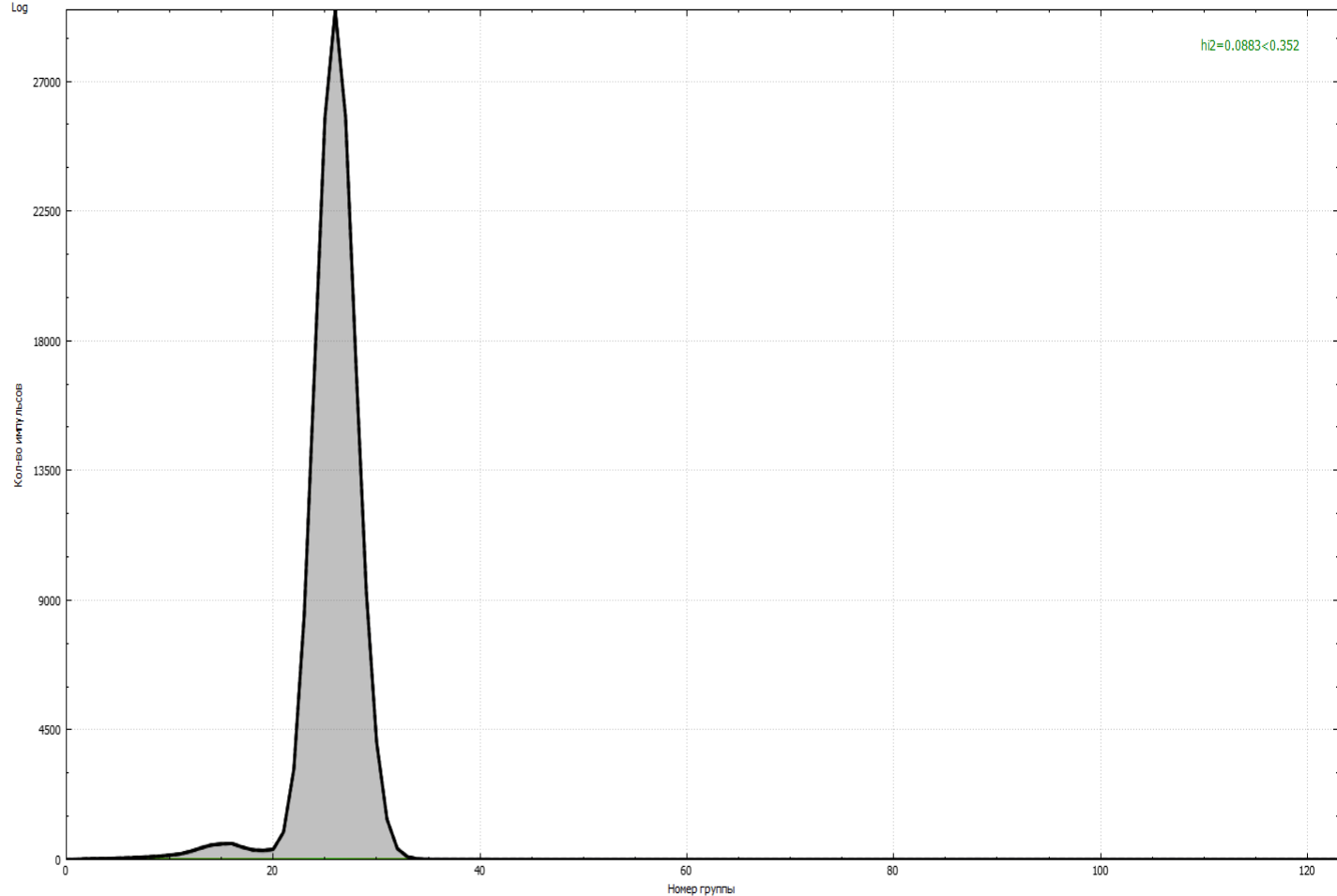
287 -0

Диапазон обработки спектра

группы каналов: 0 - 124

каналы: 0 - 3968

Log





Параметры пробы

Время измерения: 31225 сек

Дата измерения: 21-6-2022 0:54:0

Масса (объём) пробы: г КХВ: %

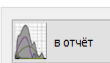
Активность метки: Бк

Информация об образце: 7.sps

Нуклиды	Aprior Бк	δ %	N имп.	ε	Асо Бк	Усо %	а Бк/кг	U %
H-3					<1.6			
C-14					<0.17			
Sr-90eq					<0.021			
Cs-137					<0.22			
Rn-222eq					<0.048			
Ra-226					<0.21			
U-233					<0.21			
U-234					<0.23			
U-235eq			2505790	1.59	50	12		
Pu-238					<0.24			
U-238eq					<0.092			
Pu-239					<0.19			
Am-241					<0.24			
Pu-242					<0.2			
Сумма			2506237		50.5			

