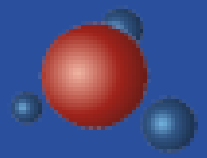
РАДИОЛОГИЧНО ХАРАКТЕРИЗИРАНЕ ПРИ ИЗВЕЖДАНЕ ОТ ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА БЛОКОВЕ 1 ÷ 4 НА АЕЦ КОЗЛОДУЙ

Галина Нешовска

Елена Стоянова



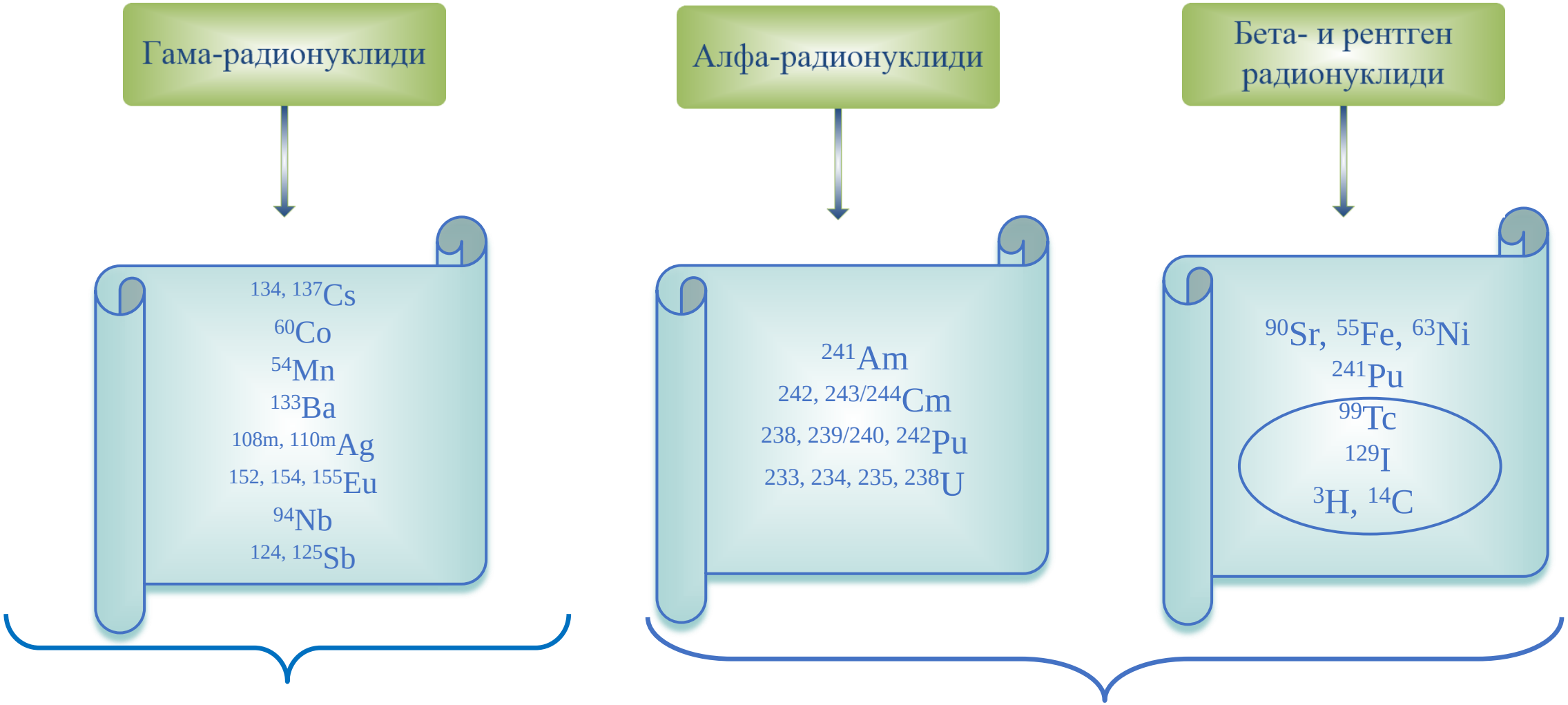
БУЛАТОМ 04 - 06 юни 2025г.


