



**GAMMATECH**

# SpectrumHero

## Руководство пользователя программного обеспечения

Версия 0.3 руководства пользователя от 16 февраля 2022

Версия программного обеспечения 0.4.5



+7 (905) - 765 – 00 - 09



[sales@gammatech.pro](mailto:sales@gammatech.pro)



[www.gammatech.pro](http://www.gammatech.pro)

ООО «ГАММАТЕК»

117105, Москва, 1-й Нагатинский  
проезд 2/35БН, офис 19

Это руководство пользователя содержит конфиденциальную информацию, которая является собственностью ООО «Гамматек». Авторские права на это руководство пользователя принадлежат компании ООО «Гамматек», документ выдается только для тех целей, для которых он был предоставлен.

Данное руководство пользователя не должно воспроизводиться полностью или по частям или использоваться для тендера или в производственных целях, за исключением случаев, предусмотренных соглашением или письменным согласием ООО «Гамматек», и только при условии, что это уведомление включено в любое такое воспроизведение. Никакая информация о содержании или предмете этого документа или любой его части, прямо или косвенно вытекающая из него, не должна предоставляться в устной или письменной форме или сообщаться каким-либо образом какой-либо третьей стороне, являющейся отдельной фирмой или компанией, или любым ее сотрудником без предварительное согласие в письменной форме ООО «Гамматек».

Информация, содержащаяся здесь, была тщательно проверена и считается достоверной; однако ООО «Гамматек» не несет ответственность за неточности и оставляет за собой право изменять спецификации своих продуктов без уведомления.

Контактная информация

**ООО «Гамматек»**

Юридический/почтовый адрес:

117105, Российская Федерация, город Москва, 1-й Нагатинский проезд дом 2 строение 2 пом. II комн. 5

Фактический адрес:

117105, Российская Федерация, город Москва, 1-й Нагатинский проезд 2 строение 36БН, офис 3

Сайт: <https://gammatech.pro/>

E-mail: [sales@gammatech.pro](mailto:sales@gammatech.pro)

Телефон: +7 (905) – 765 – 00 – 09

## Содержание

1	Изменение версий программного обеспечения .....	7
2	Введение .....	7
3	Настройки программного обеспечения .....	8
3.1	Общие настройки .....	8
3.2	Настройки отображения .....	9
3.3	Настройки библиотек .....	10
3.4	Настройки автоматического поиска пиков.....	11
3.5	Настройки параметров анализатора .....	12
3.5.1	Анализаторы Gammatech.....	12
3.5.2	Анализаторы H3D и H3D API .....	13
3.5.3	Эмулятор анализатора .....	15
3.6	Настройки обработки спектра .....	15
3.7	Настройки идентификации .....	16
3.8	Настройки расчёта активности .....	18
4	Основные функциональные возможности программы .....	20
4.1	Проведение измерения .....	20
4.1.1	Работа с анализатором .....	20
4.1.2	Работа с эмулятором .....	23
4.2	Работа со спектром.....	24
4.2.1	Упорядочивание окон .....	24
4.2.2	Параметры спектра .....	24
4.2.3	Выделение / удаление пиков .....	24
4.2.4	Контекстное меню правой кнопки мыши.....	25
4.2.5	Информация о пиках .....	26
4.2.6	Отношение пик/комpton .....	27
4.3	Калибровка.....	28
4.3.1	Калибровка по энергии .....	28
4.3.2	Алгоритм открытия окна калибровки по энергии .....	31
4.3.3	Калибровка по ПШПВ .....	32
4.3.4	Алгоритм открытия окна калибровки по ПШПВ .....	34
4.3.5	Калибровка по форме пика .....	35
4.3.6	Калибровка по эффективности.....	37

4.4	Поиск пиков.....	39
4.4.1	Автоматический поиск пиков .....	40
4.4.2	Идентификация найденных пиков.....	40
4.4.3	Поиск пиков по линиям нуклидов из библиотеки.....	41
4.4.4	Продвинутый поиск пиков по линиям нуклидов из библиотеки.....	42
4.5	Расчёт активности .....	42
4.6	Сравнение спектров .....	44
4.7	Масштабирование спектров.....	45
4.8	Работа с фоном .....	45
5	Дополнительные возможности программы .....	47
5.1	Работа с библиотекой .....	47
5.1.1	Редактор библиотек .....	47
5.1.2	Пользовательская библиотека .....	52
5.2	Редактор паспортов.....	53
5.3	Работа с отчётами .....	55
5.4	Виджет иерархии спектров.....	59
5.5	График интегрального счета .....	60

## Список изображений

Рисунок 3.1 – Общие настройки.....	8
Рисунок 3.2 – Настройки отображения .....	9
Рисунок 3.3 – Отображение линий из библиотеки на спектре .....	10
Рисунок 3.4 – Настройки библиотек .....	10
Рисунок 3.5 – Настройки автоматического поиска пиков.....	11
Рисунок 3.6 – а) Окно добавленных анализаторов, б) Окно добавления анализаторов .....	12
Рисунок 3.8 – Настройки анализатор Gammatech .....	13
Рисунок 3.9 – Настройки анализатора H3D.....	14
Рисунок 3.10 – Настройки анализатора H3D API .....	14
Рисунок 3.11 – Настройки эмулятора анализатора.....	15
Рисунок 3.12 – Настройки обработки спектра .....	16
Рисунок 3.13 – Настройки идентификации .....	17
Рисунок 3.14 – Настройки расчёта активности .....	18
Рисунок 4.1 – Открытие окна анализатора .....	20
Рисунок 4.2 – Настройки времени измерений .....	20
Рисунок 4.3 – Настройки циклических измерений .....	21
Рисунок 4.4 – Дополнительные параметры времени измерений.....	22
Рисунок 4.5 – Статус анализатора .....	22
Рисунок 4.6 – Показ установленного времени измерения.....	23
Рисунок 4.7 – Количество измерений в цикле.....	23
Рисунок 4.8 – Эмулятор анализатора в настройках .....	23
Рисунок 4.9 – Окно параметров спектра .....	24
Рисунок 4.10 – Выделенный пик.....	25
Рисунок 4.11 – Контекстное меню правой кнопки мыши.....	26
Рисунок 4.12 – Информация о пиках .....	27
Рисунок 4.13 – Отношение Пик-Комптон.....	27
Рисунок 4.14 – Окно калибровки по энергии .....	28
Рисунок 4.15 – Окно ручной калибровки .....	30
Рисунок 4.16 – Применение калибровки по энергии к спектру.....	30
Рисунок 4.17 – Сохранение калибровки по энергии по умолчанию .....	31
Рисунок 4.18 – Окно калибровки по ПШПВ.....	32
Рисунок 4.19 – Применение калибровки по ПШПВ к спектру.....	33
Рисунок 4.20– Сохранение калибровки по ПШПВ по умолчанию .....	34
Рисунок 4.21 – Окно калибровки по форме пика .....	35
Рисунок 4.22 – Окно калибровки по эффективности .....	37

Рисунок 4.23 – Окно ввода активности источника .....	38
Рисунок 4.24 – Применение калибровки по эффективности к спектру.....	39
Рисунок 4.25 – Отмена применения калибровки по эффективности .....	39
Рисунок 4.26 – Меню поиска пиков.....	40
Рисунок 4.27 – Контекстное меню в окне библиотеки нуклидов .....	41
Рисунок 4.28 – Окно пиков, площадь которых построена неправильно при продвинутом поиске.....	42
Рисунок 4.29 – Окно расчёта активности .....	43
Рисунок 4.30 – Окно сохранения информации об активности в паспорт .....	43
Рисунок 4.31 – Окно сравнения спектров .....	44
Рисунок 4.32 – Окно сравнения спектров .....	45
Рисунок 4.33 – Окно масштабирования спектра .....	45
Рисунок 4.34 – Выбор фона .....	46
Рисунок 4.35 – Предупреждение о невозможности вычесть фон .....	46
Рисунок 5.1 – Окно редактора библиотек.....	47
Рисунок 5.2 – Предупреждение при изменении адреса библиотеки по умолчанию .....	49
Рисунок 5.3 – Редактор пользовательских мастер-библиотек.....	49
Рисунок 5.4 – Выбор пользовательской мастер-библиотеки.....	50
Рисунок 5.5 – Окно карточки нуклида (вкладка «Линии»).....	50
Рисунок 5.6 – Окно карточки нуклида (вкладка "Дерево нуклидов") .....	51
Рисунок 5.7 – Окно пересчёта активности .....	51
Рисунок 5.8 – Контекстное меню перехода на родителей выбранного нуклида.....	52
Рисунок 5.9 – Окна добавления / изменения нуклида / линии .....	52
Рисунок 5.10 – Окно пользовательской библиотеки нуклидов .....	53
Рисунок 5.11 – Окно редактора паспортов .....	54
Рисунок 5.12 – Окно добавления источника в паспорт .....	54
Рисунок 5.13 – Окно добавления нуклида в паспорт.....	55
Рисунок 5.14 – Окно редактора отчётов.....	55
Рисунок 5.15 – Окно настроек модулей .....	56
Рисунок 5.16 – Окно настроек модуля спектра .....	57
Рисунок 5.17 – Окно настроек модуля изображений .....	58
Рисунок 5.18 – Окно настроек модуля паспортов .....	58
Рисунок 5.19 – Виджет иерархии спектров.....	59
Рисунок 5.20 – Окно графика интегрального счёта.....	60

## 1 Изменение версий программного обеспечения

Версия программного обеспечения	Дата	Изменения
0.1	10.12.2020	Первая версия руководства пользователя
0.2	29.12.2021	Обновлено программное обеспечение до версии 0.4. Описание новых функций, появившихся в версии 0.4. Исправление опечаток и ошибок.
0.3	16.02.2022	Обновлено программное обеспечение до версии 0.4.5. Добавление описания работы с несколькими анализаторами. Добавление описания статуса анализатора и времени измерения. Описание и исправление второстепенных изменений. Исправление опечаток и ошибок.

## 2 Введение

В данном руководстве пользователя описаны основные функции и принцип работы с программным обеспечением **SpectrumHero**.

Программное обеспечение **SpectrumHero** предназначено для работы со спектрометрами для измерения гамма-излучения: настройка параметров сбора данных, набор спектра и его сохранение; для обработки спектров наиболее распространенных форматов: поиск пиков, калибровка по энергии, калибровка по ПШПВ, калибровка по эффективности, калибровка по форме пика, расчет активности; для создания пользовательских библиотек нуклидов на основе различных источников данных; для создания паспортов радионуклидных источников; для создания отчетов.

Для использования всех функций программного обеспечения требуется лицензия, которая установлена на физический ключ. Без данной лицензии функционал программы будет ограничен. Также лицензия может быть ограничена по функционалу. Проверить какой функционал доступен пользователю можно пройдя по пути «Справка» → «О программе».

Данной руководство пользователя доступно по пути «Справка» → «Руководство пользователя» (откроется pdf-файл с помощью внешней программы).

### 3 Настройки программного обеспечения

В данном разделе описаны настройки программного обеспечения **SpectrumHero**.

#### 3.1 Общие настройки

Общие настройки расположены по пути: «Инструменты» → «Настройки» → вкладка «Общие настройки».

В данной вкладке можно указать «Формат сохранения файлов спектра» (см. Рисунок 3.1): необходимо выбрать с помощью маркера, сохранять в том же формате, в каком и открыт спектр или всегда сохранять в определенном формате, который выбран пользователем с помощью выпадающего списка.

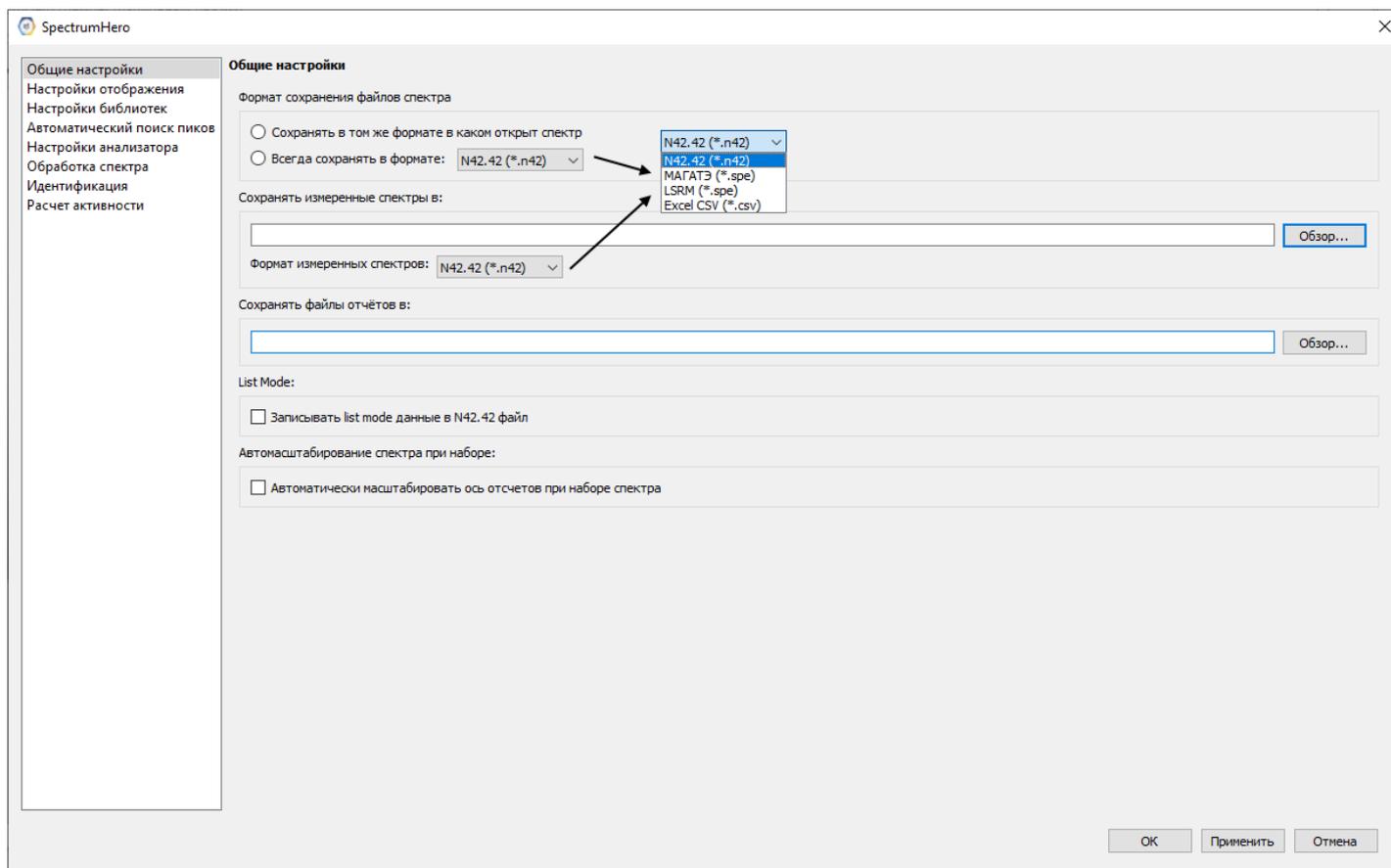


Рисунок 3.1 – Общие настройки

Выбрать куда «Сохранять измеренные спектры»: необходимо прописать путь или выбрать папку с помощью кнопки «Обзор», в которой будут создаваться файл спектров, после запуска измерений. Сохранить спектр после остановки необходимо будет с помощью «Сохранить спектр» в меню «Файл», тогда первоначально созданный спектр будет перезаписан на текущее состояние. И указать «Формат измеренных спектров», выбрав необходимый из списка представленных с помощью выпадающего списка.

Либо с помощью «Сохранить спектр как...», тогда пользователю самому необходимо будет указать куда и в каком формате сохранять спектр.

Возможные варианты форматов спектра, в которых можно сохранять спектры и которые могут быть открыты программное обеспечение: N42.42 (\*.n42), H3D (\*.spe), LSRM (\*.spe), Excel CSV (\*.csv).

Также в этой же вкладке настроек пользователь может указать куда «Сохранять файлы отчетов»: необходимо прописать путь или выбрать папку с помощью кнопки «Обзор», в которой будут сохраняться содержимое отчетов (изображения спектров, графики и т.п.) и шаблон отчета, по которому он был сгенерирован.

Пункт «List mode» переключает запись спектра с дискретного на режим списка с меткой времени. Для этого пользователю необходимо установить маркер на пункте «Записывать list mode данные в N42.42 файл».

Пункт «Автомасштабирование спектра при наборе» позволяет включить масштабирование спектра по оси Y в автоматическом режиме с помощью маркера на пункте «Автоматически масштабировать ось отсчетов при наборе спектра».

Для применения настроек нажмите «Ок» – это применит и сохранит настройки, и закроет окно настроек. «Применить» – применит и сохранит настройки без закрытия окна настроек. «Отмена» – закроет окно настроек и сохранит выбранные значения, но не применит их.

### 3.2 Настройки отображения

Настройки отображения расположены по пути: «Инструменты» → «Настройки» → вкладка «Настройки отображения».

В данной вкладке можно изменить «Стиль спектра»: линия, гистограмма, точки; отображение «Сетки»: включена по оси X и Y, только по оси X, только по оси Y, отключена.

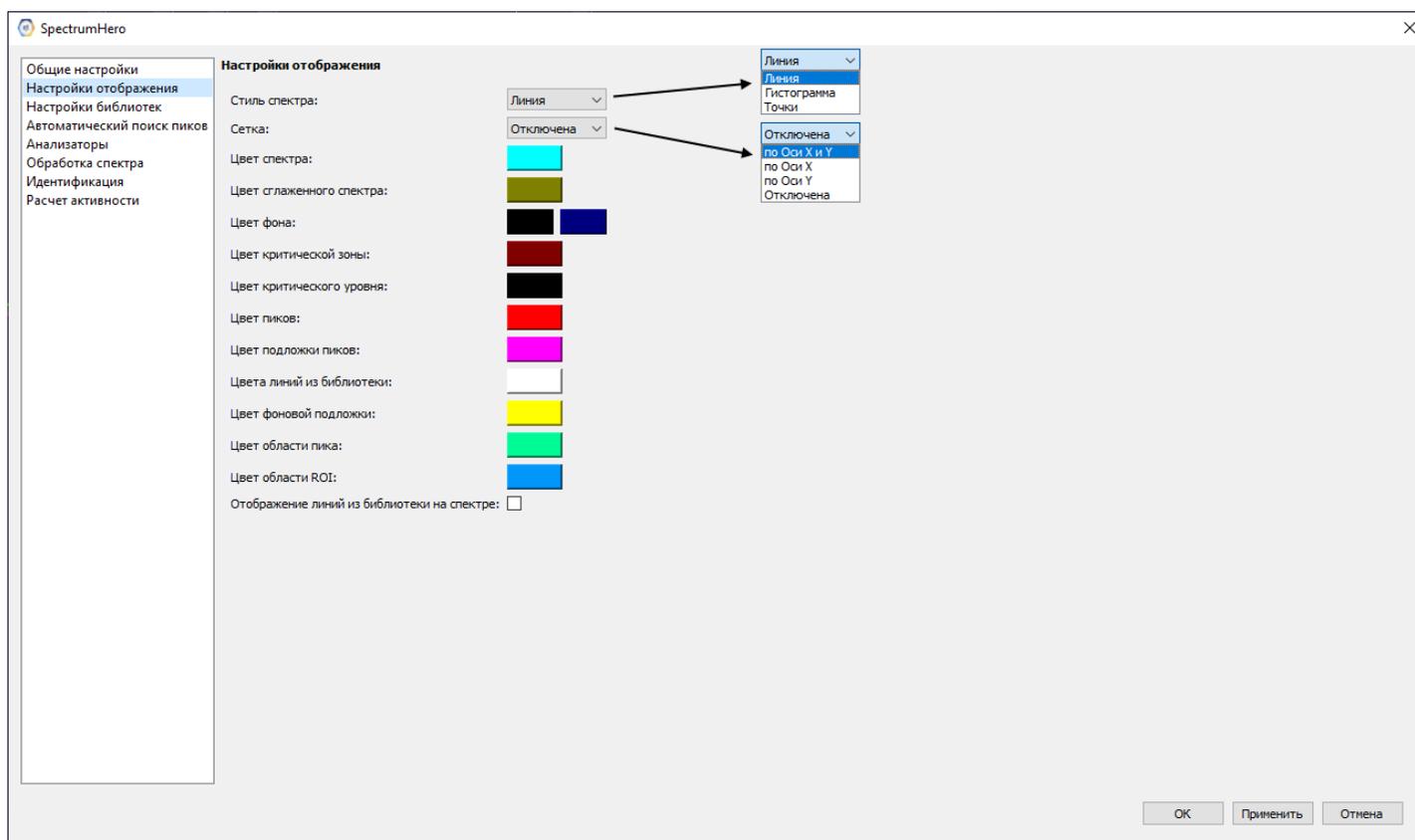


Рисунок 3.2 – Настройки отображения

Изменение цветов отображения различных элементов на спектре осуществляется с помощью двойного нажатия на цвете того пункта, который предназначен для отображения, в данной вкладке настроек.

С помощью маркера «Отображение линий из библиотеки на спектре» пользователь может отображать линии нуклидов из пользовательской библиотеки, установленной в программе (см. Рисунок 3.3), высота линий нормированная.

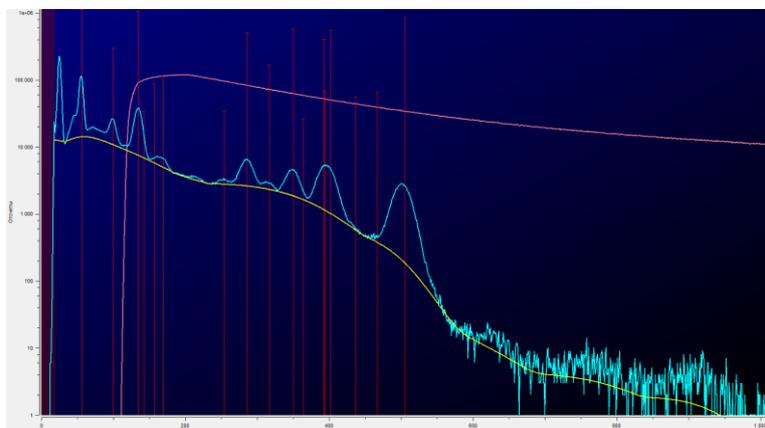


Рисунок 3.3 – Отображение линий из библиотеки на спектре

### 3.3 Настройки библиотек

Настройки библиотек расположены по пути: «Инструменты» → «Настройки» → вкладка «Настройки библиотек».

Пользователь может установить с помощью маркеров какие линии будут использоваться для фильтрации по умолчанию в поле «Линии для фильтрации по умолчанию» (см. Рисунок 3.4) – маркеры на этих линиях будут установлены по умолчанию в редакторе библиотек в поле фильтрации.

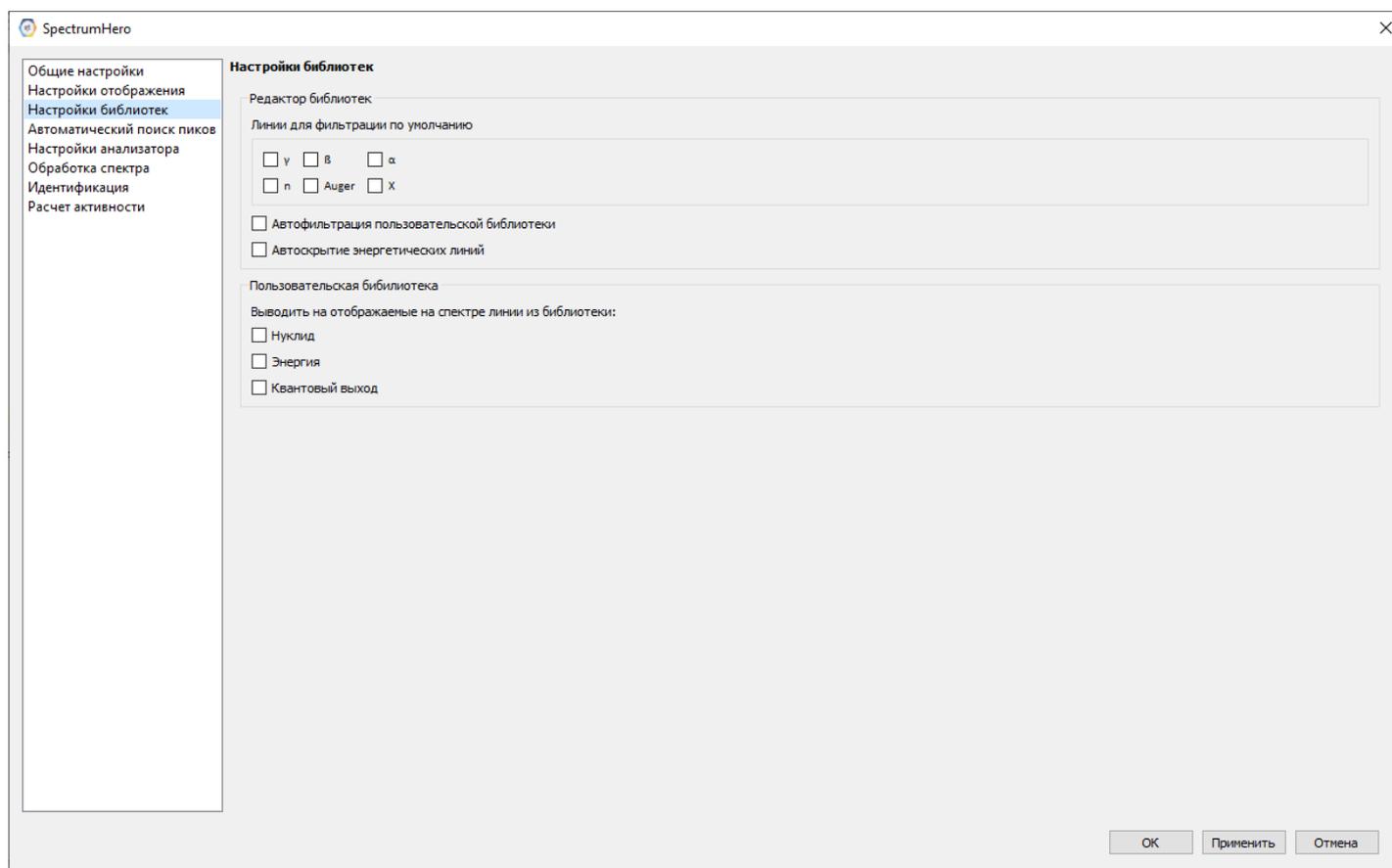


Рисунок 3.4 – Настройки библиотек

«Автофильтрация пользовательской библиотеки» – при установленном маркере, происходит автоматическая фильтрация энергетических линий при добавлении нуклида в библиотеку, по заданным пользователям фильтрам в редакторе библиотек. Также действует на открытие в редакторе уже созданной библиотеки. Если маркер не установлен, добавляются все линии, для их фильтрации необходимо нажать на кнопку «Фильтровать» в редакторе библиотек (см. Раздел 5.1.1).