Обработка

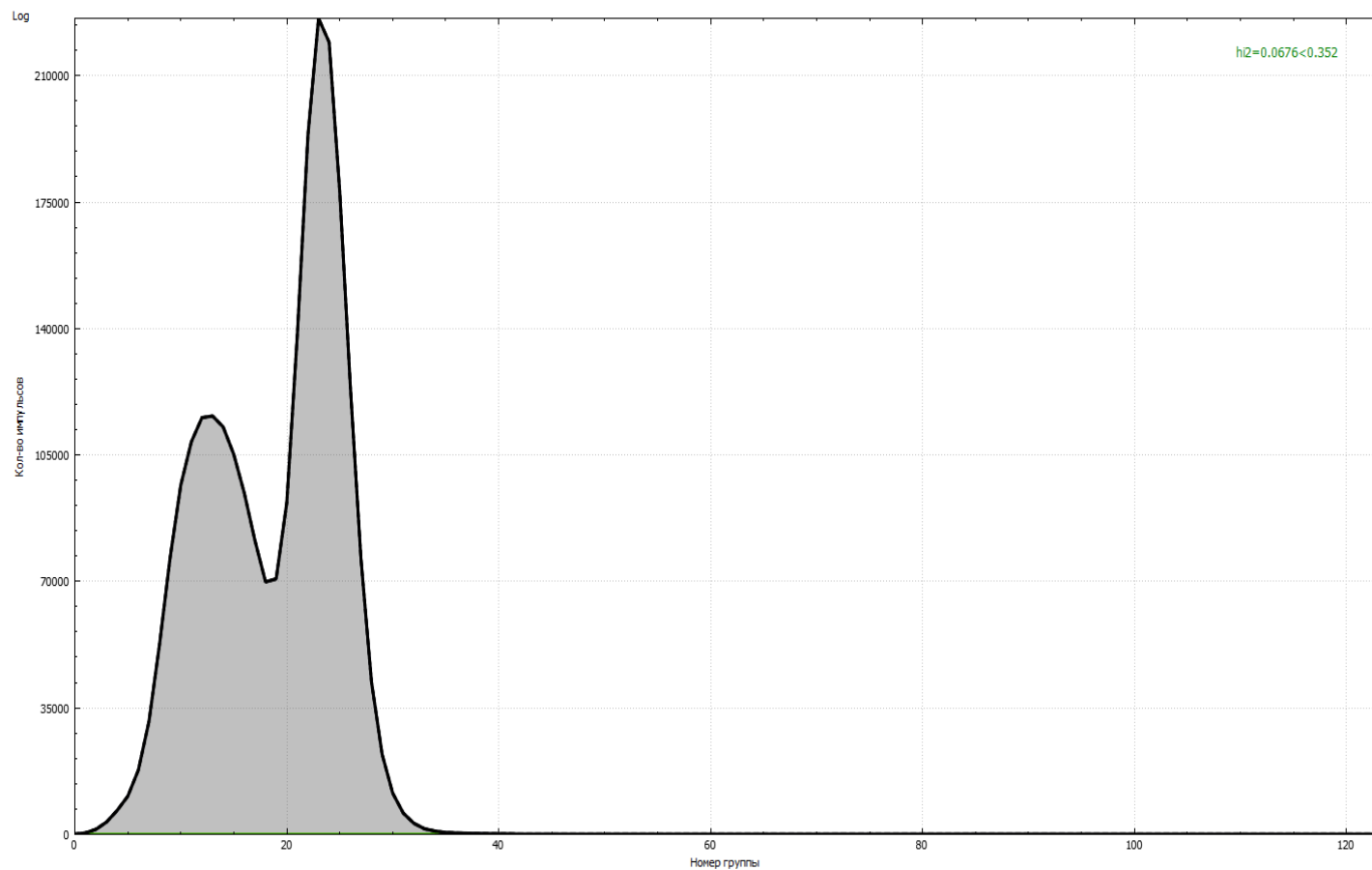
Аппаратные спектры

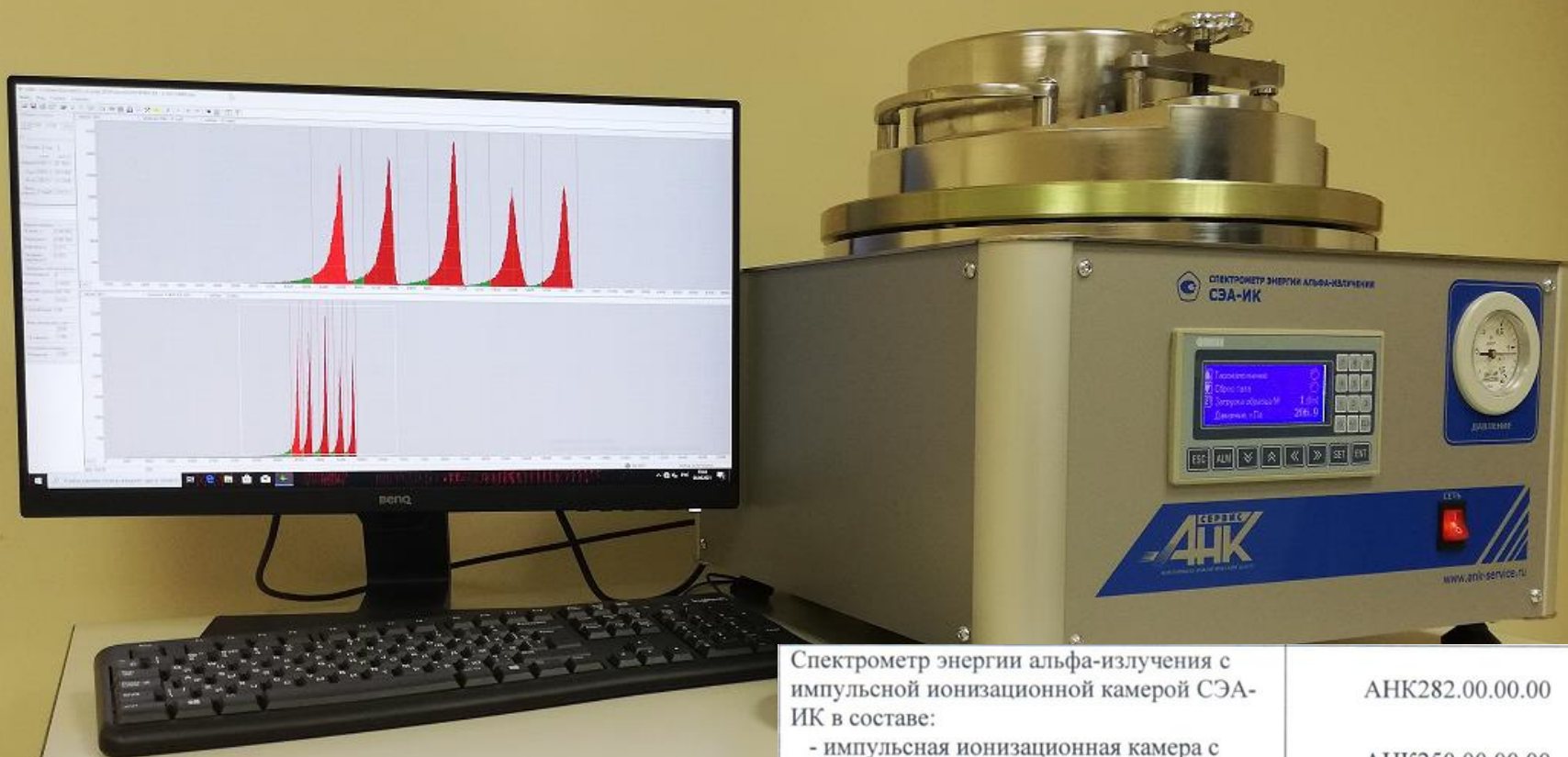
Тушение +/-
293 -0

Диапазон обработки спектра

группы каналов: 0 - 124

каналы: 0 - 3968





ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЬФА-СПЕКТРОМЕТРОВ

- Энергетическое разрешение (по ^{239}Pu): 25-30 кэВ;
- Временная нестабильность при 12 ч. работы: $\pm(2-5)$ кэВ;
- Диапазон измеряемых энергий: 3-5 МэВ;
- Средний уровень собственного фона: не более 30 имп/час (по всему диапазону).