Радиологично характеризиране
Планиране
Идентифициране на разпространението и естеството на радиоактивно замърсяване
Оценка на потенциалния риск
Изпълнение на дейности по извеждане от експлоатация
Оценка на разходите
Управление на материалите
Освобождаване от регулиране
Класификация и управление на РАО

Програма за радиологично характеризиране

Начална фаза	Определяне на целите на характеризирането
Фаза на планиране	Разработване на методология с отчитане на определените цели и гранични условия
Фаза на изпълнение	Измервания, пробоотбиране и анализ на пробите
Оценка и обработка на данните	Преглед и оценка на получените резултати от анализите с оглед обосновка на заключенията и решенията. Прилагат се статистически техники и изчисления, както е уместно
Финална фаза	Окончателен доклад, ясно свързан с първоначалните цели, който представя оценката на данните на език, разбираем за потребителя

Анализирани радионуклиди



Програма за радиологично характеризиране

Фаза на изпълнение на предвидените дейности и анализи

- **Пробовземане**
- **Пълен гама-скрининг на взетите проби**
- **Подбиране на проби за пълен радиохимичен анализ**
- **Извършване на пълните анализи**
- **Фаза на обработка на получените данни**

Трудни за измерване радионуклиди

Алфа-радионуклиди

^{241}Am
$^{242, 243/244}Cm$
$^{238, 239/240, 242}Pu$
$^{233, 234, 235, 238}U$

Бета- и рентген радионуклиди

^{90}Sr, ^{55}Fe, ^{63}Ni
^{241}Pu
^{99}Tc, ^{129}I
^{3}H, ^{14}C

Анализирани материали

➢ Води	➢ Текстилни материали и отпадъци (защитно облекло, кърпи, тензух)
➢ Почви	➢ Технологични материали и отпадъци (шламове и утайки, отработени йонообменни смоли, концентрат от изпаряване)
➢ Строителни материали и отпадъци (хоросан, пясък, чакъл, цимент, бетон)	➢ Метални материали и отпадъци (стомани / неръждаеми стомани)

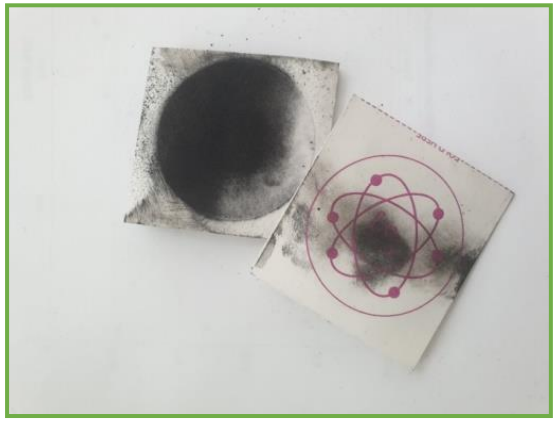
➢ неметални твърди проби (пясък, бетон, почви)

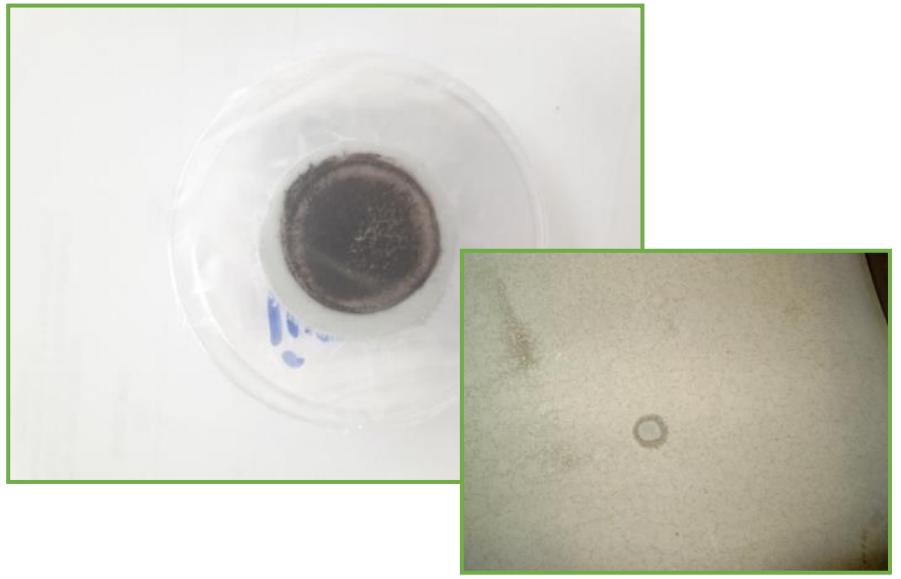
➢ отработени йонообменни смоли

➢ неметални горими проби (проби от текстил; проби, взети като намазка; проби, взети чрез електроотлагане)

