



ЛАБОРАТОРИЯ
СПЕКТРОМЕТРИИ
И РАДИОМЕТРИИ

**Программа EffApprox
для аппроксимации эффективности регистрации.**

Россия, 141570, Московская обл., Солнечногорский район, п. Менделеево,
Льяловское шоссе, д. 1а, ООО "ЛСРМ"
тел./факс: +7 (495) 660-16-14
<http://www.lsrn.ru> E-mail: lsrn@lsrn.ru

2007 г.

© Copyright. Все права защищены.

Данный документ содержит достоверные сведения, касающиеся программного продукта, и пользователь должен ему следовать. Внесения изменений в данный документ возможно без предварительного уведомления пользователя. Изменение, тиражирование и распространение пользователем данной документации в коммерческих целях без письменного уведомления ООО «ЛСРМ» является незаконным. Все материалы в данном документе, включая рисунки, схемы и текст, являются собственностью ООО «ЛСРМ».

Контактная информация:

141570, Московская обл., Солнечногорский р-н, п. Менделеево,

Льяловское шоссе, д. 1а, ООО «ЛСРМ»,

WWW: <http://www.lsrn.ru>

тел./факс: +7 (495) 660-16-14

E-mail: lsrn@lsrn.ru

В данном руководстве приняты следующие соглашения:

- **жирным шрифтом** выделяются названия меню, кнопок и других управляющих элементов,
- *курсивом* выделяются ссылки на другие документы, разделы, а также ключевые понятия и термины,
- **жирным курсивом** выделяются замечания и предупреждения,
- знаком * отмечены те управляющие элементы интерфейса, которые в настоящее время не используются.

Содержание

1	Введение	1-1
2	Основные термины	2-1
3	Основные возможности программы EffApprox	3-1
3.1	Аппроксимация	3-1
3.1.1	Выбор источников	3-2
3.1.2	Построение аппроксимирующей “кривой”	3-3
3.1.3	Построение “кривой” по нескольким энергетическим диапазонам	3-4
3.1.4	Построение “кривой” для эффективности, рассчитанной относительным методом... ..	3-4
3.1.5	Сохранение результатов расчета	3-5
3.1.6	Просмотр параметров “кривой” эффективности.....	3-5
3.2	Расчет эффективности с помощью “кривой”	3-5
4	Дополнительные возможности программы	4-1
4.1	Сетка	4-1
4.2	Переключение между языками интерфейса.....	4-1
4.3	Справка о программе.....	4-1
5	Описание форматов файлов	5-1
5.1	Файл “кривой” эффективности .pol	5-1
5.2	Файл “кривой” эффективности .efa.....	5-1
6	Описание интерфейса	6-1
6.1	Меню основного окна программы	6-1
6.1.1	Меню Файл	6-1
6.1.2	Меню Аппроксимация.....	6-1
6.1.3	Меню Сервис.....	6-1
6.1.4	Меню Интерфейс	6-1
6.2	Контекстное меню основного окна	6-1
6.3	Назначение клавиш быстрого доступа.....	6-1
6.4	Окно “Построение “кривой” эффективности регистрации”	6-1
6.5	Окно “Выбрать источники”	6-2
6.6	Окно “Введите степень полинома”	6-3
6.7	Окно “Выберите степень полинома сшивки”	6-3
6.8	Окно “Список зон”	6-3
6.9	Окно “Выберите полином для просмотра”	6-3
6.10	Окно “Расчет эффективности”	6-4
6.11	Окно “Результаты расчета”	6-4
Приложение I	Список рисунков	I-1
Приложение II	Сообщения программы	II-1
Приложение III	Ссылки	III-1
Приложение IV	Служба сопровождения и поддержки	IV-1

1 Введение

Программа EffApprox предназначена для построения аппроксимирующей “кривой” для эффективности регистрации.

Данное руководство содержит следующие разделы:

- [Основные термины](#) - описание используемых в данном руководстве терминов.
- [Основные возможности программы EffApprox](#) – описание основных возможностей программы и методов их использования.
- [Дополнительные возможности программы](#) – описание дополнительных возможностей программы: отображение сетки графиков, переключение между языками интерфейса, получение информации о программе.
- [Описание форматов файлов](#) – описание форматов служебных файлов.
- [Приложение I Список рисунков](#) – список приведенных в данном руководстве рисунков,
- [Приложение II Сообщения программы](#) – список сообщений об ошибках, выдаваемых программой.
- [Приложение III Ссылки](#) – список используемых документов,
- [Приложение IV Служба сопровождения и поддержки](#) – контактная информация.

2 Основные термины

Абсолютный метод расчета эффективности регистрации - расчет эффективности регистрации при достоверном значении активности нуклидов. Найденные с помощью этого метода значения эффективности регистрации называются *абсолютными*.

Относительный метод расчета эффективности регистрации - используется в случаях, когда активность одного или нескольких нуклидов для источника из градуировочного комплекта неизвестна. Найденные с помощью этого метода значения эффективности регистрации называются *относительными*. Для нахождения истинных (*абсолютных*) значений эффективности регистрации необходимо нормировать *относительные* на постоянный множитель.

Сшивка данных – процедура нахождения истинных (*абсолютных*) значений эффективности регистрации нормированием *относительных* на постоянный множитель.

Шифр геометрии (детектора) – название, по которому осуществляется поиск. В данном документе термины *шифр* и *название* используются как синонимы.

Расчетный материал – материал, для которого будет произведен расчет эффективности. В случае, когда эффективность регистрации рассчитана для источников с разными материалами и плотностями, будут вычислены поправки для приведения значений к *расчетному материалу* и *расчетной плотности*.

Расчетная плотность – плотность, для которой будет произведен расчет эффективности.

Модельный метод расчета активности - аппроксимация информативных участков спектра, содержащих пики полного поглощения.

3 Основные возможности программы EffApprox

3.1 Аппроксимация

Построение аппроксимирующей “кривой” производится для файлов эффективности регистрации с расширениями .eff, .efr.

Файлы в .eff – формате создаются с помощью процедуры расчета эффективности в программе Lsrn2000 (см. [1]).

Файлы в .efr – формате создаются с помощью процедуры расчета эффективности в программе EffCalc (см. [2]).

Для открытия файла эффективности выполните команду меню **Файл => Открыть** или нажмите клавишу F2 клавиатуры, а затем выберите на диске любой файл с расширением .eff или .efr с помощью стандартного диалогового окна.

При открытии .eff файла на экране появится изображение экспериментальных точек.

При открытии .efr файла необходимо предварительно выбрать источники и задать параметры для пересчета данных на *расчетный материал* и *расчетную плотность* (см. раздел 3.1.1).

По щелчку левой кнопкой мыши по изображению экспериментальной точки (Рисунок 3-1), она отмечается красным цветом, а в статусной строке окна отображается следующая информация:

- номер точки по порядку,
- название нуклида (поле **Нуклид**),
- значение энергии (поле **Энергия**),
- эффективность регистрации (поле **Эфф.**),
- относительная погрешность эффективности в % (поле **Ошибка, %**).