«Автоскрытие энергетических линий» – при установленном маркере, линии, которые не проходят фильтрацию всегда скрыты. Их можно увидеть, нажав кнопку «Показать отфильтрованные линии» в редакторе библиотек. Если маркер не установлен, всегда видны все линии.

В пункте «Пользовательская библиотека» – «Выводить на отображаемые на спектре линии из библиотеки» с помощью маркеров можно включить показ «Нуклида», «Энергии» и «Квантового выхода» на отображаемых из пользовательской библиотеки линиях нуклидов.

### 3.4 Настройки автоматического поиска пиков

Настройки автоматического поиска пиков расположены по пути: «Инструменты» → «Настройки» → вкладка «Автоматический поиск пиков».

В данной вкладке расположены настройки автоматического поиска пиков, с помощью которых пользователь может изменять параметры поиска (см. Рисунок 3.5). Полная информация о данных настройка будет в следующих версиях данного руководства.

«Включить расчет фоновой подложки» – включает расчет фоновой подложки при обработке и наборе спектров.

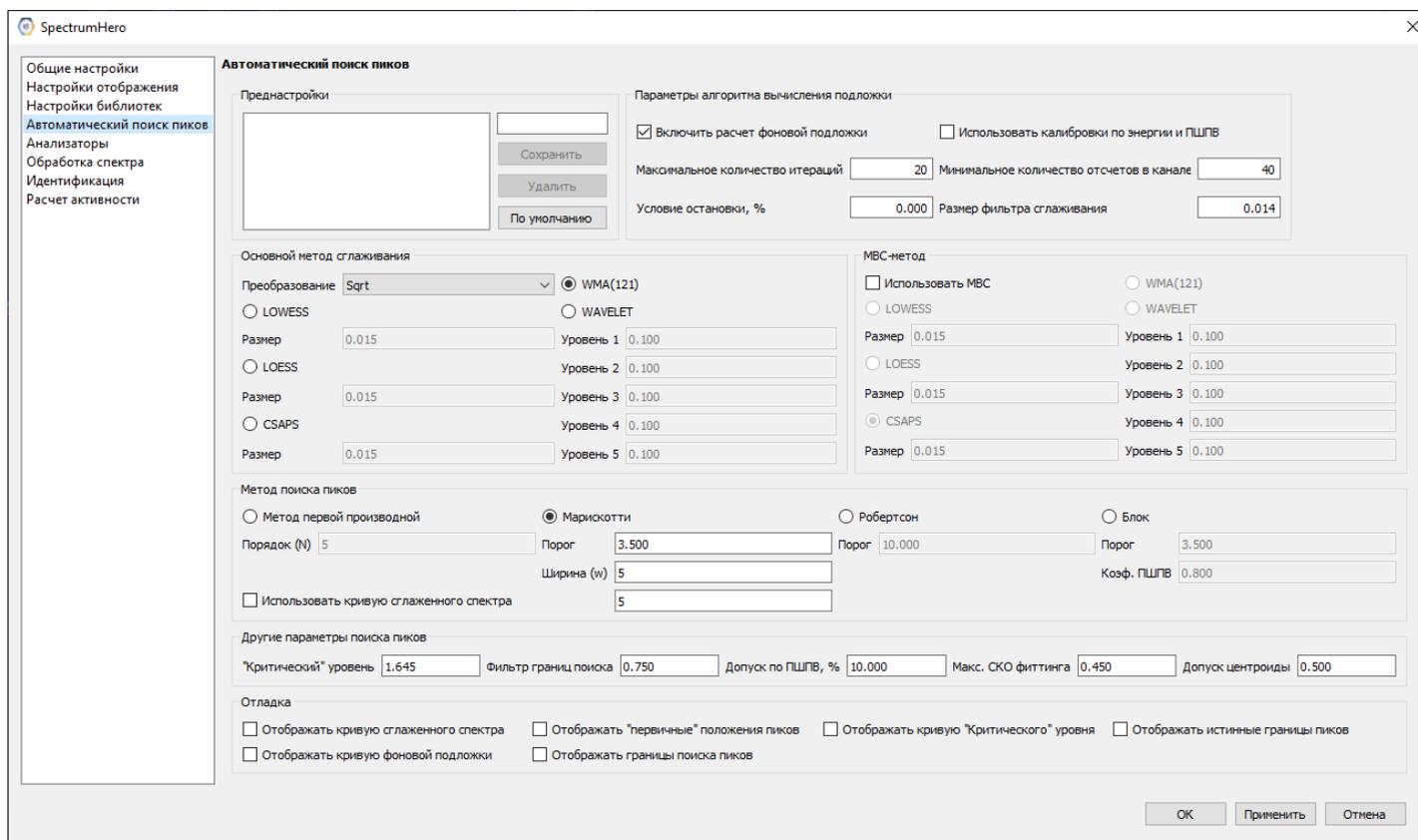


Рисунок 3.5 – Настройки автоматического поиска пиков

Обратите внимание, что отключение расчета фоновой подложки, приводит к невозможности автоматического поиска пиков.

### 3.5 Настройки параметров анализатора

Настройки параметров анализатора расположены по пути: «Инструменты» → «Настройки» → вкладка «Анализаторы».

В версии программного обеспечения 0.4.5 добавлена поддержка работы с несколькими анализаторами одновременно. Для того чтобы добавить анализатор пользователю необходимо нажать на кнопку с тремя точками справа от выпадающего списка «Анализатор». Откроется окно как показано на Рисунок 3.6, в котором пользователь может с помощью кнопки «Добавить» добавить анализатор. Откроется окно как показано на Рисунок 3.6, в котором необходимо ввести «Название» и выбрать «Тип» анализатора, после этого нажать «Ок», и анализатор появится в списке добавленных. Изменить уже добавленный анализатор можно с помощью кнопки «Редактировать». Для удаления анализатора из списка добавленных необходимо выбрать нужный и нажать кнопку «Удалить». Сохранить все сделанные манипуляции можно с помощью кнопки «Сохранить».

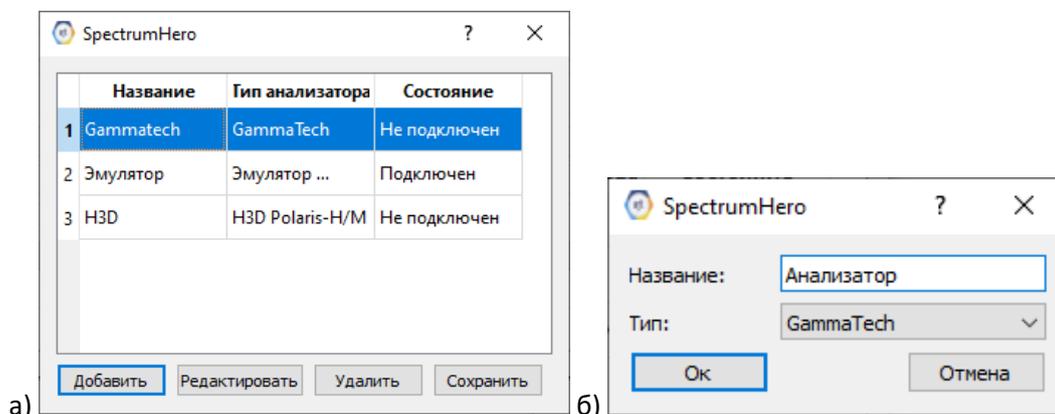


Рисунок 3.6 – а) Окно добавленных анализаторов, б) Окно добавления анализаторов

Чтобы изменить настройки анализатора, необходимо выбрать «Анализатор» из выпадающего списка. После выбора будут доступны необходимые для данного типа настройки.

Некоторые настройки для определенных типов анализаторов недоступны пока анализатор не подключен. Все анализаторы фирм-производителей, которые представлены в списке подключаются к программному обеспечению «plug and play».

#### 3.5.1 Анализаторы Gammatech

Настройки анализатора Gammatech представлены на Рисунок 3.7.

Обратите внимание, что «Матрица отклика» в данной версии программного обеспечения не поддерживается.

«Останавливать измерения до перехода по времени» – при установленном маркере, измерение будет останавливаться до превышения установленного живого или реального времени.

«Напряжение» – установка напряжения на анализаторе.

«Фронт (мкс)» – длительность переднего фронта импульса в микросекундах.

«Спад (мкс)» – длительность спада импульса в микросекундах.

- «Порог отсеечения шума» – верхний уровень отсекаемого шума.
- «Грубое усиление» – установка грубого усиления спектрометра.
- «Точное усиление» – установка точного усиления спектрометра с помощью введения значения в поле или ползунка.
- «Количество каналов» – выбор количества каналов спектрометра.
- «Получить текущие настройки» – загрузка сохраненных в спектрометре настроек.
- «Установить настройки» – применение установленных настроек и сохранение их в спектрометр.

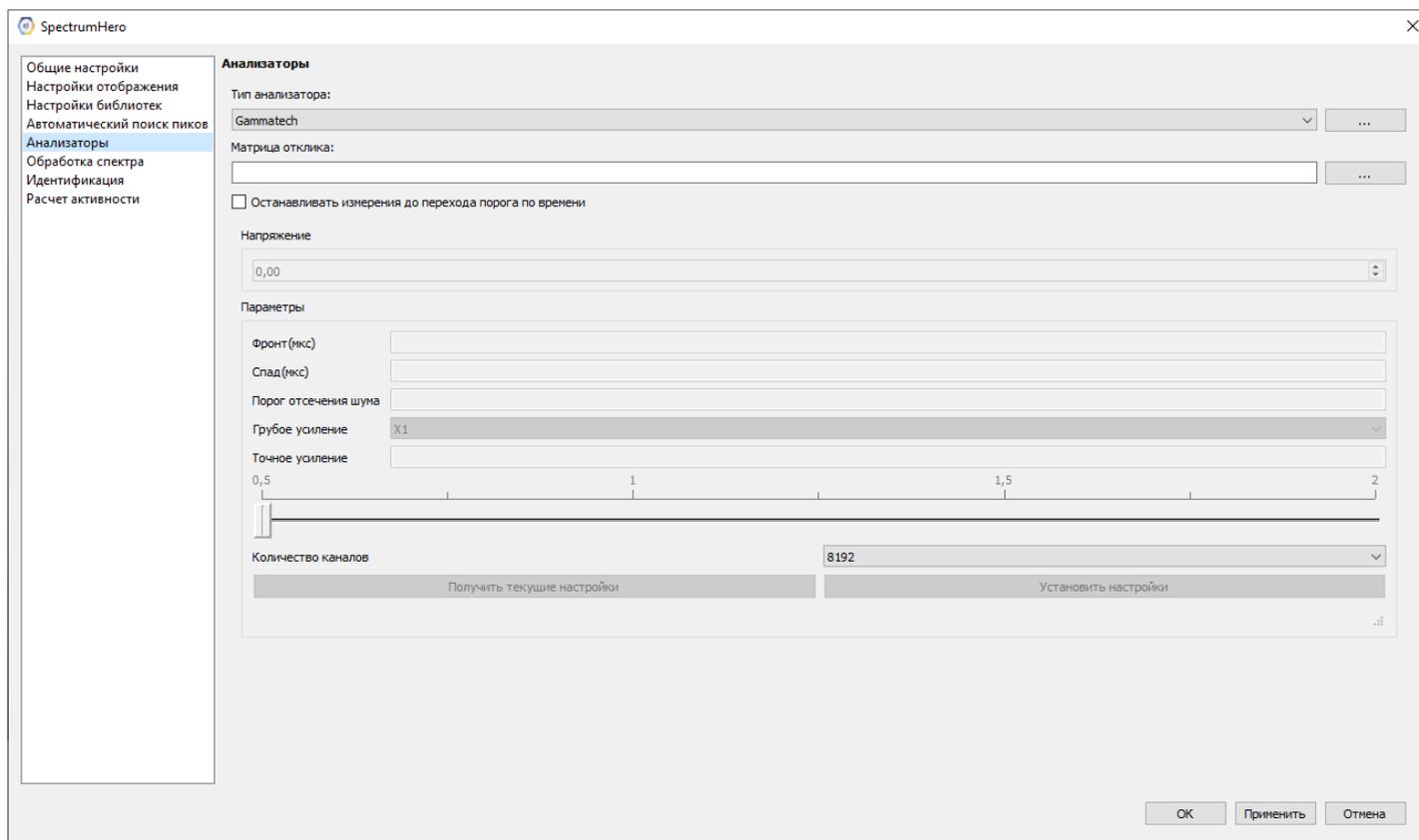


Рисунок 3.7 – Настройки анализатор Gammatech

### 3.5.2 Анализаторы H3D и H3D API

Настройки анализаторов H3D представлены на Рисунок 3.8 и Рисунок 3.9.

Для анализаторов фирмы H3D необходимо прописать IP-адрес в поле «IP анализатора». В зависимости от представленной у пользователя модели: для серии Nxx – 192.168.4.1, для серии Mxx – 192.168.3.10.

При выборе анализатора H3D API у пользователя появляется возможность выбора количества каналов анализатора.

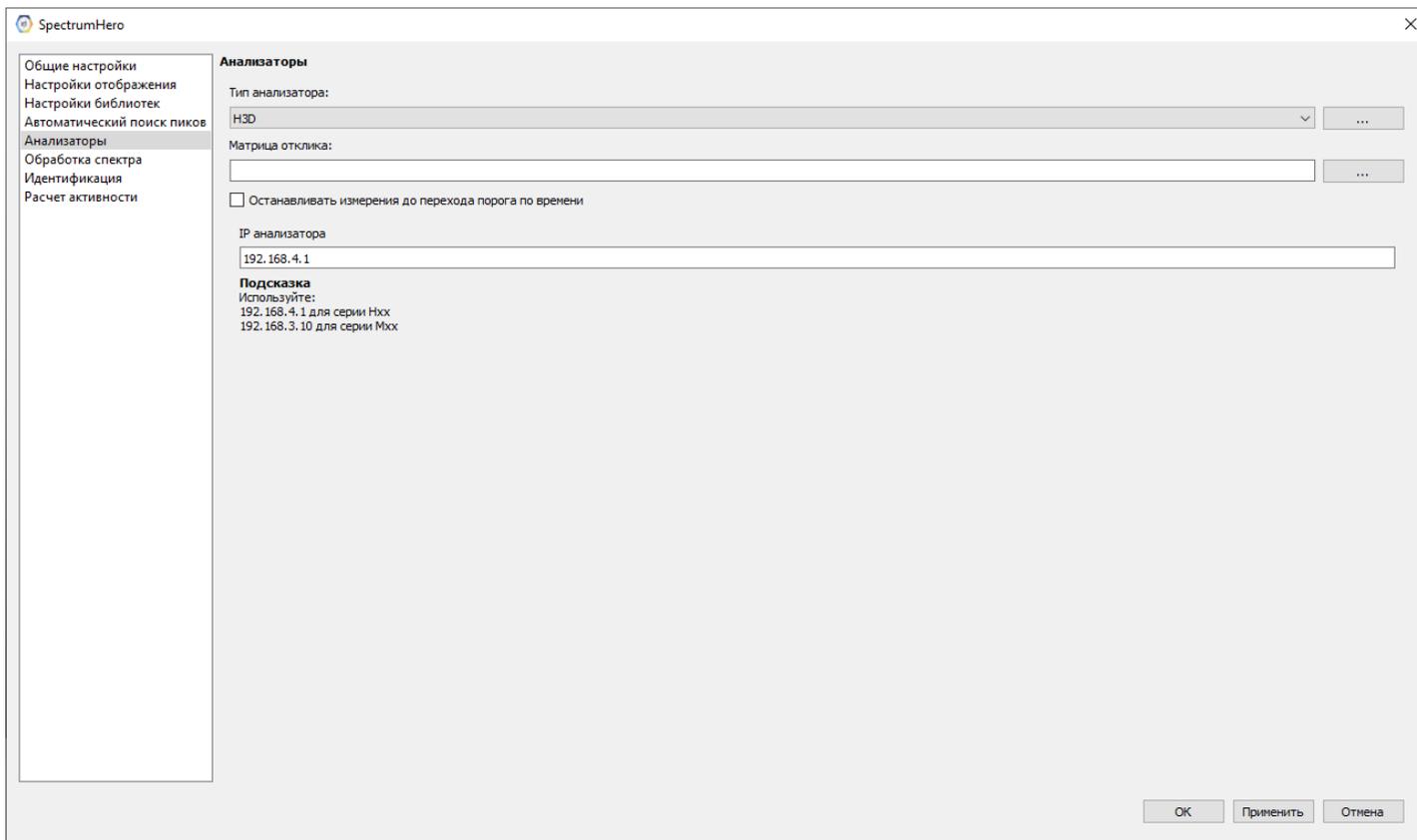


Рисунок 3.8 – Настройки анализатора H3D

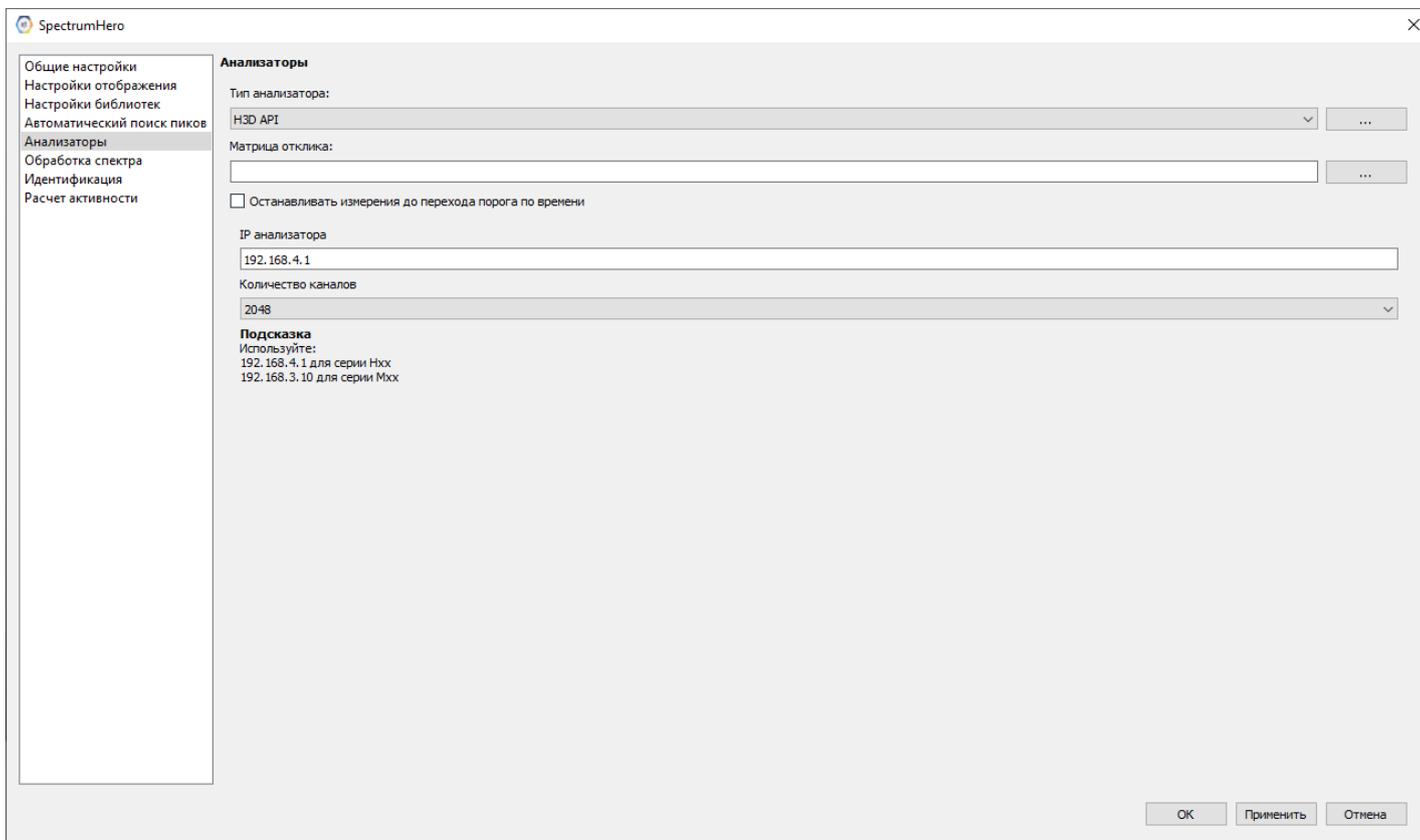


Рисунок 3.9 – Настройки анализатора H3D API

### 3.5.3 Эмулятор анализатора

В версии 0.4 программного обеспечения появился «Эмулятор анализатора», который можно выбрать в списке анализаторов. Эмулятор разработан на основе воспроизведения выбранного(-ых) пользователем спектра(-ов). В настройках эмулятора (см. Рисунок 3.10) пользователь может добавить необходимое количество спектров с помощью кнопки «Добавить» и выбрав спектр в проводнике с помощью кнопки «Обзор». В поле «Скорость счета» пользователь с помощью стрелок вверх-вниз или указывая необходимое значение задает интегральную мгновенную скорость счета для выбранного спектра. Удалить спектр из эмулируемых можно с помощью кнопки «Удалить», выбрав необходимый.

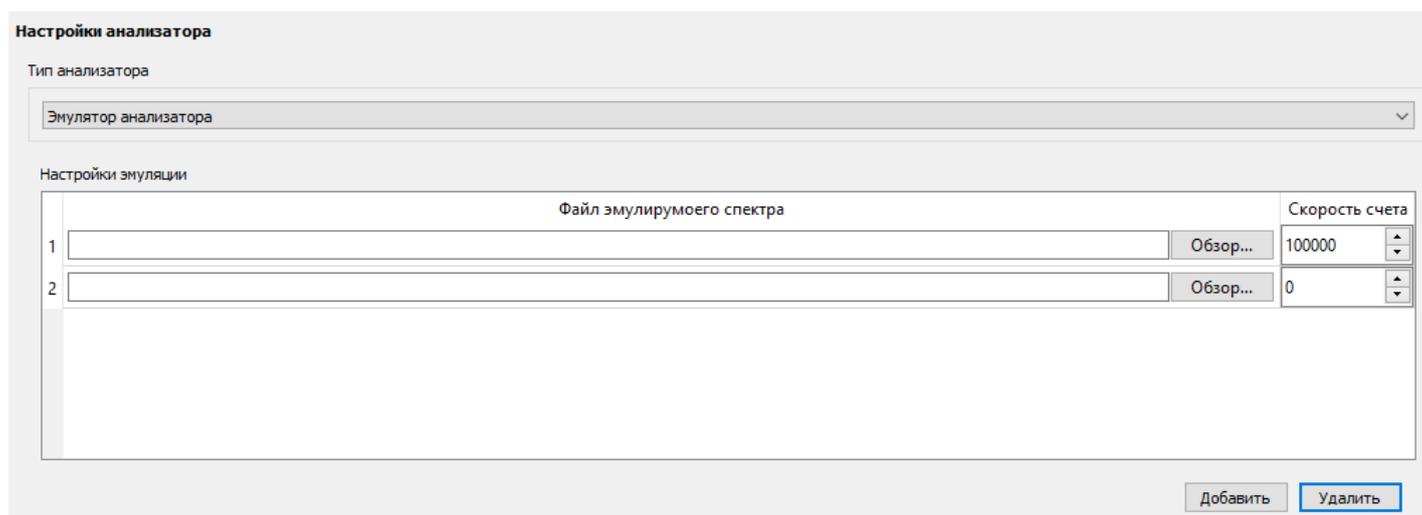


Рисунок 3.10 – Настройки эмулятора анализатора

## 3.6 Настройки обработки спектра

Настройки обработки спектра расположены по пути: «Инструменты» → «Настройки» → вкладка «Обработка спектра».

В данной вкладке настроек пользователь может указать, выбрав файлы (см. Рисунок 3.11):

- Файл калибровки по энергии по умолчанию.
- Файл калибровки по ПШПВ по умолчанию.
- Файл фона по умолчанию.
- Файл калибровки по эффективности по умолчанию.
- Файл калибровки по форме пика по умолчанию.

А также отметить маркерами, если это требуется:

- Границы обработки.

«Рассчитывать границы обработки автоматически» – при установленном маркере, границы обработки спектров будут автоматически рассчитаны программой. Либо пользователь может самостоятельно установить «Начальный канал обработки» и «Конечный канал обработки» с помощью соответствующих полей.

- ROI
  - «Автоматически строить ROI при открытии файла спектра» – при установленном маркере, при открытии спектра загружаются сохраненная в спектре информация о ROI. Запись информации о ROI в файл спектра происходит при сохранении спектра с помощью команд «Сохранить спектр» и «Сохранить спектр как...».

- «Использовать сглаженный спектр при выделении пиков» – при выделении (не при поиске) пиков используется сглаженный спектр
- «Использовать метод «фиттинга» при выделении пиков» – при выделении пиков используется метод фиттинга.
- «Максимальное количество пиков в пределах границ ROI при выделении» – при выделении области интереса, если алгоритм находит в ней пики, то строятся пики. Данное значение устанавливает максимальное количество пиков, которое может быть построено алгоритмом.
- «Границы пиков в автоматическом режиме, единицы ПШПВ относительно центроиды» – максимальная удаленность границ пиков от центроиды в единицах ПШПВ.
- «После применения энергетической калибровки переводить спектр в шкалу “Энергия”» – при установленном маркере, после того как будет произведена калибровка по энергии, шкала оси X будет автоматически переведена в кэВ, вместо каналов.
- «Автоматически применять калибровки по умолчанию к открываемому спектру» – если в данной вкладке указаны пути до файлов калибровок по умолчанию, при открытии эти калибровки будут автоматически применены к спектру.
- «Автоматическое вычитание фона при установке его по умолчанию» – при установленном маркере, если в настройках установлен файл фона по умолчанию, то при открытии или наборе спектра фон будет вычитаться автоматически, иначе см. Раздел 4.8.