Спектрометр энергии альфа-излучения с импульсной ионизационной камерой СЭА-ИК в составе:

- импульсная ионизационная камера с модулем автоматического газонаполнения
- устройство загрузки проб
- предусилитель спектрометрический зарядочувствительный
- процессор импульсных сигналов ¹⁾

Управляющая ЭВМ ²⁾ с предустановленным программным обеспечением:

- эмулятор анализатора
- программа анализа спектров альфа-излучения «Alfa Basic»

АНК282.00.00.00

АНК250.00.00.00

АНК250.00.11.00

ПУ-Г-1К

SBS-75

-

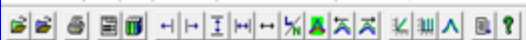
643.18634722.00100-01 34 01

643.71351625.00008-01 34 01

Полупроводниковый альфа-спектрометрический комплекс СКС-07П_(А*)

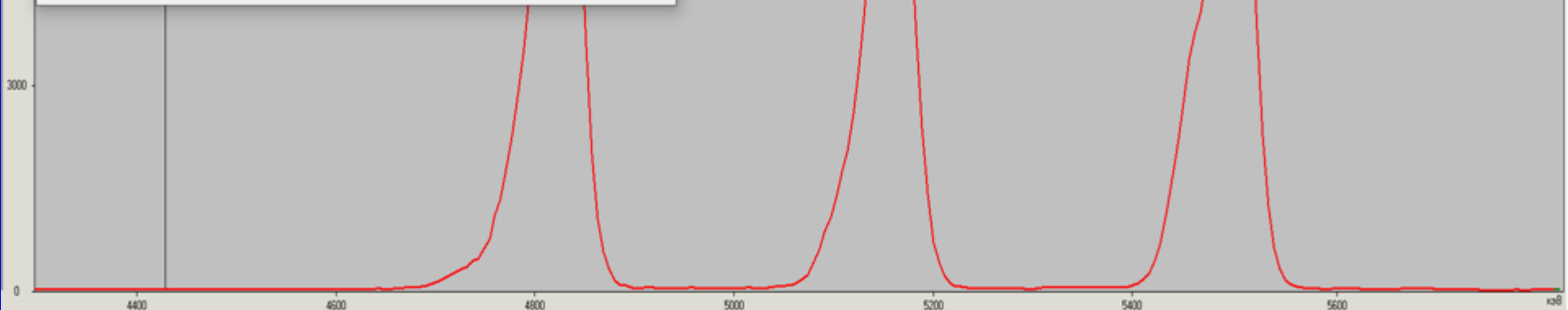
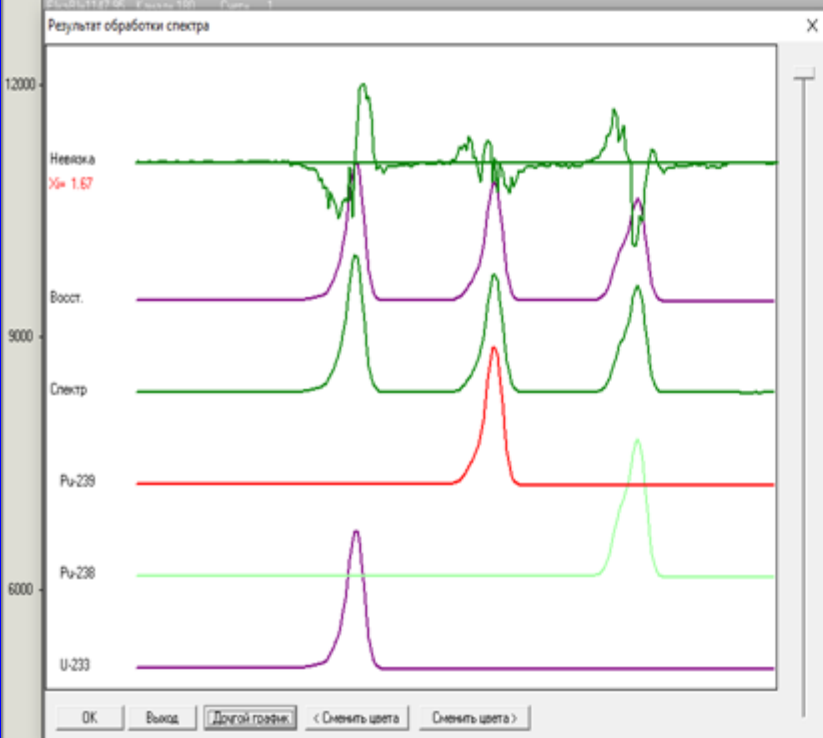
- блок детектирования на основе кремниевого ионимплантированного детектора (диапазон энергий регистрируемого излучения от 3 до 8 МэВ, энергетическое разрешение для энергии 5149 кэВ (Pu-239) до 50 кэВ
- процессор импульсных сигналов
- персональный компьютер с СПО «АльфаПро»