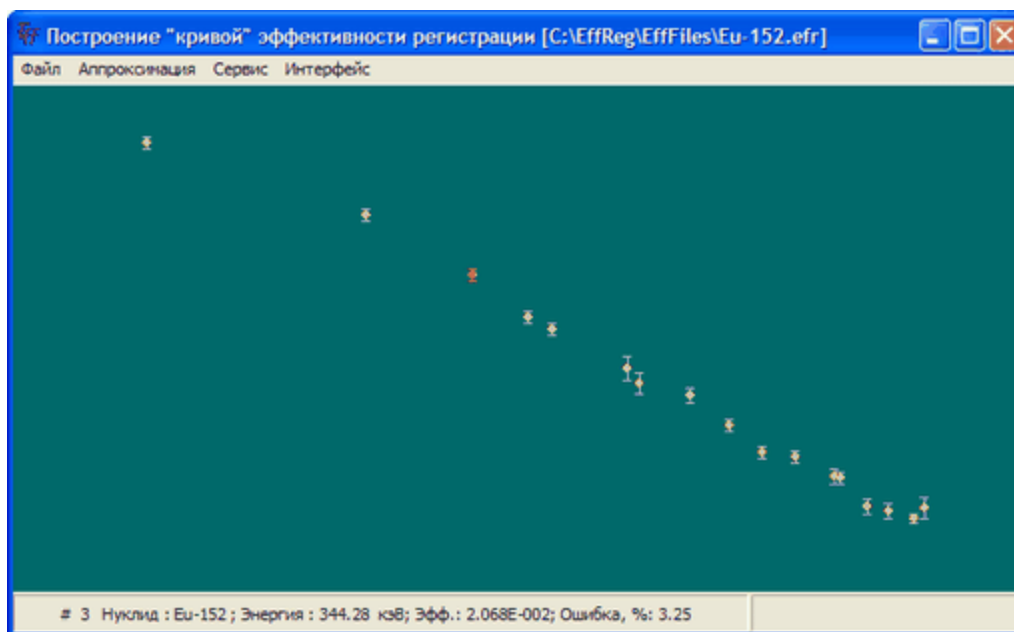


Рисунок 3-1 Экспериментальные значения

Для удаления точки с сильным отклонением от кривой экспериментальных значений или точки с большой погрешностью выделите ее левой кнопкой мыши и выберите пункт **Удалить** контекстного меню. Восстановить ошибочно удаленные точки (все или выборочно) можно с помощью пункта **Восстановить** контекстного меню.

В программе предусмотрены следующие операции:

- Аппроксимация эффективности регистрации по всему диапазону (см. раздел 3.1.2).
- Аппроксимация по нескольким энергетическим диапазонам (см. раздел 3.1.3).
- Аппроксимация для эффективности, рассчитанной относительным методом (см. раздел 3.1.4).
- Сохранение результатов расчета (см. раздел 3.1.5).
- Просмотр параметров “кривой” эффективности (см. раздел 3.1.6).

3.1.1 Выбор источников

При открытии .efg - файла появится окно **Выбрать источники: <название .efg файла>** (Рисунок 3-2), с помощью которого производится выбор геометрий измерения и источников, а также задаются параметры для пересчета данных на *расчетный материал* и *расчетную плотность* (см. раздел 2).

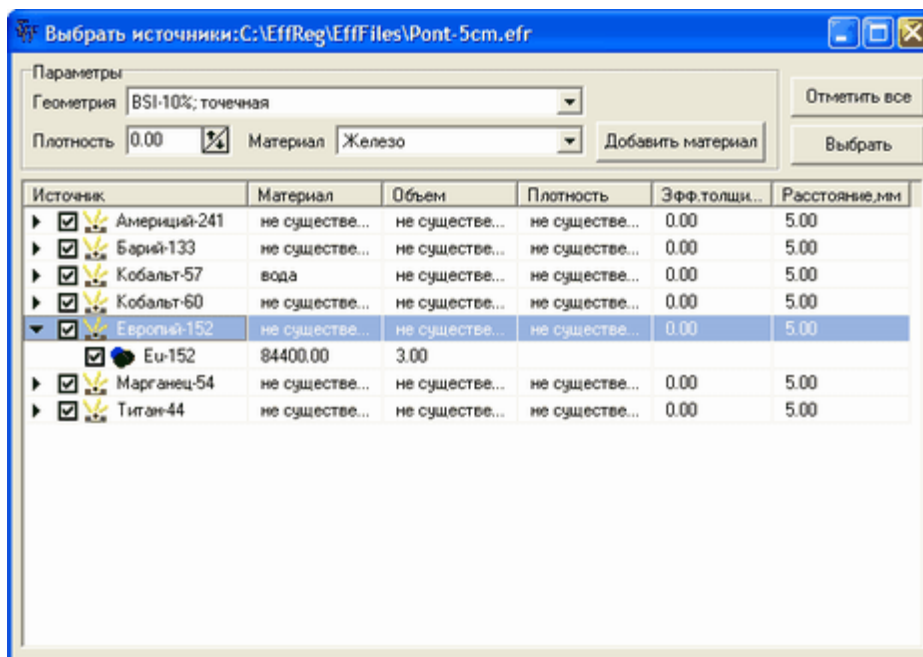



Рисунок 3-2 Выбор источников

При первом запуске программы или переносе файла базы данных появится сообщение об ошибке при соединении с базой данных, а затем окно **Свойства связи с данными** (Рисунок 3-3). Установите путь к базе данных Vaza_main.mdb на вкладке **Подключение** с помощью кнопки  и проверьте правильность установки с помощью кнопки **Проверить подключение**. Нажмите кнопку **Ок**, оставив остальные свойства связи с данными без изменений.

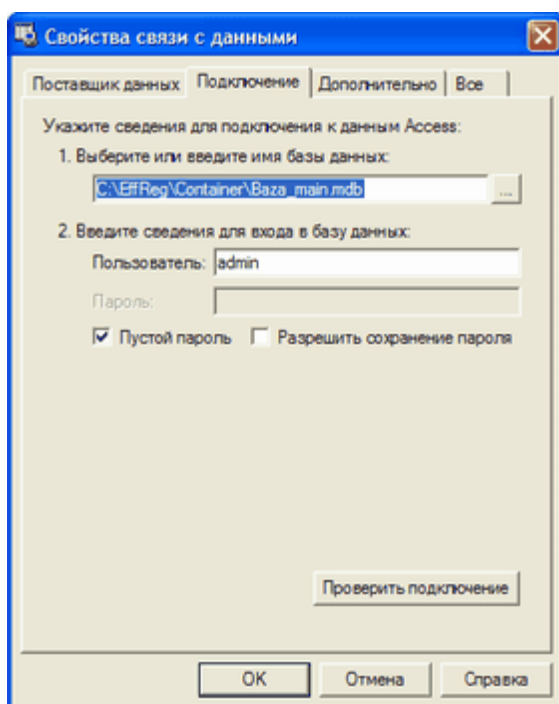


Рисунок 3-3 Установка пути к базе данных

Выберите геометрию и детектор, данные по которым приведены в файле, из выпадающего списка **Геометрия**, содержащего шифр детектора и, через точку с запятой, шифр геометрии. После этого в табличном виде будут отображены следующие данные по источникам, измеренным в выбранной геометрии:

- Шифр источника в столбце **Источник**,
- Материал образца в столбце **Материал** или выражение *не существенно*, если эффективная толщина нулевая,
- Эффективная толщина образца (в мм) с абсолютной погрешностью (также в мм) в столбце **Эфф. толщина, мм**. Если толщина нулевая, погрешность не указывается.
- Объем выбранного источника в миллилитрах в столбце **Объем** или выражение *не существенно*, если это значение не определено или эффективная толщина нулевая.
- Плотность образца в столбце **Плотность** или выражение *не существенно*, если это значение не определено или эффективная толщина нулевая.
- Расстояние от источника до детектора (в мм) в столбце **Расстояние, мм**.

Рядом с каждым шифром в столбце **Источник** содержится указатель в виде черного вертикального треугольника, по нажатию на который будет отображен список нуклидов, входящих в состав источника. При этом для каждого нуклида отображается его название (1-й столбец таблицы), активность (2-й столбец) и относительная погрешность активности в % (3-й столбец). Если эффективность регистрации нуклида была рассчитана абсолютным методом (см. раздел 2), рядом с его названием отображается поле с установленным флажком. При снятии флажка нуклид будет обрабатываться так, как если бы его эффективность была рассчитана относительным методом (см. раздел 3.1.4). В случае расчета относительным методом этого поля нет вообще, и погрешность активности нуклида не указывается.