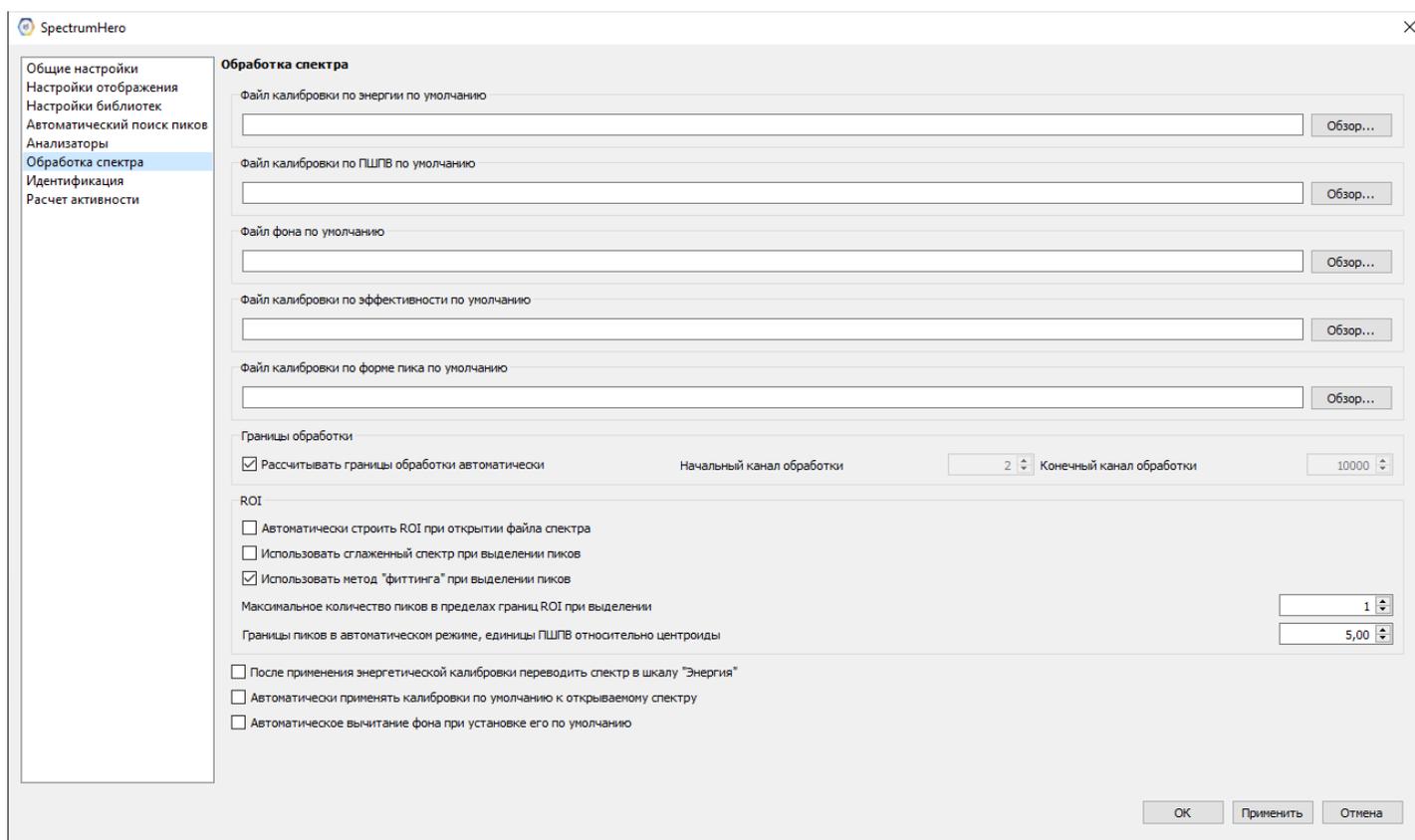


Рисунок 3.11 – Настройки обработки спектра

### 3.7 Настройки идентификации

Настройки идентификации расположены по пути: «Инструменты» → «Настройки» → вкладка «Идентификация».

В данной вкладке пользователь может изменить следующие настройки (см. Рисунок 3.12):

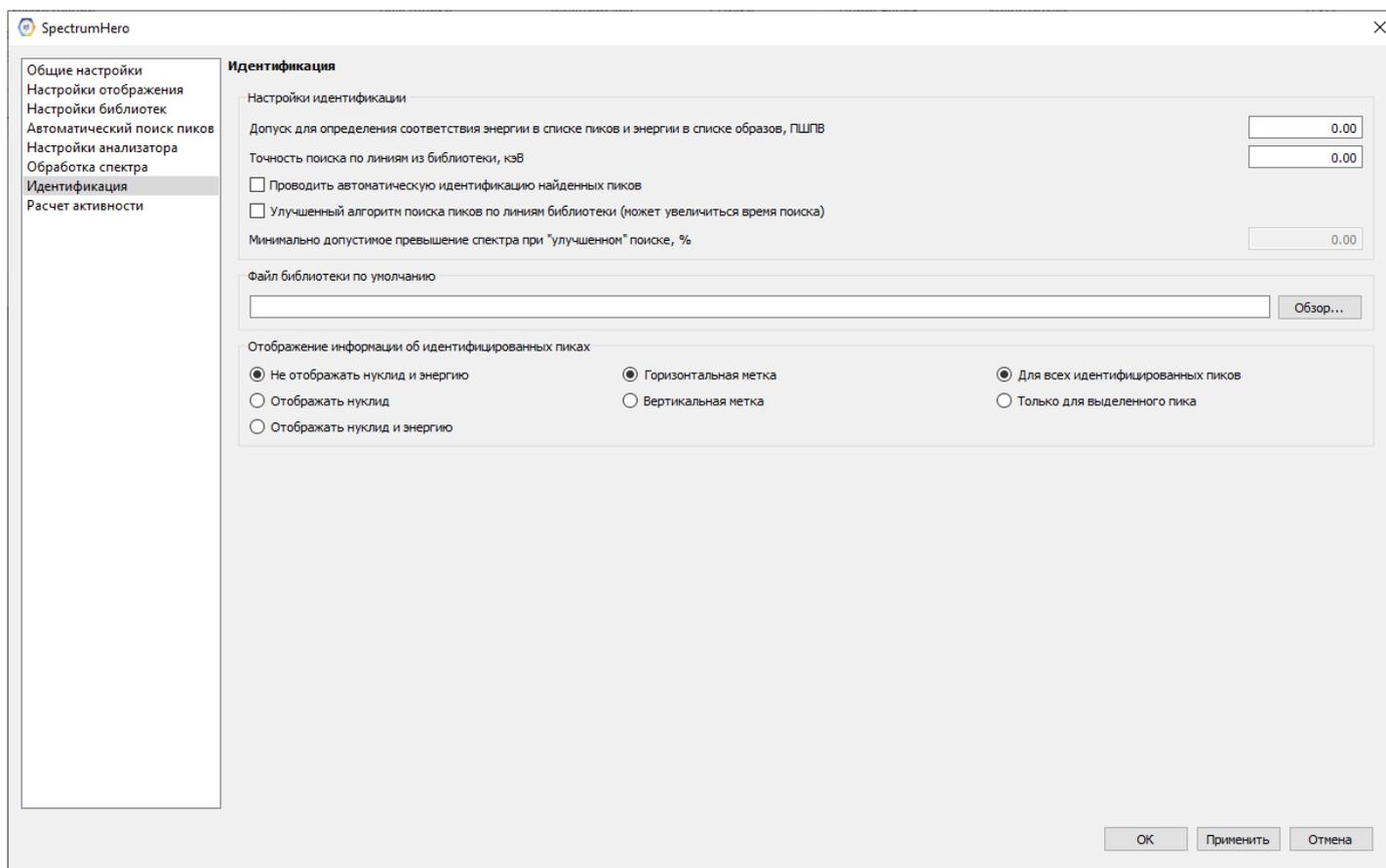


Рисунок 3.12 – Настройки идентификации

«Допуск для определения соответствия энергии в списке пиков и энергии в списке образов, ПШПВ» – пользователь может установить допуск соответствия энергии линии из списка пиков и списка образов при калибровке по форме пика в единицах ПШПВ (см. Раздел 4.3.5).

«Точность поиска по линиям из библиотеки, кэВ» – пользователь может установить допуск соответствия энергий линий из пользовательской библиотеки и энергий найденных на спектре пиков при поиске по линиям из библиотеки (см. Раздел 4.4.3).

«Проводить автоматическую идентификацию найденных пиков» – при установленном маркере, при автоматическом поиске пиков производится автоматическая идентификация найденных пиков.

«Улучшенный алгоритм поиска пиков по линиям библиотеки (может увеличить время поиска)» – при установленном маркере, используется алгоритм матричного поиска пиков по линиям нуклидов, которые присутствуют в библиотеке (см. Раздел 4.4.4).

«Минимально допустимое превышение спектра при “улучшенном” поиске, %» – при улучшенном поиске пиков, алгоритм подстраивает спектр, на основе найденных пиков, к спектру, который рассматривается. Данный пункт устанавливает максимальное отклонение «модельного» спектра от рассматриваемого.

«Файл библиотеки по умолчанию» – выбор файла пользовательской библиотеки по умолчанию.

«Отображение информации об идентифицированных пиках»:

- Выбор информации для отображения на спектре:
  - «Не отображать нуклид и энергию».
  - «Отображать нуклид».

- «Отображать энергию».
- **Позиционирование:**
  - «Горизонтальная метка».
  - «Вертикальная метка».
- **Выбор для каких пиков отображать данную информацию:**
  - «Для всех идентифицированных пиков»
  - «Только для выделенных пиков»

### 3.8 Настройки расчёта активности

Настройки расчёта активности расположены по пути: «Инструменты» → «Настройки» → вкладка «Расчет активности».

В данной вкладке пользователь может настроить (см. Рисунок 3.13):

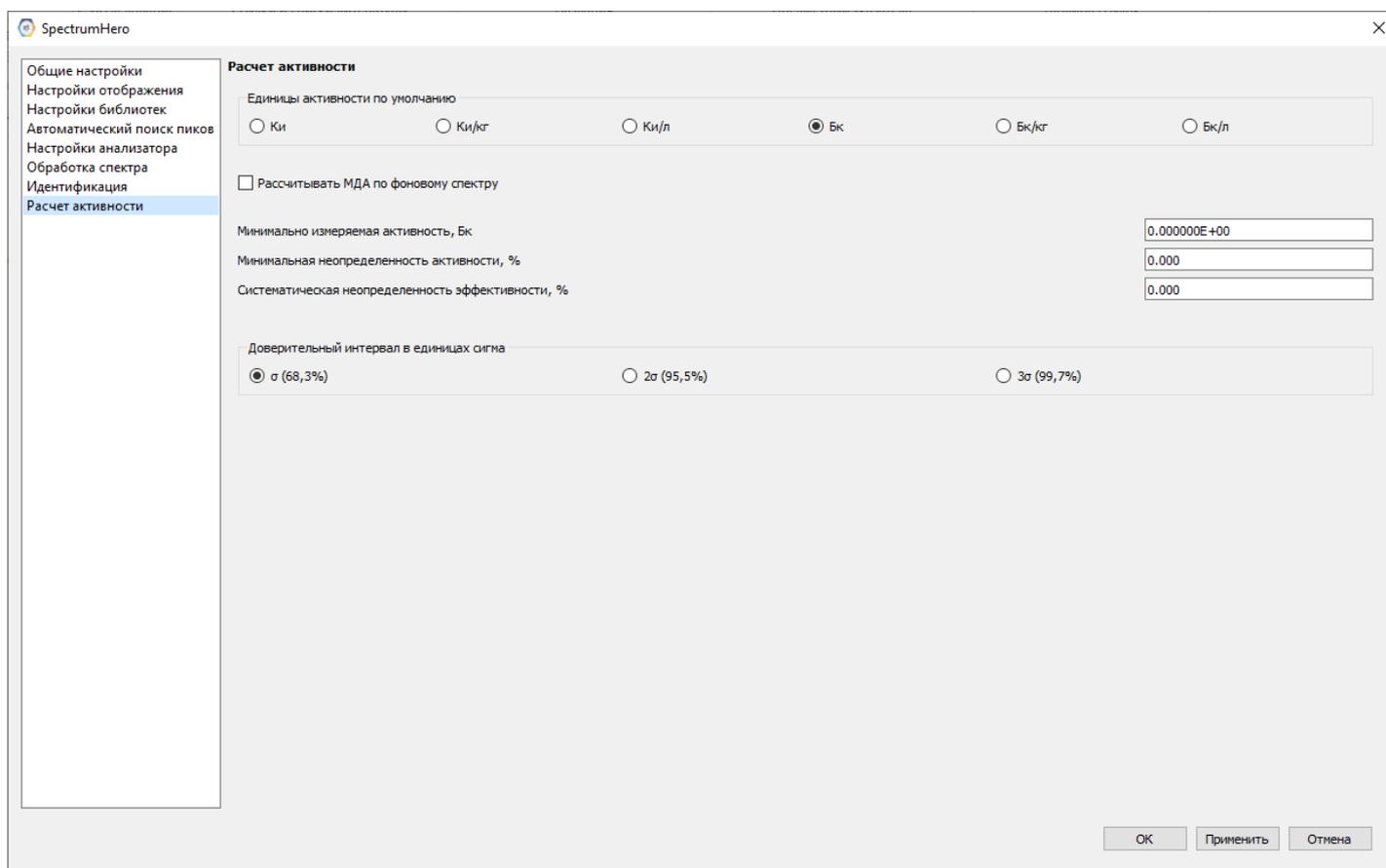


Рисунок 3.13 – Настройки расчёта активности

- «Единицы активности по умолчанию» – единицы активности, которые будут установлены по умолчанию в окне калибровки по эффективности и расчета активности.
- «Рассчитывать МДА по фоновому спектру» – при установленном маркере, расчёт МДА будет производиться по фоновому спектру.
- «Минимально измеряемая активность» – если вычисленное значение минимальной измеряемой активности меньше введенной величины, последняя будет использована в качестве результата расчета. При изменении единиц отличных от Беккерель, в окне активности данное значение пересчитывается.
- «Минимальная неопределённость активности» – если вычисленное значение неопределенности активности меньше введенной величины, последняя будет использована в качестве результата расчета.

- «Систематическая неопределённость активности» – введенное значение будет прибавляться к рассчитанной неопределенности активности. Систематическая неопределенность эффективности позволяет учесть влияние дополнительных факторов на результаты расчета, не учтенных программным способом.
- «Доверительный интервал в единицах сигма» – доверительный интервал для расчёта активности.

## 4 Основные функциональные возможности программы

В данном разделе описаны возможности, которые предоставляет программное обеспечение SpectrumHero, в области обработки спектров гамма-излучения.

### 4.1 Проведение измерения

#### 4.1.1 Работа с анализатором

Чтобы открыть окно анализатора необходимо выбрать в меню «Анализатор» → «Открыть» (см. Рисунок 4.1). Пользователь может произвести настройку анализатора либо по пути «Анализатор» → «Настройки», либо по пути «Инструменты» → «Настройки» → вкладка «Настройки анализатора» (см. Раздел 0).

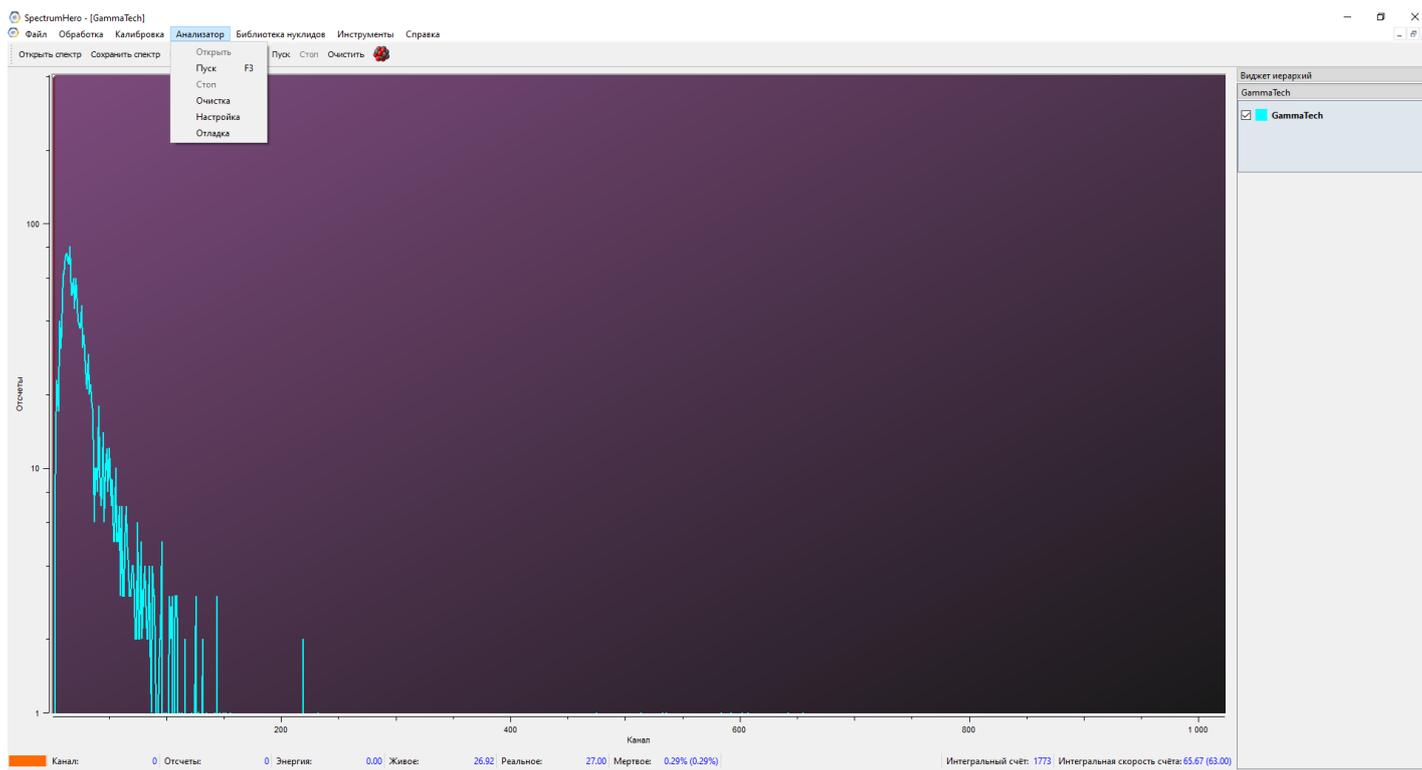


Рисунок 4.1 – Открытие окна анализатора

Чтобы начать набор спектра необходимо выбрать пункт «Пуск» в меню «Анализатор» либо на панель быстрого доступа, откроется окно «Настройки измерения» (см. Рисунок 4.2), в котором пользователь может выбрать настройки времени измерения из следующих пунктов:

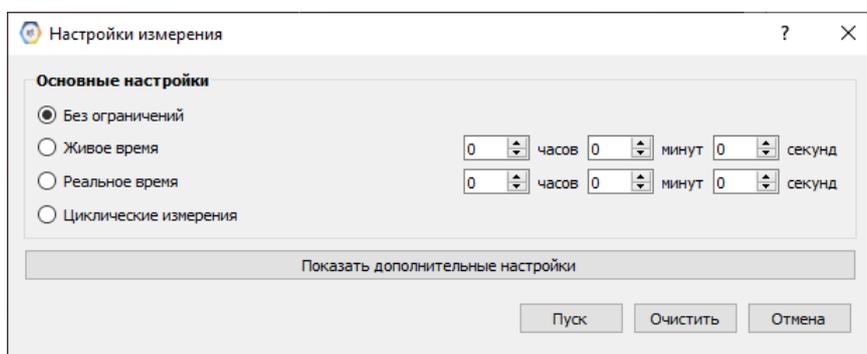


Рисунок 4.2 – Настройки времени измерений

- «Без ограничения» – измерение можно будет оставить только с помощью кнопки «Стоп», если не установлены никакие другие дополнительные параметры измерения.
- «Живое время» – остановка измерения по живому времени.
- «Реальное время» – остановка измерения по реальному времени.
- «Циклические измерения» – при выборе данного пункта, в окне появится дополнительная секция «Настройки циклических измерений» (см. Рисунок 4.3).

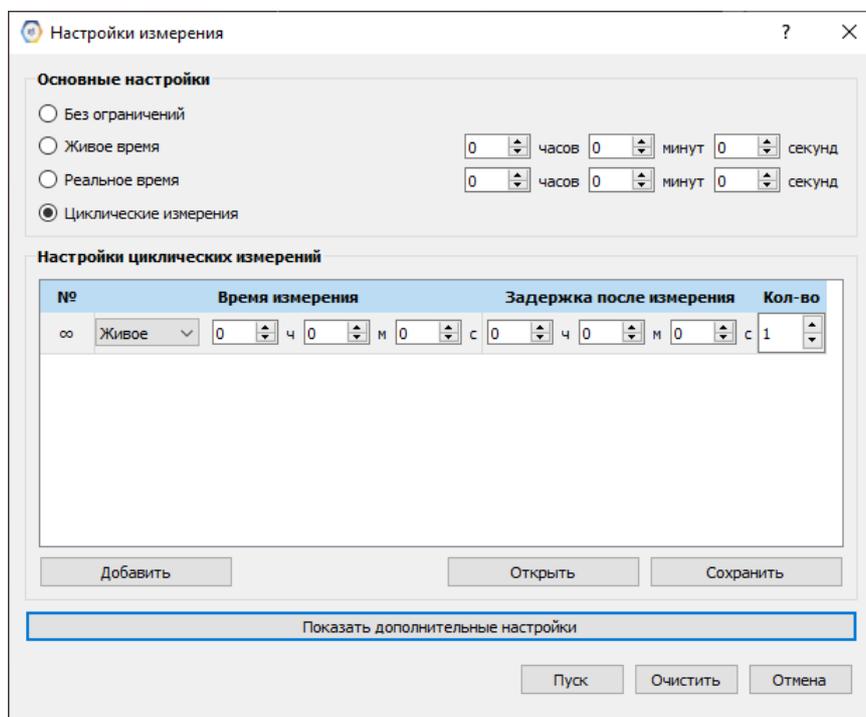


Рисунок 4.3 – Настройки циклических измерений

В данном окне пользователь может настроить циклические измерения, задав следующие параметры:

- «№» – порядковый номер измерения, если не добавлены дополнительные измерения, то будет указан знак бесконечности «∞».
- «Время измерения» – с помощью выпадающего списка пользователь может выбрать живое или реальное время измерения и задать продолжительность с помощью соответствующих полей.
- «Задержка после измерения» – с помощью соответствующих полей пользователь может задать требуемую задержку после измерения.
- «Кол-во» – количество повторов для выбранного измерения.

Если в графе «№» отображается знак «∞», то все измерения будут с одинаковыми параметрами продолжительности и задержки после измерения, их количество регулируется с помощью графы «Кол-во». Для того чтобы задать последовательность измерений с разными параметрами, пользователь с помощью кнопки «Добавить» может добавить измерения и указать их параметры. С помощью кнопки «Сохранить» пользователь может сохранить отображаемые в окне циклические измерения в файл, а с помощью кнопки «Открыть» загрузить ранее сохраненную в файл последовательность. Чтобы удалить измерение необходимо выбрать требуемое удаление измерение и через контекстное меню правой кнопки мыши нажать «Удалить».

С помощью кнопки «Показать дополнительные настройки» открывается секция, в котором пользователь может установить дополнительные параметры остановки измерений (см. Рисунок 4.4).

- «Мертвое время» – при достижении установленного процента мёртвого времени, измерение остановится.

- «Дата и время окончания» – в установленную дату и время измерение остановится.
- «Интегральный счет, имп. (не более)» – при достижении установленного интегрального счета измерение остановится.
- «Интегральная скорость счета, имп./с (не более)» – при достижении установленной интегральной скорости счета измерение остановится.
- «Счет в области», имп. – при достижении установленного счета в указанном интервале каналов измерение остановится.
- «Задержка перед первым измерением» – при установленном маркере, перед началом измерения будет задержка на установленное время.

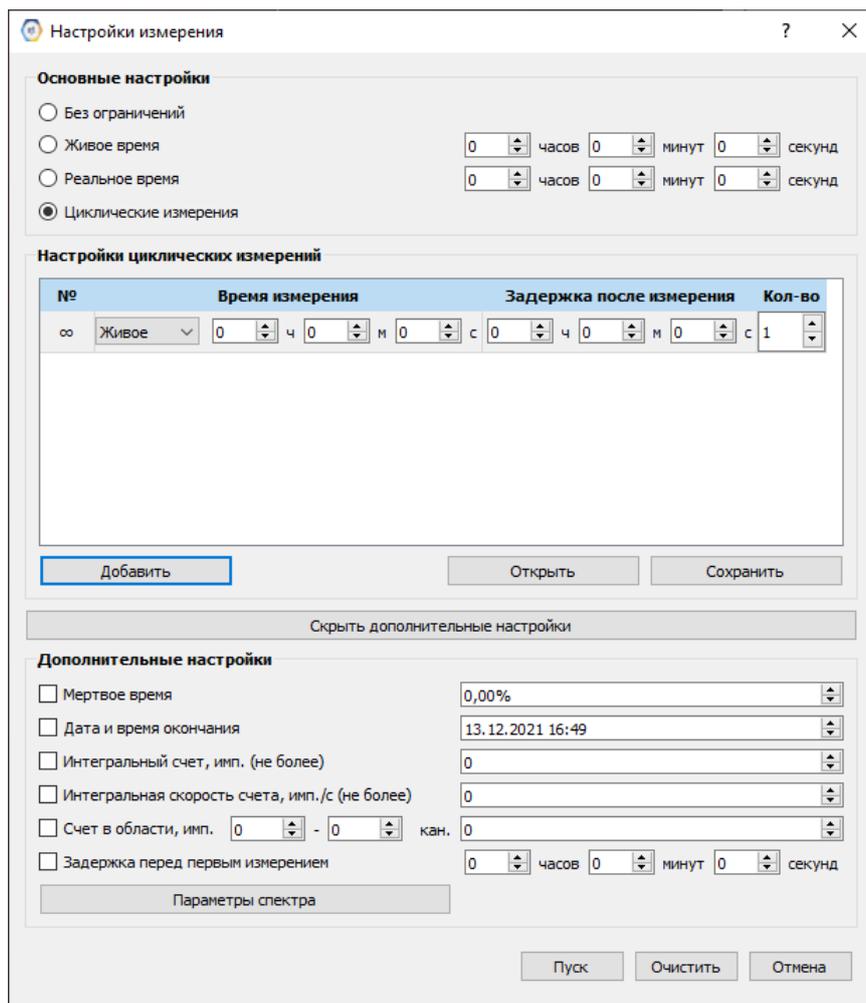


Рисунок 4.4 – Дополнительные параметры времени измерений

Для того чтобы запустить измерение с выбранными параметрами, необходимо нажать кнопку «Пуск», при этом в левой нижней части экрана отображается статус работы анализатора: «зеленый» – идет сбор данных, «желтый» – сбор данных приостановлен (см. Рисунок 4.5). Кнопка «Очистить» сбрасывает все выбранные пункты, но не их значения. Кнопка «Параметры спектра» открывает окно параметров спектра.



