МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В. ЛОМОНОСОВА Факультет почвоведения

Д.В. Манахов, Д.Н. Липатов, А.И. Щеглов

## ПРАКТИКУМ ПО РАДИОЭКОЛОГИИ

### ПРИЛОЖЕНИЯ 26 и 27

# Инструкции по работе с гамма- и бета-спектрометрами «Радэк»

Москва – 2022

#### Оглавление

Приложение 26. Инструкция по работе с	
гамма-спектрометром «Радэк»	3
Приложение 27. Инструкция по работе с	
бета-спектрометром «Радэк»	10

### Приложение 26. Инструкция по работе с гамма-спектрометром «Радэк»

#### Подготовка гамма-спектрометра к работе

- 1. Включить компьютер. Питание гамма-спектрометра осуществляется через USB-порт.
- 2. Прогреть гамма-спектрометр в течение 30 мин.
- 3. Запустить программу обработки спектров «ASW2», после загрузки выбрать в списке каналов «Гамма» (рисунок 1).



Рисунок 1. Меню программы ASW2: 1 – список каналов; 2 – кнопка «Контроль качества»; 3 – кнопка «Параметры измерения»; 4 – кнопка «Параметры расчета»; 5 – кнопка «Старт»; 6 – кнопка «Расчет».

- 4. Провести процедуру контроля качества по шаблону «гамма(полная)»:
  - Нажать кнопку «Контроль качества» (рисунок 1).
  - Нажать кнопку «Шаблоны контроля качества» (рисунок 2).
  - Выбрать вариант «гамма(полная)» и нажать кнопку «Старт».
  - Следуя указаниям на экране, установить калибровочный источник «Cs-K» и нажать кнопку «OK».
  - В ходе выполнения этой процедуры программа проводит: 1) настройку усиления детектора, 2) настройку энергетической калибровки, 3) контроль фона и 4) контроль чувствительности детектора. В ходе выполнения первых двух этапов на экран выводится спектр контрольного источника (рисунок 3).

- По окончании первых двух этапов процедуры убрать калибровочный источник от детектора и нажать кнопку «OK».
- В ходе выполнения третьего этапа на экран выводится фоновый спектр (рисунок 4).
- По окончании процедуры контроля качества программа выедет на экран отчет по результатам (рисунок 5).

💉 Контроль качества. N688. Гамма	- 🗆 🗙
Мето 1 Анализ пиков Отчет	
гамма(полная)	
Иастройка усиления	
Время измерения одной итерации, с 150 Пик парабола Базовое 34690	
Целевой канал 220 искать в диапазоне ± 100 с точностью ± 1	
Настройка энергетической калибровки	
Время измерения рабочего спектра, с 150	
Диапазон поиска пиков, +/- канал 100	
Файо калиболеки по знеопии	
C:\ASW2\clb-q\clb en gamma.cen	
Время измерения рабочего спектра с 1500	
Файлаон интереза	Шаблоны контроля качества (Метод окон) 🗙
C:\ASW2\cb-q\fon q zones.roi	Двойной клик для выбора шаблона
	гамма(полная)
Контроль чувствительности Использовать спекто полученный на стации настоойки энергетической кациборяки	гамма(частичная)
Время измерения рабочего спектра, с 900	гамма(калибровка)
Файо калиболеок (метод окон)	
C:\ASW2\cb-g\test.cb	
Данные источника	Закрыть
C:\ASW2\clb-g\test.pks	
Старт 3 Отмена	
Закрыть	

Рисунок 2. Меню процедуры «Контроль качества»: 1 – кнопка «Шаблоны контроля качества»; 2 – выбор шаблона контроля качества; 3 – кнопка «Старт».



Рисунок 3. Спектр контрольного источника, набранный в ходе настройки усиления детектора и настройки энергетической калибровки.



Рисунок 4. Фоновый спектр, набранный в ходе контроля фона.



Рисунок 5. Результат проведения процедуры контроля качества по шаблону «гамма(полная)».