Для выбора (отмены выбора) источника установите (снимите) флаг в столбце **Источник** рядом с его шифром. Нажатие кнопки **Отметить все** позволяет установить флаг выбора для всех источников, измеренных в геометрии.

Если в файле приведены данные только для одного источника, измеренного в выбранной геометрии, таблица с источниками не отображается.

Выберите *расчетный материал* (см. раздел 2) из выпадающего списка **Материал**. При пересчете данных на *расчетный материал* массовые коэффициенты поглощения будут браться из базы данных (см. [3]). Если такого материала в базе нет, нажмите кнопку **Добавить материал** и введите параметры этого материала с помощью утилиты AddMatter.

Установите *расчетную плотность* (см. раздел 2) в поле ввода **Плотность**.

После установки всех требуемых параметров нажмите кнопку **Выбрать**.

Если не были выбраны геометрия и детектор, появится сообщение **Не выбрана геометрия**.

Если не был выбран ни один источник, измеренных в геометрии, появится сообщение **Не выбран источник**.

Если толщина выбранного источника ненулевая, а материала образца в базе данных нет, появится сообщение **Отсутствует материал <название материала> в базе данных**. Добавить материал в базу можно с помощью утилиты AddMatter (см. [3]) по нажатию кнопки **Добавить материал**.

После корректной установки всех параметров окно **Выбрать источники: <название .efg файла>** будет закрыто, а на экране появится изображение экспериментальных точек.

3.1.2 Построение аппроксимирующей “кривой”

Для построения аппроксимирующей “кривой” для эффективности регистрации по всему энергетическому диапазону выберите пункт меню **Аппроксимация => Запуск** или пункт **Аппроксимация** контекстного меню, или воспользуйтесь клавишей F9 клавиатуры.

С помощью окна **Введите степень полинома** (Рисунок 3-4) установите степень аппроксимирующей “кривой”. Значение в поле **Оптимальная степень** вычисляется исходя из условия минимума χ^2 - функционала.

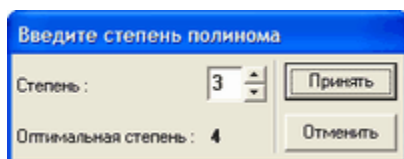


Рисунок 3-4 Степень аппроксимирующей “кривой”

Нажатие кнопки **Принять** приведет к закрытию окна, расчету аппроксимирующей “кривой” и ее графическому отображению вместе с коридором ошибок в основном окне программы (Рисунок

3-5). При этом в статусной строке в поле **Хи - квадрат** выводится значение χ^2 -функционала. Нажатие кнопки **Отмена** приведет к завершению процедуры аппроксимации.

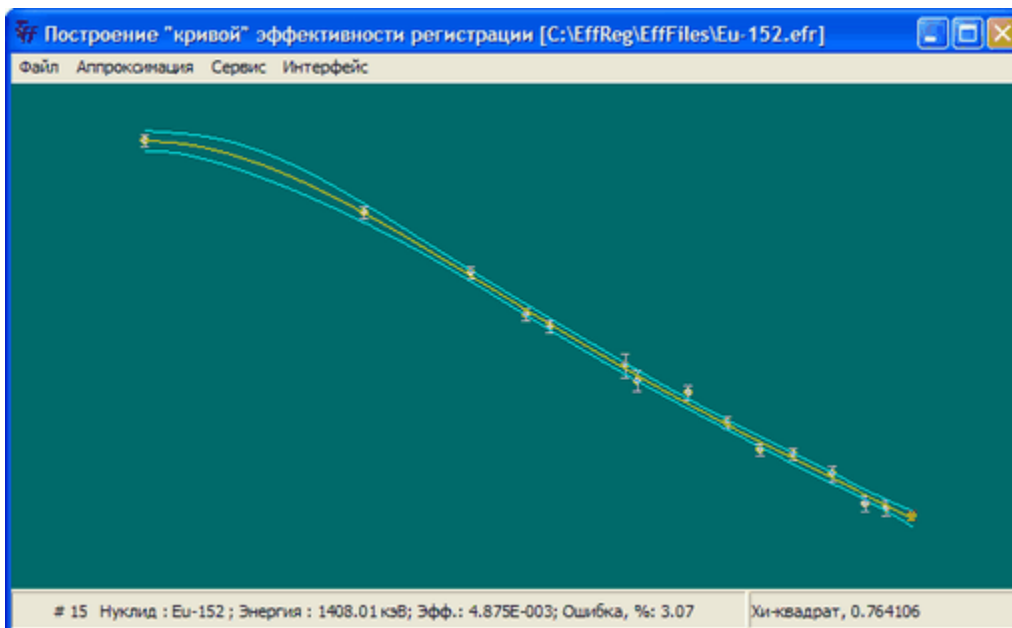


Рисунок 3-5 Аппроксимирующая “кривая” по всему энергетическому диапазону

Сброс построенной “кривой” осуществляется с помощью пункта меню **Аппроксимация => Сброс**, или пункта **Сброс** контекстного меню, или комбинацией клавиш Ctrl + F2 клавиатуры.

3.1.3 Построение “кривой” по нескольким энергетическим диапазонам

Для аппроксимации эффективности по нескольким энергетическим диапазонам последовательно выделите очередной из них, для чего выберите его первую точку и, удерживая левую кнопку мыши, растяните рамку до последней точки предполагаемого диапазона. Затем проведите процедуру построения аппроксимирующей “кривой” стандартным способом (см. раздел 3.1.2).

Внимание! При выделении следующего участка необходимо учитывать то, что энергетические диапазоны должны перекрываться.

3.1.4 Построение “кривой” для эффективности, рассчитанной относительным методом

Если эффективность для некоторых нуклидов была рассчитана относительным методом (см. раздел 2), предварительно проведите *сшивку* данных (см. раздел 2), выбрав пункт меню **Аппроксимация => Сшивка** или нажав клавишу F7 клавиатуры.

В появившемся окне (Рисунок 3-6) выберите степень полинома *сшивки* из таблицы, в которой указаны степень полинома (столбец **Степень**), соответствующее ей значение χ^2 – функционала (столбец **Хи - квадрат**), а также относительные погрешности *сшивки* в % (столбцы **Доп.ошибка N, %**) для кривой *абсолютных значений* и всех кривых, рассчитанных *относительным методом* (см. раздел 2). При выборе степени полинома следует руководствоваться тем, что значение в столбце **Хи - квадрат** должно быть ≈ 1 .

Степень	Хи-квадрат	Доп.ошибка 1, %	Доп.ошибка 2, %
1	32.46562	1.23	1.51
2	15.52469	1.62	1.70
3	2.45289	1.67	1.75
4	0.34645	1.96	1.99
5	0.28299	2.04	2.08
6	0.27845	2.32	2.27
7	0.26053	2.77	2.53
8	0.25453	2.95	2.59
9	0.26062	3.46	2.89

Рисунок 3-6 Выбор степени полинома сшивки

Нажатие кнопки **Принять** приведет к закрытию окна и отображению полученных точек.

После этого проведите процедуру построения аппроксимирующей “кривой” стандартным способом (см. раздел 3.1.2).

3.1.5 Сохранение результатов расчета

Аппроксимирующая “кривая” может быть записана в файлы .rol или .efa (см. раздел 5).

