

О поиске пиков

Дрёмин Геннадий Иванович, инженер, индивидуальный предприниматель

Проводится сравнение обработки разрешённых гамма спектров методом с поиском пиков и без поиска пиков с аппроксимацией спектра непрерывного рассеяния сплайном.

Гамма спектрометрия, обработка гамма спектров

Распространённый подход к обработке разрешённых гамма спектров (спектров полученных с использованием охлаждаемых полупроводниковых детекторов) – поиск пиков и оценка активностей нуклидов по площадям пиков. При этом в спектре с помощью различных методов (свёртка с моделью пика, обобщённая вторая разность, метод плавающего отрезка и т.п.) находится участок, содержащий пики, и раскладывается на модели пиков и полином, аппроксимирующий спектр непрерывного рассеяния (вместо полинома может быть использована и другая функция). Метод имеет ряд очевидных недостатков:

1. Нет методов поиска пиков свободных от погрешностей первого и второго рода (пропуск реальных пиков и нахождение ложных).
2. Полином не может корректно описать спектр непрерывного рассеяния на длинном энергетическом интервале.
3. Спектр может содержать пики разной формы и трудно сконструировать процедуру поиска пиков с учётом сильной изменчивости формы пиков. Например, при нейтронно-радиационном анализе (измерение гамма излучения пробы во время облучения пробы нейтронами) ширина пиков зависит от энергетического спектра сечения активации нуклида.
4. Непросто корректно оценить погрешность, вносимую в итоговую неопределённость оценок активностей вычитанием спектра непрерывного рассеяния.

Во втором методе программа не ищет пики в спектре, а раскладывает весь спектр (весь используемый для обработки энергетический диапазон спектра) на спектры пиков заданных нуклидов и сплайн, аппроксимирующий спектр непрерывного рассеяния. В пакете «СПЕКТРРАД» процедура обработки спектров этим методом использует поиск пиков в том случае, если оператор установил режим автоматического определения нуклидного состава пробы. Но только для предварительного анализа нуклидного состава, а не для оценки активностей.

Нет нужды искать пики в сцинтилляционных гамма спектрах содержащих цепочки естественных радионуклидов (ЕРН). Весь спектр в этом случае будет представлять собой один мультиплет от 0 до 3500 кэВ. Сравним два подхода к обработке гамма спектров, полученных на спектрометрах с HPGe детекторами: метод с поиском пиков и аппроксимацией спектра непрерывного рассеяния под группой пиков полиномом и метод без поиска пиков с аппроксимацией спектра непрерывного рассеяния во всём энергетическом диапазоне сплайном.

Результаты декомпозиции

Файл Правка Сервис Формат Справка

Закрывать ?

"SpectrRad" **Версия 13.15.0** **16.10.2024 9:14:27**

Файл: Archives\ПТТД спектрометрия\0409221330100.SRR
 Спектрометр: Гамма спектрометр с ОЧГ детектором
 Геометрия: Точечная
 Шаблон обработки: "Mix_Peaks"
 Таблица нуклидов: "Nuclides\LongLive.ncl"

Код пробы: Смесь
 Тип пробы: Эталон
 Примечание:

Дата измерения: 22.09.2004 12:30:10
 Время измерения: 1000 с

Нуклид	Активность		Неопределённость	
	(Бк)	(Бк)	(Бк)	(%)
Am-241	370	80	22	
Ba-133	404	11	2.7	
Co-60	409	13	3.1	
Cs-137	507	22	4.3	
Eu-152	371	10	2.7	
Ra-226	480	100	22	
Rn-222	498	10	2	
Th-228	826	18	2.2	
Th-232	818	17	2.1	

Невязка: 1.8 /2.4 /0.0 (Норма - не более 3)

Энергетический диапазон: 40 - 2800 кэВ .
 Дрейф: Общий лин. 0.07% (Ky=1.001, Hш=2.2 кан.), Текущий 0.065%, Нелин. 0%,
 Разрешения 9.4%