Анализирани материали

Метални материали и отпадъци (проби, взети чрез остъргване; чрез намазка; чрез електролитно отлагане; стружки; парчета с различен размер)





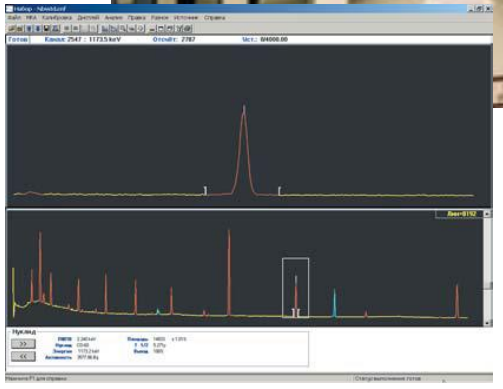
Методи за изпитване

- Определяне на съдържанието на алфа-излъчващи радионуклиди и $^{89, 90}Sr$ в различни матрици
- Определяне на съдържанието на тритий
- Определяне на съдържанието на ^{241}Pu след алфа-спектрометрия
- Определяне на съдържанието на гама-излъчващи радионуклиди
- Определяне на съдържанието на ^{129}I и ^{55}Fe чрез нискоенергийна гама-спектрометрия
- Определяне на съдържанието на ^{99}Tc в различни матрици
- Определяне на съдържанието на ^{14}C в различни матрици
- Определяне на съдържанието на ^{55}Fe, ^{63}Ni, $^{89, 90}Sr$ и ^{241}Pu в различни матрици

Гама-спектрометър

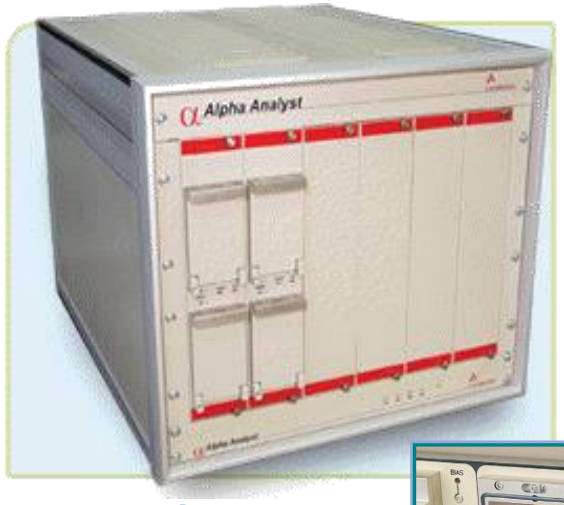
Конвенционален коаксиален германиев детектор (HPGe)