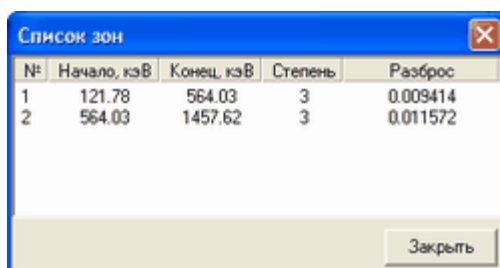
Для сохранения результатов в новом файле выберите пункт меню **Файл => Сохранить** или нажмите клавишу F3 клавиатуры, а затем с помощью стандартного диалогового окна задайте название файла и его расположение на диске.

Для добавления данных в существующий файл выполните команду меню **Файл => Добавить** и с помощью стандартного диалогового окна выберите на диске нужный файл. При добавлении нужно учесть, что в файле .rol не должно быть двух блоков **POLINOM** с одинаковым шифром геометрии. Если данные добавляются в файл .efa, и при этом секция с “кривой” эффективности для геометрии и детектора уже существует, будет выдан запрос на подтверждение ее замены **“Кривая” эффективности для геометрии <название геометрии> уже существует. Заменить?**

3.1.6 Просмотр параметров “кривой” эффективности

С помощью пункта меню **Сервис => Список зон** можно отобразить в табличном виде следующие параметры энергетических диапазонов, по которым строилась “кривая”:

- Номер энергетического диапазона в столбце **N**,
- Границы диапазона в кэВ в столбцах **Начало, кэВ**, **Конец, кэВ**,
- Степень “кривой” в зоне в столбце **Степень**,
- Характеристика разброса экспериментальных точек в столбце **Разброс**.



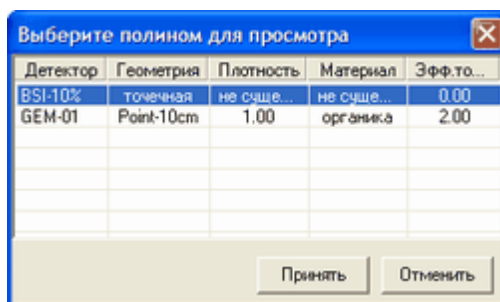
№	Начало, кэВ	Конец, кэВ	Степень	Разброс
1	121.78	564.03	3	0.009414
2	564.03	1457.62	3	0.011572

Рисунок 3-7 Параметры “кривой” эффективности

3.2 Расчет эффективности с помощью “кривой”

Кроме построения аппроксимирующей “кривой”, в программе предусмотрена обратная процедура расчета значений эффективности регистрации для любой энергии и в любом диапазоне.

Если значения эффективности должны быть вычислены на основе рассчитанной ранее “кривой” из файлов .rol или .efa, выберите пункт меню **Файл => Открыть** и выберите на диске требуемый файл с помощью стандартного диалогового окна, установив в нем тип «Файлы “кривой” эффективности (*.rol, *.efa)». Если в файле записаны “кривые” для нескольких геометрий, выберите одну из них в списке окна **Выберите полином для просмотра** (Рисунок 3-8), содержащего шифры геометрии и детектора, плотность, материал и эффективную толщину образца в мм и нажмите кнопку **Принять**. После этого в основном окне программы появится изображение “кривой” эффективности.



Детектор	Геометрия	Плотность	Материал	Эфф.то...
BSI-10%	точечная	не сче...	не сче...	0.00
GEM-01	Point-10cm	1.00	органика	2.00

Рисунок 3-8 Выбор “кривой” для просмотра

Можно также отобразить данные об энергетических диапазонах и степенях “кривой” в них (см. раздел 3.1.6).

Значения эффективности можно также вычислить по “кривой”, рассчитанной с помощью процедуры аппроксимации (см. раздел 3.1).

Выберите пункт меню **Сервис => Рассчитать**. Появившееся окно **Расчет эффективности** (Рисунок 3-9) позволяет вычислять эффективности двумя методами: для конкретной точки и в диапазоне.

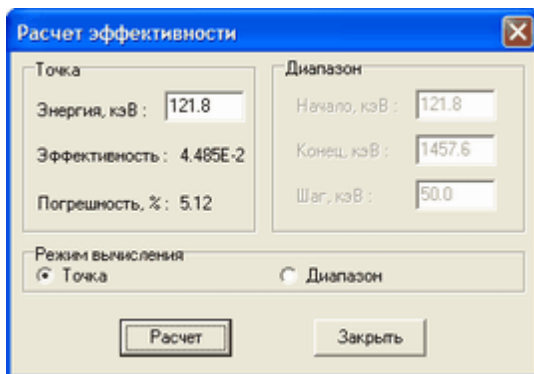


Рисунок 3-9 Расчет эффективности с помощью “кривой”

Для расчета эффективности регистрации в конкретной точке установите метод расчета **Точка**, введите значение энергии в кэВ в поле ввода **Энергия, кэВ** и нажмите кнопку **Рассчитать**. В полях **Эффективность**, **Погрешность, %** будут отображены рассчитанные для заданной энергии значения эффективности регистрации и относительная погрешность в %.

Для расчета эффективности регистрации в энергетическом диапазоне установите метод расчета **Диапазон**, введите границы диапазона в кэВ в поля ввода **Начало, кэВ** и **Конец, кэВ** и задайте шаг в кэВ, с которым будут производиться вычисления, в поле ввода **Шаг, кэВ**. После нажатия кнопки **Рассчитать** в появившемся окне **Результаты расчета** (Рисунок 3-10) будут отображены следующие данные в табличном виде:

- Энергия в кэВ в столбце **Энергия, кэВ**,
- Вычисленное значение эффективности для этой энергии в столбце **Эффективность**,
- Относительная погрешность эффективности в % в столбце **Погрешность, %**.

Рисунок 3-10 Результаты расчета эффективности регистрации для диапазона энергий

С помощью кнопки **Сохранить** можно записать таблицу с результатами расчета в текстовый файл. Нажмите кнопку **Закрыть** для завершения работы с окном.

4 Дополнительные возможности программы

В программе предусмотрены следующие дополнительные возможности:

- Сетка для графиков экспериментальных точек и аппроксимирующей “кривой” (см. раздел 4.1),
- Переключение между языками интерфейса (см. раздел 4.2),
- Справка о программе (см. раздел 4.3).

4.1 Сетка

Выберите пункт меню **Сервис => Сетка** для показа сетки графиков экспериментальных точек и аппроксимирующей “кривой”. При этом будет отображена разметка линиями сетки по обеим осям (по горизонтальной оси откладывается энергия в кэВ), а рядом с этим пунктом меню появится отметка. Для скрытия сетки выберите этот пункт меню повторно.