Активности приведены на 22.09.2004 12:30:10

Рис. 1. Поиск пиков

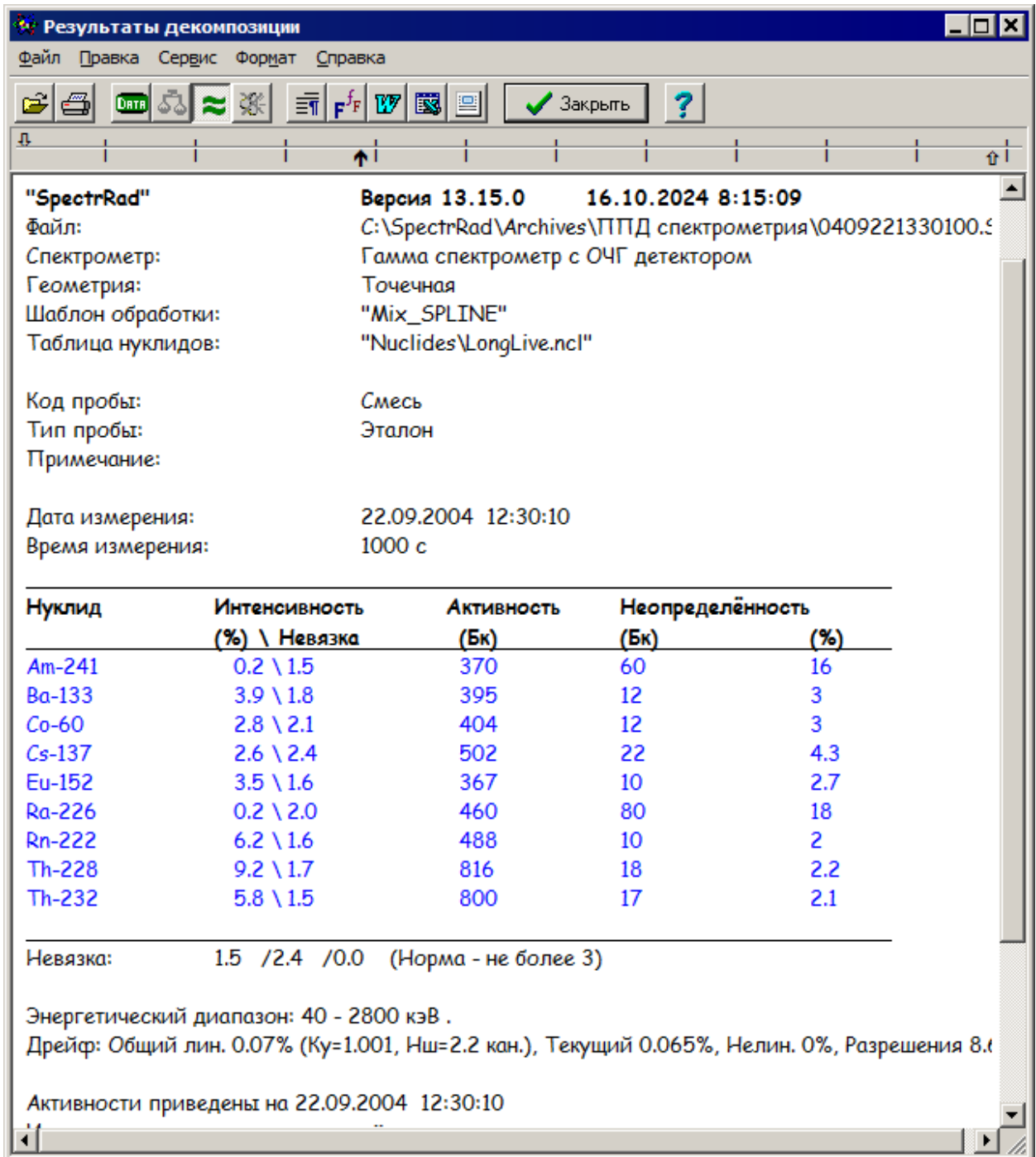


Рис. 2. Без поиска пиков

На рисунках 1 и 2 представлены результаты обработки одного и того же спектра двумя методами (рисунок 1 – методом с поиском пиков, рисунок 2 – без поиска пиков). Результаты почти идентичны, но общая невязка (отклонение объекта от модели в Евклидовой метрике в стандартных отклонениях) во втором методе существенно меньше 1.5 против 1.8.

Посмотрим – чем это вызвано.

