

SpectraLine. Альфа-, бета-, гамма-спектрометрия

Семейство SpectraLine

НАЗНАЧЕНИЕ

Семейство программ SpectraLine предназначено для организации измерений и прецизионной обработки линейчатых спектров, характерных для гамма- и альфа-спектрометрии, и непрерывных бета-спектров. Обработка включает процедуры калибровки, нахождения параметров пиков, идентификацию радионуклидов, расчет активности.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Прецизионная обработка спектров

Алгоритмы обработки спектров, входящие в состав программ семейства SpectraLine, учитывают специфику спектрометров. Последовательность операций обработки, включая чтение спектров различных форматов, сопряжение с внешними устройствами и пр., может быть записана в виде сценариев, что дает пользователю широкие возможности для адаптации алгоритмов к используемому оборудованию.

База данных

В программах семейства SpectraLine предусмотрено сохранение выбранных спектров и результатов расчетов активности в базу данных.

Протоколы с результатами измерения

В настраиваемом окне с результатами расчета отображаются массовые концентрации, дозовый вклад нуклидов, МДА и другие параметры. Пользователь может самостоятельно формировать шаблоны отчетов.

Сопряжение с внешними устройствами и программами

Программы семейства SpectraLine работают с детекторами различных типов (для гамма-излучения – с HPGe, NaI, CsI, LaBr3(CI3), CdZnTe) и анализаторами разных производителей:

- | | |
|--|-----------------------|
| • НПЦ «Аспект»; | • ИФТП; |
| • Baltic Scientific Instruments (BSI); | • Атомтех; |
| • Ortec; | • НТЦ «Амплитуда»; |
| • GBS Elektronik; | • НТЦ «Экспертцентр»; |
| • Canberra; | • НПП «Доза». |
| • XIA; | |

Мы постоянно расширяем линейку поддерживаемых приборов.

Поддерживаемые форматы спектров

Поддерживается большинство известных форматов спектров:

- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| *.spc (НПЦ «Аспект»); | *.spc (НТЦ «Амплитуда»); |
| *.chn (Ortec); | *.spc (НТЦ «Экспертцентр»); |
| *.cnf (Canberra); | *.spc (НПП «Доза»); |
| *.mca (BSI, XIA); | *.sps (Green Star); |
| *.wsp; | *.ats (Атомтех); |
| *.asc (МАГАТЭ); | *.spm (расширенный, «ЛСРМ»). |

Этот набор постоянно расширяется.

Операции со спектрами

Предусмотрены совместный набор и обработка спектров для многоканальных анализаторов. Операции со спектрами:

сравнение, сложение и вычитание с учетом времени набора спектров и калибровки по энергии, – позволяют сравнивать спектры от разных детекторов.

Обработка спектров

- В ходе обработки спектров может учитываться априорная информация об активности радионуклидов или их соотношениях.
- Процедура расчета активности методом шаблонов (эталонных спектров) может применяться для образцов, где есть радионуклиды, для которых шаблоны отсутствуют. В отличие от традиционного подхода расчет дает несмещенную оценку активности для анализируемых радионуклидов.
- Процедура идентификации и оценки активности позволяет проводить расчет для объемного источника в защитном контейнере с неизвестной толщиной слоев контейнера и самого источника.
- Подключение внешних программ позволяет использовать SpectraLine в качестве вспомогательного инструмента для реализации методик решения нестандартных спектрометрических задач.
- Расчет метрологических характеристик в соответствии с ISO 11929.

Сценарии

В программах семейства SpectraLine поддерживается широкий набор команд языка сценариев. С его помощью можно реализовывать достаточно сложные схемы измерения и обработки образцов, калибровки спектрометра, измерения фона, контроля ядерных материалов, а также других спектрометрических задач.

База данных материалов, учет поглощения

- В программах семейства SpectraLine используется база данных значений поглощения гамма-излучения для разных материалов на основе Photon Cross Sections Database (<http://www.nist.gov/pml/data/xcom/index.cfm>). Это позволяет производить расчет поглощения в материале образца с более высокой точностью, что в целом повышает достоверность результатов обработки спектров.
- Вместе с программой поставляется утилита для редактирования базы данных материалов.

Совместные измерения бета- и гамма-спектров

В программах семейства SpectraLine предусмотрена возможность совместного измерения и обработки для двуканальных бета-гамма-спектрометров, что значительно повышает удобство их использования и точность расчета активности образцов, особенно по бета-излучающим радионуклидам.