- В дальнейшем контроль качества по шаблону «гамма(полная)» следует проводить раз в сутки или перед серией ответственных измерений.
- 6. Непосредственно перед каждым измерением пробы необходимо провести процедуру контроля качества по шаблону «гамма(калибровка)»:
  - Нажать кнопку «Контроль качества» (рисунок 1).
  - Нажать кнопку «Шаблоны контроля качества» (рисунок 2).
  - Выбрать вариант «гамма(калибровка)» и нажать кнопку «Старт».
  - Следуя указаниям на экране, установить калибровочный источник «Cs-K» и нажать кнопку «OK».
  - В ходе выполнения этой процедуры программа проводит:
     1) настройку энергетической калибровки и 2) контроль чувствительности детектора. В ходе выполнения на экран выводится спектр контрольного источника (рисунок 3).
  - По окончании процедуры контроля качества программа выедет на экран отчет по результатам (рисунок 6).



Рисунок 6. Результат проведения процедуры контроля качества по шаблону «гамма(калибровка)».

### Измерение активности <sup>137</sup>Сs и естественных радионуклидов (<sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>40</sup>K)

- 1. Измерение активности следует проводить в одной из аттестованных геометрий: Mar.clb (Маринелли 1 дм<sup>3</sup>), 250.clb (250 см<sup>3</sup>), denta.clb (Дента 100 см<sup>3</sup>) и др. Для измерения исследуемый образец помещают в выбранную геометрию, предварительно дезактивировав посуду и зафиксировав его массу.
- 2. Провести процедуру контроля качества по шаблону «гамма(калибровка)».
- 3. Дезактивировать посуду снаружи и поместить образец в выбранной геометрии в спектрометр и провести в нем измерение активности <sup>137</sup>Cs и естественных радионуклидов ( $^{226}$ Ra,  $^{232}$ Th,  $^{40}$ K):
  - Нажать кнопку «Параметры измерения» (рисунок 1).
  - В выпавшем окне «Параметры измерения» указать имя файла и место его создания, экспозицию (1800 с.), номер пробы, массу и объем (рисунок 7). Нажать кнопку «Закрыть».
  - Нажать кнопку «Параметры расчета» (рисунок 1).

- В выпавшем окне «Параметры расчета» указать файл калибровки используемой геометрии (рисунок 8). Нажать кнопку «Закрыть».
- Нажать кнопку «Старт» (рисунок 1).

Тараметры измерения, N688, Гамі	ia. X
Имя файла	C:\ASW2\spe-g\_2
Тип спектра	asw.
Экспозиция Ед. изм.	1800
Тип экспозиции	По реальному вре
Интервал считывания, с	1
Сохранять каждые N часов	0
Данные о пробе	¥
Номер пробы	N 🔶
Масса Ед.изм.	1000 +
Объем Ед.изм.	1000 🔶 📥
Расстояние, мм	1
Геометрия	
Материал	
Комментарий	
Каэф. концентрирования	¥
Каэффициент	1
Использовать	
Параметры генератора	н
Повторение измерений	¥
Включать	
Шаблон файла	
Итераций	5
Пауза, сек	0
Каталог спектров	
Закрыты	

#### Рисунок 7. Окно «Параметры измерения».

Параметры расчета. №	8. Гамма.			×
Тип расчета	Уд. активность, Бк/кг (Ки/кг)	Поиск пиков		¥
Ед.измерения актив	Бк	Л. предел, канал П. предел, канал	100	1000
Спектр фона	C:\ASW2\fon-g\fon 7200.asw	Уровень	3	
Файл калибровок. (м	C:\ASW2\cb-g\MAR.cb 🗧 🔶	Мин. площадь	0	
Калибровка МАЗД	C:\ASW2\clb-g\maed_cs_co_ba	Тип поиска	Поиски	и идентифи
Список калибр. спек	C:\ASW2\lcs\mar\mar.lcs	Тип фоновой падложки	0	
Файл зон интереса		Показывать пики		•
Дата приведения ак	тивностей 🛛 🔻	Обновлять пики при считывании сг		•
На дату измерения	~	Сглаживание		¥
Дата	26.11.2019	Ст. полинома	5	
Время	12:00:00	Итераций	0	
Каталоги	Ŧ	Идентификация		¥
Файлы калибровок	C:\ASW2\clb-g	Библиотека		
Рабочие спектры	C:\ASW2\spe-g	Файл эффективности		
Фоновые спектры	C:VASW2Vion-g	Фактор ширины пика, канал	7	
Библиотеки	C:VASW2\br	Дап. аткл. хэВ	1	
Погрешность и неоп	ределенность *	Верификация пиков		
L	1.96			
🗉 Суммарная станд, не	0.05			
ППР	**			
		1		
	Закр	рыпь		

Рисунок 8. Окно «Параметры расчета».