Нискоенергиен германиев детектор (LEGe)
Производител: Canberra



Алфа-спектрометър

Canberra Alpha Analyst
Производител: Canberra



ORTEC OCTÊTE^{Plus}
Производител: ORTEC

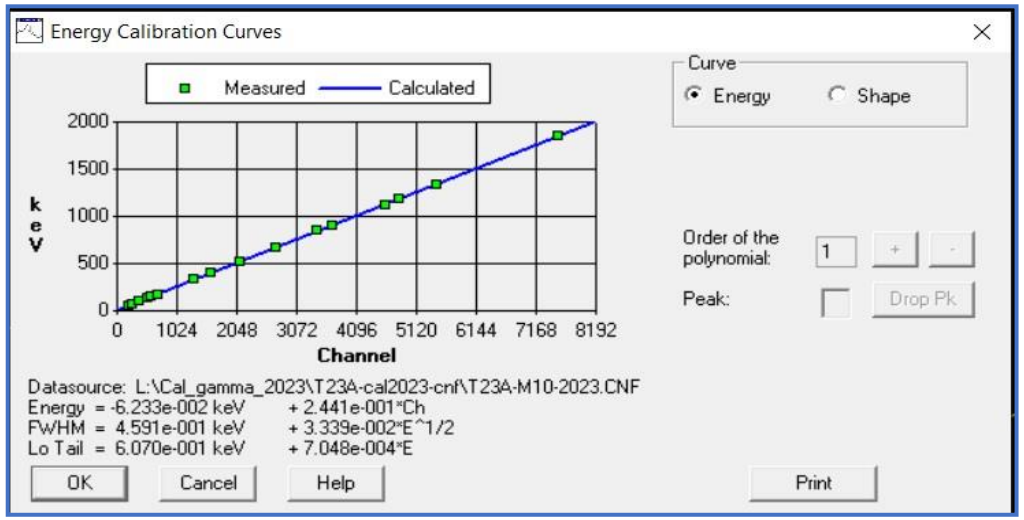
Течносцинтилационен спектрометър

Tri-Carb 3180TR/SL
Производител: PerkinElmer

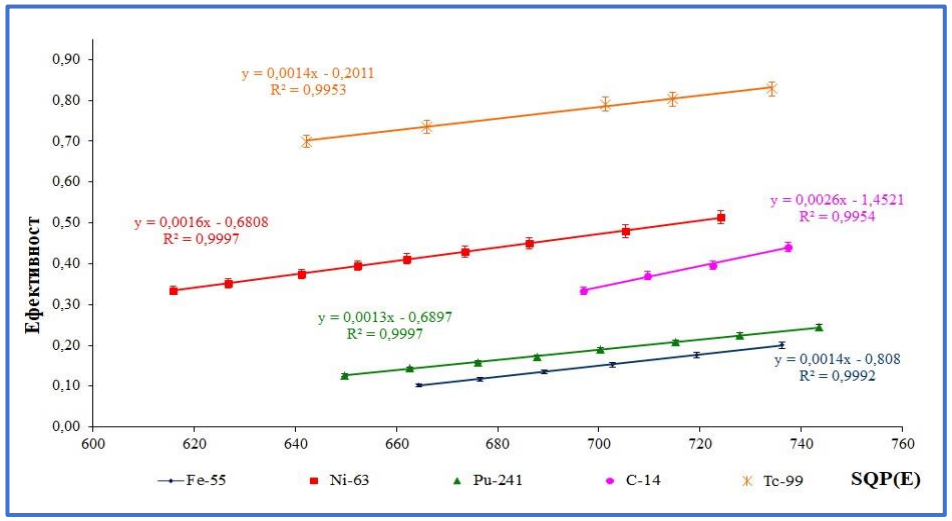
Wallac Quantulus 1220

Калибриране на използваното спектрометрично оборудване

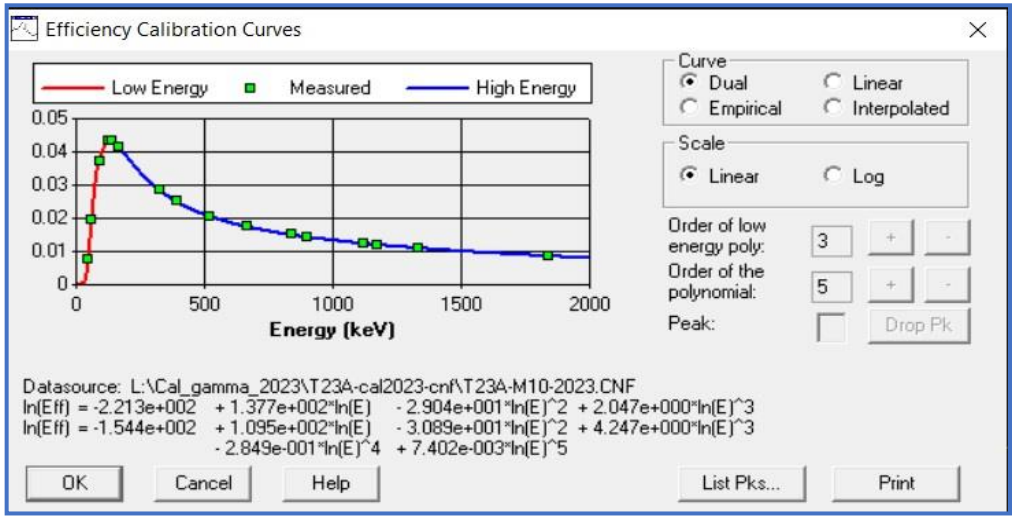
Калибриране по енергия на гама-спектрометрична система