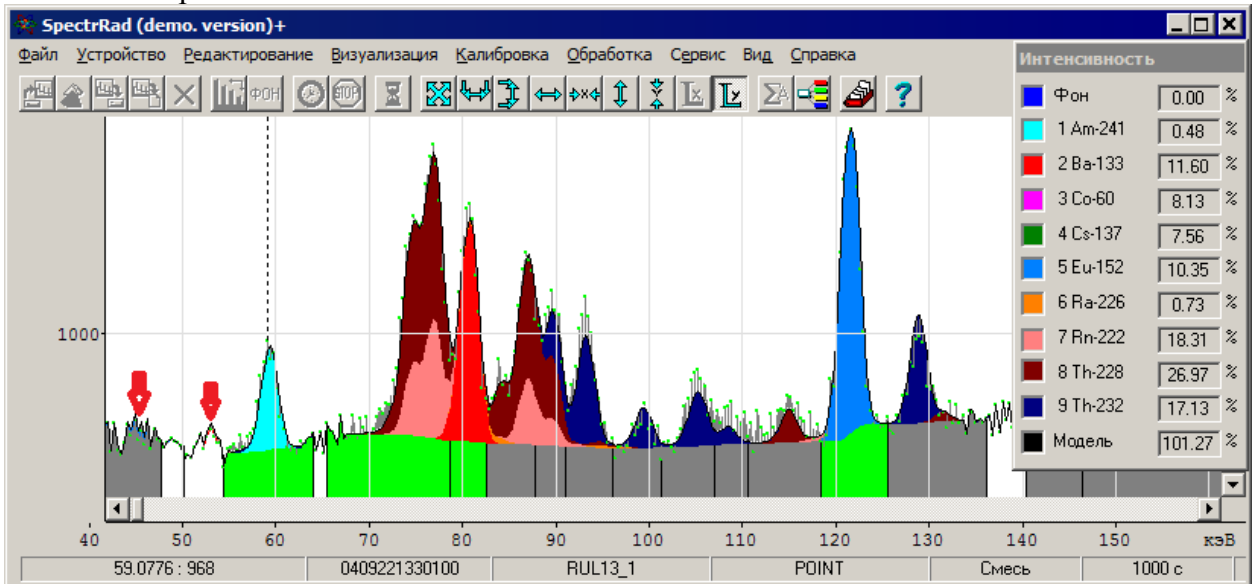


Рис. 3. Поиск пиков

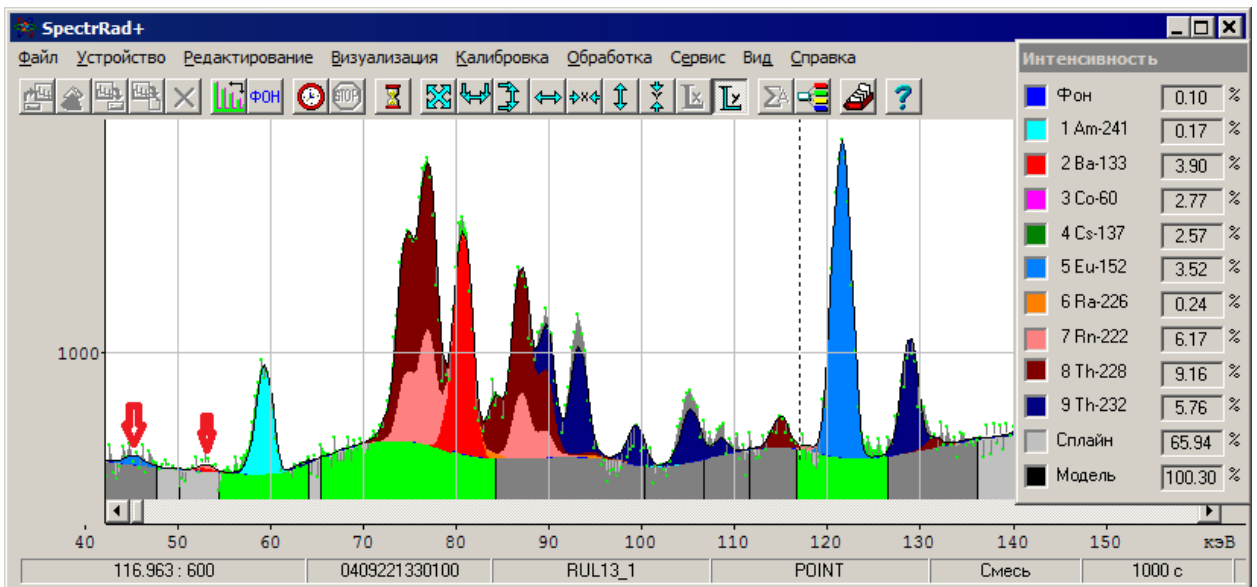


Рис. 4. Без поиска пиков

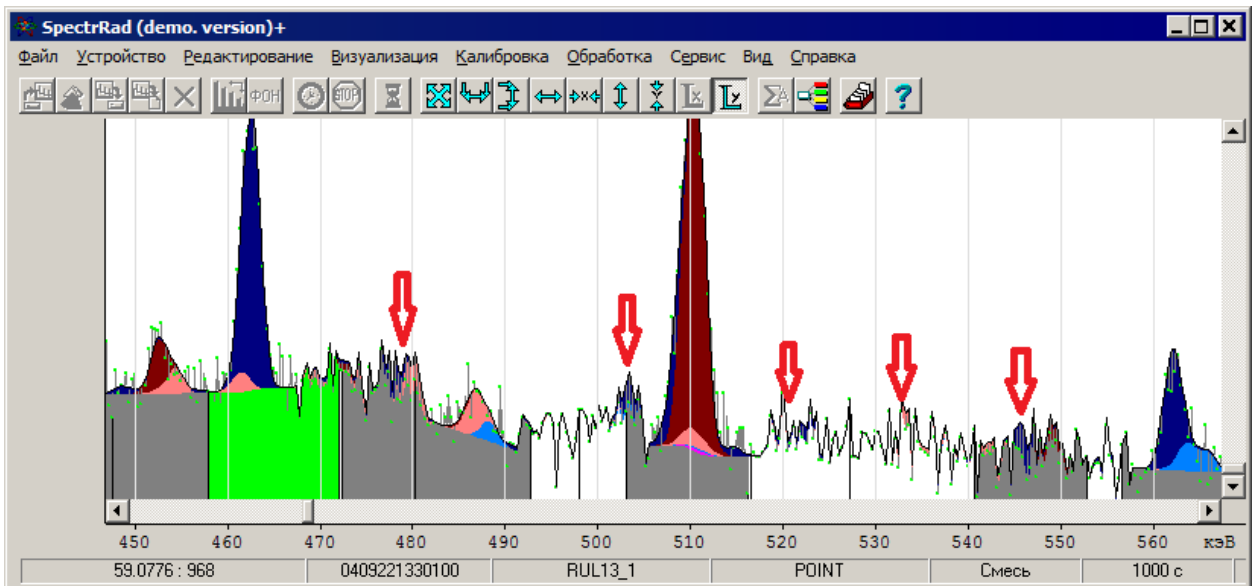


Рис. 5. Поиск пиков

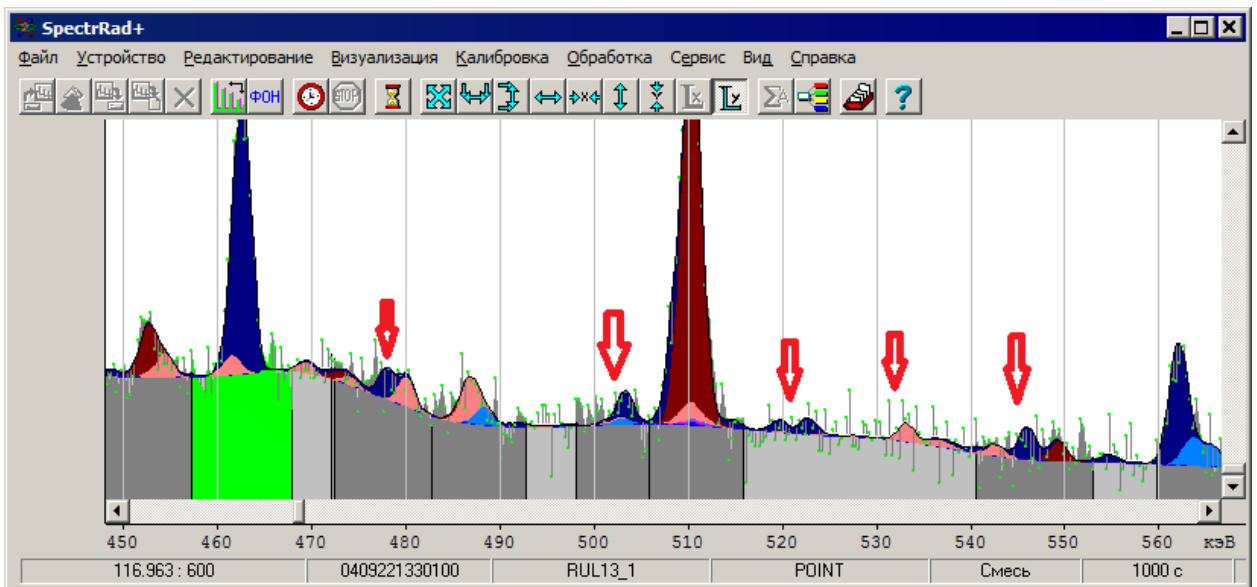


Рис. 6. Без поиска пиков

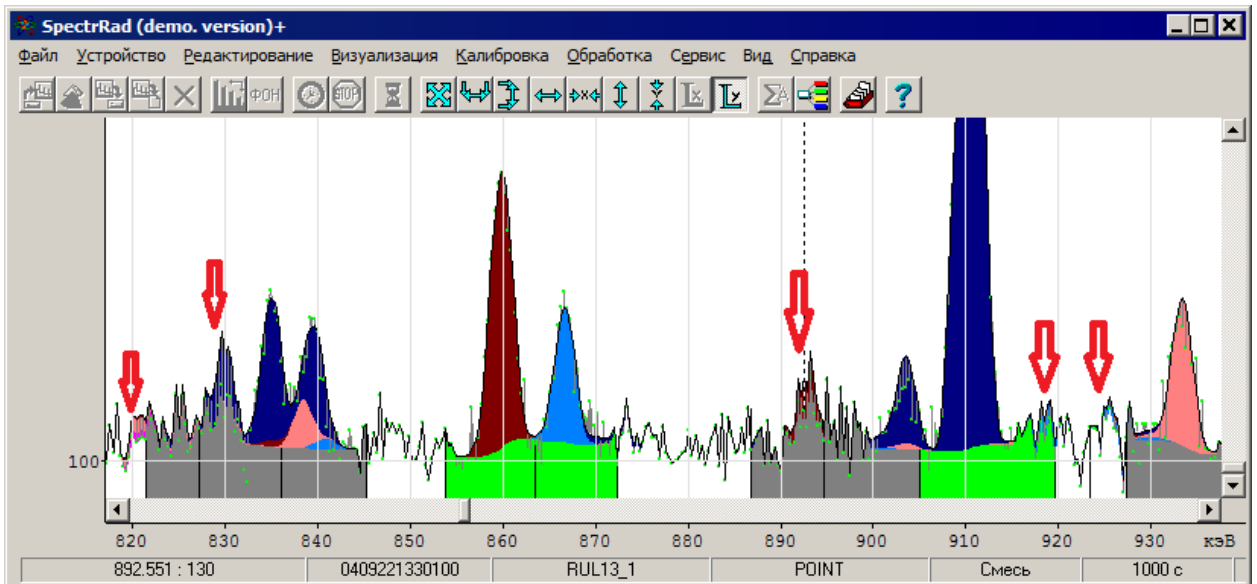


Рис. 7. Поиск пиков

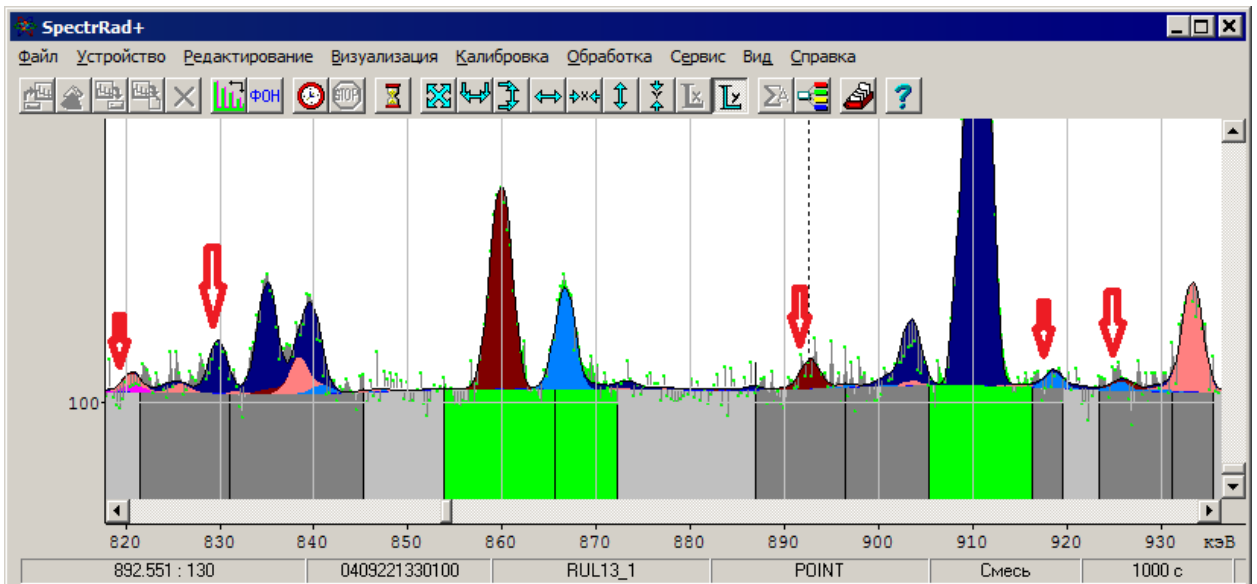


Рис. 8. Без поиска пиков

Причина очевидна. Метод с поиском пиков пики пропускает (пропущенные пики отмечены красными стрелочками). На рисунке 5 