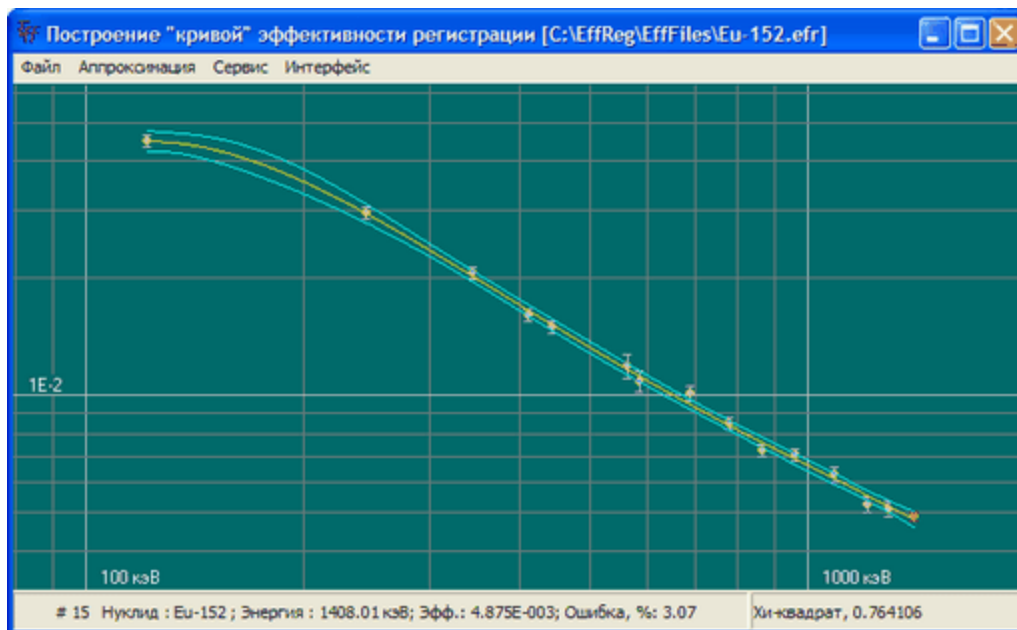


Рисунок 4-1 Сетка графика

4.2 Переключение между языками интерфейса

Для установки русского (английского) языка интерфейса программы выберите пункт меню **Интерфейс => Русский (Интерфейс => English)**. При этом рядом с выбранным пунктом меню появится отметка.

4.3 Справка о программе

Отображение информации о программе осуществляется с помощью пункта меню **Сервис => О программе**. Появившееся окно **О программе** содержит название программы, ее версию и название фирмы.

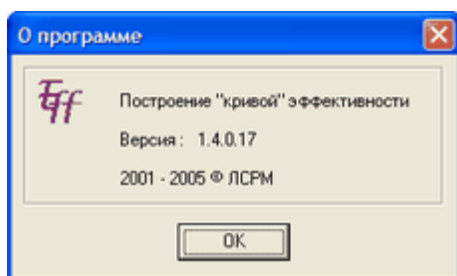


Рисунок 4-2 Справка о программе

5 Описание форматов файлов

5.1 Файл “кривой” эффективности .pol

Файл *.pol содержит в себе данные, используемые при расчете активности. Он имеет блочную структуру. Данные по зависимости эффективности регистрации от энергии для расчета активности *модельным методом* (см. раздел 2) находятся в блоке, начинающегося со слова POLINOM. Таких блоков в файле может быть несколько – для каждой геометрии свой, но при этом не должно быть двух блоков POLINOM с одинаковым шифром геометрии.

Далее приведен пример файла .pol с пояснениями:

```

POLINOM:
DATA:                - блок с данными о геометрии измерения
DETECTOR=GAMMA-1S   - шифр детектора
GEOMETRY=MARIN      - шифр геометрии
WEIGHT=1100.0       - масса градуировочного источника
VOLUME=1000.0       - объем источника
DENSITY= 1.1        - плотность образца
MATERIAL=Органика   - тип материала образца
HEIGHT= .0          - расстояние от источника до детектора
THICK,MM= 17.0      - эффективная толщина выбранной геометрии
EFF_SUMM= .00000
END.                - завершение блока с данными о геометрии измерения
NUCLID:             - блок с перечнем используемых нуклидов
Th-232
Ra-226
K-40
Cs-137
END.                - завершение блока с перечнем используемых нуклидов
EFF:                - блок со значениями коэффициентов “кривой”,
                    описывающей зависимость эффективности регистрации
                    от энергии
    2 2.37839792350 3.41739414428 0.01667274726 – данные об энергетической зоне
    .1000000000E+1 - ортогональный полином нулевой степени для “кривой”
    .277363507E+1 -.800458249E+1 - ортогональный полином первой степени “кривой”
    -.184757543E+1 -.344640161E+0 - обычный полином для этой же “кривой”
END.                - завершение блока со значениями коэффициентов “кривой”
END.                - завершение блока POLINOM

```

При редактировании файла, которое осуществляется в обычном текстовом редакторе, следует соблюдать формат данных.

В данном примере десятичные логарифмы нижней и верхней границы первого энергетического диапазона равны соответственно 2.37839792350 и 3.41739414428, число степеней свободы составляет 2 (степень “кривой” равна числу степеней свободы, уменьшенному на единицу, т.е. 1), разброс экспериментальных точек 0.01667274726.

Ортогональные полиномы для “кривой” эффективности в математическом представлении записываются следующим образом:

```
.1000000000E+1
.277363507E+1 + (-.800458249E+1) * E
```

Обычный полином для этой же “кривой” эффективности в математическом представлении записывается следующим образом:

```
-.184757543E+1 + (-.344640161E+0) * E
```

5.2 Файл “кривой” эффективности .efa

Файл с расширением .efa состоит из секций <название детектора>;<название геометрии>, каждая из которых содержит данные относительно геометрии измерения, детектора, источника, “кривую” эффективности и линий, по которой она построена, в следующем формате:

1. Название детектора в поле Detector.
2. Название геометрии в поле Geometry.
3. Объем источника в миллилитрах или выражение *not essential* в поле Volume,ml.
4. Плотность источника или выражение *not essential* в поле Density,g/cm3.
5. Материал образца или выражение *not essential* в поле Material.

6. Эффективную толщину в мм в поле Thick,mm.
 7. Абсолютную погрешность эффективной толщины в мм в поле DThick,mm.
 8. Расстояние от источника до детектора (в мм) в поле Distance,mm.
 9. Путь к .tc файлу библиотеки поправок для процедуры коррекции интенсивности гамма-излучений в библиотеке радионуклидов, в поле CorrectionFile. Если расчет значений эффективности производился без коррекции, это поле содержит пустую строку.
 10. Список линий, по которым построена "кривая" эффективности, в следующем формате:
 <E>=<Eff>,<DEff>,<Nuclide>,<Area>,<DArea>,<Intensity>, где
 <E> - энергия линии в кэВ,
 <Eff> - эффективность регистрации,
 <DEff> - относительная погрешность эффективности в %,
 <Nuclide> - название нуклида, которому принадлежит эта линия,
 <Area> - площадь линии,
 <DArea> - абсолютная погрешность площади,
 <Intensity> - интенсивность линии.
 11. Общее число энергетических зон, по которым построена "кривая" эффективности, в поле Zones.
 12. Данные об энергетической зоне <номер зоны> в поле Zone_<номер зоны> в формате <Degree>,<BegZone>,<EndZone>,<Deviation>, где
 <Degree> - степень "кривой",
 <BegZone> - десятичный логарифм нижней границы зоны,
 <EndZone> - десятичный логарифм верхней границы зоны,
 <Deviation> - разброс экспериментальных точек.
 13. Данные о "кривой" эффективности в виде системы ортогональных полиномов в полях Curve_<номер зоны>_<номер полинома>, где через запятую перечислены коэффициенты полинома.
 14. Данные об этой же "кривой" эффективности в виде обычного полинома в поле Curve_<номер зоны>, где через запятую перечислены коэффициенты полинома.
 Данные в 1-8, берутся из файлов эффективности.eff, .efr. Поскольку площадь пика, ее абсолютная погрешность и интенсивность в файле формата .eff не содержатся, вместо числовых значений будет записан пробельный символ.