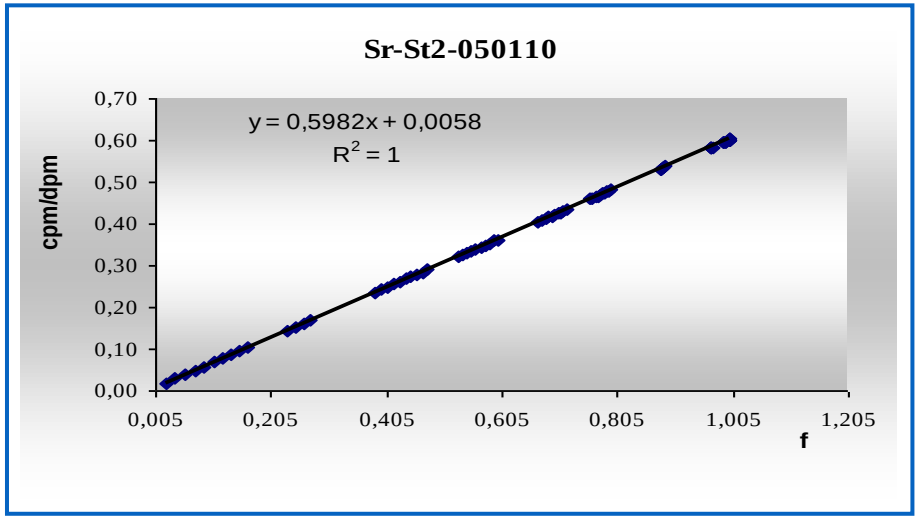
Калибриране на течносцинтилационен спектрометър



Калибриране по ефективност на гама-спектрометрична система



Определяне на ефективностите на регистриране на радионуклидите ^{90}Sr и ^{90}Y при Черенково броене



Лицензиране

АГЕНЦИЯ ЗА ЯДРЕНО РЕГУЛИРАНЕ

ЛИЦЕНЗИЯ

ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИЗТОЧНИЦИ НА ЙОНИЗИРАЩИ ЛЪЧЕНИЯ ЗА ОСЪЩЕСТВЯВАНЕ НА КОНТРОЛНИ ФУНКЦИИ

Серия: О Регистрационен № 6171

Председателят на Агенцията за ядрено регулиране, на основание чл. 5, т. 2, чл. 15, ал. 1 и ал. 3, т. 2 и чл. 20 от Закона за безопасно използване на ядрената енергия, във връзка с чл. 22 от Наредбата за реда за издаване на лицензии и разрешения за безопасно използване на ядрената енергия и заявление с вх. № 93-03-28/02.02.2024 г.

П О Д Н О В Я В А

Лицензия серия И-81046, рег. № 4359,
за използване на източници на йонизиращи лъчения за осъществяване на контролни функции – извършване на радиохимичен контрол

на ДЪРЖАВНО ПРЕДПРИЯТИЕ "РАДИОАКТИВНИ ОТПАДЪЦИ", със седалище и адрес на управление: гр. София, бул. "Г. М. ДИМИТРОВ" № 52А, ет. 6, ЕИК: 131218471, наричано "Лицензиант",

за обект: СП "Извеждане от експлоатация 1-4 блок" - Сектор "Радиохимия", с адрес: гр. Козлодуй, площадка на АЕЦ "Козлодуй", СБК-1, ет. 5.

Лицензията съдържа като неразделна част Условия и Приложения № № 1, 2 и 3.

Издадена на: 07.05.2024 г.
Срок: 10 години.

ПРЕДСЕДАТЕЛ:
ЦАНКО БАЧИЙСКИ

АГЕНЦИЯ ЗА ЯДРЕНО РЕГУЛИРАНЕ РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Акредитация

ИЗПЪЛНИТЕЛНА АГЕНЦИЯ
БЪЛГАРСКА СЛУЖБА ЗА АКРЕДИТАЦИЯ

БСА рег. № 291 ЛИ

От: 28.07.2023 г.
Валиден до: 28.07.2027 г.

СЕРТИФИКАТ ЗА АКРЕДИТАЦИЯ

ДП „РАДИОАКТИВНИ ОТПАДЪЦИ"
ЛАБОРАТОРИЯ ЗА ИЗПИТВАНЕ СЕКТОР „РАДИОХИМИЯ"

Адрес на управление: 1797 София, бул. „Г. М. Димитров" № 52А, ет. 6

Адрес на помещенията на лабораторията: 3321 Козлодуй, обл. Враца, площадка на АЕЦ Козлодуй, Санитарен битов корпус – 1, ет. 5, Сектор „Радиохимия"

ЕИК: 131218471

Обхват на акредитация:

Да извършва изпитване на:
Газообразни изхвърляния. Въздух. Течни изхвърляния. Води. Почви. Строителни материали и отпадъци. Текстилни материали и отпадъци. Метални материали и отпадъци. Технологични материали и отпадъци.

АКРЕДИТИРАН СЪГЛАСНО БДС EN ISO/IEC 17025:2018

Заповед № А 312/28.07.2023 г. е неделима част от сертификата за акредитация, общо 3 страници.

Дата на първоначална акредитация: 31.07.2019 г.
Дата на преакредитация: 28.07.2023 г.