видно, что аппроксимация комптоновского рассеяния для аннигиляционного пика некорректна, поскольку пичок слева процедура поиска не заметила. Ложные пики, связанные с особенностями регистрации комптоновского рассеяния (края комптона, пики обратного рассеяния), в ППД спектрах процедура подгонки пиков и полинома под группу пиков уверенно фильтрует, поскольку в такого рода спектрах они сильно отличаются по форме от настоящих пиков. В сцинтиляционных спектрах отделить их от реальных пиков намного сложнее, и ошибки второго рода неизбежны.

Посмотрим для надёжности на обработку другого спектра, измеренного на другом гамма спектрометре с HPGe детектором:

"SpectrRad" Версия 13.17.0 22.10.2024 14:42:21

Файл: C:\СпектрРадДемо\Archives\ТППД спектрометрия\Smes3.SRR
 Спектрометр: Гамма спектрометр с детектором ОЧГ.
 Шаблон обработки: "Mix_peaks"
 Таблица нуклидов: "C:\SpectrRad\Nuclides\LongLive.ncl"

Код пробы: Mix 3
 Тип пробы: Разное
 Описание пробы: Смесь EРН+Eu-152+ОСГИ
 Дата измерения: 15.04.1997 19:14:20
 Время измерения: 1800 с