Далее приведен пример .efa файла:

```
[BSI-10%;точечная]
Detector=BSI-10%
Geometry=точечная
Volume,ml=not essential
Density,g/cm3=not essential
Material= not essential
Thick,mm=0
DThick,mm=0
Distance,mm=2
CorrectionFile=
121.782=0.045669,3.485,Eu-152,2302037,7155,28.397
244.699=0.029665,3.437,Eu-152,391674,1791,7.438
344.281=0.020962,3.328,Eu-152,979631,3280,26.328
411.118=0.016136,4.425,Eu-152,63843,639,2.229
443.985=0.015317,4.163,Eu-152,82899,794,3.049
564.03=0.011598,10.076,Eu-152,10520,407,0.511
586.26=0.012246,9.747,Eu-152,8847,468,0.407
688.68=0.010328,7.327,Eu-152,15455,398,0.843
778.906=0.008648,3.53,Eu-152,194840,1056,12.693
867.379=0.007755,4.681,Eu-152,54195,663,3.937
Zones=2
Zone_1=2,2.0855831021,2.64736829776,0.00912087442
Curve_1_1=.100000000E+1
Curve_1_2=.487563506E+1,-.118442068E+2
Curve_1_3=.320981661E+2,-.151124216E+3,.176348688E+3
Curve_1=-.160495414E+1,-.171494923E+0,-.290362078E-1
Zone_2=2,2.61396649193,2.93820890329,0.00831119517
Curve_2_1=.100000000E+1
```

Curve_2_2=.768548251E+1,-.213855025E+2
 Curve_2_3=.123952844E+3,-.686902450E+3,.949526420E+3
 Curve_2=-.195243515E+1,-.128862373E+0,-.530109528E-2

Поля 121.782, 244.699, ... , 867.379 содержат список линий, по которым построена “кривая” эффективности. Например, для линии Eu-152 с энергией 121.782 кэВ эффективность регистрации составляет 0.045669, относительная погрешность эффективности 3.485%, площадь пика 2302037, абсолютная погрешность площади 7155, интенсивность линии 28.88.

Десятичные логарифмы нижней и верхней границы первого энергетического диапазона равны соответственно 2.0855831021 и 2.64736829776, степень “кривой” составляет 2, разброс экспериментальных точек 0.00912087442. Эти данные содержатся в поле Zone_1, где 1 – номер этого диапазона.

Поля Curve_1_1, Curve_1_2 и Curve_1_3 содержат коэффициенты ортогональных полиномов степени 1, 2 и 3 для “кривой” эффективности в первом энергетическом диапазоне. Эти полиномы в математическом представлении записываются следующим образом:

.100000000E+1
 .487563506E+1 + (-.118442068E+2) * E
 .320981661E+2 + (-.151124216E+3) * E + .176348688E+3 * E²

Коэффициенты обычного полинома для этой же “кривой” эффективности содержатся в секции Curve_1. В математическом представлении он записывается следующим образом:

-.160495414E+1 + (-.171494923E+0) * E + (-.290362078E-1) * E²

6 Описание интерфейса

6.1 Меню основного окна программы

6.1.1 Меню Файл

- **Открыть** – операция открытия файлов значений эффективности (.eff, .efr) или “кривой” эффективности (.pol, .efa).
- **Сохранить** – сохранение результатов аппроксимации в новом файле .pol или .efa (см. раздел 3.1.5).
- **Добавить** – сохранение результатов аппроксимации в существующем файле .pol или .efa (см. раздел 3.1.5).
- **Выход** – завершение работы с программой.

6.1.2 Меню Аппроксимация

- **Запуск** – запуск процедуры построения аппроксимирующей “кривой” (см. раздел 3.1.2).
- **Сшивка данных** – операция *сшивки* данных для эффективностей, построенных относительным методом (см. раздел 3.1.4).
- **Сброс** – очистка результатов аппроксимации (см. раздел 3.1.2).

6.1.3 Меню Сервис

- **Сетка** – отображение сетки для графиков экспериментальных точек и аппроксимирующей “кривой” (см. раздел 4.1).
- **Список зон** – просмотр параметров “кривой” (см. раздел 3.1.6).
- **Рассчитать** – операция расчета эффективности регистрации с помощью “кривой” эффективности (см. раздел 3.2).
- **О программе** – отображение информации о программе (см. раздел 4.3).

6.1.4 Меню Интерфейс

- **Русский** – выбор русского языка интерфейса (см. раздел 4.2).
- **English** - выбор английского языка интерфейса (см. раздел 4.2).

6.2 Контекстное меню основного окна

- **Аппроксимация** – запуск процедуры построения аппроксимирующей “кривой” (см. раздел 3.1.2).
- **Сброс** – очистка результатов аппроксимации (см. раздел 3.1.2).
- **Удалить** – операция удаления выбранной точки (см. раздел 3.1).
- **Восстановить** – операция восстановления ошибочно удаленных точек (всех или выборочно) (см. раздел 3.1).

6.3 Назначение клавиш быстрого доступа

- F2 – операция открытия файлов эффективности регистрации (.eff, .efr) или “кривой” (.pol, .efa).
- F3 – сохранение результатов аппроксимации в новом файле .pol или .efa (см. раздел 3.1.5).
- Ctrl + X – завершение работы с программой.
- F9 – запуск процедуры построения аппроксимирующей “кривой” (см. раздел 3.1.2).
- F7 – операция *сшивки* данных для эффективностей, построенных относительным методом (см. раздел 3.1.4).
- Ctrl + F2 – очистка результатов аппроксимации (см. раздел 3.1.2).

6.4 Окно "Построение “кривой” эффективности регистрации"

- Графическое отображение экспериментальных точек.
- Статусная строка - номер точки по порядку (поле #), название нуклида (поле **Нуклид**), значение энергии (поле **Энергия**), эффективность регистрации (поле **Эфф.**), относительная погрешность эффективности в % (поле **Ошибка, %**), значение χ^2 -функционала (поле **Хи - квадрат**).

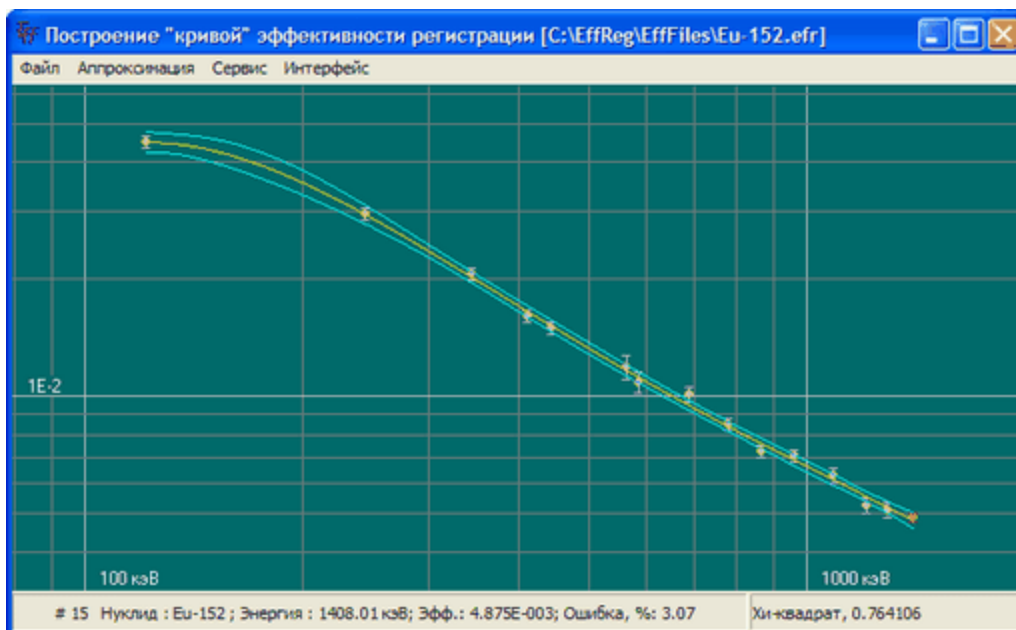


Рисунок 6-1 Окно "Построение "кривой" эффективности регистрации"

6.5 Окно "Выбрать источники"

- Выпадающий список **Геометрия** – геометрии и детекторы, данные для которых приведены в файле, содержащий шифр детектора и, через точку с запятой, шифр геометрии.
- Поле ввода **Плотность** – *расчетная плотность*.
- Выпадающий список **Материал** – *расчетный материал*.
- Кнопка **Добавить материал** – добавление материала в базу данных.
- Таблица с данными по источникам, содержащая шифр источника (столбец **Источник**), материал образца (столбец **Материал**), толщину образца (в мм) с абсолютной погрешностью (также в мм) (столбец **Эфф. толщина, мм**), объем выбранного источника в миллилитрах (столбец **Объем**), плотность образца (столбец **Плотность**), расстояние от источника до детектора в мм (столбец **Расстояние, мм**).
- Кнопка **Отметить все** – установка флага выбора для всех источников, измеренных в геометрии.
- Кнопка **Выбрать** – выбор источников для последующего построения аппроксимирующей "кривой".