Счет 4400 4600 4800 5000 5200 5400 5600 кэВ

Счет 4400 4600 4800 5000 5200 5400 5600 кэВ



ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

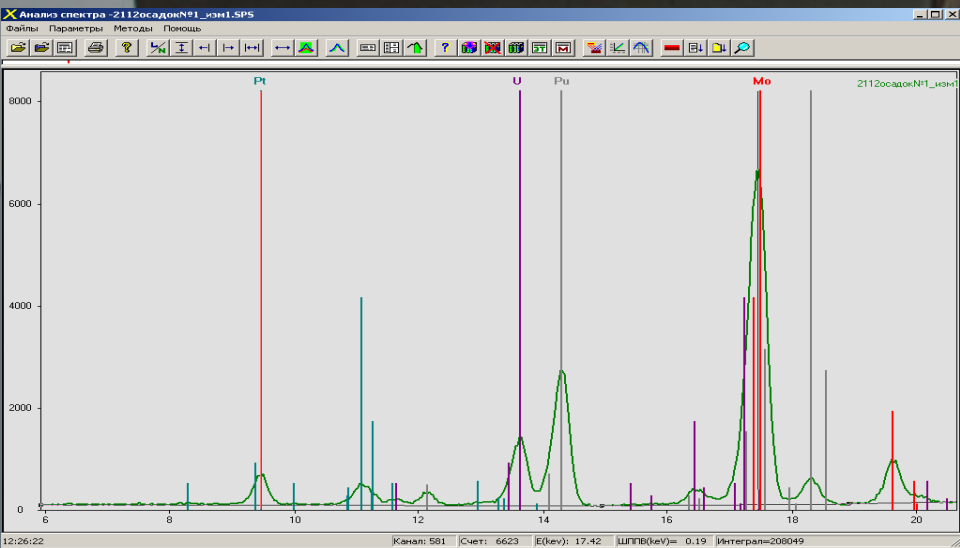
Анализаторы состава вещества рентгенофлуоресцентные «РеСТАР»

Назначение средства измерений

Анализаторы состава вещества рентгенофлуоресцентные «РеСТАР» (далее - анализаторы), предназначены для экспрессных измерений массовой концентрации элементов от Al(13) до Pu(94) в жидких и твердых пробах.

Описание средства измерений

Принцип работы анализаторов основан на возбуждении излучением рентгеновской трубки характеристического излучения атомов определяемых элементов и регистрации этого вторичного флуоресцентного излучения полупроводниковым детектором рентгеновского излучения.



Настоящий документ устанавливает методику определения значений массовой концентрации Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Mo, Pb, U, содержащихся в анализируемом образце (пробе) природных, питьевых и сточных вод, энергодисперсионным рентгенофлуоресцентным методом анализа.

Диапазон определения массовой концентрации элементов, содержащихся в счетных образцах, составляет от 0,1 до 10^3 мг/дм³ при этом, суммарная расширенная неопределенность ($P=0,95$) определения массовой концентрации элементов не превышает 60%.



Методы анализа

Выбор метода анализа

Метод фундаментальных параметров:

- ☐ 100% нормировка
- ☐ альфа-коррекция по эталону
- ☐ по внутреннему стандарту
- ☐ нормировка по пику

Обработка по эталонам:

- ☒ с регрессией по эталону

Параметры анализа

- ☐ Учет матричных элементов
- ☐ Нормировка суммы элементов

Сумма: 0 в единицах: ppm

Способ возбуждения

- ☒ Мишень / источник
- ☐ Прямое излучение

Выбрать источник возбуждения...