Рисунок 4.5 – Статус анализатора

После запуска измерения в статус-баре в нижней части программного обеспечения появится отображение времени измерения. В скобках зеленым цветом будет указано по какому именно времени установлена остановка измерения (см. Рисунок 4.6).

Реальное:	26.00	Живое:	25.89 (3600.00)	Мертвое:	0.43% (0.65%)
Реальное:	9.00 (3600.00)	Живое:	8.96	Мертвое:	0.49% (0.07%)

Рисунок 4.6 – Показ установленного времени измерения

Если установлено циклическое измерение то, в левом нижнем углу программного обеспечения в иконке статуса анализатора будет отображено «а»/«б», где «а» – номер текущего измерения в цикле, «б» – общее количество измерений в цикле (см. Рисунок 4.7).



Рисунок 4.7 – Количество измерений в цикле

Для того, чтобы остановить набор спектра, необходимо нажать «Стоп», а чтобы очистить спектр – «Очистка». Если после остановки набора спектра, не очищая, нажать «Пуск», то, после установки параметров, набор продолжится с того момента, как было остановлено измерение.

Сохранить спектр после остановки можно с помощью «Сохранить спектр» в меню «Файл», тогда первоначально созданный спектр будет перезаписан на текущее состояние. Либо с помощью «Сохранить спектр как...», тогда пользователю самому необходимо будет указать куда и в каком формате сохранять спектр.

Вкладка «Отладка» в меню «Анализатор» используется только производителем оборудования.

#### 4.1.2 Работа с эмулятором

Чтобы открыть эмулятор анализатора необходимо в «Настройках анализатора» в выпадающем списке «Тип анализатора» выбрать «Эмулятор анализатора» (см. Рисунок 4.8).

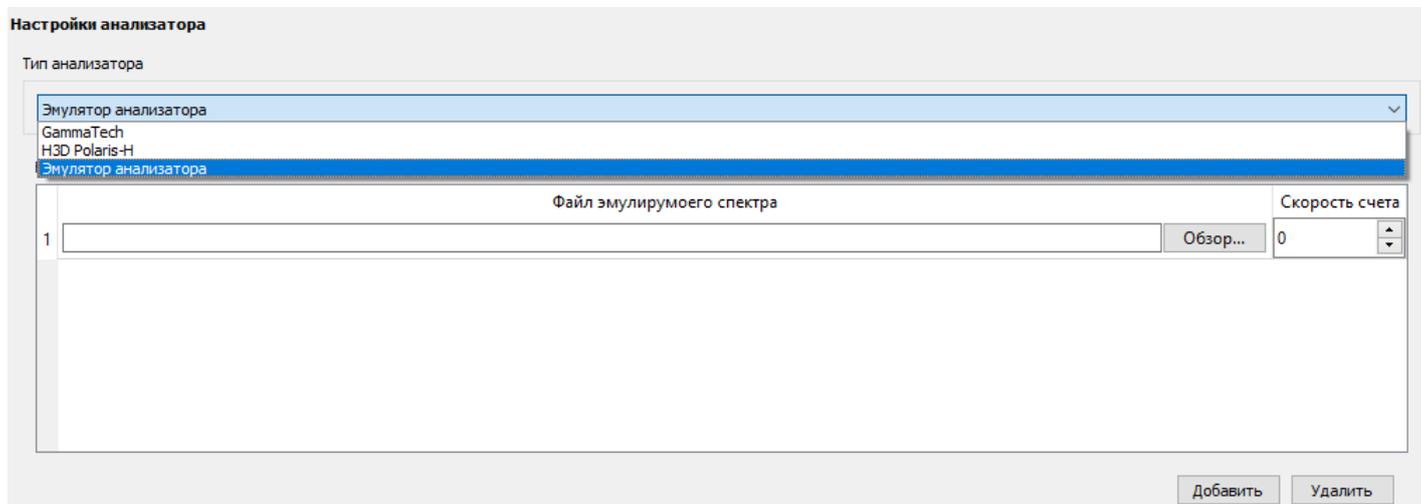


Рисунок 4.8 – Эмулятор анализатора в настройках

С помощью кнопки «Добавить» пользователь может добавить эмулируемый спектр. При добавлении более одного спектра – они эмулируются одновременно. Необходимо прописать путь или выбрать папку с помощью кнопки «Обзор» файла спектра, а также установить значение интегральной скорости счета в соответствующем поле. Чтобы удалить эмулируемый спектр, необходимо его выбрать в соответствующей области и нажать кнопку «Удалить». Дальше работа с эмулятором происходит, как и с обычным анализатором (см. Раздел 4.1.1).

## 4.2 Работа со спектром

### 4.2.1 Упорядочивание окон

При открытии нескольких спектров или анализаторов в окне программы они упорядочиваются по специальному алгоритму. Если пользователь каким-либо образом нарушил этот порядок, он может вернуть первоначальное состояние с помощью «Инструменты» → «Упорядочивание окон».

### 4.2.2 Параметры спектра

Пользователь может указать необходимые ему параметры для измеренного спектра с помощью пункта «Параметры спектра» в меню «Файл» (см. Рисунок 4.9).

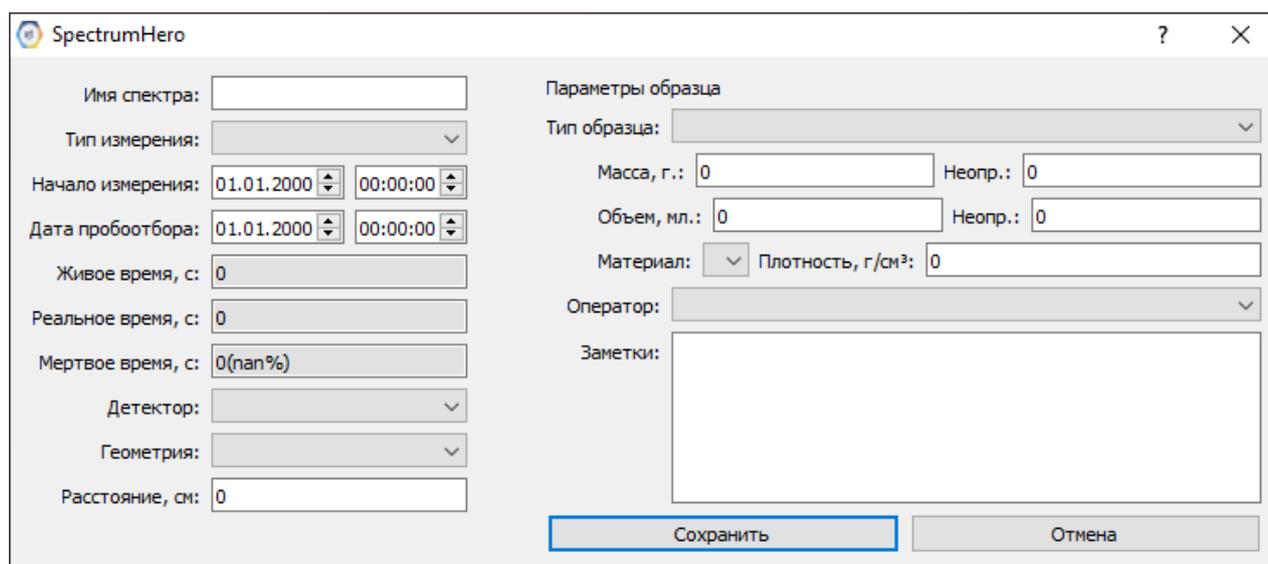


Рисунок 4.9 – Окно параметров спектра

### 4.2.3 Выделение / удаление пиков

Во время набора спектра, после его остановки или после открытия уже существующего спектра, всегда есть возможность выделять пики вручную. Для этого необходимо зажать клавишу «Shift» и левую кнопку мыши, после этого провести от одной границы пика до другой, на своё усмотрение. При выделении области с несколькими пиками – выделяется пик с наибольшей площадью. Над выбранным выделенным пиком появляется таблица с основной информацией о пике (см. Рисунок 4.10):

- «Канал» центроиды.
- «ПШПВ» пика.
- «Общая площадь».
- «Чистая площадь».
- «Скорость счета» в пике.
- «Максимальное число отсчетов» в канале максимума.

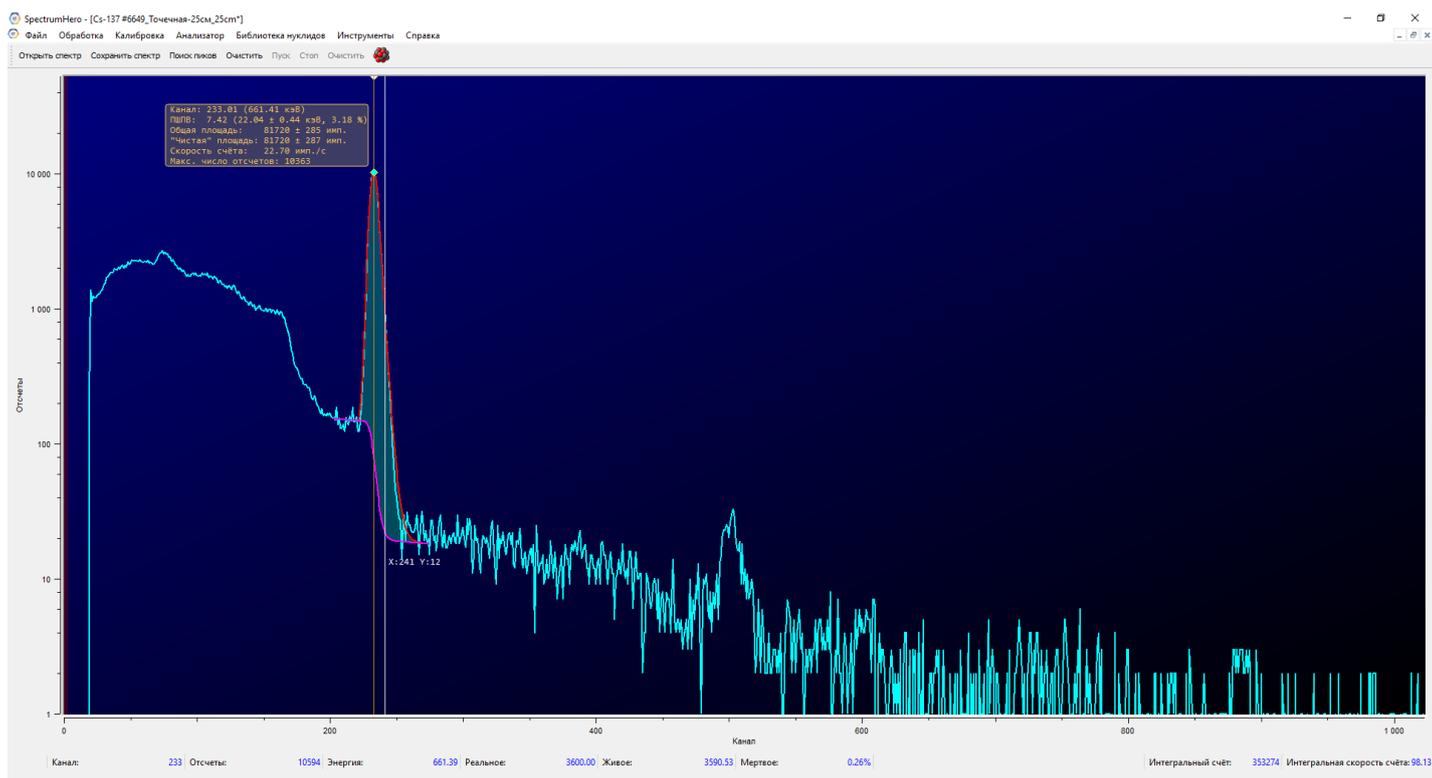


Рисунок 4.10 – Выделенный пик

Для удаления пиков, необходимо выбрать тот пик из выделенных, который нужно удалить, и нажать клавишу «Delete (Del)», либо через контекстное меню правой кнопки мыши во вкладке «Пик» пункт «Удалить». При этом информация о нём в калибровках, отчётах и в окне «Информация о пиках» так же удаляется.

Если в интересующей области нет пика(-ов), то происходит выделение «области интереса» (ROI). Удаление области интереса аналогично удалению пиков. У области интереса только одна площадь в отличие от пиков. Некоторые настройки во вкладке «Обработка спектра» влияют на выделение ROI вместо пика (см. Раздел 3.6).

Пользователь может сохранить все выделенные области (пики и области интереса) в файл с помощью кнопки «Сохранить ROI» в выпадающем меню «Обработка» для последующей загрузки из файла с помощью кнопки «Загрузить ROI».

#### 4.2.4 Контекстное меню правой кнопки мыши

Пользователь может включать/отключать/переключать некоторый функционал программного обеспечения с помощью контекстного меню правой кнопки мыши (см. Рисунок 4.11).

- Масштаб:
  - «Линейный» – ось ординат в линейном масштабе.
  - «Логарифмический» – ось ординат в логарифмическом масштабе.
- Ось X:
  - «Энергия» – ось абсцисс будет отображаться в единицах энергии, кэВ.
  - «Канал» – ось абсцисс будет отображаться в каналах.
- Пик:
  - «Выделить» – производит выделение пика с центроидой в позиции установленного курсора (форма пика строится на основе калибровки по форме пика, если ее нет – на основе Гауссиана).

- «Добавить» – добавляет еще один пик в границах уже построенного (если курсор установлен вне границ пика – функция недоступна).
- «Добавить в окрестности курсора» – добавляет еще один пик в окрестности курсора в границах уже построенного пика (если курсор установлен вне границ пика – функция недоступна).
- «Удалить» – удаляет выбранный пик, аналогично нажатию клавиши «Delete (Del)».
- «Идентифицировать найденные пики» – соотнесение энергий найденных пиков к энергиям линий нуклидов, которые представлены в пользовательской библиотеке.
- «Информация о пиках» – выводит на экран окно «Информации о пиках» (см. Раздел 4.2.5).
- «Отношение пик / комптон» – расчет отношения пик / комптон (см. Раздел 4.2.6).
- Нуклид – если при идентификации пику присвоено более одной энергии линий нуклидов из пользовательской библиотеки, пункт позволяет выбрать линию нуклида самостоятельно. Активен только при выборе идентифицированного пика.
- Интегральный счет – включение отображения интегрального счета в строке состояния.
- Интегральная скорость счета – включение отображения интегральной скорости счета в строке состояния.
- Показать иерархию спектров – включение показа секции иерархии спектров, соответствует пункту «Показывать виджет иерархии» в выпадающем меню «Инструменты».

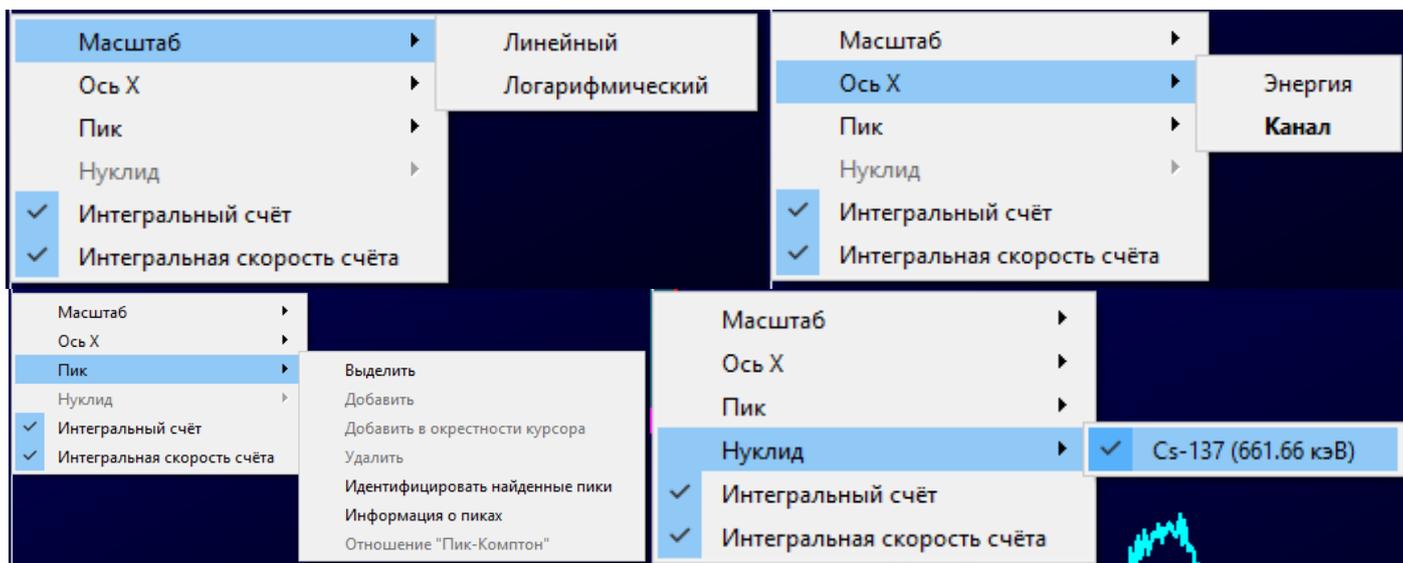


Рисунок 4.11 – Контекстное меню правой кнопки мыши

#### 4.2.5 Информация о пиках

В контекстном меню правой кнопки мыши во вкладке «Пик», при нажатии на пункт «Информация о пиках», открывается соответствующее информационное окно.

В данном окне представлена информация о всех выделенных пиках и ROI (см. Рисунок 4.12).

№	Канал	Энергия, кэВ	Неопр. энергии, кэВ	ПШПВ, кэВ	ПШПВ, %	Площадь (общая), имп.	Погр. площади, имп.	Площадь фона, имп.	Площадь (чистая), имп.	Погр. площади, имп.	Скорость счёта, имп./с	Нуклид	Пик/Комптон
1	24.80	25.61	-	8.86	34.61	891198	944	194148	697049	1041	245.24	Eu-152	-
2	55.04	113.45	-	18.42	16.23	912606	955	251677	660929	1079	251.13	Eu-152	-
3	72.75	164.90	-	22.71	13.77	291476	539	242311	49165	730	80.21	Eu-152	-
4	98.28	239.04	-	28.18	11.79	438645	662	289419	149225	853	120.71	-	-
5	134.24	343.48	-	34.77	10.12	796370	892	412310	384059	1099	219.14	-	3.29
6	159.17	415.90	-	39.47	9.49	429979	655	412310	17668	917	118.32	-	-
7	168.74	443.69	-	40.81	9.20	437434	661	412310	25123	921	120.37	-	-
8	213.58	573.93	-	47.89	8.34	102484	320	95814	6670	445	28.20	Cs-137	-
9	253.07	688.64	-	53.83	7.82	322625	568	313168	9456	797	88.78	Cs-137	-
10	285.25	782.11	-	58.66	7.50	396396	629	313168	83227	842	109.08	Eu-152	-
11	314.45	866.93	-	62.94	7.26	327880	572	313168	14712	800	90.23	Eu-152	-
12	348.97	967.19	-	67.67	7.00	380866	617	313168	67698	833	104.81	-	-
13	396.17	1104.28	-	74.03	6.70	180703	425	64530	116172	495	49.73	-	-
14	501.29	1409.61	-	87.68	6.22	99174	314	16737	82436	340	27.29	Eu-152	5.36

Рисунок 4.12 – Информация о пиках

#### 4.2.6 Отношение пик/комптон

В контекстном меню правой кнопки мыши во вкладке «Пик», есть возможность для выделенного пика посчитать «Отношение пик/комптон» (см. Рисунок 4.13). Для этого необходимо выделить пик (произойдёт его автоматический выбор) или выбрать из уже выделенных левой кнопкой мыши, затем выбрать пункт «Отношение Пик-Комптон» – у пользователя появится возможность выделить область комптоновского континуума вручную с помощью «Shift» и левой кнопки мыши.

После выделения в таблице с информацией о пике появится строка «Пик/Комптон», в которая будет указано значение отношения. Также данная информация будет отображена в таблице «Информация о пиках» (см. Раздел 4.2.5). Пользователь может продолжать выбирать разные комптоновские континуумы для выбранного пика, пока отмечен этот пункт в контекстном меню, чтобы вернуться к обычному выделению пиков, необходимо выключить данный пункт в контекстном меню.

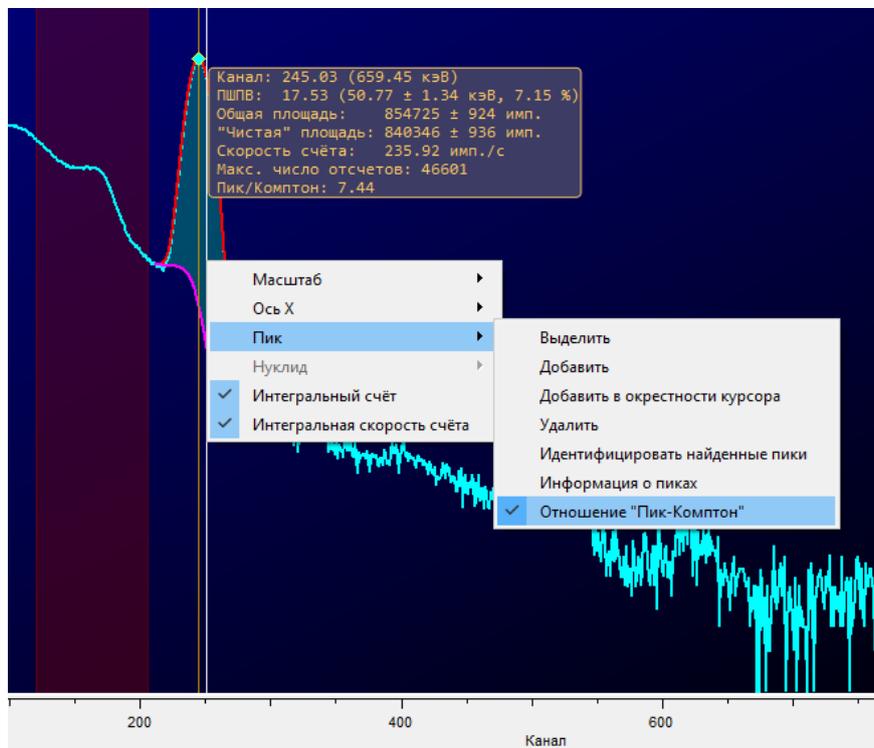


Рисунок 4.13 – Отношение Пик-Комптон

### 4.3 Калибровка

В программе существует возможность проведения калибровок: по энергии, ПШПВ эффективности и по форме-пики. Все калибровки находятся в выпадающем меню «Калибровка». Файлы калибровок по умолчанию устанавливаются в настройках во вкладке «Обработка спектра» (см. Раздел 3.6).

Обратите внимание, что в зависимости от выбора формата спектра, точки, по которым строятся полиномы для калибровок, могут не сохраняться. Сохранится только полином. Также некоторые калибровки можно сохранить только в определенные форматы спектров.

#### 4.3.1 Калибровка по энергии

Калибровку по энергии можно провести с помощью нескольких источников данных. Для того, чтобы открыть окно калибровки по энергии необходимо перейти по следующему пути: «Калибровка» → «Калибровка по энергии». Откроется окно как показано на Рисунок 4.14.

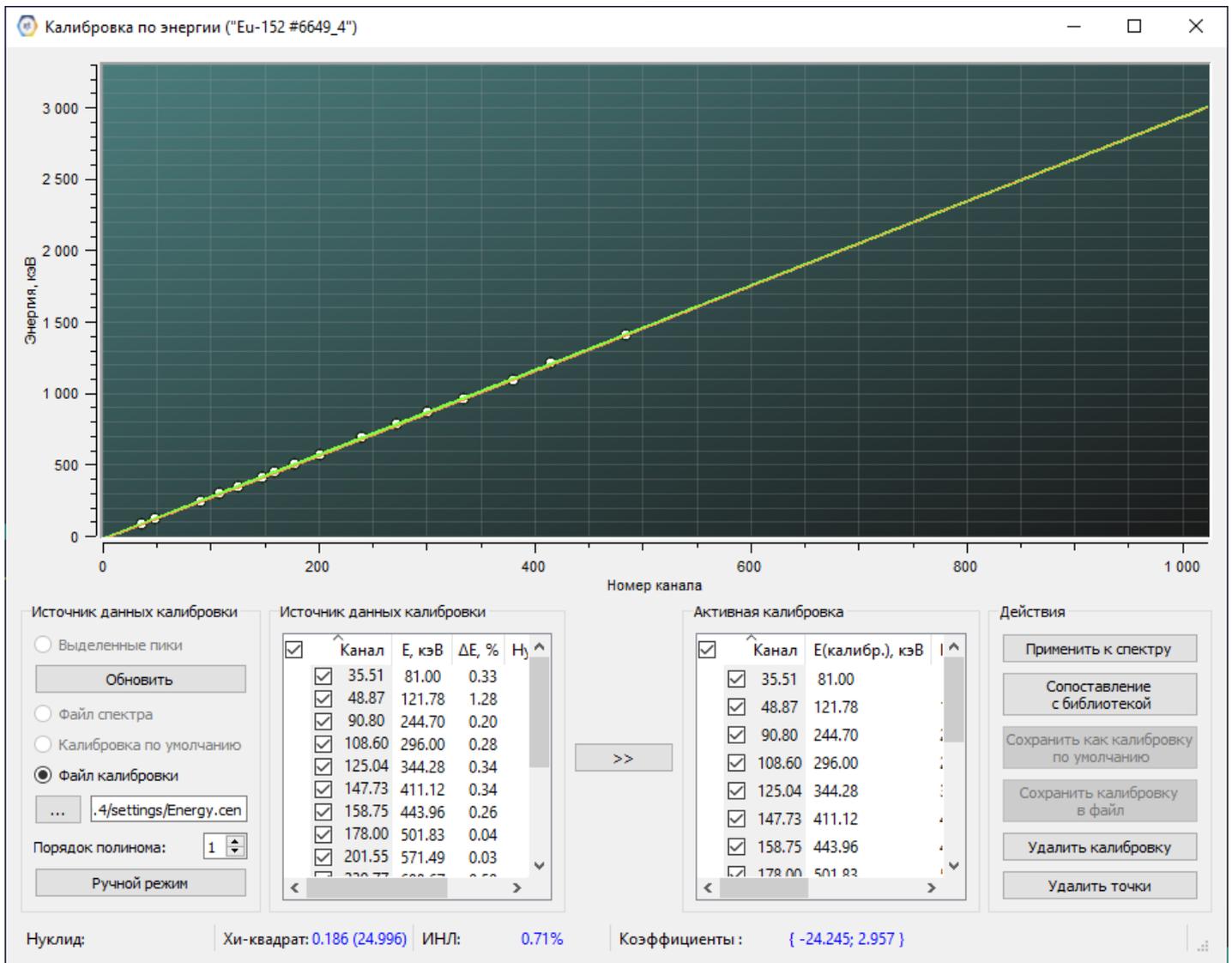


Рисунок 4.14 – Окно калибровки по энергии

Источники данных для калибровки:

- Выделенные пики – точки, которые соответствуют выделенным пользователем пикам или пикам, которые были найдены автоматически программой. Кнопка «Обновить» обновляет информацию о пиках, если она изменилась, в левой секции, не затрагивая правую.
- Файл спектра – если спектр содержит информацию о сохраненной в нём калибровке, то при выборе этого источника данных будут отображены точки для калибровки из него.
- Калибровка по умолчанию – если в настройках программы установлен файл калибровки по энергии по умолчанию, то при выборе этого источника данных будут отображены точки для калибровки, сохраненные в нём.
- Файл калибровки – пользователь может выбрать файл калибровки, расположенный на ПК, через проводник. После этого будут отображены сохраненные в нём точки для калибровки.