Источник	Материал	Объем	Плотность	Эфф. толши...	Расстояние, мм
<input checked="" type="checkbox"/> Америций-241	не существе...	не существе...	не существе...	0.00	5.00
<input checked="" type="checkbox"/> Барий-133	не существе...	не существе...	не существе...	0.00	5.00
<input checked="" type="checkbox"/> Кобальт-57	вода	не существе...	не существе...	0.00	5.00
<input checked="" type="checkbox"/> Кобальт-60	не существе...	не существе...	не существе...	0.00	5.00
<input checked="" type="checkbox"/> Европий-152	не существе...	не существе...	не существе...	0.00	5.00
<input checked="" type="checkbox"/> Eu-152	84400.00	3.00			
<input checked="" type="checkbox"/> Марганец-54	не существе...	не существе...	не существе...	0.00	5.00
<input checked="" type="checkbox"/> Титан-44	не существе...	не существе...	не существе...	0.00	5.00

Рисунок 6-2 Окно "Выбрать источники"

6.6 Окно "Введите степень полинома"

- Поле ввода **Степень** – степень аппроксимирующей "кривой".
- Поле **Оптимальная степень** – оптимальная степень исходя из условия минимума χ^2 - функционала.
- Кнопка **Принять** – закрытие окна, расчет аппроксимирующей "кривой" и ее графическое отображение вместе с коридором ошибок.
- Кнопка **Отменить** - закрытие окна без расчета аппроксимирующей "кривой".

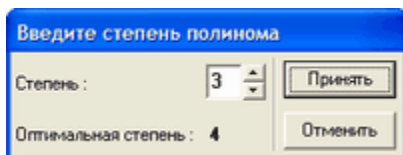


Рисунок 6-3 Окно "Введите степень полинома"

6.7 Окно "Выберите степень полинома сшивки"

- Таблица для выбора степени полинома сшивки, содержащая степень полинома (столбец **Степень**), соответствующее ей значение χ^2 – функционала (столбец **Хи - квадрат**), а также относительные погрешности сшивки в % (столбцы **Доп.ошибка N, %**) для кривой абсолютных значений и всех кривых, рассчитанных относительным методом.
- Кнопка **Принять** - закрытие окна и отображение полученных точек.
- Кнопка **Отмена** – закрытие окна без операции сшивки данных.

Степень	Хи-квадрат	Доп.ошибка 1, %	Доп.ошибка 2, %
1	32.46562	1.23	1.51
2	15.52469	1.62	1.70
3	2.45289	1.67	1.75
4	0.34645	1.96	1.99
5	0.28299	2.04	2.08
6	0.27845	2.32	2.27
7	0.26053	2.77	2.53
8	0.25453	2.95	2.59
9	0.26062	3.46	2.89

Рисунок 6-4 Окно "Выберите степень полинома сшивки"

6.8 Окно "Список зон"

- Таблица с параметрами энергетических диапазонов, по которым строилась "кривая" эффективности, содержащая номер энергетического диапазона (столбец **N**), границы диапазона в кэВ (столбцы **Начало, кэВ**, **Конец, кэВ**), степень "кривой" в зоне (столбец **Степень**) характеристика разброса экспериментальных точек (столбец **Разброс**).
- Кнопка **Закрыть** – завершение работы с окном.

№	Начало, кэВ	Конец, кэВ	Степень	Разброс
1	121.78	564.03	3	0.009414
2	564.03	1457.62	3	0.011572

Рисунок 6-5 Окно "Список зон"

6.9 Окно "Выберите полином для просмотра"

- Таблица для выбора "кривой" эффективности, содержащая шифры геометрии и детектора, плотность, материал и эффективную толщину образца.

- Кнопка **Принять** – выбор нужной “кривой”, закрытие окна и последующее отображение “кривой” эффективности в основном окне программы.
- Кнопка **Отменить** – завершение работы с окном без выбора “кривой”.

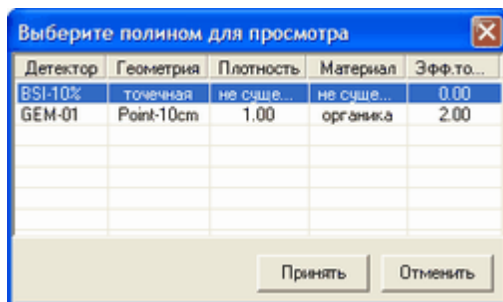


Рисунок 6-6 Окно "Выберите полином для просмотра"

6.10 Окно “Расчет эффективности”

- Опция **Точка** - метод расчета эффективности регистрации в конкретной точке.
- Опция **Диапазон** - метод расчета эффективности регистрации в энергетическом диапазоне.
- Поле ввода **Энергия, кэВ** - значение энергии в кэВ для метода расчета в конкретной точке.
- Поля **Эффективность, Погрешность, %** - рассчитанные для заданной энергии значения эффективности регистрации и относительной погрешности в %.
- Поля ввода **Начало, кэВ** и **Конец, кэВ** - границы диапазона в кэВ для метода расчета в энергетическом диапазоне.
- Поле ввода **Шаг, кэВ** - шаг в кэВ, с которым будут производиться вычисления для метода расчета в энергетическом диапазоне.
- Кнопка **Рассчитать** – расчет эффективности в энергетическом диапазоне и отображение результатов.
- Кнопка **Закреть** – завершение работы с окном.

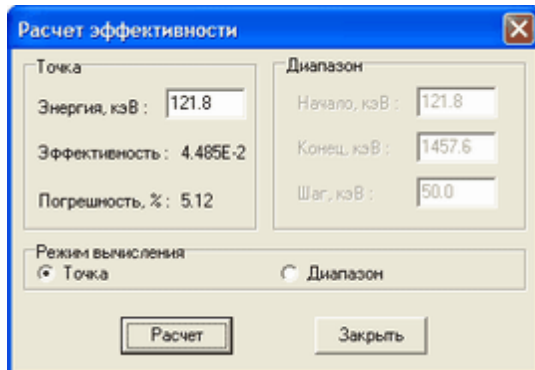
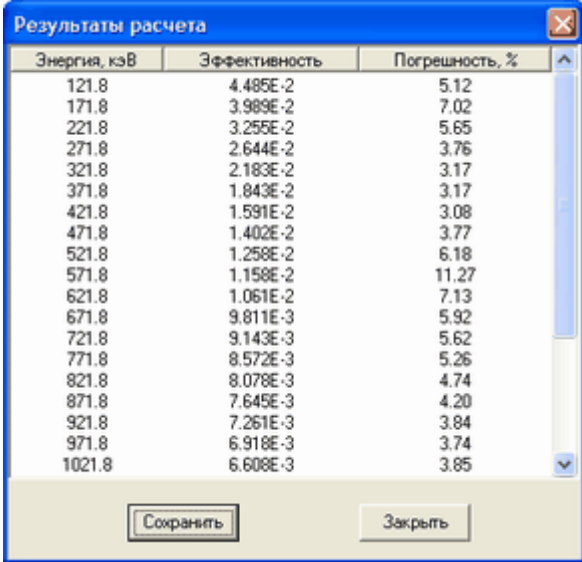


Рисунок 6-7 Окно "Расчет эффективности"

6.11 Окно “Результаты расчета”

- Таблица с результатами расчет эффективности, содержащая энергию в кэВ (столбец **Энергия, кэВ**), вычисленное значение эффективности для этой энергии (столбец **Эффективность**), относительная погрешность эффективности в % (столбец **Погрешность, %**).
- Кнопка **Сохранить** - запись таблицы с результатами расчета в текстовый файл.
- Кнопка **Закреть** - завершение работы с окном.