Режимы работы

Программы семейства SpectraLine позволяют организовать работу в режимах «Оператор»/«Администратор». При этом для режима «Оператор» можно указать только функции, необходимые для измерения и обработки образца, а настройки обработки и экспертные настройки программы защитить паролем.

Запуск с параметрами

Программы семейства SpectraLine поддерживают параметры для запуска из командной строки, позволяющие при старте запускать сценарии обработки.

Калибровка ортогональными полиномами

В программах семейства SpectraLine реализована калибровка по энергии и полуширине ортогональными полиномами. Более точное описание хода зависимости энергии или полуширины от канала для каждого типа спектрометра достигается путем разбиения диапазона на несколько зон и построения калибровочной кривой нужной степени по опорным точкам. Кроме того, рассчитывается коридор неопределенности.

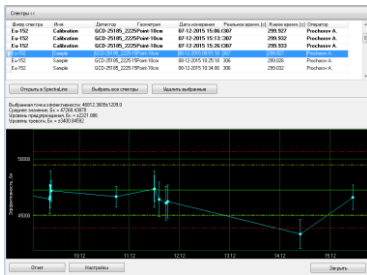
Обработка спектров CdZnTe

Оптимизированы алгоритмы обработки спектров CdZnTe с целью учета специфики формы линии.

Система контроля качества

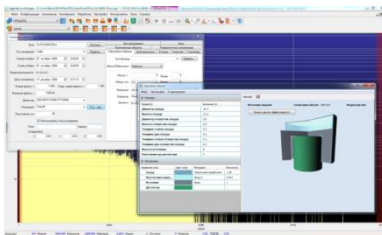
Система контроля качества SpectraLine позволяет пользователю производить контроль спектрометрического тракта по параметрам пиков полного поглощения заданных энергий и скорости счета фона. Это обеспечивается проведением измерений эталонного образца и фона в полуавтоматическом режиме. Благодаря использованию сценариев параметры измерения можно гибко настраивать, а результаты мониторинга отображать в зависимости от даты и времени начала измерения.

На графике отображаются границы контроля, определяемые уровнем опасности, и предупреждения, что позволяет легко обнаружить выход параметров за заданные интервалы.



Распределенная экспертная система

С помощью программ семейства SpectraLine можно настроить распределенную экспертную систему для проведения измерений и анализа результатов из нескольких спектрометров с программой SpectraLine в режиме «Оператор» и компьютера для эксперта. В режиме «Оператор» проводится набор и обработка спектров в автоматическом режиме. На рабочем месте эксперта установлена программа SpectraLine в режиме «Администратор» для обработки спектра в интерактивном режиме. Спектр, измеренный оператором, отправляется по электронной почте на компьютер эксперта с целью более детального анализа.



Интеграция с Nuclide Master Plus

Для детектора, модель которого задана в параметрах конфигурации, и геометрии, создаваемой в окне **Свойства спектра**, может быть рассчитана эффективность регистрации с помощью программы Nuclide Master Plus.

Непрерывная диагностика подключения приборов

По цветовому индикатору на иконке для открытия рабочего окна анализатора можно увидеть состояние подключения прибора: анализатор подключен, анализатор не подключен, отсутствует динамическая библиотека для подключения к прибору или устройство отключено в конфигурации.

Сохранение нескольких спектров в один файл

Предусмотрена возможность хранения нескольких спектров, в том числе фоновых, в одном файле, а также выбор нужного фона в зависимости от геометрии измерения.

Радионуклидный вектор

Используемая технология позволяет повысить точность

измерения активности и оценить активности трудно измеряемых радионуклидов.

Журнал измерений

Для каждой конфигурации в автоматическом режиме ведется журнал измерений, а также формируется и сохраняется протокол измерения для внесенных в журнал спектров.

После окончания набора спектра его можно обработать и сохранить на диск. Информация о спектре запишется в журнал. При сохранении сформируется протокол измерения, содержащий информацию о параметрах обработки спектра. Если при обработке спектра был сформирован отчет, он также сохранится в журнал.

В журнал измерений может быть добавлен и набранный ранее спектр.

Режим стерео

В версии 1.6 есть возможность измерять и получать распределение активности объектов сложной формы. Эта процедура концептуально состоит из двух шагов: проведение измерений по схеме и совместная обработка набора полученных спектров.

Схема представляет собой набор шагов (последовательных или параллельных), выполняя которые оператор получает необходимые данные для расчета.