В левой секции всегда отображается только один источник данных, но пользователь может переключаться между ними, чтобы добавлять точки для калибровки из разных источников.

Левая секция «Источник данных калибровки» отображает точки для калибровки, которые соответствуют выделенным пикам или сохраненным в файле спектра / файле калибровки по умолчанию / стороннем файле калибровки. В данной секции отсутствует возможность редактировать точки или перетаскивать на них линии / нуклиды из библиотеки, можно только переносить точки из этой секции в правую. Переносимая точка не заменяет другие в правой секции, если пользователь перенес её на уже существующую, а просто добавляется. Кроме случая, если полностью совпадают номера каналов, тогда энергия заменяется более новой. Если переносится точка без энергии, то она всегда просто добавляется.

Правая секция отображает точки, которые используются для калибровки. При этом в ней присутствуют два столбца энергии «E(калибр.), кэВ» – энергия, введенная пользователем или перенесенная из пользовательской библиотеки нуклидов, и «E(спектр), кэВ» – энергия, которая соответствует точке на спектре в соответствии с построенным полиномом.

Пользователь может переносить точки из левой секции в правую с помощью зажатой левой кнопки мыши, нажимая на точку для калибровки в левой секции и не отпуская, перетаскивать ее в правую, либо с помощью выбора маркерами необходимых точек для калибровки и нажатием на двойную стрелку, тогда все точки, отмеченные маркерами, перенесутся в правую секцию. Для того чтобы удалить точки из правой секции – необходимо выбрать точку(-и) с помощью левой кнопки мыши и нажать клавишу «Delete (Del)» или кнопку «Удалить точки». Для выбора сразу нескольких точек можно использовать выделение левой кнопкой мыши зажав её, либо используя левую кнопку мыши и клавиши «Shift» / «Ctrl».

 Обратите внимание, что выбор нескольких точек и их удаление возможны только в правой секции.

После этого пользователь может отредактировать энергию для каждой точки двойным кликом левой кнопки мыши на энергии в столбце «E(калибр.), кэВ» интересующей линии, либо перенести из пользовательской библиотеки линию с необходимой энергией и/или нуклид в правую секцию, тогда точке, на которую перенесли линию и/или точкам, которые соответствуют по энергии нуклиду, который переносится, присвоятся значения энергий из библиотеки. Это же действие дублирует кнопка «Сопоставление с библиотекой», с условием, что все энергии нуклидов из пользовательской библиотеки присвоятся их возможным точкам в правой секции, а в столбце «Нуклид» будет указан нуклид, энергия которого была присвоена данной точке.

 Обратите внимание, что перенос нуклида и «Сопоставление с библиотекой» будут работать только тогда, когда введена энергия хотя бы для одной точки.

Выбор порядка полинома, описывающего калибровку по энергии, производится в левом нижнем углу окна.

Также в левом нижнем углу присутствует кнопка для перехода в ручной режим калибровки. В ручном режиме калибровки пользователь может самостоятельно менять коэффициенты полинома с помощью ползунков или вводя значение в соответствующее поле для более точной калибровки (см. Рисунок 4.15).

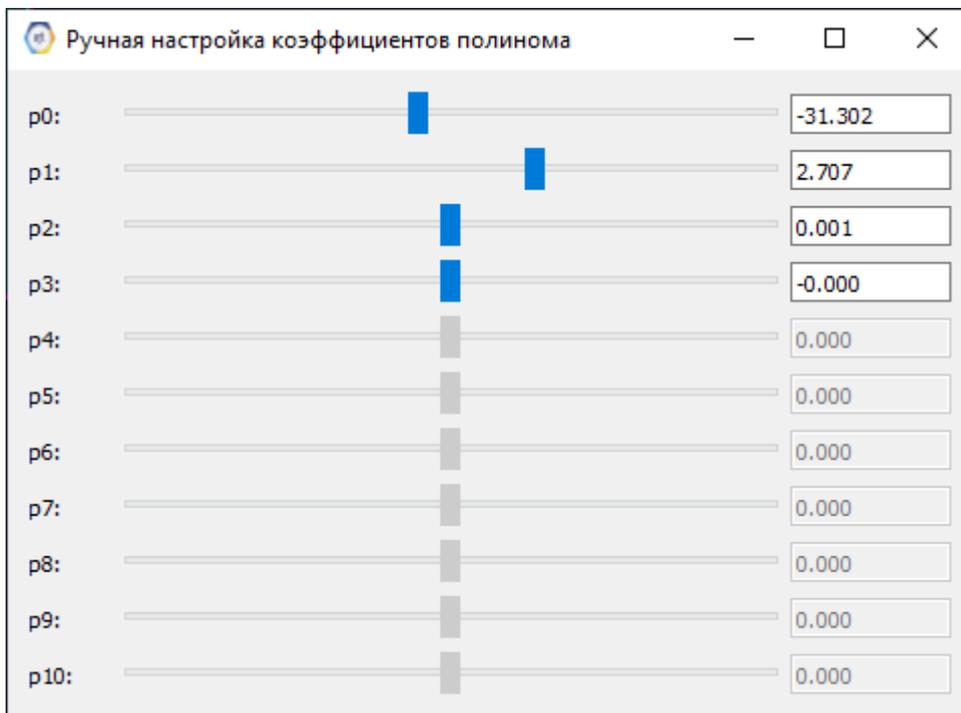


Рисунок 4.15 – Окно ручной калибровки

Обратите внимание, что наиболее наглядно ручная калибровка будет видна при включении «Отображения линий из библиотеки» (см. Раздел 3.2).

Чтобы применить к спектру полученную калибровку, необходимо нажать на кнопку «Применить к спектру», это также запишет калибровку в сам файл спектра, который потом можно будет сохранить (см. Рисунок 4.16).

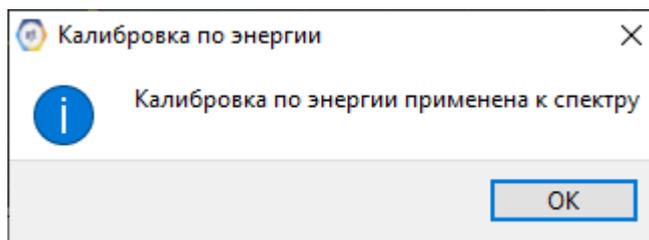


Рисунок 4.16 – Применение калибровки по энергии к спектру

Полученную калибровку можно сохранить в файл, для этого необходимо нажать на кнопку «Сохранить калибровку в файл», после этого откроется проводник, где пользователю необходимо будет выбрать место сохранения. Для сохранения и установки калибровки по умолчанию необходимо нажать кнопку «Сохранить как калибровку по умолчанию». Если в настройках не установлен путь файла калибровки по умолчанию, тогда пользователю будет предложено самому выбрать куда сохранить файл калибровки по умолчанию и назвать его, в противном случае уже установленный файл калибровки по умолчанию будет перезаписан (см. Рисунок 4.17).

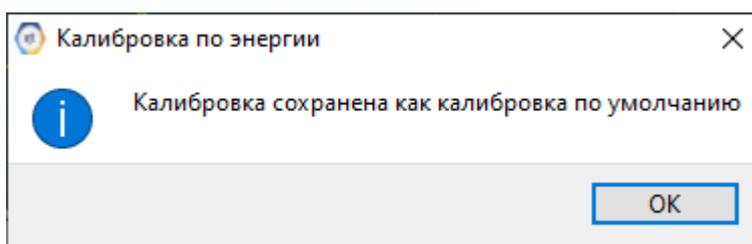


Рисунок 4.17 – Сохранение калибровки по энергии по умолчанию

 Обратите внимание, что после сохранения калибровки в какие-либо источники, либо применения её к спектру соответствующие данные в левой секции будут перезаписаны.

Удалить примененную калибровку можно с помощью кнопки «Удалить калибровку».

 Обратите внимание, что это также удалит калибровку из файла спектра, если после этого он будет сохранен.

Внизу окна в статус-баре отображаются следующие данные:

- «Нуклид» – если пользователь перенёс линию / нуклид из библиотеки в правую секцию, либо нажал кнопку «Сопоставление с библиотекой», то в данном поле будет отображаться соответствующий выбранной точке нуклид, если он был ей присвоен.
- «Хи-квадрат» – значение функционала Хи-квадрат.
- «ИНЛ» – интегральная нелинейность.
- «Коэффициенты» – коэффициенты построенного полинома калибровки.

#### 4.3.2 Алгоритм открытия окна калибровки по энергии

В зависимости от выполнения некоторых условий, окно калибровки по энергии может открываться либо пустым, либо с уже заполненной правой секцией определенными данными.

Если в файле спектра нет калибровки и не установлен маркер «Автоматически применять калибровки по умолчанию к открываемому спектру» (см. Раздел 3.6) в настройках «Обработка спектра» – правая секция пустая.

 Обратите внимание, если есть выделенные пики – они будут отображаться в правой секции.

Если в файле спектра есть калибровка и/или установлен маркер «Автоматически применять калибровки по умолчанию к открываемому спектру» в настройках «Обработка спектра» (при этом файл калибровки по умолчанию тоже установлен) – в правой секции отображаются точки. Если выполнены оба условия, в правой секции отображаются точки из файла калибровки по умолчанию. Если выполнено только одно условие, отображаются точки из того источника данных, условие для которого выполнено.

Если в файле спектра нет калибровки, маркер «Автоматически применять калибровки по умолчанию к открываемому спектру» в настройках «Обработка спектра» не установлен, но файл калибровки по умолчанию установлен в программе – калибровка не будет применена к спектру, но в правой секции будут отображаться точки из файла.

 Обратите внимание, если в вышеописанной ситуации есть выделенные пики – в правой секции будут отображаться именно они.

После закрытия окна калибровки и повторного открытия (без закрытия программы) – открывается последнее состояние калибровки, под каким бы видом калибровка не была сохранена или применена.

### 4.3.3 Калибровка по ПШПВ

Калибровку по ПШПВ можно провести с помощью нескольких источников данных. Для того, чтобы открыть окно калибровки по энергии необходимо перейти по следующему пути: «Калибровка» → «Калибровка по ПШПВ». Откроется окно как показано на Рисунок 4.18.

Обратите внимание, что калибровку по ПШПВ можно провести только, если калибровка по энергии уже есть в спектре.

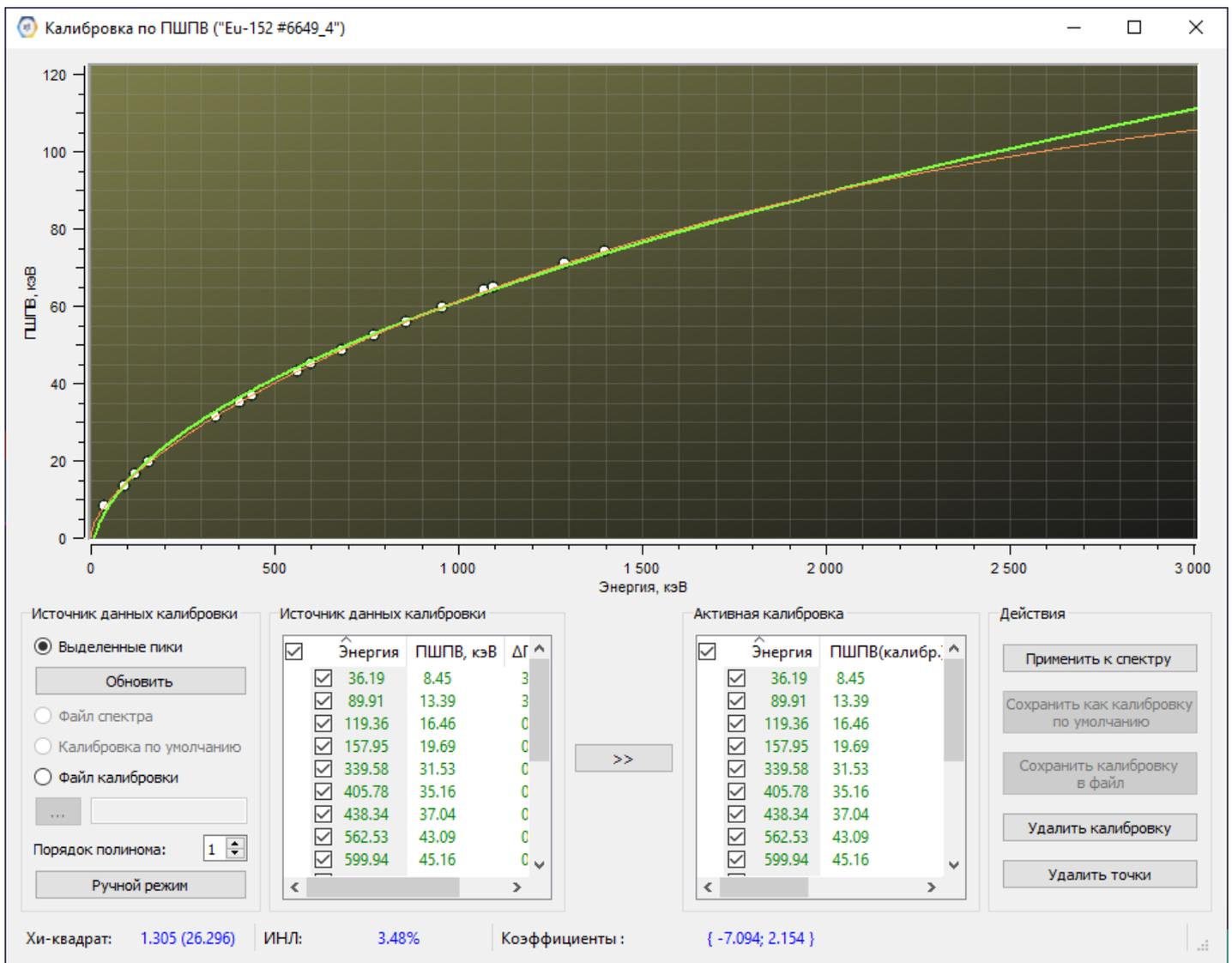


Рисунок 4.18 – Окно калибровки по ПШПВ

Источники данных для калибровки:

- Выделенные пики – точки, которые соответствуют выделенным пользователем пикам или пикам, которые были найдены автоматически программой. Кнопка «Обновить» обновляет информацию о пиках, если она изменилась, в левой секции, не затрагивая правую.
- Файл спектра – если спектр содержит информацию о сохраненной в нём калибровке, то при выборе этого источника данных будут отображены точки для калибровки из него.

- Калибровка по умолчанию – если в настройках программы установлен файл калибровки по ПШПВ по умолчанию, то при выборе этого источника данных будут отображены точки для калибровки, сохраненные в нём.
- Файл калибровки – пользователь может выбрать файл калибровки, расположенный на ПК, через проводник. После этого будут отображены сохраненные в нём точки для калибровки.

В левой секции всегда отображается только один источник данных, но пользователь может переключаться между ними, чтобы добавлять точки для калибровки из разных источников.

Левая секция «Источник данных калибровки» отображает точки для калибровки, которые соответствуют выделенным пикам или сохраненным в файле спектра / файле калибровки по умолчанию / стороннем файле калибровки. В данной секции отсутствует возможность редактировать точки, можно только переносить точки из этой секции в правую. Переносимая точка не заменяют другие в правой секции, если пользователь перенес её на уже существующую, а просто добавляется. Кроме случая, если полностью совпадают номера каналов, тогда ПШПВ заменяется более новым. Если переносится точка без ПШПВ, то она всегда просто добавляется.

Правая секция отображает точки, которые используются для калибровки. При этом в ней присутствуют два столбца ПШПВ «ПШПВ(калибр.), кэВ» – ПШПВ, соответствующие выделенным или найденным пикам, и «ПШПВ(спектр), кэВ» – ПШПВ, которые соответствуют точкам на спектре в соответствии с построенным полиномом.

Пользователь может переносить точки из левой секции в правую с помощью зажатой левой кнопки мыши, нажимая на точку для калибровки в левой секции и не отпуская, перетаскивать ее в правую, либо с помощью выбора маркерами необходимых точек для калибровки и нажатием на двойную стрелку, тогда все точки, отмеченные маркерами, перенесутся в правую секцию. Для того чтобы удалить точки из правой секции – необходимо выбрать точку(-и) с помощью левой кнопки мыши и нажать клавишу «Delete (Del)» или кнопку «Удалить точки». Для выбора сразу нескольких точек можно использовать выделение левой кнопкой мыши зажав её, либо используя левую кнопку мыши и клавиши «Shift» / «Ctrl».

 Обратите внимание, что выбор нескольких точек и их удаление возможны только в правой секции.

 Обратите внимание, пользователь не может редактировать ПШПВ для точек в отличие от энергии.

Выбор порядка полинома, описывающего калибровку по ПШПВ, производится в левом нижнем углу окна.

Чтобы применить к спектру полученную калибровку, необходимо нажать на кнопку «Применить к спектру», это также запишет калибровку в сам файл спектра, который потом можно будет сохранить (см. Рисунок 4.19).

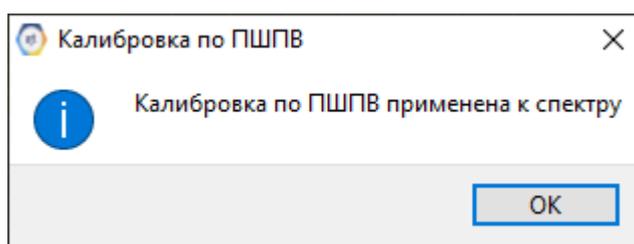


Рисунок 4.19 – Применение калибровки по ПШПВ к спектру

Полученную калибровку можно сохранить в файл, для этого необходимо нажать на кнопку «Сохранить калибровку в файл», после этого откроется проводник, где пользователю необходимо будет выбрать место

сохранения. Для сохранения и установки калибровки по умолчанию необходимо нажать кнопку «Сохранить как калибровку по умолчанию». Если в настройках не установлен путь файла калибровки по умолчанию, тогда пользователю будет предложено самому выбрать куда сохранить файл калибровки по умолчанию и назвать его, в противном случае уже установленный файл калибровки по умолчанию будет перезаписан (см. Рисунок 4.20).

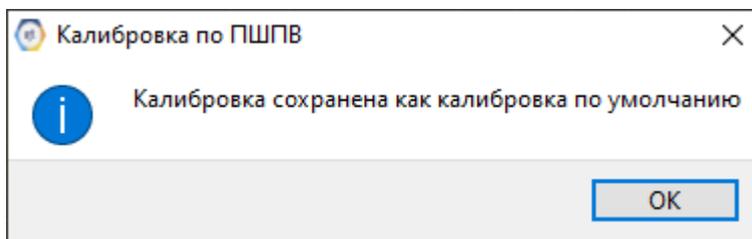


Рисунок 4.20– Сохранение калибровки по ПШПВ по умолчанию

 Обратите внимание, что после сохранения калибровки в какие-либо источники, либо применения её к спектру соответствующие данные в левой секции будут перезаписаны.

Удалить примененную калибровку можно с помощью кнопки «Удалить калибровку».

 Обратите внимание, что это также удалит калибровку из файла спектра, если после этого он будет сохранен.

Внизу окна в статус-баре отображаются следующие данные:

- «Хи-квадрат» – значение функционала Хи-квадрат.
- «ИНЛ» – интегральная нелинейность.
- «Коэффициенты» – коэффициенты построенного полинома калибровки.

#### 4.3.4 Алгоритм открытия окна калибровки по ПШПВ

В зависимости от выполнения некоторых условий, окно калибровки по ПШПВ может открываться либо пустым, либо с уже заполненной правой секцией определенными данными.

Если в файле спектра нет калибровки и не установлен маркер «Автоматически применять калибровки по умолчанию к открываемому спектру» (см. Раздел 3.6) в настройках «Обработка спектра» – правая секция пустая.

 Обратите внимание, если есть выделенные пики – они будут отображаться в правой секции.

Если в файле спектра есть калибровка и/или установлен маркер «Автоматически применять калибровки по умолчанию к открываемому спектру» в настройках «Обработка спектра» (при этом файл калибровки по умолчанию тоже установлен) – в правой секции отображаются точки. Если выполнены оба условия, в правой секции отображаются точки из файла калибровки по умолчанию. Если выполнено только одно условие, отображаются точки из того источника данных, условие для которого выполнено.

Если в файле спектра нет калибровки, маркер «Автоматически применять калибровки по умолчанию к открываемому спектру» в настройках «Обработка спектра» не установлен, но файл калибровки по умолчанию установлен в программе – калибровка не будет применена к спектру, но в правой секции будут отображаться точки из файла.

 Обратите внимание, если есть выделенные пики – в правой секции будут отображаться именно они.

После закрытия окна калибровки и повторного открытия (без закрытия программы) – открывается последнее состояние калибровки, под каким бы видом калибровка не была сохранена или применена.

### 4.3.5 Калибровка по форме пика

Калибровку по форме пика можно провести только после калибровок по энергии и ПШПВ. Для того, чтобы открыть окно калибровки по форме пика необходимо перейти по следующему пути: «Калибровка» → «Калибровка по форме пика». Откроется окно как показано Рисунок 4.21.

Обратите внимание, что калибровка доступна только после выделения хотя бы одного пика.

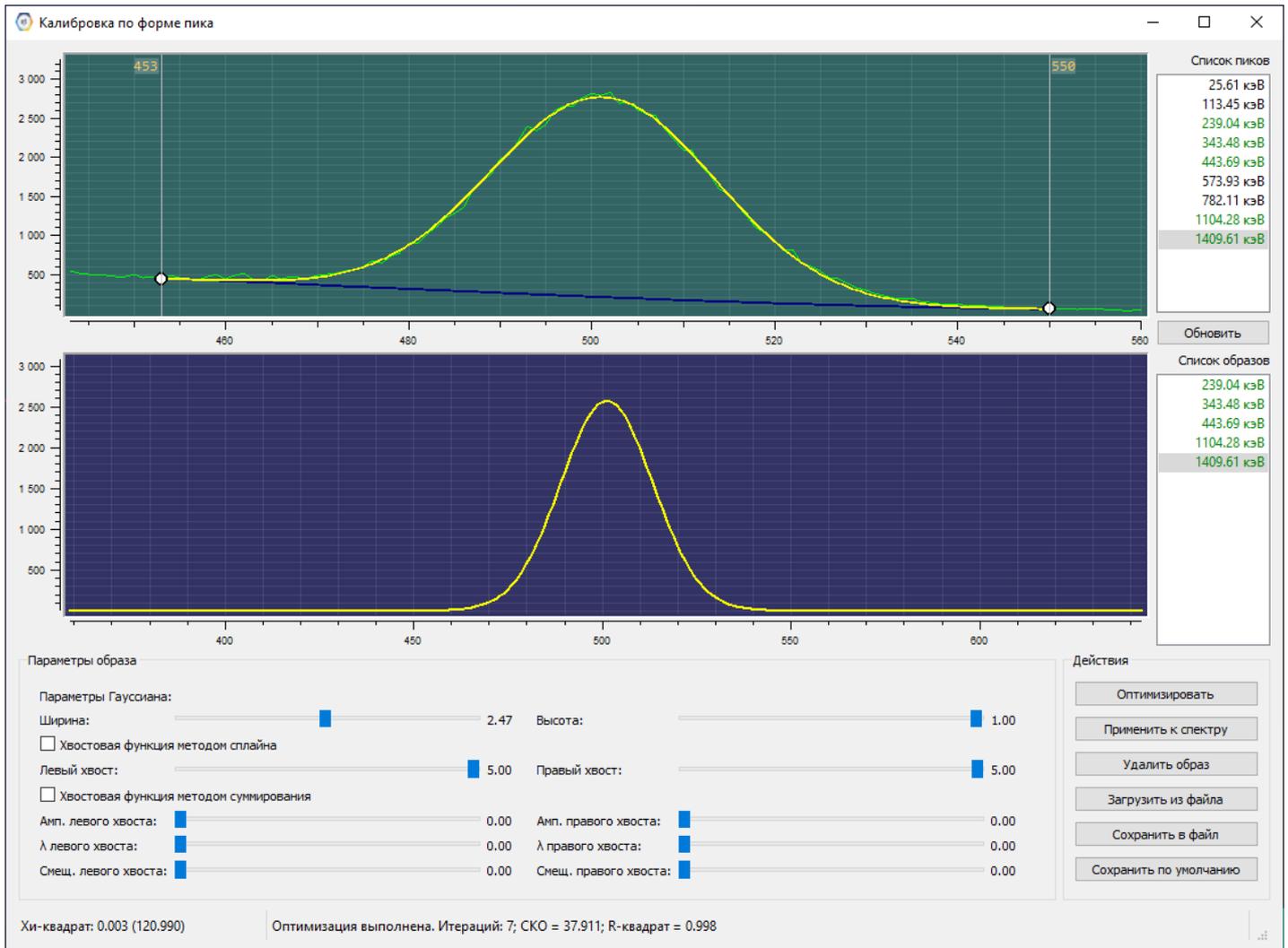


Рисунок 4.21 – Окно калибровки по форме пика

Чтобы добавить пики для расчета эффективности, пользователь может выделить их вручную или провести автоматический поиск пиков до открытия окна калибровки, они автоматически добавятся в секцию «Список пиков». Чтобы добавить пики после открытия окна калибровки, необходимо выделить или найти их на спектре и нажать кнопку «Обновить».

Обратите внимание, что пики, которые были удалены со спектра, после нажатия кнопки «Обновить», также удалятся из секции «Список пиков». Это единственный способ удалить пики из секции «Список пиков».