Энергия, кэВ	Эффективность	Погрешность, %
121.8	4.485E-2	5.12
171.8	3.989E-2	7.02
221.8	3.255E-2	5.65
271.8	2.644E-2	3.76
321.8	2.183E-2	3.17
371.8	1.843E-2	3.17
421.8	1.591E-2	3.08
471.8	1.402E-2	3.77
521.8	1.258E-2	6.18
571.8	1.158E-2	11.27
621.8	1.061E-2	7.13
671.8	9.811E-3	5.92
721.8	9.143E-3	5.62
771.8	8.572E-3	5.26
821.8	8.078E-3	4.74
871.8	7.645E-3	4.20
921.8	7.261E-3	3.84
971.8	6.918E-3	3.74
1021.8	6.608E-3	3.85

Рисунок 6-8 Окно "Результаты расчета"

Приложение I Список рисунков

Рисунок 3-1 Экспериментальные значения	3-1
Рисунок 3-2 Выбор источников.....	3-2
Рисунок 3-3 Установка пути к базе данных	3-2
Рисунок 3-4 Степень аппроксимирующей "кривой"	3-3
Рисунок 3-5 Аппроксимирующая "кривая" по всему энергетическому диапазону	3-4
Рисунок 3-6 Выбор степени полинома сшивки	3-5
Рисунок 3-7 Параметры "кривой" эффективности.....	3-5
Рисунок 3-8 Выбор "кривой" для просмотра	3-6
Рисунок 3-9 Расчет эффективности с помощью "кривой".....	3-6
Рисунок 3-10 Результаты расчета эффективности регистрации для диапазона энергий.....	3-7
Рисунок 4-1 Сетка графика	4-1
Рисунок 4-2 Справка о программе	4-1
Рисунок 6-1 Окно "Построение "кривой" эффективности регистрации"	6-2
Рисунок 6-2 Окно "Выбрать источники"	6-3
Рисунок 6-3 Окно "Введите степень полинома".....	6-3
Рисунок 6-4 Окно "Выберите степень полинома сшивки".....	6-3
Рисунок 6-5 Окно "Список зон"	6-3
Рисунок 6-6 Окно "Выберите полином для просмотра"	6-4
Рисунок 6-7 Окно "Расчет эффективности"	6-4
Рисунок 6-8 Окно "Результаты расчета".....	6-5

Приложение II Сообщения программы

Сообщения об ошибках, запросы.

- **Некорректный файл <название файла эффективности>** - сообщение при попытке открытия файла эффективности с некорректным форматом.
- **Файл <название файла полинома> не является файлом “кривой” эффективности** – сообщение при попытке открытия файла “кривой” эффективности с некорректным форматом.
- **В файле <название файла эффективности> меньше четырех значений эффективности** – сообщение об отсутствии в файле эффективности требуемого минимального количества точек (4), необходимого для аппроксимации.
- **В файле <название файла эффективности> нет точек с абсолютной эффективностью** - сообщение об отсутствии в файле эффективности данных, рассчитанных абсолютным методом. Такой файл не может быть использован для построения аппроксимирующего полинома.
- **Отсутствует утилита AddMatter** – сообщение об отсутствии базы данных или исполняемого файла утилиты AddMatter, необходимых для вычисления поправок для приведения значений к *расчетному материалу и расчетной плотности* (см. [3], раздел 3.1.1).
- **Ошибка при соединении с базой данных** - сообщение об ошибке соединения с базой данных при первом запуске программы, ее переносе, при отсутствии .udl - файла соединения с данными или при возникновении какой-либо другой ошибки.
- **Не выбрана геометрия** – сообщение об отсутствии выбранной геометрии, данные для которых приведены в .efg файле (см. раздел 3.1.1).
- **Не выбран источник** - сообщение об отсутствии хотя бы одного выбранного источника, измеренного в геометрии (см. раздел 3.1.1).
- **Отсутствует материал <название материала> в базе данных** - сообщение об отсутствии материала образца в базе данных, при условии ненулевой толщины выбранного источника (см. [3], раздел 3.1.1).
- **Необходимо как минимум четыре точки для аппроксимации** – сообщение об отсутствии требуемого минимального количества точек (4), необходимого для аппроксимации.
- **Данные эффективности с признаком N содержат только одну точку и будут удалены!** – данные по эффективности нуклида рассчитаны относительным методом и содержат только одну точку. При этом этот нуклид является N-м обработанным относительным методом нуклидом. Для файла в формате .eff значение N содержится в поле Code, для файла в формате .efg может быть вычислено вручную в зависимости от выбранных источников и количества нуклидов, обрабатываемых относительным методом (см. раздел 3.1.1). В этом случае данные эффективности не будут учитываться при построении аппроксимирующего полинома.
- **Степень полинома должна быть меньше чем количество значений эффективностей с разными энергиями** – сообщение о попытке ввода слишком большой степени аппроксимирующего полинома.
- **Слишком мало точек останется** – сообщение о попытке удаления очередной точки в случае, если их количество меньше 4.
- **Неверное значение энергии : <введенное значение>** - сообщение о попытке ввода некорректного (возможно, нечислового) значения энергии для расчета эффективности (см. раздел 3.2).
- **Неверное значение начальной энергии: <введенное значение>** - сообщение о попытке ввода некорректного (возможно, нечислового) значения нижней границы энергетического диапазона для расчета эффективности (см. раздел 3.2).
- **Неверное значение конечной энергии: <введенное значение>** - сообщение о попытке ввода некорректного (возможно, нечислового) значения верхней границы энергетического диапазона для расчета эффективности (см. раздел 3.2).
- **Неверное значение шага : <введенное значение>** - сообщение о попытке ввода некорректного (возможно, нечислового) значения шага для расчета эффективности (см. раздел 3.2).
- **“Кривая” эффективности для геометрии <название геометрии> уже существует. Заменить?** – запрос на подтверждение замены “кривой” эффективности в файле .efa для указанной геометрии (см. раздел 3.1.5).

Приложение III Ссылки

- [1] Lsrn2000-Neff-Эффективность регистрации*
- [2] SpectraLine_Эффективность регистрации*
- [3] Контроль2.0_Руководство пользователя*

Приложение IV Служба сопровождения и поддержки

141570, Московская обл., Солнечногорский р-н, п. Менделеево,
Льяловское шоссе, д. 1а, ООО «ЛСРМ»,

WWW: <http://www.lsrn.ru>

- Даниленко Владимир Николаевич, E-mail danilenko@lsrn.ru
- Ковальский Евгений Анатольевич, E-mail kovalsky@lsrn.ru
- Федоровский Сергей Юрьевич, E-mail tadik@lsrn.ru
- Соловьева Светлана Леонидовна, E-mail sveta@lsrn.ru

тел./факс: +7 (495) 660-16-14

E-mail: lsrn@lsrn.ru