Для проведения измерения объекта выполняется набор спектров в точках измерения, заданных в заранее подготовленной схеме.

Совместная обработка выполняется для всех спектров образца, учитывает вклад активности от каждой части сложного объекта и позволяет рассчитывать распределение и суммарную активность.

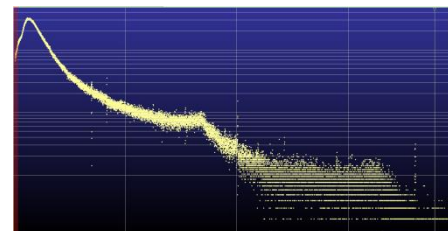
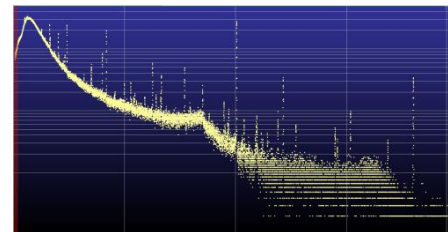
Учет фона спектрометра

В программах семейства SpectraLine реализованы следующие процедуры учета фона:

- коррекция спектра образца – поканальное вычитание фона, которое заключается в коррекции отсчетов спектра пробы в каждом канале;
- модификация процедуры поканального вычитания фона – вычитание фоновых отсчетов только от пиков;
- разметка спектра с выставлением фоновых линий, которые аппроксимируются с учетом их априорных значений скорости счета.

На рисунках сверху вниз приведены:

- спектр с фоном,
- спектр после поканального вычитания фоновых пиков.



Калибровка по аппаратурным пикам

В программах семейства SpectraLine реализована возможность учета пиков, которые соответствуют неполному поглощению энергии (одиночного и двойного вылета, обратного рассеяния гамма-кванта вне детектора, а также «бокового» рассеяния в случае отражения на углы около 90° от поверхностей сбоку от детектора), путем задания априорных значений площадей таких пиков для монолиний и дальнейшей интерполяции по ближайшим точкам.

СТАНДАРТНЫЕ СБОРКИ SpectraLineXX1.6

SpectraLineGP предназначена для прецизионной обработки гамма-спектров от полупроводниковых и сцинтилляционных спектрометров. Основными особенностями являются:

- алгоритмы поиска пиков с разрешением мультиплетов;
- калибровка по форме линии;
- различные методы расчета активности;
- учет эффекта каскадного суммирования;
- расчетные методы эффективности регистрации;
- коррекция эффективности на расстояние источник-детектор;
- работа с базой данных материалов;
- работа с базой данных спектров;
- система контроля качества;
- журнал измерений.



SpectraLineBG

обеспечивает спектрометрический анализ с использованием как полупроводниковых, так и сцинтилляционных гамма-бета-спектрометров, и поддерживает все возможности SpectraLineGP. Основными особенностями являются:

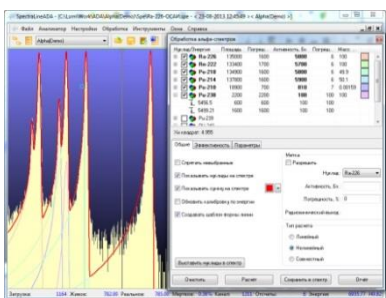
- совместная обработка гамма- и бета-спектров;
- расчет активности шаблонным методом;
- протоколы измерений для типовых сертификационных измерений.

SpectraLineHandy предназначена для работы с переносными гамма-спектрометрами и поддерживает все возможности SpectraLineGP. Основными особенностями являются:

- наличие пополняемой базы данных по транспортным контейнерам;
- учет поглощения излучения в стенках контейнера;
- учет самопоглощения в источнике.

SpectraLineAda предназначена для альфа-спектрометрического анализа со спектрометрами как на основе ППД-детекторов, так и на основе ионизационных камер. Основными особенностями являются:

- обработка альфа-спектров как «тонких», так и «толстых» источников;
- учет тонкой структуры альфа-спектров, параметрическое задание формы линии;
- учет вклада конверсионных электронов;
- расчет активности по внесенной «метке»;
- определение радиохимического выхода.