Принять Отмена

Тип нормировки

Время набора спектра, с: 0 × 0

☒ Интеграл области нормировки, имп: 0 × 0.01

☐ Площадь нормировочного пика, имп: 0 × 0.01

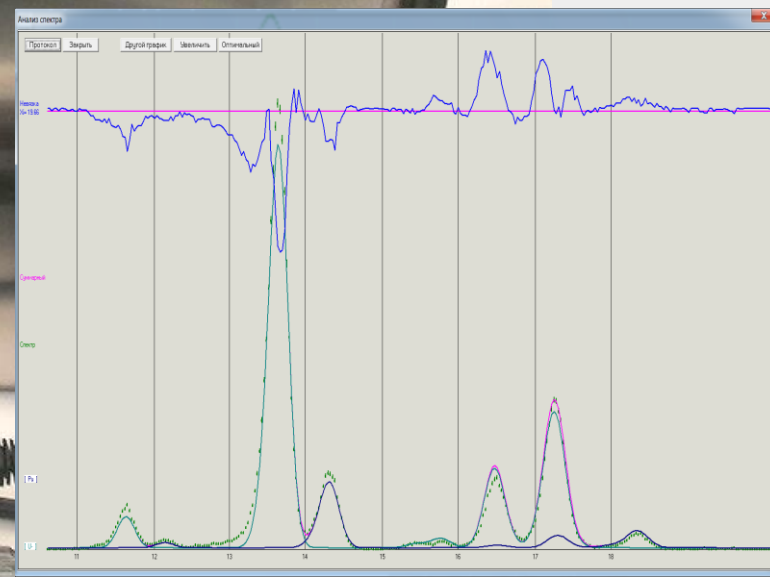
T норм. = 1

Область нормировки (кэВ): 18.76 24.50

Краткое описание метода:

Определение концентраций методом регрессии по подготовленному эталону.

Эталон может быть подготовлен в окне "Список эталонов".



Блок
детектирования
БДЭР-25КД-12
на основе
кристалла
AXR-100
(6-25 мм²,
12.5-25мкм Ве)
в узле
измерения и
коллимации
УИК-03



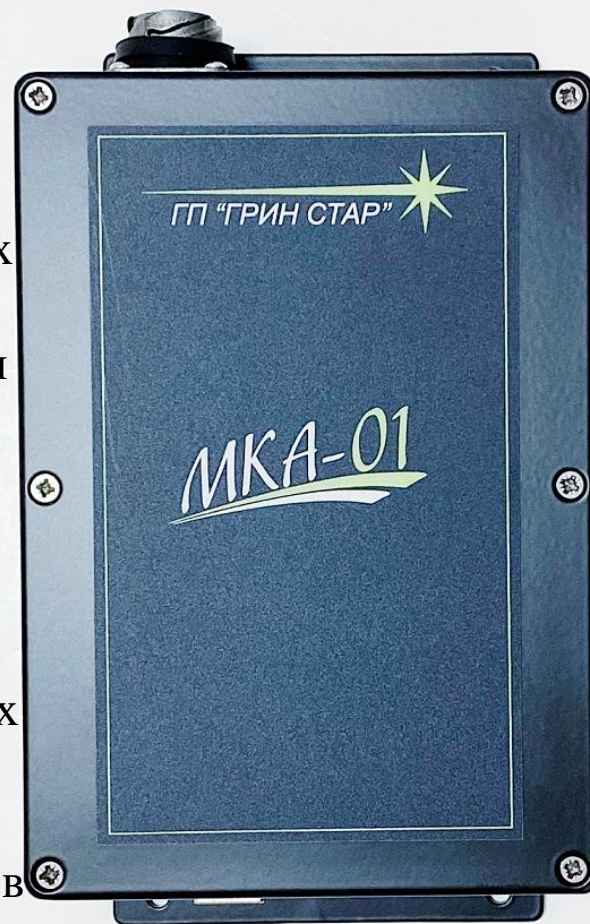
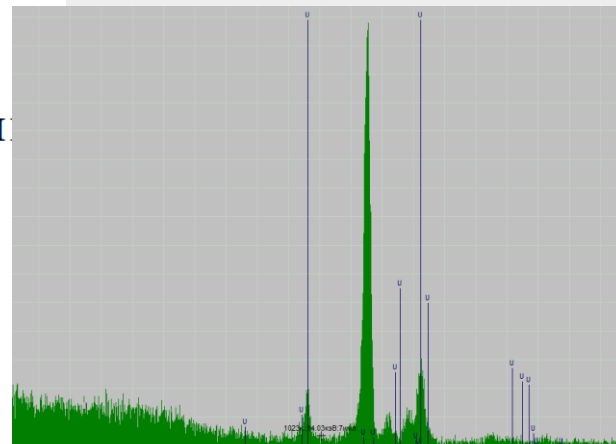
КОМПЛЕКС СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ СКС-07П-Р30 «КОНДОР»