Нуклид	Активность		Неопределённость	
	(Бк)	(Бк)	(%)	(%)
Am-241	1350	350	27	
Ce-139	30	40		
Co-57	100	60	65	
Co-60	2490	90	3.7	
Cs-134	385	45	12	
Cs-137	3420	180	5.2	
Eu-152	2690	120	4.6	
Mn-54	130	60	46	
Na-22	2780	60	2.3	
Ra-226	2600	1300	51	
Rn-222	1530	120	7.9	
Th-228	2200	90	4	
Th-232	2620	350	13	
Zn-65	240	90	36	

Невязка: 3.2 /4.0 /0.0 (Норма - не более 6)

Энергетический диапазон: 40 - 2700 кэВ .
 Дрейф: Общий лин. 0.65% (K_y=0.993, H_ш=1.29 кан.), Текущий 0.099%, Нелин. 0.089%,
 Разрешения 0%

Рис. 9. Поиск пиков

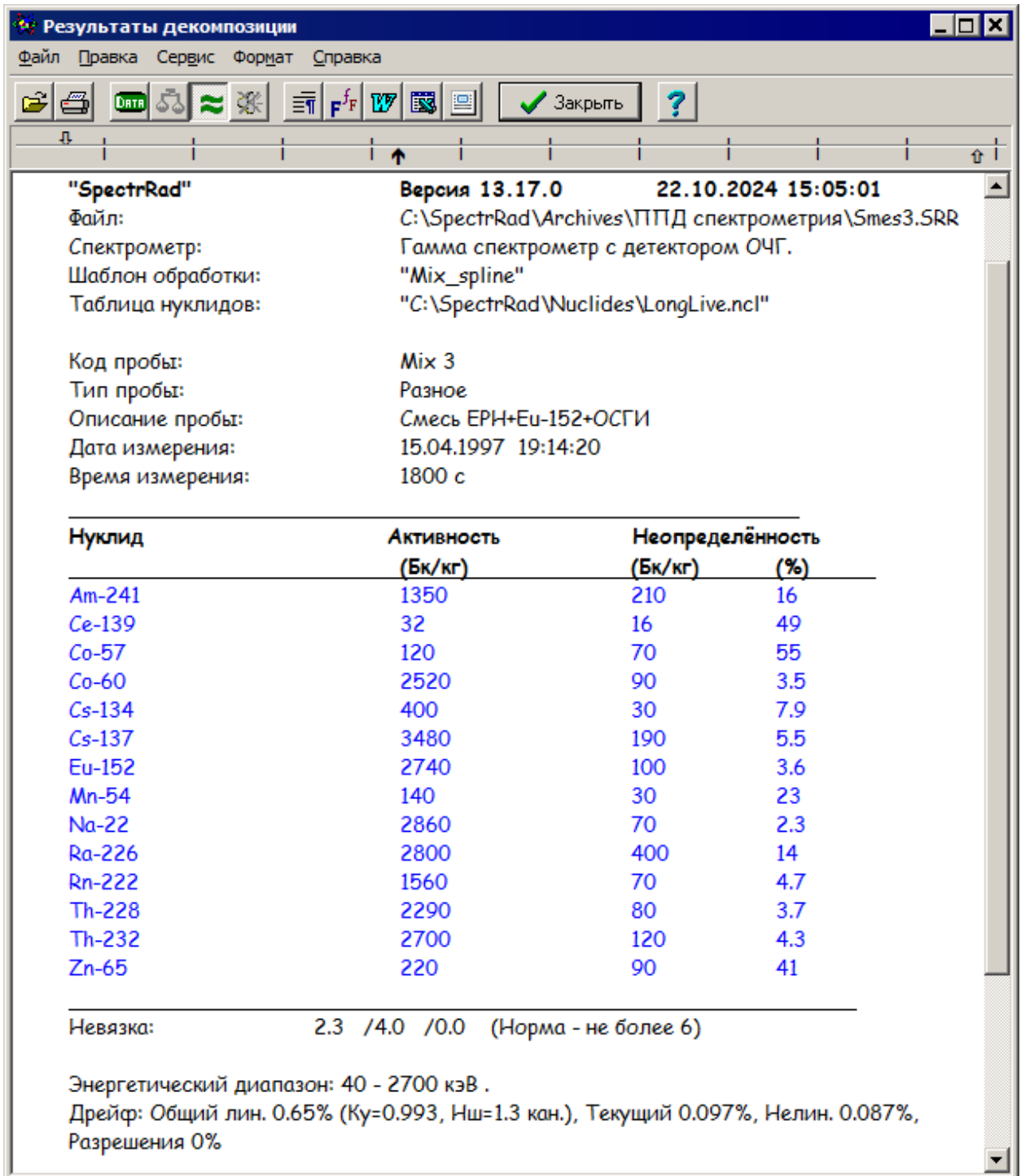


Рис. 10. Без поиска пиков

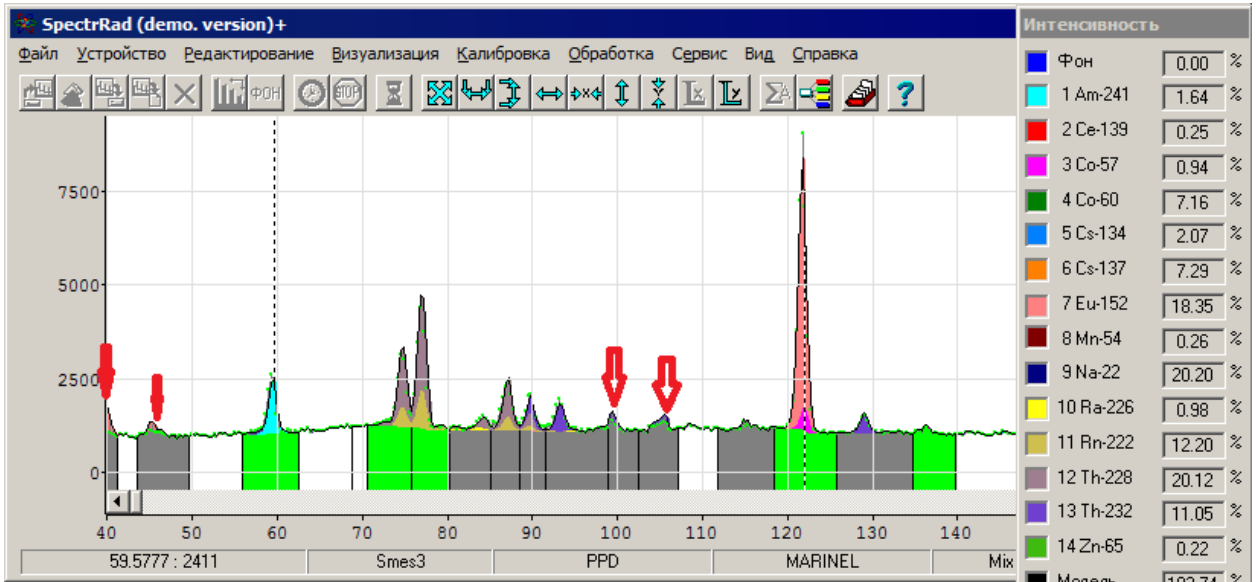


Рис. 11. Поиск пиков