Если установлен «Файл калибровки по форме пика по умолчанию» и включен пункт «Автоматически применять калибровки по умолчанию к открываемому спектру» (см. Раздел 3.6), либо в файле спектра сохранена калибровка по форме пика, то в секции «Список образов» эти данные будут отображены.

 Обратите внимание, что данные из файла калибровки по умолчанию будут перекрывать данные из файла спектра ввиду алгоритма применения этих данных в программе.

Для того чтобы начать работу с образом пика, необходимо выбрать интересующий пик в секции «Список пиков» и двойным нажатием левой кнопки мыши добавить его в секцию «Список образов». Если пик и образ совпадают они оба будут выделены зеленым. Если нет либо пика, либо образа, они будут выделены черным в соответствующей секции.

После этого образ пика отобразится под секцией с отображение пика на спектре для лучшей наглядности. Пользователь может изменять образ с помощью «Параметров образа»:

- Параметры Гауссиана:
  - Ширина
  - Высота
- Хвостовая функция методом сплайна
  - Левый хвост
  - Правый хвост
- Хвостовая функция методом суммирования
  - Амплитуда левого хвоста
  - $\lambda$  левого хвоста
  - Смещение левого хвоста
  - Амплитуда правого хвоста
  - $\lambda$  правого хвоста
  - Смещение правого хвоста

С помощью кнопки «Оптимизировать» пользователь запускает алгоритм, подбирающий наиболее соответствующую форму пика.

Применить все образы, которые находятся в секции «Список образов», пользователь может с помощью кнопки «Применить к спектру». Кнопка «Удалить образ» удаляет его из секции «Список образов», но не затрагивает ранее примененные образы к спектру, для того чтобы применить новый набор образов, необходимо повторно нажать кнопку «Применить к спектру». Это также запишет калибровку в сам файл спектра (если формат спектра позволяет), который потом можно будет сохранить. После применения калибровки по форме пика, уже найденные пики на спектре – перестраиваются в соответствии с новой калибровкой.

Пользователь может сохранять / загружать набор образов из / в файл с помощью кнопок «Сохранить в файл» и «Загрузить из файла», соответственно. Для сохранения и установки калибровки по умолчанию необходимо нажать кнопку «Сохранить по умолчанию». Если в настройках не установлен путь файла калибровки по умолчанию, тогда пользователю будет предложено самому выбрать куда сохранить файл калибровки по умолчанию и назвать его, в противном случае уже установленный файл калибровки по умолчанию будет перезаписан.

### 4.3.6 Калибровка по эффективности

Калибровку по эффективности можно провести только после калибровок по энергии и ПШПВ. Для того, чтобы открыть окно калибровки по эффективности необходимо перейти по следующему пути: «Калибровка» → «Калибровка по эффективности». Откроется окно как показано на Рисунок 4.22.

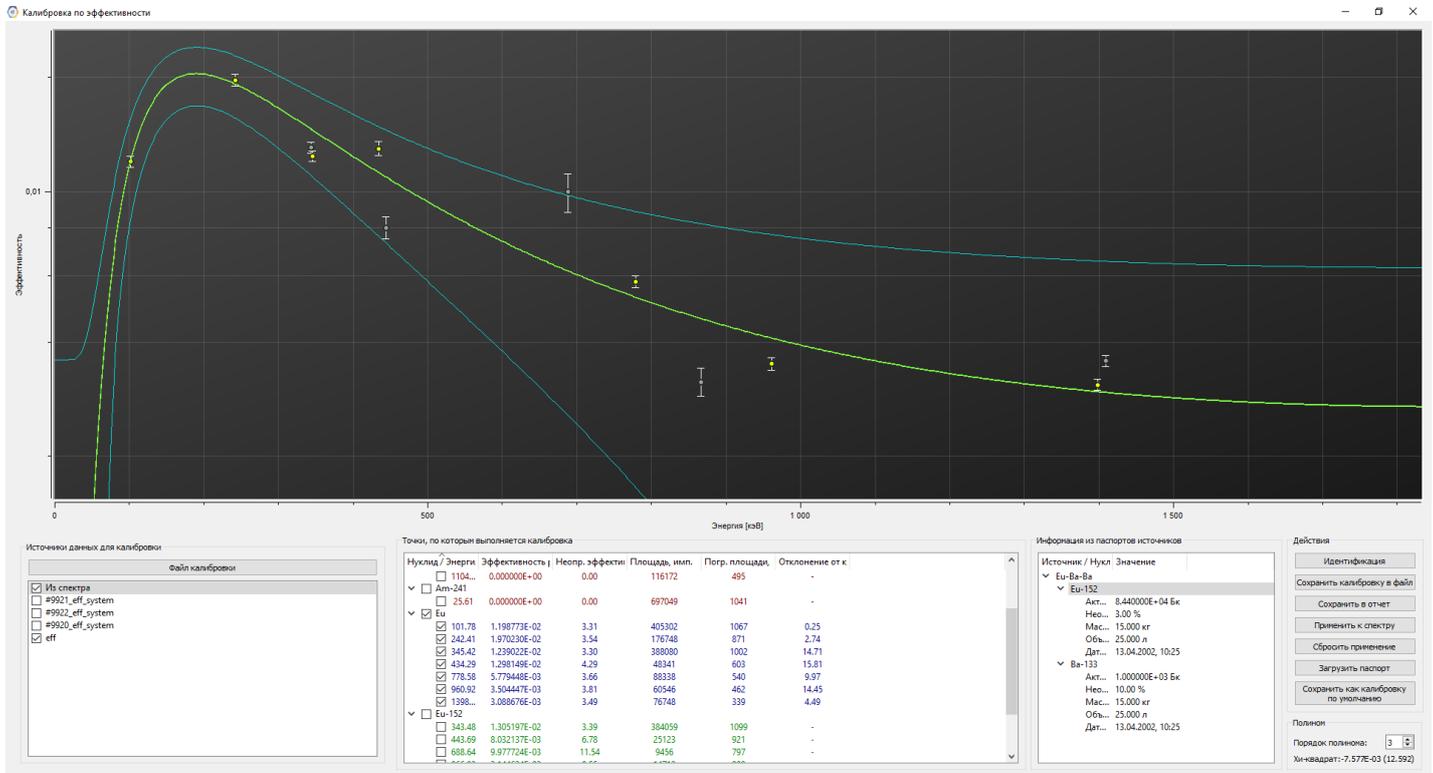


Рисунок 4.22 – Окно калибровки по эффективности

Чтобы добавить пики для расчета эффективности, пользователь может выделить их вручную или провести автоматический поиск пиков, как до открытия окна калибровки, так и при открытом окне, они автоматически добавятся в секцию «Точки, по которым выполняется калибровка».

Если установлен «Файл калибровки по эффективности по умолчанию» и включен пункт «Автоматически применять калибровки по умолчанию к открываемому спектру» (см. Раздел 3.6), либо в файле спектра сохранена калибровка по эффективности, то в секции «Точки, по которым выполняется калибровка» эти данные будут отображены, и они будут относиться к источнику данных «Из спектра».

**i** Обратите внимание, что данные из файла калибровки по умолчанию будут перекрывать данные из файла спектра ввиду алгоритма применения этих данных в программе.

**i** Обратите внимание, что при выделении новых / удалении старых пиков на спектре, они также добавляются / удаляются из окна калибровки по эффективности.

Для расчета эффективности по пикам необходимо чтобы они были идентифицированы, т.е. соотносились с энергетической линией нуклида. Для этого пользователь может провести «Поиск по линиям библиотеки», идентифицировать уже найденные или выделенные пики с помощью кнопки «Идентифицировать найденные пики» в меню «Обработка» (см. Раздел 4.4) или контекстном меню правой кнопки мыши (см. Раздел 4.2.4) во вкладке «Пик», или кнопки «Идентификация», действие которой аналогично, в окне калибровки.

После того как пики будут соответствовать энергетическим линиям нуклидов, по двойному клику левой кнопки мыши на нуклиде, пользователь может ввести активность, её погрешность, дату и время аттестации источника, а также массу и объём для удельных активностей данного нуклида (см. Рисунок 4.23).

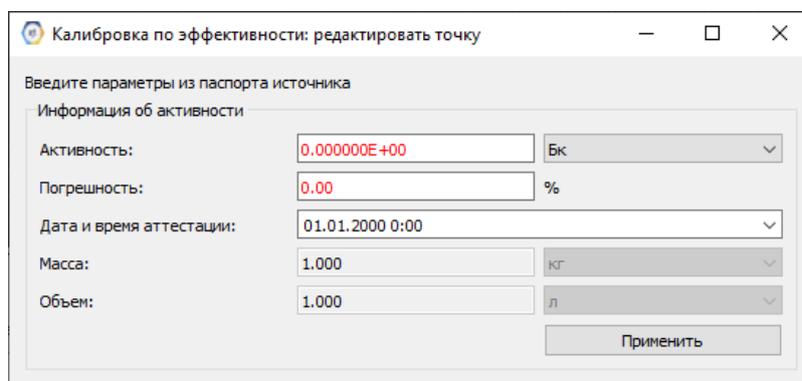


Рисунок 4.23 – Окно ввода активности источника

 Обратите внимание, что при идентификации новых линий, уже введённая активность, соответствующая тому же нуклиду, автоматически применяется.

После нажатия кнопки «Применить» произойдёт расчёт активности для данного нуклида и по полученным значениям будет построен полином степени, которую можно выбрать в правом нижнем углу окна калибровки. Также рядом отображается значение функционала Хи-квадрат.

Также все параметры источника можно автоматически ввести из паспорта. Для этого необходимо открыть паспорт с помощью кнопки «Загрузить паспорт». Информация о нём появится в правой секции «Информация из паспортов источников». Первый уровень – это источник, второй уровень – нуклид, третий уровень – информация об источнике. С помощью двойного клика левой кнопки мыши на источнике / нуклиде, соответствующему нуклиду в левой секции будут присвоены параметры из паспорта, и произойдёт автоматический расчёт активности.

С помощью кнопки «Файл калибровки» в секции «Источники данных калибровки» пользователь может загрузить уже созданный файл калибровки по эффективности, который будет содержать информацию о нуклиде его линиях и эффективности, соответствующих этим линиям.

 Обратите внимание, что при открытии файла калибровки точки добавляются отдельно от существующих точек того же нуклида.

Также в секции «Источники данных калибровки» содержатся все загруженные пользователем файлы калибровки по эффективности и строка «Из спектра», которая отвечает за информацию о пиках, найденных и используемых из спектра. Пользователь может выключать / включать те данные, которые ему требуются с помощью соответствующих маркеров. Для того чтобы удалить какой-либо источник данных пользователю необходимо выбрать тот, который он хочет удалить и нажать кнопку «Delete» на клавиатуре, существует возможность множественного удаления источников данных, если выделить несколько с помощью кнопок «Shift» или «Ctrl».

 Обратите внимание, что пользователь может удалять точки для калибровки в окне калибровки по эффективности, и эти действия не будут затрагивать пики на спектре. Для того чтобы вернуть все удаленные из

окна калибровки точки, необходимо выключить и включить в «Источниках данных для калибровки» пункт «Из спектра», провести заново поиск пиков или идентификацию.

Чтобы применить к спектру полученную калибровку, необходимо нажать на кнопку «Применить к спектру» (см. Рисунок 4.24), это также запишет калибровку в сам файл спектра, который потом можно будет сохранить, если потребуется.

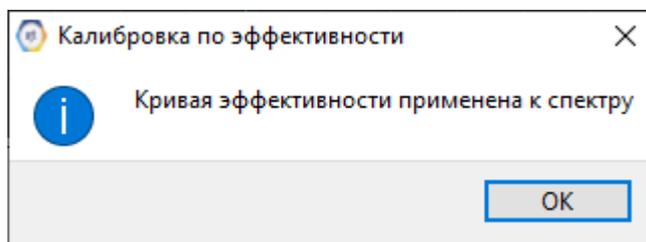


Рисунок 4.24 – Применение калибровки по эффективности к спектру

С помощью кнопки «Сбросить применение» можно отменить применение кривой эффективности для расчётов (см. Рисунок 4.25), а также удалить калибровку из файла спектра.

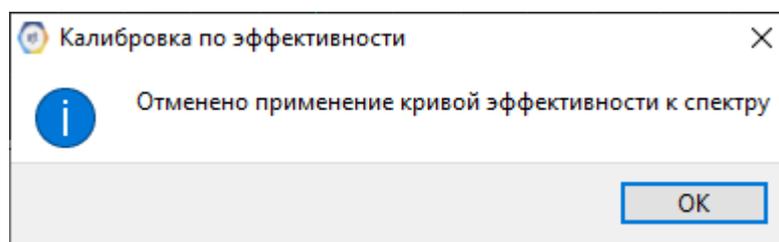


Рисунок 4.25 – Отмена применения калибровки по эффективности

Полученную калибровку можно сохранить в файл, для этого необходимо нажать на кнопку «Сохранить калибровку в файл», после этого откроется проводник, где пользователю необходимо будет выбрать место сохранения. Для сохранения и установки калибровки по умолчанию необходимо нажать кнопку «Сохранить как калибровку по умолчанию». Если в настройках не установлен путь файла калибровки по умолчанию, тогда пользователю будет предложено самому выбрать куда сохранить файл калибровки по умолчанию и назвать его, в противном случае уже установленный файл калибровки по умолчанию будет перезаписан.

«Сохранить в отчёт» – создаёт файл отчёта по заранее заданному шаблону (см. Раздел 5.3) для калибровки по эффективности, который можно сохранить или распечатать.

#### 4.4 Поиск пиков

Пользователь может вручную выделять пики (см. Раздел 4.2.3), но в программе также существует возможность автоматического поиска пиков и их идентификации. Пользователь может провести автоматический поиск пиков и их идентификацию, и поиск пиков по линиям нуклидов из библиотеки (см. Рисунок 4.26).

Пользователю в программном обеспечении доступны следующие виды поиска пиков:

- «Автоматический поиск пиков» – классический поиск пиков по заданным пользователем алгоритмам.
- «Идентификация» – сопоставление энергетических линий нуклидов из пользовательской библиотеки и найденных пиков.
- «Поиск по линиям из библиотеки» – классический поиск пиков по заданным пользователем алгоритмам с учетом информации о линиях, содержащейся в пользовательской библиотеке нуклидов.
- «Продвинутый поиск пиков по линиям из библиотеки» – алгоритм, учитывающий интенсивность энергетических гамма линий нуклидов, опираясь на библиотеку и автоматически найденные пики.

 Обратите внимание, что для правильного поиска пиков необходимо точно подобрать параметры в настройках автоматического поиска пиков (см. Раздел 3.4). Для основных типов детекторов: ОЧГ, NaI(Tl), SrI<sub>2</sub>(Eu), CZT в программе существуют предустановленные наборы настроек.

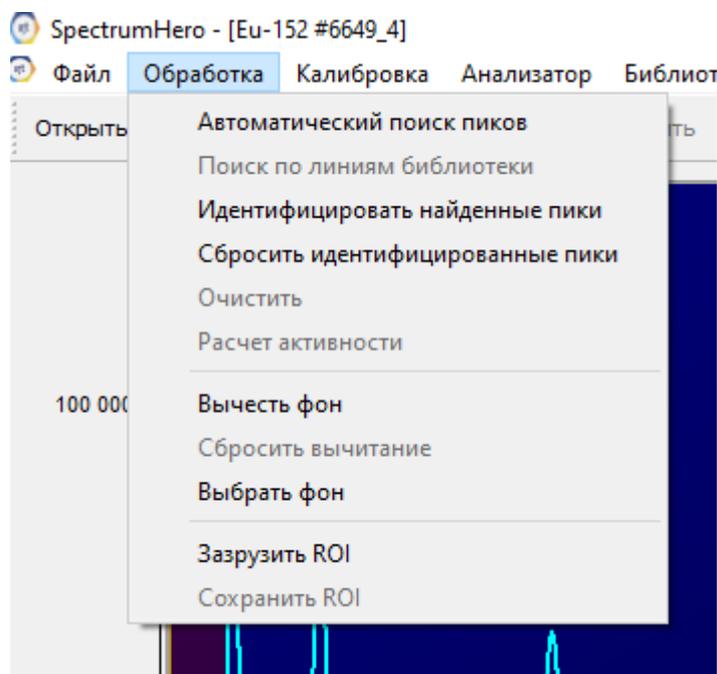


Рисунок 4.26 – Меню поиска пиков

#### 4.4.1 Автоматический поиск пиков

 Обратите внимание, для проведения автоматического поиска пиков необходимо провести сначала калибровку по энергии и ПШПВ.

После того как пользователь провёл калибровку по энергии и ПШПВ (см. Раздел 4.3.1 и Раздел 4.3.3). Становится доступным автоматический поиск пиков. Чтобы его запустить необходимо перейти по следующему пути: «Обработка» → «Автоматический поиск пиков», либо «Поиск пиков» на панели быстрого доступа. После нажатия на кнопку, программа произведёт автоматический поиск пиков по заданным пользователем настройкам (см. Раздел 3.4). Далее пользователь может работать с найденными пиками как с обычными выделенным собственноручно.

 Обратите внимание, каждый последующий автоматический поиск пиков не добавляет, а полностью обновляет найденные пики.

#### 4.4.2 Идентификация найденных пиков

Идентификация найденных пиков – это сопоставление энергетических линий нуклидов из пользовательской библиотеки и найденных пиков. Чтобы её запустить необходимо перейти по следующему пути: «Обработка» → «Идентифицировать найденные пики». Если пик и линия совпадут по энергии в энергетическом окне, которое пользователь выберет в настройках (см. Раздел 3.7), то пик на спектре будет идентифицирован и ему будет присвоена энергетическая линия нуклида из пользовательской библиотеки, а в ней самой эта линия будет отмечена зеленым. В настройках можно указать, чтобы при автоматическом поиске пиков идентификация происходила автоматически (см. Раздел 3.7).

Обратите внимание, пользователь может «Сбросить идентифицированные пики» с помощью соответствующей кнопки в меню «Обработка», при этом они удалятся со спектра.

#### 4.4.3 Поиск пиков по линиям нуклидов из библиотеки

Поиск пиков по линиям из библиотеки альтернатива алгоритму «Автоматический поиск пиков + Идентификация». Запустить поиск пиков по линиям из библиотеки можно двумя путями:

- «Обработка» → «Поиск по линиям библиотеки». В спектре будут найдены все возможные пики, которые будут соответствовать энергетическим линиям нуклидов в пользовательской библиотеке. Они сразу будут идентифицированы, и отметка об этом появится на спектре, а в окне библиотеки будут обозначены зеленым цветом.
- «Окно библиотеки нуклидов» → «Правая кнопка мыши» → «Найти все линии / Найти нуклид / Найти линию». В зависимости от выбора пользователя будут найдены либо все энергетические линии нуклидов из пользовательской библиотеки, либо все линии выбранного нуклида, на котором пользователь нажал правой кнопкой мыши, либо одна энергетическая линия, на которую нажал пользователь, соответственно. Они сразу будут идентифицированы, и отметка об этом появится на спектре, а в окне библиотеки будут обозначены зеленым цветом. (см. Рисунок 4.27).

Открыть редактор    Открыть библиотеку    Сохранить библиотеку    Включить/отключить все линии

Нуклид	Период полурас	Погрешность пе	Атомная масса	
<input checked="" type="checkbox"/> 1167...	0,005	1,79	5e-05	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 1365...	0,007	3,01699	8e-05	γ
▼ <input checked="" type="checkbox"/> Cs-...	30 год 36,7 день	32 день 20,4 час	136,907	
<input checked="" type="checkbox"/> 661,...	0,003	89,9	0,0014	γ
▼ <input checked="" type="checkbox"/> Eu-...	12 год 103,1 день	5 день 2,6 час	151,922	
<input checked="" type="checkbox"/> 121,...			0,00160265	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 244,...			0,0004139	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 344,...			0,00201971	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 367,...			5,651e-05	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 411,...	0,0012	2,2371	0,00012504	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 443,...	0,0016	2,82655	0,00014307	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 688,67	0,005	0,856474	6,203e-05	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 778,...	0,0024	12,9285	0,00083951	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 867,38	0,003	4,22786	0,00029804	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 964,...	0,005	14,5103	0,00070087	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 1005...	0,05	0,65944	0,00010991	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 1085...	0,01	10,115	0,00050134	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 1089...	0,005	1,73373	0,00011351	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 1112...	0,003	13,6674	0,00083894	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 1212...	0,011	1,4146	8,155e-05	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 1299...	0,008	1,63269	0,00011021	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 1408...	0,003	20,8681	0,00094252	γ
▼ <input checked="" type="checkbox"/> K-40	1,25e+09 год 0,...	3e+06 год 0,0 д...	39,964	

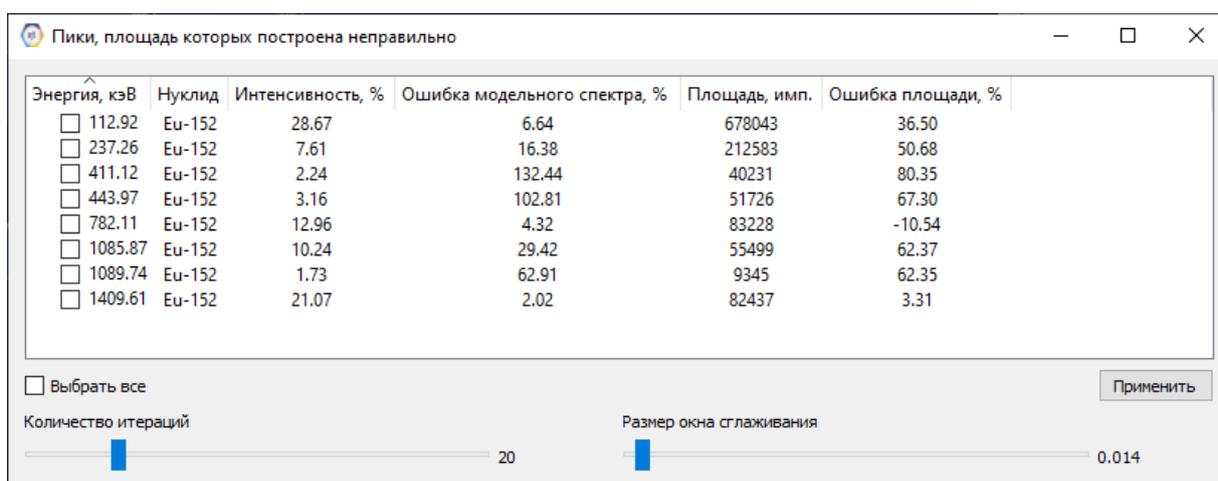
Рисунок 4.27 – Контекстное меню в окне библиотеки нуклидов

#### 4.4.4 Продвинутый поиск пиков по линиям нуклидов из библиотеки

Продвинутый поиск по линиям нуклидов из библиотеки использует алгоритм, который учитывает интенсивность энергетических гамма линий нуклидов, опираясь на библиотеку и автоматически найденные пики. Для включения данного поиска необходимо установить маркер в настройках (см. Раздел 3.7).

 Обратите внимание, продвинутый поиск в данной версии программного обеспечения, для которого написано это Руководство, правильно работает только при точно подобранной библиотеке нуклидов.

После завершения продвинутого поиска пиков, появится окно с пиками, который не попадают в критерии «правильности» (см. Раздел 3.7) при настройке «Минимально допустимое превышение спектра при «улучшенном» поиске, %». В данном окне пользователь может на свое усмотрение убрать либо оставить эти пики, выбрав те, которые хочет оставить с помощью маркеров (см. Рисунок 4.28).



Энергия, кэВ	Нуклид	Интенсивность, %	Ошибка модельного спектра, %	Площадь, имп.	Ошибка площади, %
<input type="checkbox"/> 112.92	Eu-152	28.67	6.64	678043	36.50
<input type="checkbox"/> 237.26	Eu-152	7.61	16.38	212583	50.68
<input type="checkbox"/> 411.12	Eu-152	2.24	132.44	40231	80.35
<input type="checkbox"/> 443.97	Eu-152	3.16	102.81	51726	67.30
<input type="checkbox"/> 782.11	Eu-152	12.96	4.32	83228	-10.54
<input type="checkbox"/> 1085.87	Eu-152	10.24	29.42	55499	62.37
<input type="checkbox"/> 1089.74	Eu-152	1.73	62.91	9345	62.35
<input type="checkbox"/> 1409.61	Eu-152	21.07	2.02	82437	3.31

Выбрать все Применить

Количество итераций:       Размер окна сглаживания:

Рисунок 4.28 – Окно пиков, площадь которых построена неправильно при продвинутом поиске

#### 4.5 Расчёт активности

 Обратите внимание, что расчёт активности доступен только после проведения всех калибровок и хотя бы с одним найденным идентифицированным пиком.

Чтобы произвести расчёт активности пользователю необходимо перейти по следующему пути: «Инструменты» → «Расчет активности». Откроется окно как показано на Рисунок 4.29.

При открытии окна произойдёт автоматический расчёт активности для идентифицированных пиков найденных нуклидов.