Руководство по эксплуатации.
АБЛК.412134.400 РЭ

на 25 листах

Комплекс спектрометрический
регистрации рентгеновского
излучения СКС-07П-Р30
(концентратор)
предназначен для измерения
интенсивности аналитических
линий радионуклидов по
рентгеновскому- излучению и
путем их пересчета,
экспрессного определения
массовой концентрации
элементов содержащихся в
анализируемом образце,
находящемся в пробоотборных
трубках.

Используется для контроля
значений концентраций урана в
диапазоне от 10 мг/л до 1 г/л.



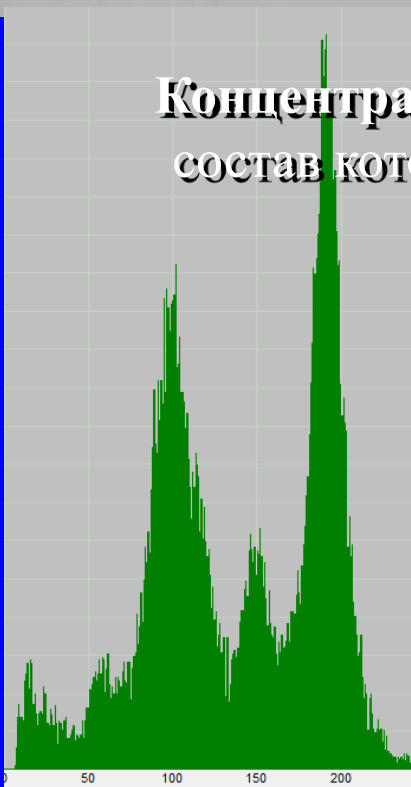
**Концентратомер (гамма-абсорбциометр по
собственному гамма-излучению урана)
на базе СКС-07Н-Г56**

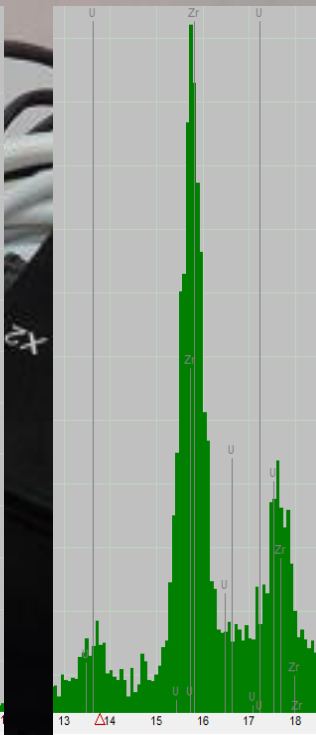
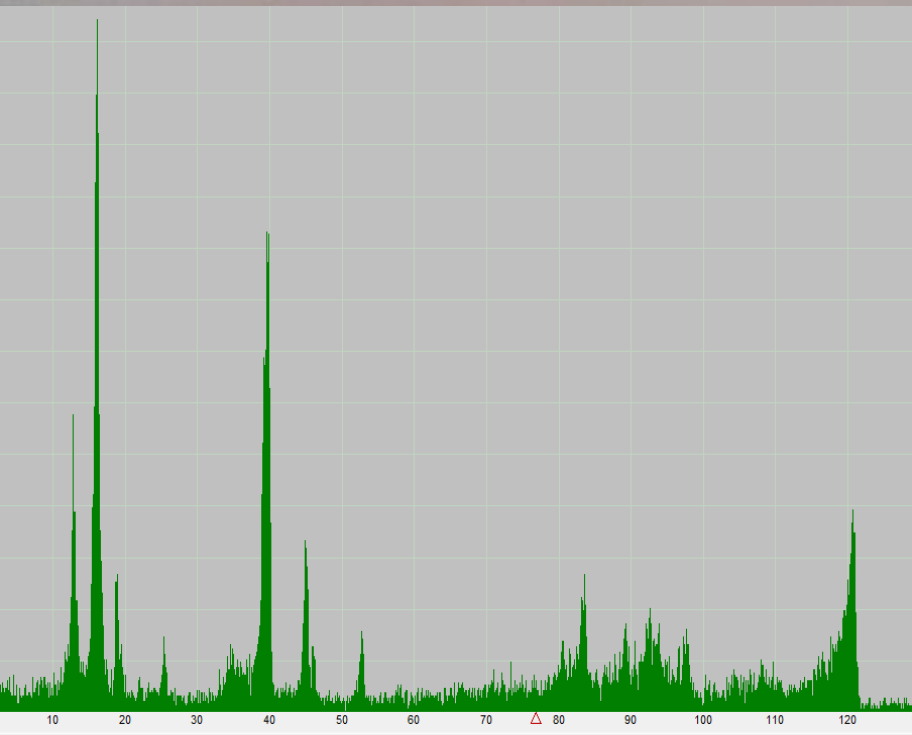
предназначен для измерения интенсивности
аналитических линий радионуклидов по гамма-
излучению и путем их пересчета, экспрессного
определения массовой концентрации элементов
содержащихся в анализируемом образце,
находящемся в пробоотборных трубках.