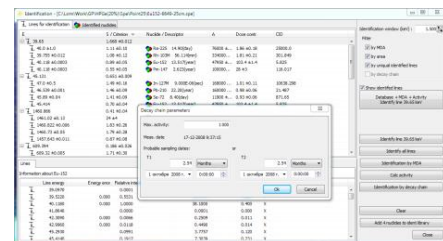


SpectraLineUltimate предназначена для решения всех задач гамма-бета-спектрометрического анализа и объединяет в себе возможности SpectraLineGP, SpectraLineBG и SpectraLineHandy.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОПЦИИ

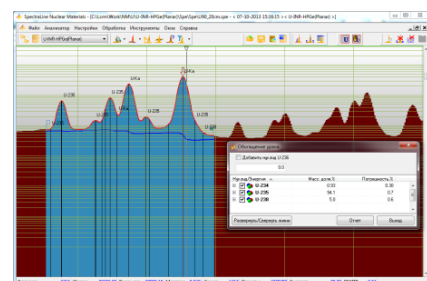
ExpertIdentification является дополнением к программам семейства SpectraLine и предназначена для экспертной работы по идентификации спектров сложного радионуклидного состава. Основными особенностями являются:

- анализ неидентифцированных линий по полной базе радионуклидов (на основе данных ENSDF);
- фильтрация радионуклидов по периоду полураспада, энергетическому спектру и т.д.;
- анализ цепочек распада;
- анализ пиков вылета, пиков случайного и истинного суммирования.



NuclearMaterials является дополнением к программам семейства SpectraLine и предназначена для определения изотопного состава урана и плутония как для планарных, так и для коаксиальных HPGe-детекторов. Основными особенностями являются:

- моделирование формы рентгеновской линии;
- коррекция эффективности регистрации по измеряемому образцу;
- специализированные формы отчетов
- определение степени обогащения урана и изотопного состава плутония;
- определение степени обогащения урана относительным методом для образцов в стандартной геометрии.



Stereo является дополнением к программам семейства SpectraLine и предназначена для проведения измерений по схеме и расчета распределения активности объектов сложной формы.

Atomtex является дополнением к программам семейства SpectraLine и предназначена для считывания спектров, находящихся в спектрометрах производства AtomTex серии МКС разных модификаций, и открытия файлов спектров AtomTex в формате .spz, .sz2.

СПОРО-2002 является дополнением к программам семейства SpectraLine и предназначена для проведения паспортизации РАО в соответствии со СПОРО-2002.

Remote позволяет запускать программы семейства SpectraLine в фоновом режиме с возможностью удаленного управления по специальному закрытому протоколу.

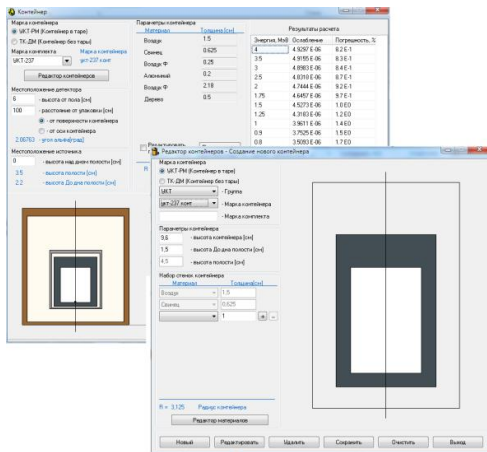
SpectraLineTouch является дополнением к программам семейства SpectraLine и позволяет вести работу на планшетном устройстве.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Пакет программного обеспечения Контейнер предназначен для работы с базой данных транспортных контейнеров и упаковочных комплектов. Его модули позволяют просматривать и корректировать базу данных, а также производить расчет коэффициентов ослабления по заданным параметрам.

В состав пакета входят следующие модули:

- Containers.exe – позволяет рассчитать коэффициенты ослабления предъявленного для контроля источника в транспортном контейнере или упаковочном комплекте с учетом расположения детектора и источника в полости контейнера. Поддерживает запуск в фоновом режиме без визуализации для проведения расчетов на основе переданных параметров.
- ContainerEdit.exe – позволяет создавать новые модификации контейнеров и упаковочных комплектов, добавлять их в базу, а также редактировать, удалять имеющиеся в базе контейнеры и упаковочные комплекты.
- Materials.exe – описанный ниже редактор материалов предназначен для работы с базой данных материалов. Входит в состав программных комплексов SpectraLine, Nuclide Master.



Утилита CNLUtility предназначена для сравнения библиотек и позволяет:

- сравнивать содержимое двух файлов библиотек;
- формировать библиотеку радионуклидов на основе данных из другой библиотеки.