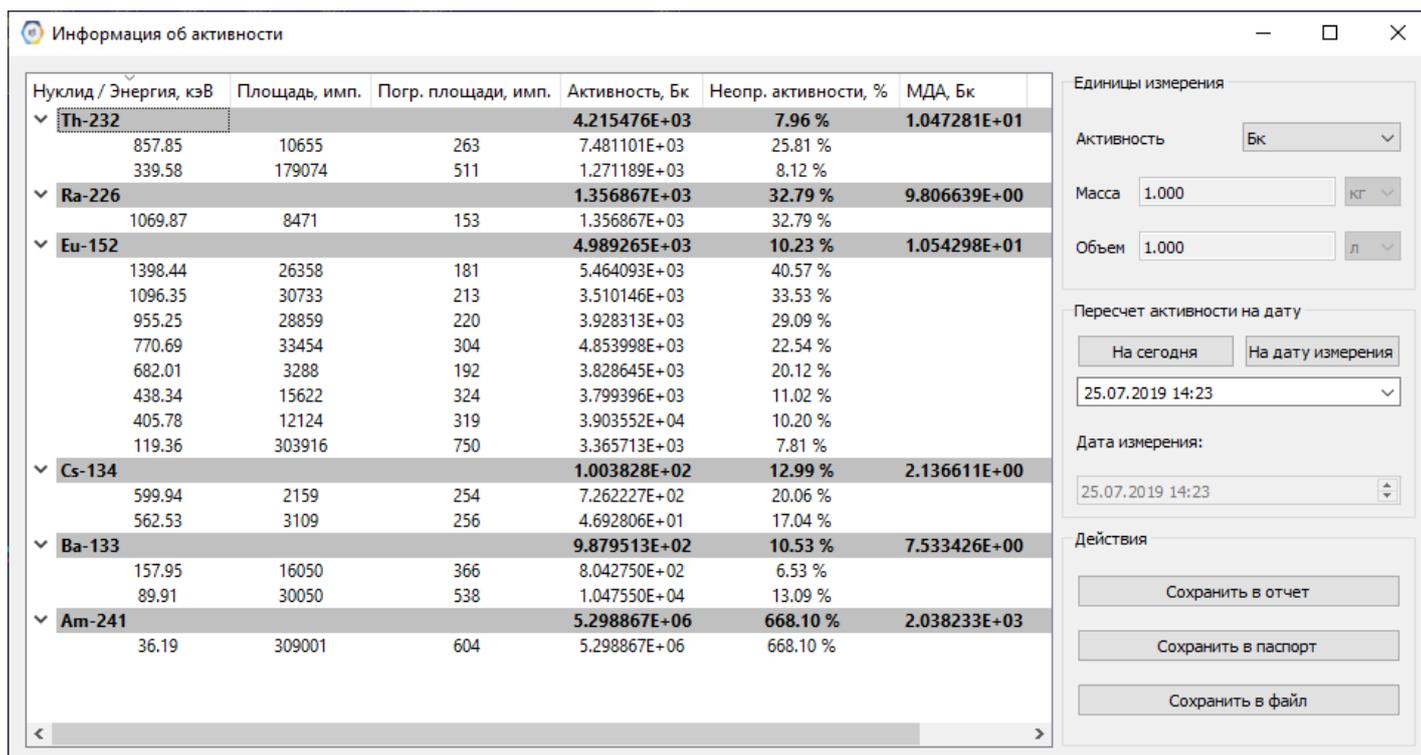


Рисунок 4.29 – Окно расчёта активности

В правой секции окна пользователь может менять единицы измерения активности на: Бк, Бк/кг, Бк/л, Ки, Ки/кг, Ки/л. Для пересчета удельной активности, необходимо изменить массу или объем в соответствующих полях. Также существует возможность пересчета активности на любую дату выбрав ее в секции «Пересчет активности на дату». Для быстрых расчетов предусмотрены кнопки «На сегодня» – пересчет активности на текущую дату, и «На дату измерения» – пересчет активности на дату измерения, которая указана ниже.

Для сохранения полученных результатов существуют следующие опции:

«Сохранить в отчет» – создаёт файл отчёта по заранее заданному шаблону (см. Раздел 5.3) для активности, который можно сохранить или распечатать.

«Сохранить в паспорт» – сохранение информации об активности в паспорт. Существует две опции (см. Рисунок 4.30):

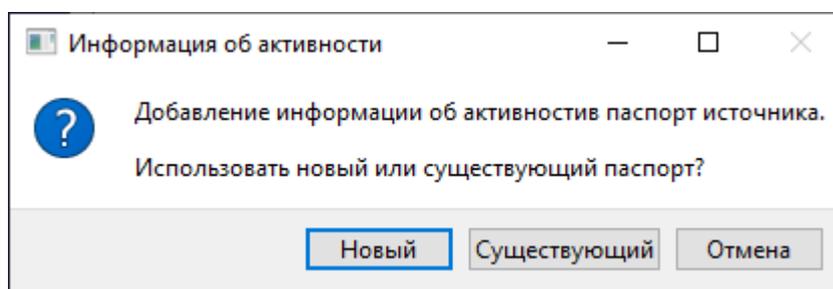


Рисунок 4.30 – Окно сохранения информации об активности в паспорт

«Сохранение в новый паспорт» – откроется редактор паспортов и заполнится информацией из окна расчета активности и параметров спектра.

«Сохранение в уже существующий паспорт» – откроется проводник, в котором необходимо будет выбрать уже существующий паспорт. Все нуклиды с активностью добавятся как новый источник в существующий паспорт.

«Сохранить в файл» – сохранение в текстовый файл формата .txt или .csv.

## 4.6 Сравнение спектров

В программном обеспечении существует возможность проводить сложение и вычитание спектров. Для этого пользователь должен открыть в программе более одного спектра, затем перейти по пути «Инструменты» → «Сравнение спектров». Откроется окно как показано на Рисунок 4.31. В данном окне пользователь должен выбрать Спектр (А) в левой секции, который является опорным, и Спектр (Б) в правой секции, который является второстепенным. И затем выбрать какую операцию ему требуется совершить: сложение ((А) + (Б)) или вычитание ((А) - (Б)). По умолчанию операции проводятся со спектрами, откалиброванными по энергии, но также существует возможность и поканального сравнения спектров, при установке соответствующего маркера в данном окне.

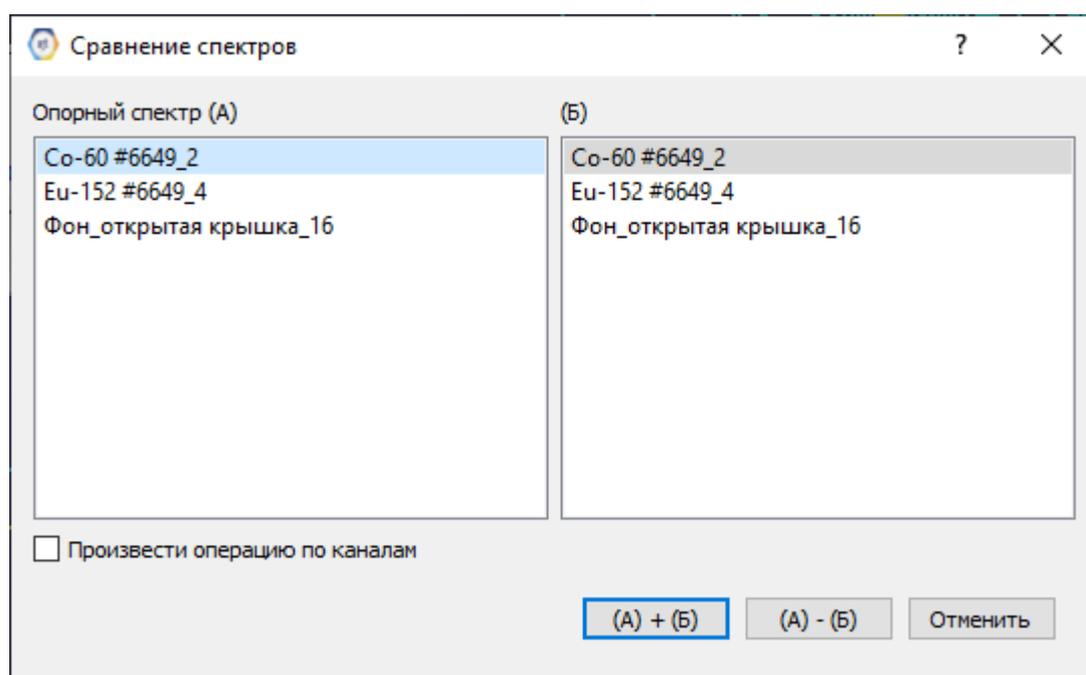


Рисунок 4.31 – Окно сравнения спектров

 Обратите внимание, что в случае сравнения спектров с энергетическими калибровками границы применимости определяются как  $[\max(E_1^{\text{нач}}; E_2^{\text{нач}}); \min(E_1^{\text{кон}}; E_2^{\text{кон}})]$ .

 Обратите внимание, если в опорном спектре нет калибровки – применяется калибровка из второго спектра, если нет обоих – применяется из программы, если нет в программе – операции в энергиях – невозможна.

После этого в окне с опорным спектром отображается сам опорный спектр, второстепенный спектр и результат их сравнения (см. Рисунок 4.32). Справа в окне программы отображен «Виджет иерархии», в котором пользователь может менять последовательность отображения спектров в окне, их цвета, а также открыть полученный спектр сравнения в новом окне для более удобной работы с ним (см. Раздел ).

 Обратите внимание, что работа со спектром в окне, в котором сравниваются эти спектры, ведется с опорным спектром.

Если в спектрах либо в настройках был установлен фон, он также будет изначально отображаться в окнах спектров и в окне сравнения.

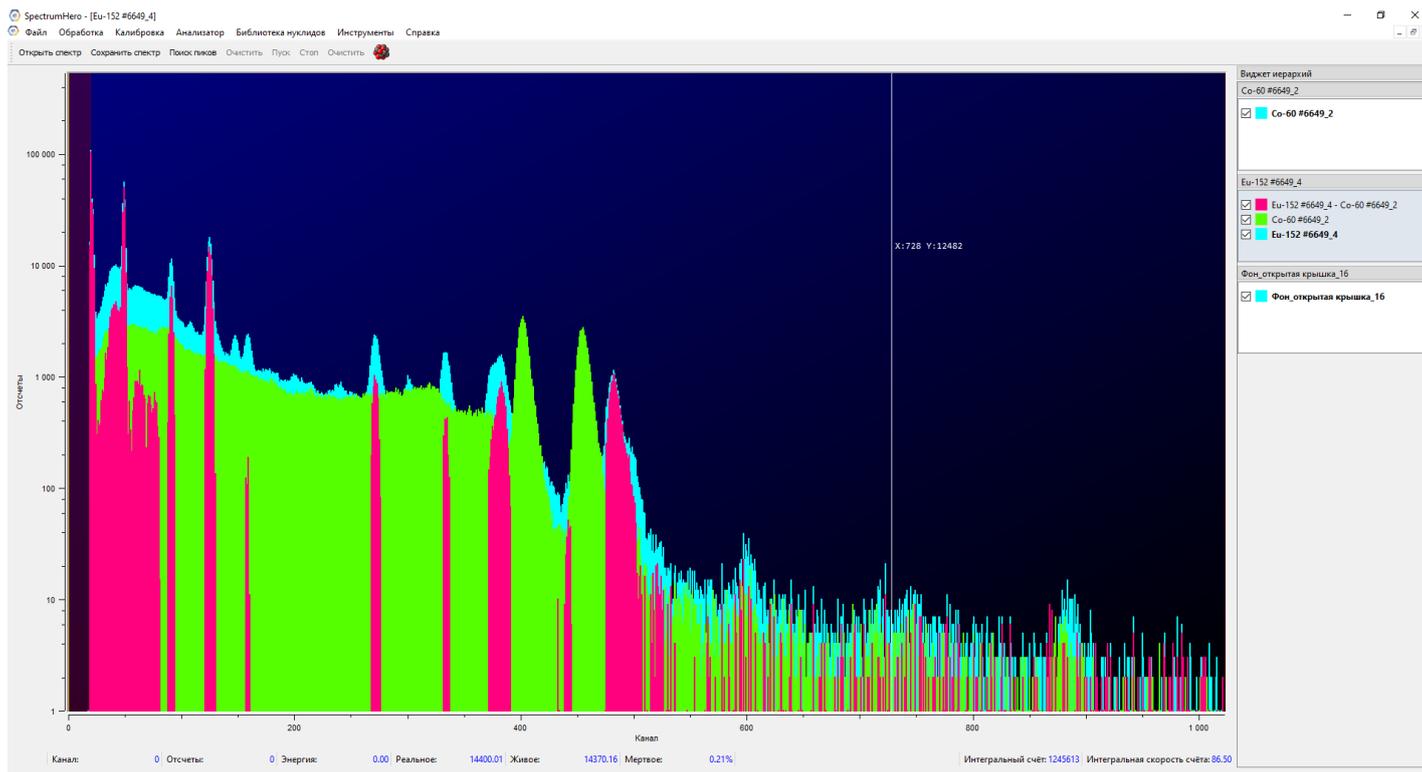


Рисунок 4.32 – Окно сравнения спектров

## 4.7 Масштабирование спектров

В программном обеспечении существует возможность проводить масштабирование спектров. Для этого необходимо перейти по следующему пути «Инструменты» → «Масштабирование спектра». Откроется окно как показано на Рисунок 4.33.

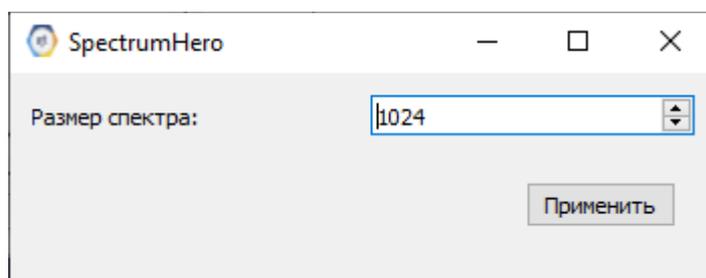


Рисунок 4.33 – Окно масштабирования спектра

Пользователь может указать желаемый размер спектра, при открытии окна указан действующий размер спектра. Алгоритм изменения количества каналов аналогичен алгоритму, который применяется при сравнении спектров.

## 4.8 Работа с фоном

Для улучшения поиска пиков и более точного вычисления площади пиков / скорости счёта в пиках в программе можно установить фоновый спектр. Установить его можно либо с помощью настроек (см. Раздел 3.6), либо через меню «Обработка» → «Выбрать фон», откроется проводник, в котором пользователю необходимо будет указать файл фона (см. Рисунок 4.34).

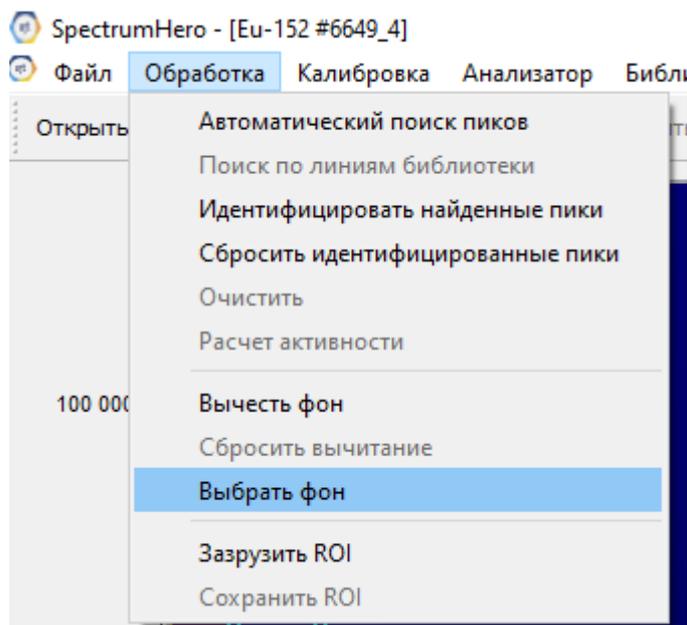


Рисунок 4.34 – Выбор фона

Для того чтобы вычесть фон из измеренного спектра, необходимо нажать на пункт «Вычесть фон», после чего произойдет автоматическое вычитание фона. Если файл фона не загружен или существует разница в размерах спектров (например, размер спектра – 4096 каналов, а фона – 8192 каналов), тогда будет выдано соответствующее предупреждение, как на Рисунок 4.35.

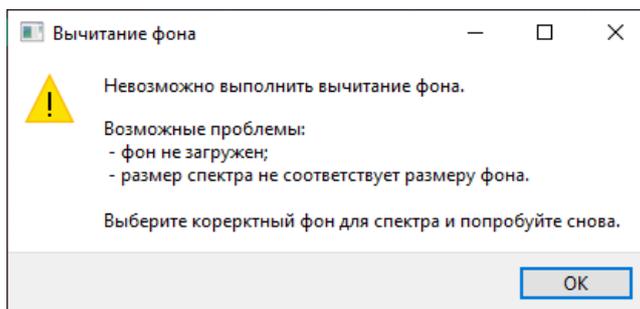


Рисунок 4.35 – Предупреждение о невозможности вычесть фон

 Обратите внимание, что существует альтернативная возможность вычесть фон через сравнение спектров (см. Раздел 4.6).

## 5 Дополнительные возможности программы

В данном разделе описаны дополнительные возможности программного обеспечения **SpectrumHero**, которые упрощают обработку спектра.

### 5.1 Работа с библиотекой

Для более удобной обработки спектра, пользователь может создавать свои собственные библиотеки нуклидов в «Редакторе библиотек», и затем взаимодействовать с ними при обработке спектра с помощью «Окна пользовательской библиотеки».

#### 5.1.1 Редактор библиотек

Для того чтобы открыть «Редактор библиотек» необходимо перейти по следующему пути: «Библиотека нуклидов» → «Редактор библиотек». Откроется окно «Редактора библиотек» как показано на Рисунок 5.1.

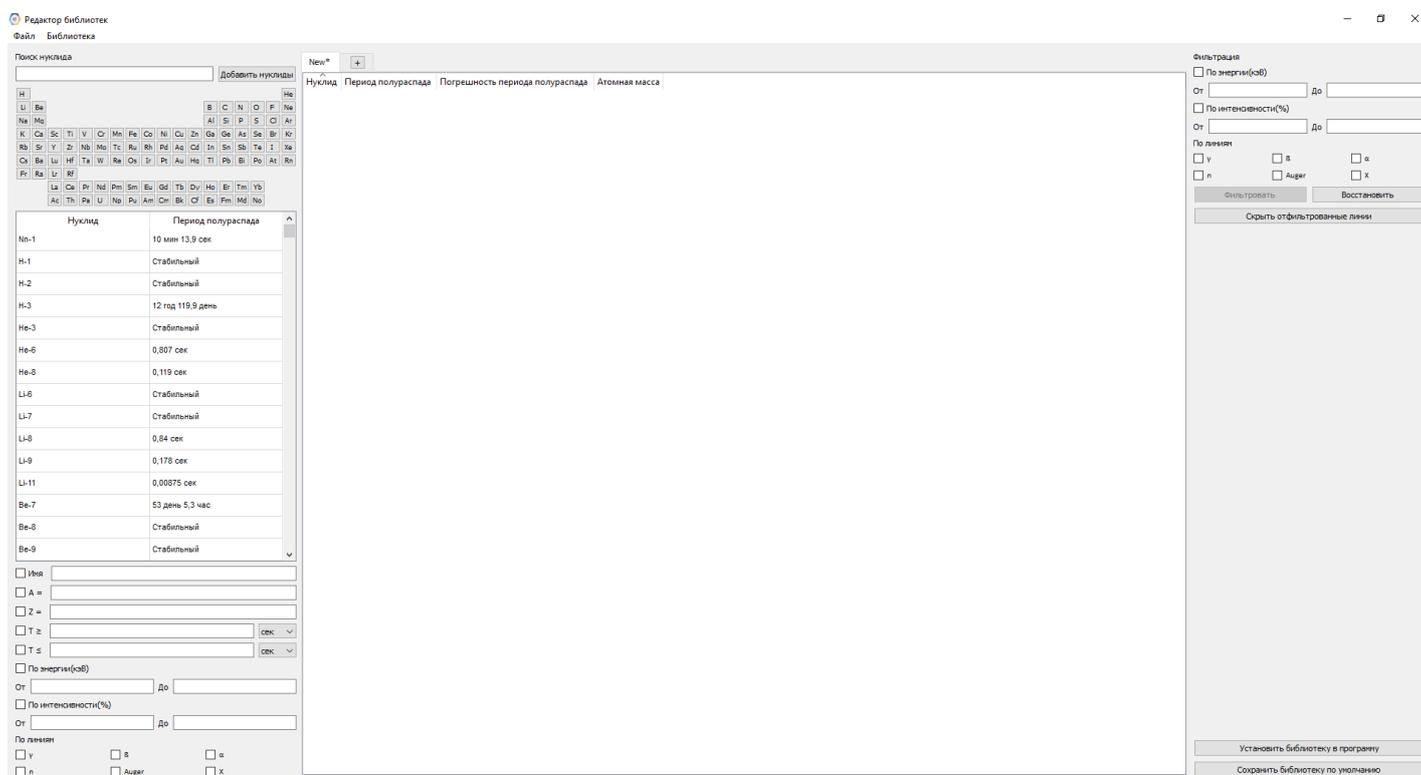


Рисунок 5.1 – Окно редактора библиотек

В левой секции расположены все нуклиды в виде таблицы периодической системы химических элементов и списка нуклидов, строка поиска нуклида и фильтры для мастер-библиотеки.

Пользователь может ввести название нуклида в строку поиска, и маркер в списке нуклидов переместить на него. Либо написать только химический элемент, тогда маркер переместиться на первый нуклид элемента. Кнопка «Добавить нуклид» добавляет тот нуклид с его энергетическими линиями, на котором расположен маркер в списке нуклидов после поиска и выбора его пользователем, в центральную секцию. Чтобы добавить нуклид прямо из списка нуклидов, необходимо нажать на него два раза левой кнопкой мыши.

В периодической системе химических элементов пользователь может выбрать необходимый ему элемент(-ы), тогда в списке нуклидов будут отображены только нуклиды этих выбранных элементов. Далее алгоритм добавления нуклида в центральную секцию такой же.

 Обратите внимание, если у вас не находится требуемый вам нуклид, не выбраны ли отличные от искомого химические элементы в периодической системе.

В левой нижней части окна расположены фильтры для мастер-библиотеки:

- «Имя» – имя нуклида
- «Т, ≤» – период полураспада, менее
- «А» – атомная масса нуклида
- «По энергии» – энергетический диапазон линий
- «Z» – атомный номер (заряд) нуклида
- «По интенсивности» – диапазон интенсивностей
- «Т, ≥» – период полураспада, более
- «По линиям» – тип линий

 Обратите внимание, что фильтры работают по принципу «И».

Фильтры по периоду полураспада / энергетическому диапазону / интенсивности оставляют нуклиды с линиями, период полураспада / энергии / интенсивности которых удовлетворяют хотя бы одной границе введённого диапазона. Фильтр по типу линии оставляет нуклиды, которые содержат хотя бы один тип, отмеченный маркером.

 Обратите внимание, фильтры по периоду полураспада имеют изменяемые единицы измерения. Следите за тем, чтобы их последовательность при выставлении фильтров была адекватной.

В центральной секции отображаются нуклиды с энергетическими линиями. Отображение линий зависит от состояния кнопки «Показать / скрыть отфильтрованные линии», которая скрывает, линии непрошедшие фильтры (см. Раздел 3.3). Также пользователь может самостоятельно удалять нуклиды и их энергетические линии через контекстное меню правой кнопки мыши либо с помощью кнопки «Delete».

В правой секции находятся фильтры для добавленных в центральную секцию нуклидов с их энергетическими линиями.

«По энергии» – фильтр линий по заданному энергетическому диапазону.

«По интенсивности» – фильтр линий по заданному диапазону интенсивностей.

«По типу линий» – фильтр линий по выбранным пользователем типам.

Чтобы фильтровать энергетические линии в центральной секции, необходимо нажать кнопку «Фильтровать», если линии отфильтрованы, то кнопка становится серой. Для сброса фильтров к первоначальному состоянию необходимо воспользоваться кнопкой «Восстановить» – это приведёт к очистке фильтров по энергии и интенсивности, а также вернёт маркеры на те типы линий, которые установлены в настройках (см. Раздел 3.3).

 Обратите внимание, алгоритм фильтрации при установленном в настройках библиотек маркере «Автофильтрация пользовательской библиотеки» описан в Разделе 3.3.

Пользователь может из окна «Редактора библиотек» установить полученную библиотеку в программу с помощью кнопки «Сохранить библиотеку по умолчанию» – это установит библиотеку в «Окно пользовательской библиотеки», и если до этого не была установлена библиотека по умолчанию, то пользователю будет предложено выбрать куда сохранить файл библиотеки, путь до которого будет прописан в настройках (см. Раздел 3.6). Если библиотека по умолчанию уже была установлена, она перезапишется, но, если устанавливается

библиотека, которая уже сохранена в файл, пользователю будет показано предупреждение о том, что библиотека по умолчанию будет перезаписана (см. Рисунок 5.2).

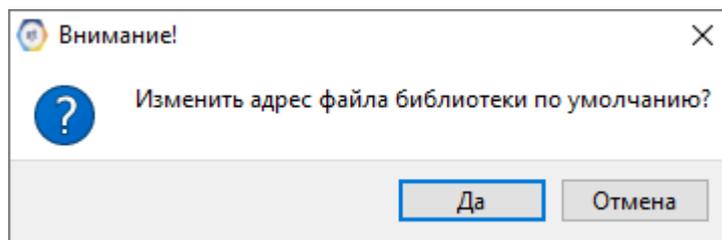


Рисунок 5.2 – Предупреждение при изменении адреса библиотеки по умолчанию

Если пользователю необходимо сохранить библиотеку, при этом не устанавливая её в программу, то это можно сделать пройдя по пути в окне «Редактора библиотек»: «Файл» → «Сохранить / Сохранить как...». Если требуется установить библиотеку в программу, но не ставить ее библиотекой по умолчанию, необходимо с помощью кнопки «Установить библиотеку в программу» установить ее в «Окно пользовательской библиотеки». Открыть или создать новую пустую библиотеку можно с помощью кнопки «Открыть» или «Создать» (либо с помощью «+» слева от вкладки с названием библиотеки в центральной секции), соответственно, в том же меню.

 Обратите внимание, если в программе установлена библиотека по умолчанию (см. Раздел 3.7), то при открытии «Редактора библиотек» она также будет открываться в нем.

Пользователь может выбрать источник данных для своей мастер библиотеки в меню «Библиотека» → «Источник данных» среди: ENSDF, ENDF, Sandia. А также загрузить свою мастер библиотеку на основе обычной пользовательской библиотеки через меню: «Библиотека» → «Редактор пользовательских мастер-библиотек». Откроется окно как показано на Рисунок 5.3.

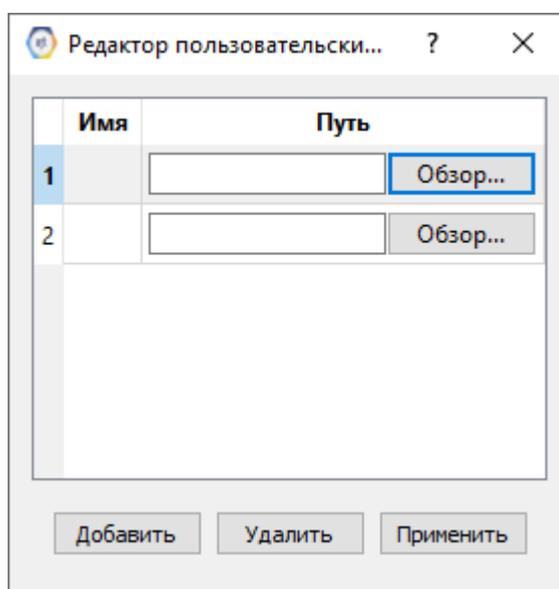


Рисунок 5.3 – Редактор пользовательских мастер-библиотек

С помощью кнопки «Добавить» пользователь может добавить пользовательскую мастер библиотеку, выбрав необходимый файл, сохраненный на ПК, с помощью кнопки «Обзор». Затем эти источники появляются в меню «Библиотека» в «Редакторе библиотек» в секции «Активная пользовательская мастер библиотека», где пользователь нажатием на нужную может установить ее в «Редакторе библиотек» (см. Рисунок 5.4).