- 4. По окончании набора спектра на экране отображается предложение сохранить спектр. Спектр будет сохранен с указанным ранее именем.
- Обработка спектра автоматически не производится. Необходимо выбрать в выпадающем меню кнопки «Расчет» (рисунок
   вариант «Расчет (метод окон)». Программа обработает спектр методом окон и выдаст результат (рисунок 9).



Рисунок 9. Результат обработки измеренного спектра методом окон: 1 – кнопка «Сохранить спектр».

6. Нажать кнопку «Сохранить спектр» (рисунок 9).

### Приложение 27. Инструкция по работе с бета-спектрометром «Радэк»

### Подготовка бета-спектрометра к работе

- 1. Включить компьютер. Питание бета-спектрометра осуществляется через USB-порт.
- 2. Прогреть бета-спектрометр в течение 30 мин.
- 3. Запустить программу обработки спектров «ASW2», после загрузки выбрать в списке каналов «Бета» (рисунок 10).



Рисунок 10. Меню программы ASW2: 1 – список каналов; 2 – кнопка «Контроль качества»; 3 – кнопка «Параметры измерения»; 4 – кнопка «Параметры расчета»; 5 – кнопка «Старт»; 6 – кнопка «Расчет».

- 4. Провести процедуру контроля качества по шаблону «бета(полная)»:
  - Нажать кнопку «Контроль качества» (рисунок 10).
  - Нажать кнопку «Шаблоны контроля качества» (рисунок 11).
  - Выбрать вариант «бета(полная)» и нажать кнопку «Старт».
  - Следуя указаниям на экране, установить калибровочный источник «<sup>137</sup>Cs+<sup>90</sup>Sr+<sup>90</sup>Y» и нажать кнопку «OK».
  - В ходе выполнения этой процедуры программа проводит: 1) настройку усиления детектора, 2) настройку энергетической калибровки, 3) контроль фона и 4) контроль чувствительности детектора. В ходе выполнения первых двух этапов на экран выводится спектр контрольного источника (рисунок 12).
  - По окончании первых двух этапов процедуры убрать калибровочный источник от детектора и нажать кнопку «OK».

- В ходе выполнения третьего этапа на экран выводится фоновый спектр (рисунок 13).
- По окончании процедуры контроля качества программа выедет на экран отчет по результатам (рисунок 14).

🗡рль качества. N687. Бета	– 🗆 🗙
Мет 1 н Анализ пиков Отчет	
бета(полная)	
Настройка усиления	
Время измерения одной итерации, с 150 Пик парабола Базовое 35700	
Целевой канал 205 искать в диапазоне ± 30 с точностью ± 2	
Настройка энергетической калибровки	
Время измерения рабочего спектра, с 150	
Диапазон поиска пиков, +/- канал 30	
Файл калибровки по энергии	
C:\ASW2\clb-b\cen-b.cen	
У Контроль Фона           Вреня измерения рабочего спектра, с           Файго зон ингереса           С:VASW2/vdb-V/on_b_zones.roi	Шаблоны контроля качества (Метод окон) × • + - × Дразмад клик для выбора шаблона (птислах)
Контроль чувствительности	feralizacrussian 2
Использовать спектр полученный на стадии настройки энергетической калибровки	feralkagi/fingskal
Время измерения рабочего спектра, с 300	conditional points)
Файл калибровок (метод окон)	
C:\ASW2\clb-b\test.clb	
Данные источника	Закрыть
C:VASW2\cp_b\test_pks	
Старт 3 Отмена	
Закрыть	

Рисунок 11. Меню процедуры «Контроль качества»: 1 – кнопка «Шаблоны контроля качества»; 2 – выбор шаблона контроля качества; 3 – кнопка «Старт».



Рисунок 12. Спектр контрольного источника, набранный в ходе настройки усиления детектора и настройки энергетической калибровки.



Рисунок 13. Фоновый спектр, набранный в ходе контроля фона.



Рисунок 14. Результат проведения процедуры контроля качества по шаблону «бета(полная)».