Изпълнителен директор:
Инж. Ирена Бориславова

EA BAS
BG 2023 0185

1797 София, бул. "Д-р Г.М. Димитров" № 52 А, ет. 7
тел.: 02 976 6401, факс: 02 976 6415
e-mail: office@nab-bas.bg
http://www.nab-bas.bg

Пълни анализи в различните програми за характеризиране

ХАРАКТЕРИЗИРАН ОБЕКТ / ПОТОК	Брой проби, подложени на пълен анализ
Машинна зала на блокове 1 & 2	18
Контролирана зона на блокове 1 & 2	25
Машинна зала на блокове 3 & 4	10
Контролирана зона на блокове 3 & 4	22
Отработени йонообменни смоли от периода на експлоатация на блокове 1 ÷ 4	51
Шламове и утайки	15
Сухи РАО от блокове 1 ÷ 4	39
Сухи РАО от блокове 5 & 6	85
Плазмена стопилка от Съоръжение за Плазмено Изгаряне	36
Отработени йонообменни смоли от дезактивацията на парогенераторите на блокове 1 ÷ 4	12

Финална фаза на програма за радиологично характеризиране

Нуклидният вектор (NV) е представителен математически модел за оценка на присъстващите в сместа нуклиди въз основа на измерване на ограничен брой от тях (обикновено гама-емитери)

Радионуклид	Нуклиден вектор, NV_МЗ (%)
^{60}Co	37
^{137}Cs	59
^{241}Am	4

Радионуклид	Нуклиден вектор, NV_КЗ (%)
^{60}Co	41
^{137}Cs	35
^{241}Am	7
^{241}Pu	15
^{90}Sr	2

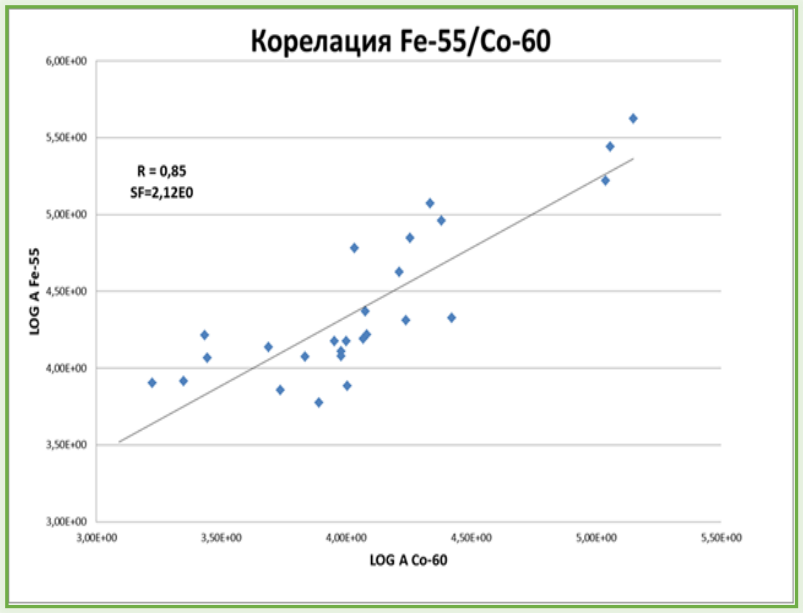
Нуклидният вектор представлява списък от радионуклиди, налични в радиоактивния материал, заедно с процентното съотношение на активностите им

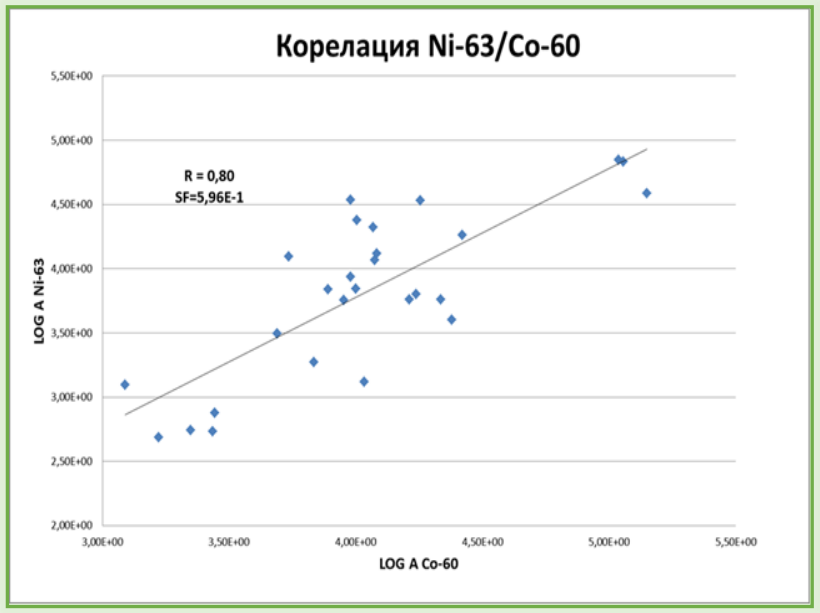
Финална фаза на програма за радиологично характеризиране