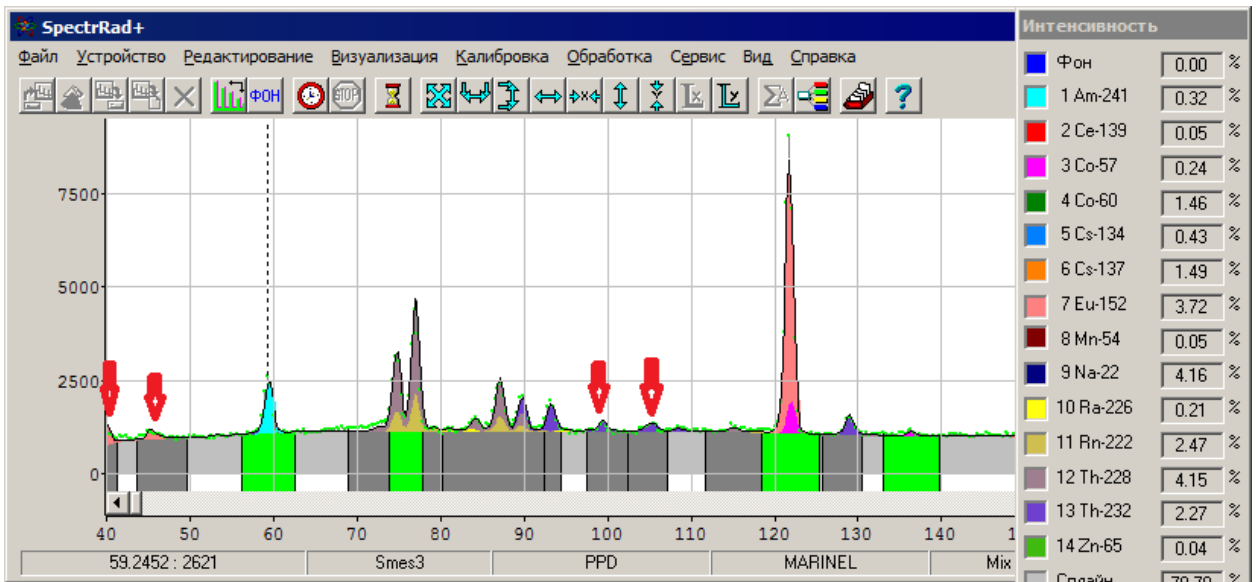


Рис. 12. Без поиска пиков

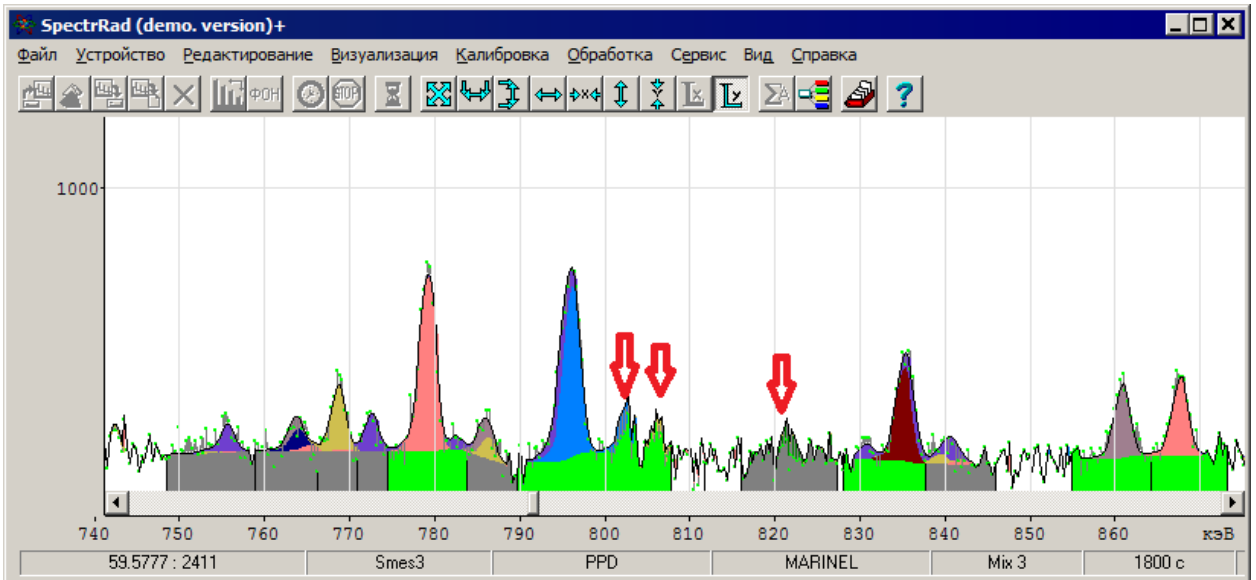


Рис. 13. Поиск пиков

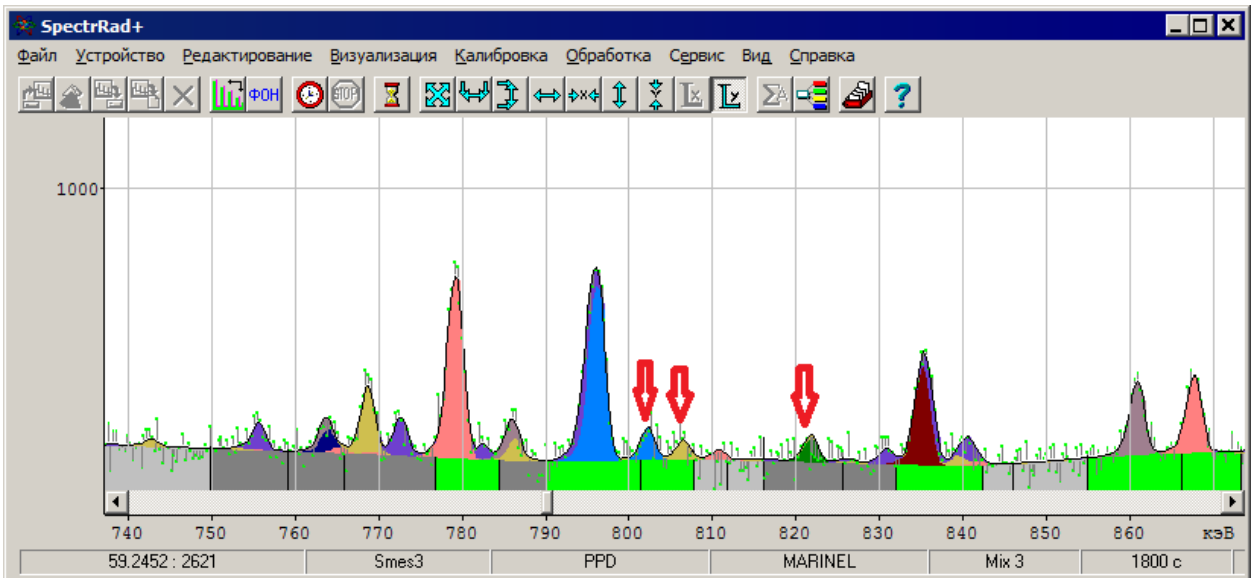


Рис. 14. Без поиска пиков

Результаты идентичны. Метод с поиском пиков пики пропускает (пропущенные пики отмечены красными стрелочками).

<https://spectrad.ru/>

22.10.2024