Используется для контроля больших значений
концентраций урана более 1 г/л

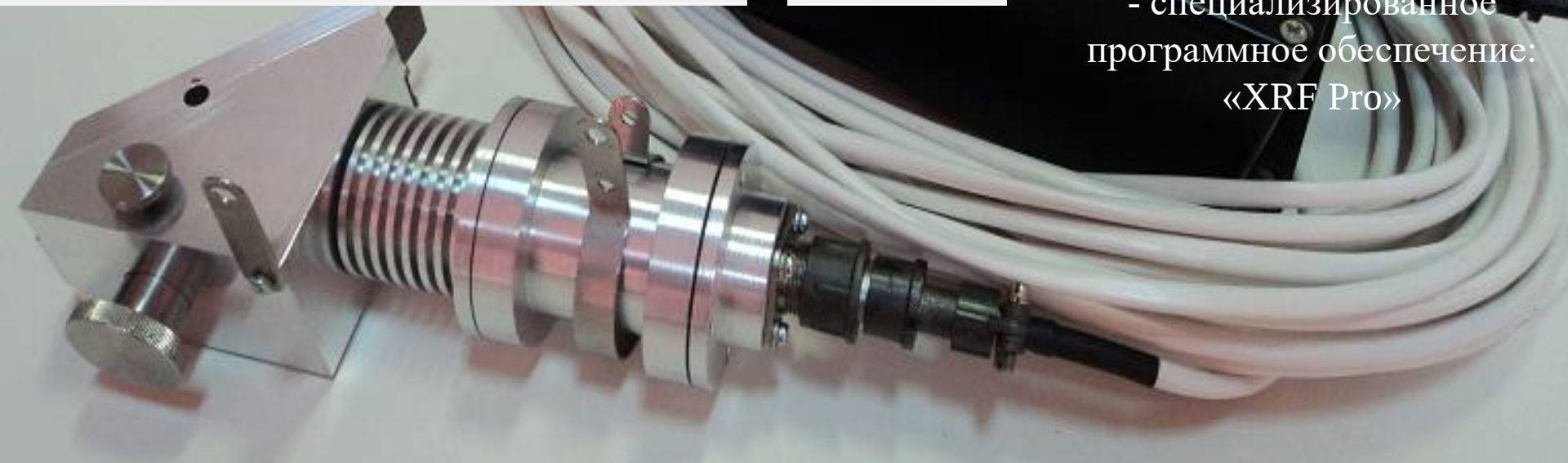


Концентратор гамма-абсорбционным методом на базе СКС-07П-Г56, в состав которого входят сцинтилляционный БДЭГ-25(25)Н, находящихся в узле измерения и коллимации УИК-02 и МКА-01





Комплекс
спектрометрический
регистрации рентгеновского
излучения СКС-07П-Р31:
- блок детектирования
БДЭС-25Т-100 на основе
кристалла АХР-100-СdТе
- цифровой процессор
импульсных сигналов
МКА-01, находящийся в узле
измерения и коллимации
УИК-01
- специализированное
программное обеспечение:
«XRF Pro»



Для анализа U источником гамма-излучения служит Am-241, но для анализа Pu
более предпочтителен Co-57 или Ta-182



ООО «Грин Стар» Ельцин В.Ф., Скакун Г.Е., Чураков А.К.,
Ермак М.Г., Тимофеев А.В., Бойко Д.В., Малиновский С.В.

www.greenstar.ru

(499)943-20-31

(499)943-27-94