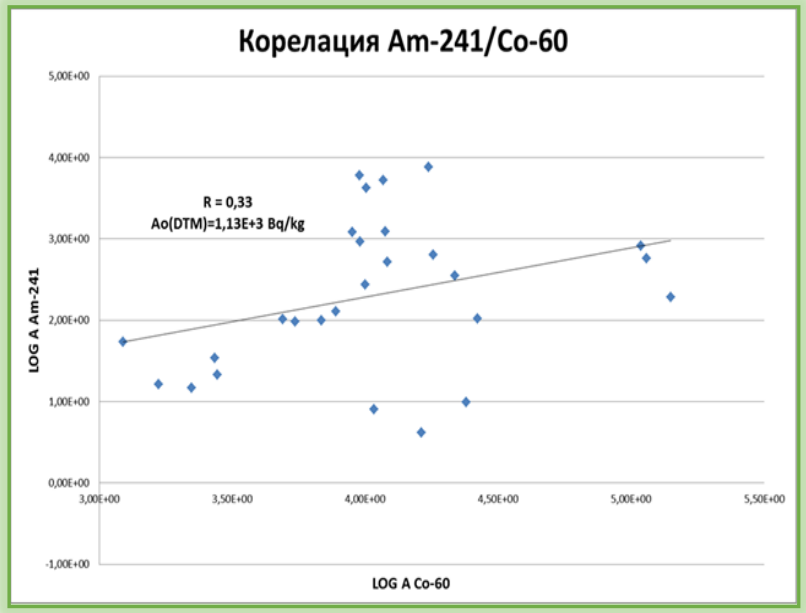
Скалиращи фактори (SF) за оценка на радионуклидния инвентар на опаковки с отпадъци. Методът включва доказване на корелация между активностите на лесно измеряеми (ключови, $A_m(KN)$) и трудно измеряеми радионуклиди ($A_m(DTM)$), последвано от подходяща статистическа обработка за получаване на скалиращия фактор, който описва връзката между активностите на двата изотопа