Сравнение библиотек проводится по следующим критериям:

- наличие радионуклида из одной библиотеки в другой библиотеке;
- наличие линии радионуклида из одной библиотеки в другой библиотеке; сравнение происходит по энергии с учетом неопределенности;
- совпадение параметров нуклидов и линий; для нуклидов сравниваются периоды полураспада и гамма-постоянные, для линий – интенсивности с учетом неопределенности и тип линий.

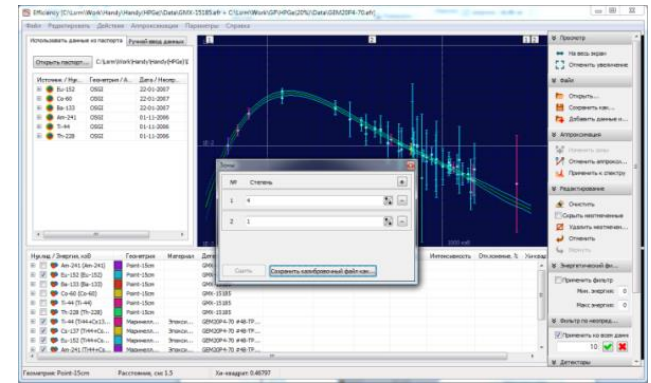
Входит в состав программных комплексов Nuclide Master и SpectraLine.

Утилита Калькулятор активности позволяет пересчитывать активность нуклида на любую дату.

Утилита Конвертер активности предназначена для пересчета активности из Беккерелей в Кюри и наоборот.

Утилита Efficiency предназначена для расчета эффективности регистрации и построения аппроксимирующей кривой. Она позволяет:

- рассчитывать эффективность регистрации для выбранного файла паспортов;
- рассчитывать эффективность регистрации с ручным вводом данных;
- рассчитывать эффективность регистрации абсолютным и относительным методами;
- рассчитывать значения эффективности для выбранного диапазона с фиксированным шагом;
- визуально отображать рассчитанные данные;
- строить аппроксимирующую зависимость для эффективности регистрации с использованием нескольких зон;
- фильтровать результаты расчета;



- пересчитывать эффективности регистрации на плотность материала;
- корректировать К-края поглощения путем пересчета (поднятия правой части) кривой эффективности на величину скачка, которая определяется исходя из разности массовых коэффициентов поглощения в точке К-края, что позволяет аппроксимировать эффективность регистрации одним полиномом, уменьшая неопределенность.

Входит в состав программных комплексов SpectraLine, EffMaker, Nuclide Master Plus.

Утилита Materials предназначена для работы с базой данных материалов. Она позволяет редактировать и удалять имеющиеся в базе материалы, создавать новые и добавлять их в базу, осуществлять поиск материалов, а также рассчитывать массовые коэффициенты поглощения для заданного материала.

В программе используется база данных значений поглощения гамма-излучения для разных материалов на основе Photon Cross Sections Database

(<http://www.nist.gov/pml/data/xcom/index.cfm>).

Редактор материалов входит в состав программных комплексов SpectraLine, EffMaker, Nuclide Master Plus.

№	Имя	Плотность [г/см³]	Ослабление в Физике	Состав материала [g/g]
20	Воздух	0.0012	0.0012	C: 0.0014, O: 0.0086
21	Воздух	0.0012	0.0012	P: 0.0008, S: 0.0004
22	Воздух	0.0012	0.0012	Fe: 0.0001, Ni: 0.0001, Cu: 0.0001, Zn: 0.0001, Br: 0.0001, I: 0.0001, Ba: 0.0001, Pb: 0.0001, Bi: 0.0001, Po: 0.0001, At: 0.0001, Rn: 0.0001, Fr: 0.0001, Ra: 0.0001, Ac: 0.0001, Th: 0.0001, Pa: 0.0001, U: 0.0001, Np: 0.0001, Pu: 0.0001, Am: 0.0001, Cm: 0.0001, Bk: 0.0001, Cf: 0.0001, Es: 0.0001, Fm: 0.0001, Md: 0.0001, No: 0.0001, Lr: 0.0001

Утилита EtEdit предназначена для работы с файлами паспортов калибровочных источников и позволяет

- просматривать и редактировать файлы паспортов;
- добавлять, удалять, редактировать данные о калибровочных источниках и нуклидах;
- создавать паспорт для точечных и объемных источников, в том числе для сложных источников с несколькими радионуклидами, с указанием материала, массы и объема.