- В дальнейшем контроль качества по шаблону «бета(полная)» следует проводить раз в сутки или перед серией ответственных измерений.
- 6. Непосредственно перед каждым измерением пробы необходимо провести процедуру контроля качества по шаблону «бета(калибровка)»:
  - Нажать кнопку «Контроль качества» (рисунок 10).
  - Нажать кнопку «Шаблоны контроля качества» (рисунок 11).
  - Выбрать вариант «бета(калибровка)» и нажать кнопку «Старт».
  - Следуя указаниям на экране, установить калибровочный источник «<sup>137</sup>Cs+<sup>90</sup>Sr+<sup>90</sup>Y» и нажать кнопку «OK».
  - В ходе выполнения этой процедуры программа проводит:
     1) настройку энергетической калибровки и 2) контроль чувствительности детектора. В ходе выполнения на экран выводится спектр контрольного источника (рисунок 12).
  - По окончании процедуры контроля качества программа выедет на экран отчет по результатам (рисунок 15).



Рисунок 15. Результат проведения процедуры контроля качества по шаблону «бета(калибровка)».

### Измерение активности <sup>90</sup>Sr и <sup>40</sup>K

- Измерение активности следует проводить в геометрии: 38.clb (38 см<sup>3</sup>). Для измерения исследуемый образец помещают в выбранную геометрию, предварительно дезактивировав посуду и зафиксировав его массу.
- 2. Провести процедуру контроля качества по шаблону «бета(калибровка)».
- Дезактивировать посуду снаружи и поместить образец в выбранной геометрии в спектрометр и провести в нем измерение активности <sup>90</sup>Sr и <sup>40</sup>K:
  - Нажать кнопку «Параметры измерения» (рисунок 10).
  - В выпавшем окне «Параметры измерения» указать имя файла и место его создания, экспозицию (1800 с.), номер пробы, массу (рисунок 16). Нажать кнопку «Закрыть».
  - Нажать кнопку «Параметры расчета» (рисунок 10).
  - В выпавшем окне «Параметры расчета» убедиться, что выбран файл калибровки 38.clb (рисунок 17). Нажать кнопку «Закрыть».
  - Нажать кнопку «Старт» (рисунок 10).

Параметры измерения. N687. Бета.	×
Имя файла	C:\ASW2\spe-b\_4
Тип спектра	*.asw
Экспозиция Ед. изм.	1800 🛑
Тип экспозиции По реальному вре	
Интервал считывания, с 1	
Сохранять каждые N часов	0
Данные о пробе	¥
Номер пробы	N 🔶
Масса Ед.изм.	37.4 🛑
Объем Ед.изм.	38 ml
Расстояние, мм	1
Геометрия	
Материал	
Комментарий	
Коэф. концентрирования	»
Параметры генератора	»
Повторение измерений	¥
Включать	
Шаблон файла	
Итераций 5	
Пауза, сек О	
Каталог спектров	
Закрыть	

Рисунок 16. Окно «Параметры измерения».

lараметры расчета. N687. Бета.		<u> </u>
Тип расчета	Уд. активность, Бк/кг (Ки/кг)	
Ед.измерения активности	Бк	
Спектр фона	C:\ASW2\fon-b\fon 7200.asw	
Файл калибровок (метод окон)	C:\ASW2\clb-b\38.clb	
Калибровка МАЭД		
Список калибр. спектров (метод суперт	озиці C:\ASW2\lcs\38ml\38ml.lcs	
Файл зон интереса		
Дата приведения активностей		*
Каталоги		¥
Файлы калибровок	C:\ASW2\clb-b	
Рабочие спектры	C:\ASW2\spe-b	
Фоновые спектры	C:\ASW2\fon-b	
Библиотеки	C:\ASW2\lbr	
Погрешность и неопределенность		¥
L	1.96	
🗄 Суммарная станд. неопред (тип B) Q	0.05	
ΠΠΡ		*

#### Рисунок 17. Окно «Параметры расчета».

- 4. По окончании набора спектра на экране отображается предложение сохранить спектр. Спектр будет сохранен с указанным ранее именем.
- 5. Обработка спектра автоматически не производится. Необходимо выбрать в выпадающем меню кнопки «Расчет» (рисунок

10) вариант «Расчет (метод окон)». Программа обработает спектр методом окон и выдаст результат (рисунок 18).



Рисунок 18. Результат обработки измеренного спектра методом окон: 1 – кнопка «Сохранить спектр».

6. Нажать кнопку «Сохранить спектр» (рисунок 18).