$$A_m(DTM) = SF \cdot A_m(KN)$$

Средна активност







Осигуряване на качеството на резултатите от изпитване

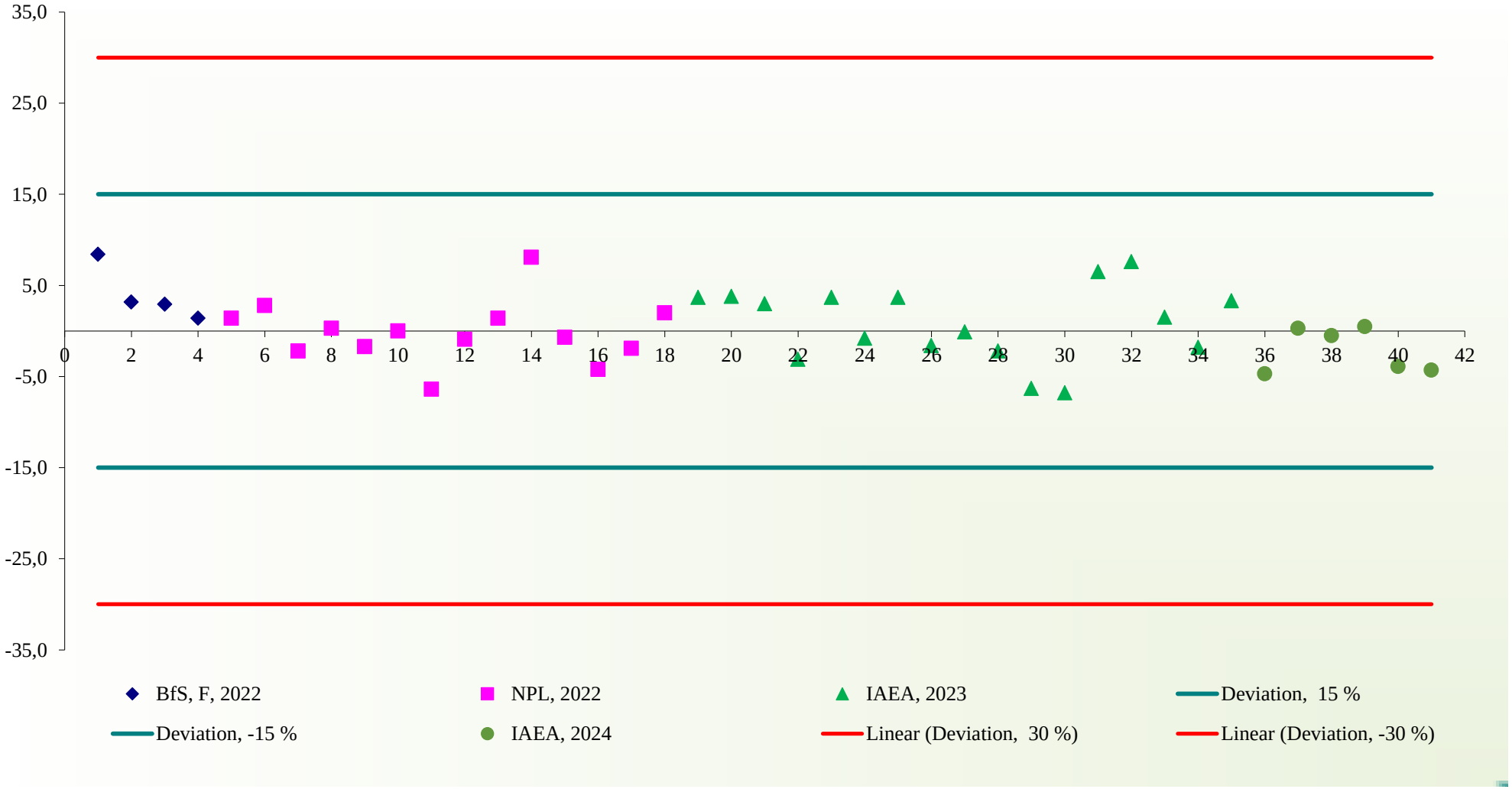
Вътрешен лабораторен контрол

- контрол на използваните химикали, сертифицирани референтни материали и референтни материали
- контрол на работата и метрологичните характеристики на спектрометричните системи за измерване
- контрол на прилаганите методи за изпитване
- обучение и наблюдение на персонала

Външен лабораторен контрол

- участия в междулабораторни сравнения (ILC) и тестове за пригодност (PT)

Външен лабораторен контрол 2022 – 2024



Външен лабораторен контрол 2022 – 2024

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
^{57}Co (F)	^{60}Co (F)	^{95}Nb (F)	^{95}Zr (F)	^{3}H (AB)	^{63}Ni (AB)	^{90}Sr (AB)	^{238}Pu (AB)	^{238}U (A1)	^{241}Am (A1)	^{244}Cm (A1)	^{3}H (B1)
8,4%	3,2%	2,9%	1,4%	1,4%	2,8%	-2,2%	0,3%	-1,7%	0,0%	-6,4%	-0,9%

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
^{14}C (B1)	^{129}I (B1)	^{54}Mn (GL)	^{65}Zn (GL)	^{134}Cs (GL)	^{241}Am (GL)	^{234}U (W)	^{235}U (W)	^{238}U (W)	^{3}H (W)	^{241}Am (W)	^{60}Co (W)
1,4%	8,1%	-0,7%	-4,2%	-1,9%	2,0%	3,7%	3,8%	3,0%	-3,1%	3,7%	-0,8%

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
^{90}Sr (W)	^{134}Cs (W)	^{137}Cs (W)	^{125}Sb (W)	^{134}Cs (Soil)	^{137}Cs (Soil)	^{40}K (Soil)	^{90}Sr (F)	^{134}Cs (F)	^{134}Cs (F)	^{90}Sr (F)	^{152}Eu (W)
3,7%	-1,6%	-0,1%	-2,2%	-6,3%	-6,8%	6,5%	7,6%	1,5%	-1,8%	3,3%	-4,7%

37	38	39	40	41
^{3}H (W)	^{22}Na (W)	^{90}Sr (W)	^{134}Cs (F)	^{90}Sr (F)
0,3%	-0,5%	0,5%	-3,9%	-4,3%

min	***-6,8%***
max	***8,4%***

Благодаря за вниманието!

За повече информация

Galina.Neshovska@ie.dprao.bg