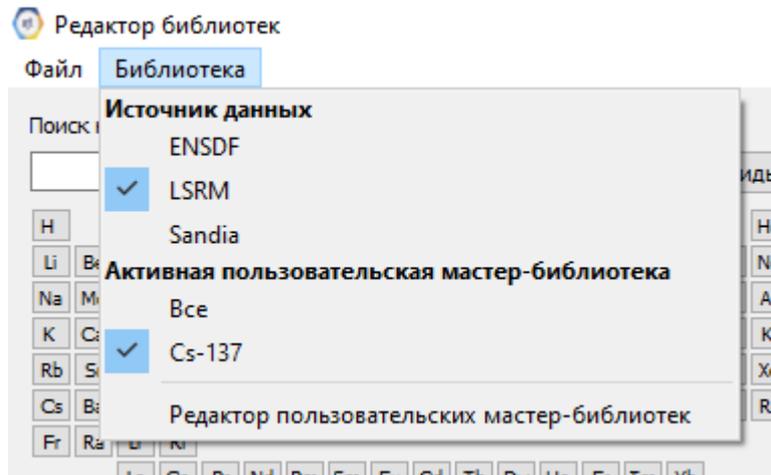


Рисунок 5.4 – Выбор пользовательской мастер-библиотеки

С помощью контекстного меню правой кнопки мыши в левой секции в списке нуклидов, пользователь может открыть «Карточку нуклида» (см. Рисунок 5.5). В данном окне расположены две вкладки: «Линии» – в которой отображаются все линии данного нуклида и его дочерних продуктов; «Дерево нуклидов» – в которой отображается дерево распада данного нуклида.

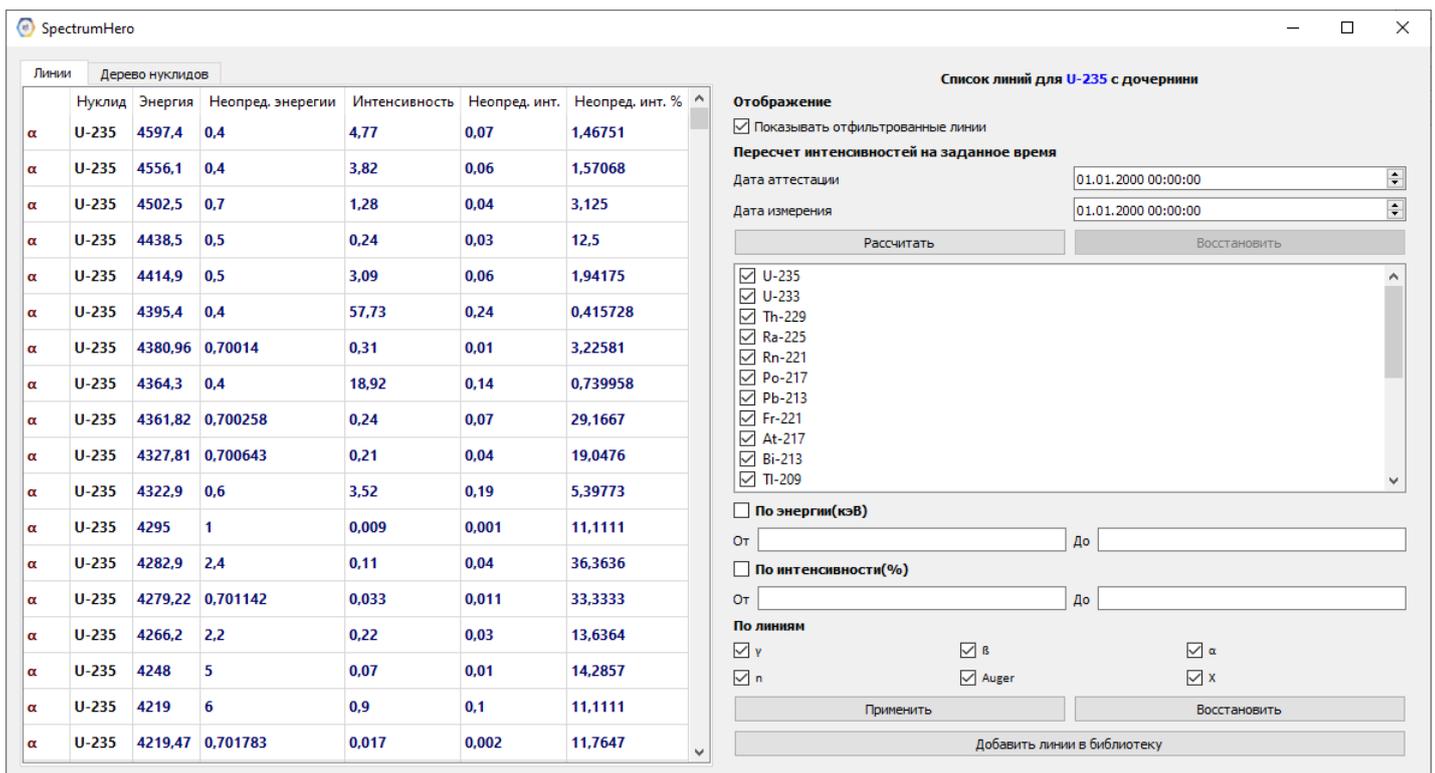


Рисунок 5.5 – Окно карточки нуклида (вкладка «Линии»)

Во вкладке «Линии» пользователь может отфильтровать энергетические линии нуклида и его дочерних продуктов по аналогии с фильтрацией в основном окне «Редактора библиотек», а также пересчитать их интенсивности с помощью «Пересчета интенсивностей на заданное время», вводя даты аттестации и измерения и кнопок «Рассчитать» / «Восстановить». Ниже этого поля пользователь может с помощью маркеров выбрать линии каких дочерних нуклидов отображать в левой части окна. С помощью кнопки «Добавить линии в библиотеку» пользователь сможет добавить необходимые ему линии в основное окно редактора библиотек с привязкой к выбранному нуклиду.

Если маркер «Показывать отфильтрованные линии» не отмечен, линии, которые не пройдут фильтры, будут скрыты.

Во вкладке «Дерево нуклидов» пользователь может увидеть построенное дерево распадов для данного нуклида. В правой верхней части окна отображается информация о выбранном на дереве нуклиде (см. Рисунок 5.6).

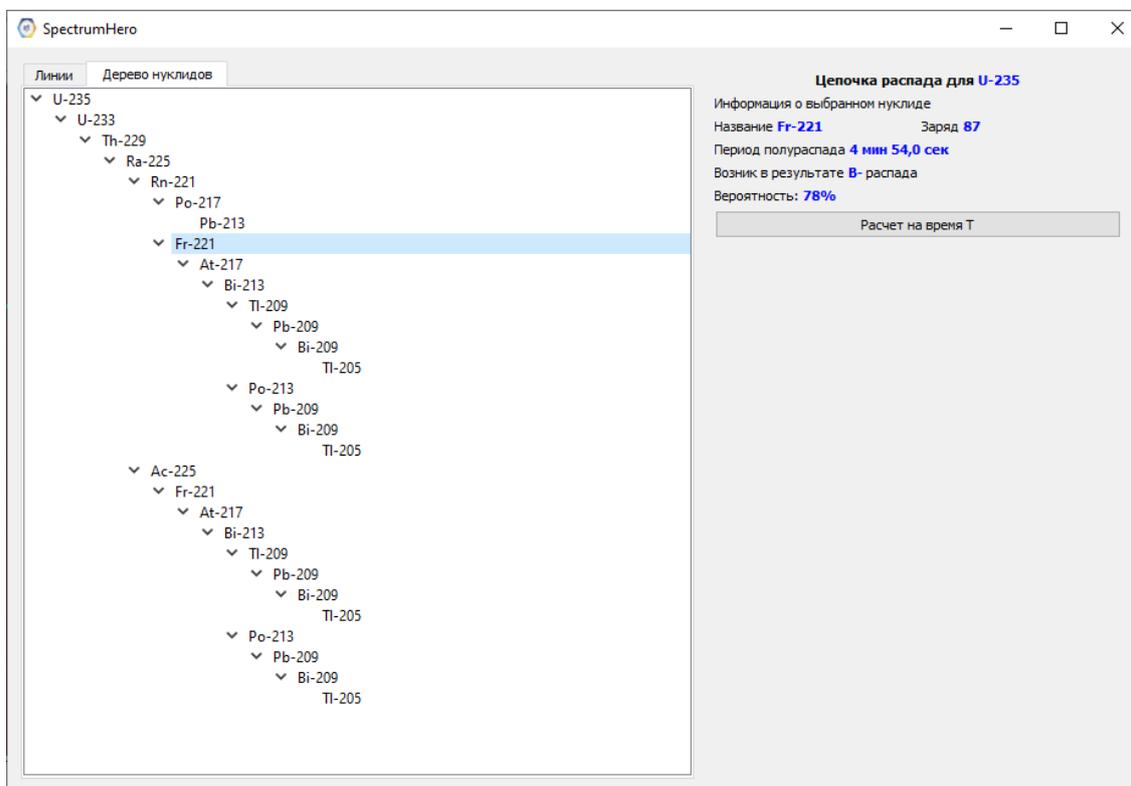


Рисунок 5.6 – Окно карточки нуклида (вкладка "Дерево нуклидов")

Пересчитать активность нуклида и всех дочерних продуктов можно с помощью кнопки «Расчет на время T», после открытия соответствующего окна необходимо ввести активность, дату аттестации и дату измерения (см. Рисунок 5.7).

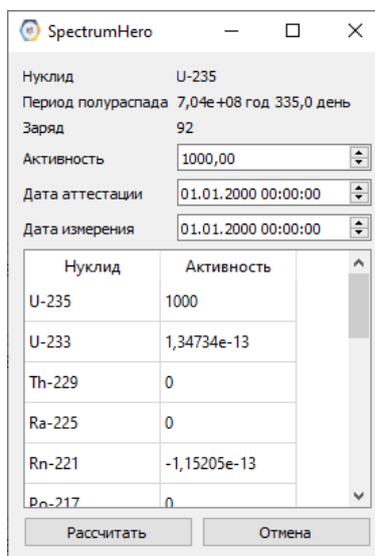


Рисунок 5.7 – Окно пересчёта активности

А также с помощью контекстного меню правой кнопки мыши пользователь может перейти на карточку выбранного нуклида или его родителей (см. Рисунок 5.8).

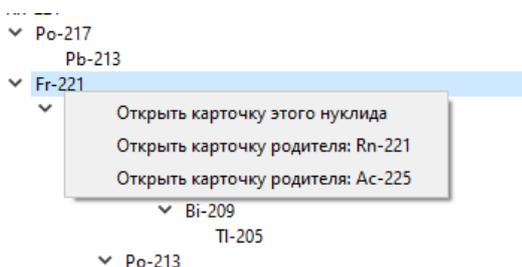


Рисунок 5.8 – Контекстное меню перехода на родителей выбранного нуклида

Пользователь может добавлять / изменять нуклиды / линии с помощью контекстного меню правой кнопки мыши в центральной секции. Добавление / изменение линии доступно, когда хотя-бы один нуклид добавлен в центральную секцию.

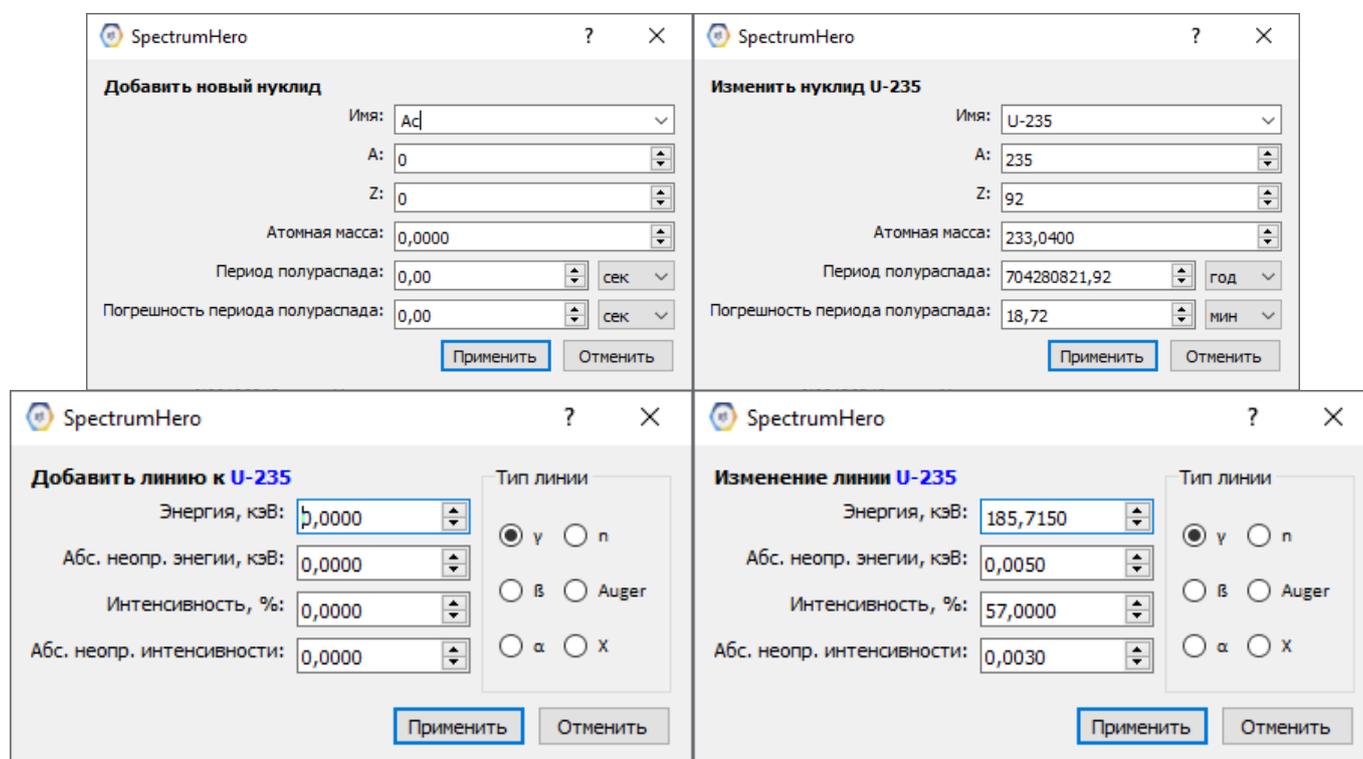
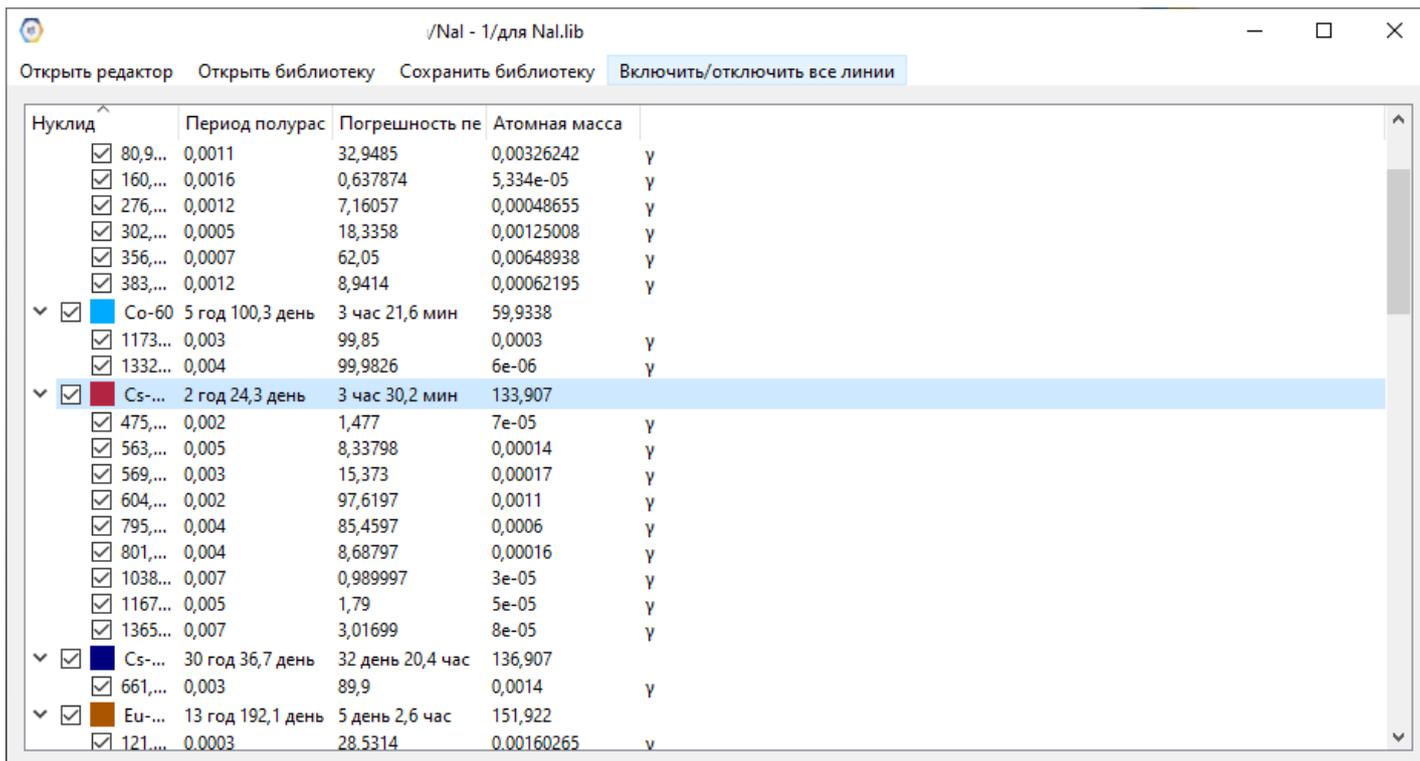


Рисунок 5.9 – Окна добавления / изменения нуклида / линии

### 5.1.2 Пользовательская библиотека

Для того чтобы открыть «Окно пользовательской библиотеки» необходимо перейти по следующему пути: «Библиотека нуклидов» → «Пользовательская библиотека», либо нажать на иконку «Пользовательской библиотеки» на панели быстрого доступа. Откроется окно «Пользовательской библиотеки» как показано на Рисунок 5.10.



Нуклид	Период полурас	Погрешность пе	Атомная масса	
<input checked="" type="checkbox"/> 80,9...	0,0011	32,9485	0,00326242	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 160,...	0,0016	0,637874	5,334e-05	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 276,...	0,0012	7,16057	0,00048655	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 302,...	0,0005	18,3358	0,00125008	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 356,...	0,0007	62,05	0,00648938	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 383,...	0,0012	8,9414	0,00062195	γ
▼ <input checked="" type="checkbox"/> Co-60	5 год 100,3 день	3 час 21,6 мин	59,9338	
<input checked="" type="checkbox"/> 1173...	0,003	99,85	0,0003	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 1332...	0,004	99,9826	6e-06	γ
▼ <input checked="" type="checkbox"/> Cs-...	2 год 24,3 день	3 час 30,2 мин	133,907	
<input checked="" type="checkbox"/> 475,...	0,002	1,477	7e-05	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 563,...	0,005	8,33798	0,00014	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 569,...	0,003	15,373	0,00017	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 604,...	0,002	97,6197	0,0011	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 795,...	0,004	85,4597	0,0006	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 801,...	0,004	8,68797	0,00016	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 1038...	0,007	0,989997	3e-05	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 1167...	0,005	1,79	5e-05	γ
<input checked="" type="checkbox"/> 1365...	0,007	3,01699	8e-05	γ
▼ <input checked="" type="checkbox"/> Cs-...	30 год 36,7 день	32 день 20,4 час	136,907	
<input checked="" type="checkbox"/> 661,...	0,003	89,9	0,0014	γ
▼ <input checked="" type="checkbox"/> Eu-...	13 год 192,1 день	5 день 2,6 час	151,922	
<input checked="" type="checkbox"/> 121,...	0,0003	28,5314	0,00160265	γ

Рисунок 5.10 – Окно пользовательской библиотеки нуклидов

С помощью данного окна пользователь может:

- Перетаскивать нуклиды / их линии в окно калибровки по энергии для присвоения их энергии(-ий) точкам для калибровки.
- Производить поиск пиков по линиям из библиотеки с помощью контекстного меню правой кнопки мыши (см. Параграф 4.4.3).

Пользователь может изменять цвета и отображение энергетических линий на спектре при включенном маркере в «Настройках Отображения» (см. Раздел 3.2). Для включения / выключения отображения необходимо включать / выключать маркеры на нуклидах / линиях. А для изменения цвета, необходимо два раза нажать левой кнопкой мыши на цветной квадрат рядом с нуклидом и выбрать требуемый цвет.

Загружать пользовательскую библиотеку прямо из окна библиотеки можно с помощью кнопки «Открыть библиотеку», сохранять с помощью кнопки «Сохранить библиотеку». Также из окна пользовательской библиотеки можно перейти в редактор с помощью кнопки «Открыть редактор», установленная пользовательская библиотека сразу откроется для редактирования.

 Обратите внимание, при установке библиотеки по умолчанию или пользовательской библиотеки в программе, они автоматически будут открываться в «Окне пользовательской библиотеки». Библиотека по умолчанию имеет преимущество перед загруженной пользовательской библиотекой, и если она установлена в программе (см. Раздел 3.7), то после перезагрузки программы она установится в «Окно пользовательской библиотеки».

## 5.2 Редактор паспортов

Пользователь может создавать паспорта источников, которые могут использоваться как информационные источники, так и для, например, вычисления эффективности.

Для того чтобы открыть «Редактор паспортов» необходимо перейти по следующему пути: «Инструменты» → «Редактор паспортов». Откроется окно «Редактора паспортов» как показано на Рисунок 5.11.

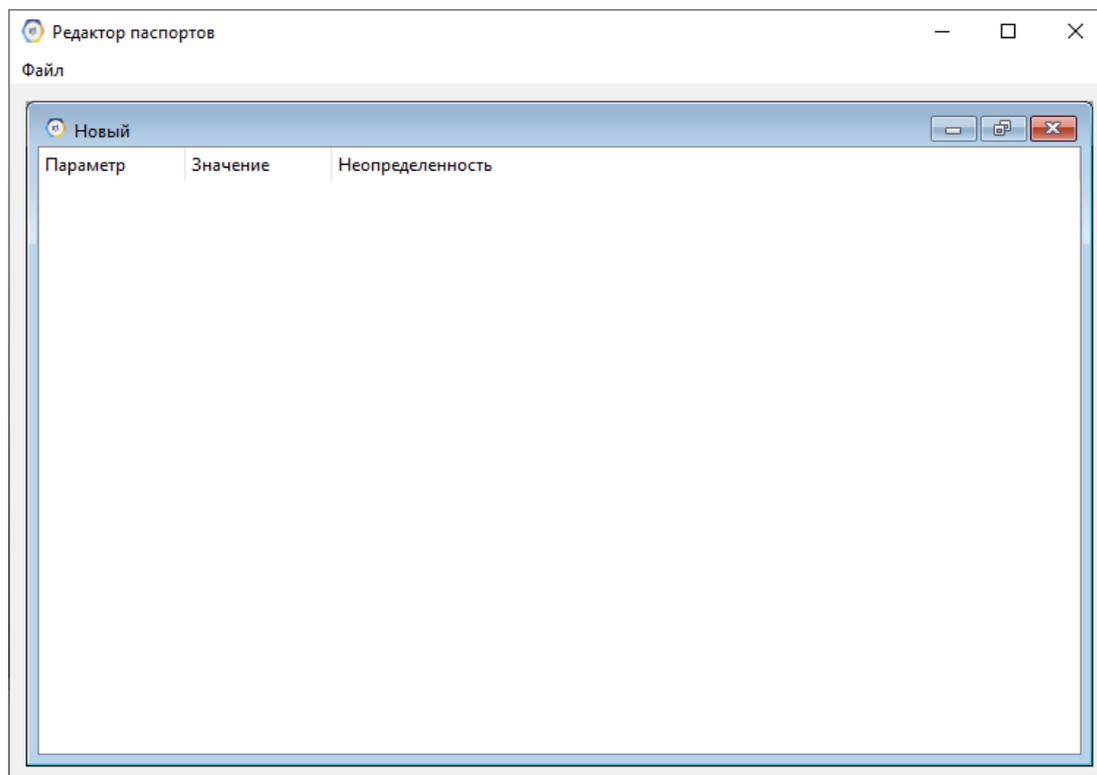


Рисунок 5.11 – Окно редактора паспортов

Для того, чтобы открыть уже существующий паспорт необходимо в меню «Файл» выбрать пункт «Открыть», а чтобы создать новый паспорт – в меню «Файл» выбрать пункт «Новый». Откроется окно паспорта, в котором с помощью контекстного меню правой кнопки пользователь может «Добавить источник», введя необходимые параметры (см. Рисунок 5.12).

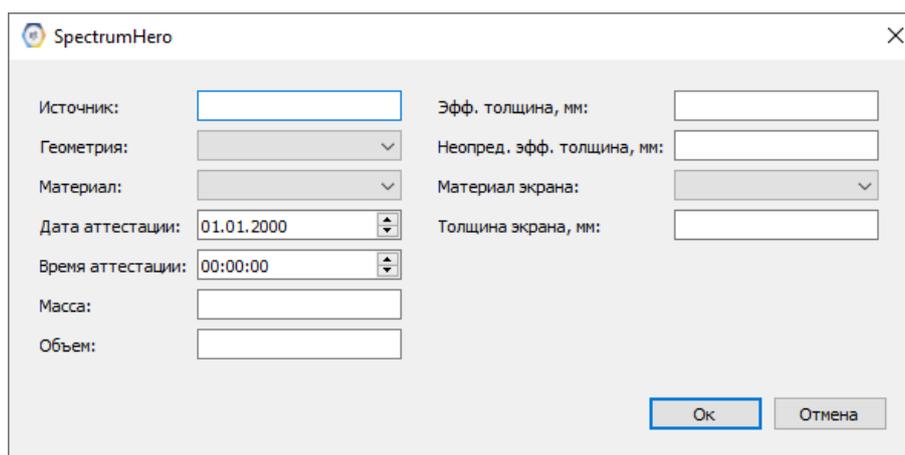


Рисунок 5.12 – Окно добавления источника в паспорт

После добавления источника появится возможность добавить необходимые нуклиды в этот источник, введя требуемые параметры (см. Рисунок 5.13).

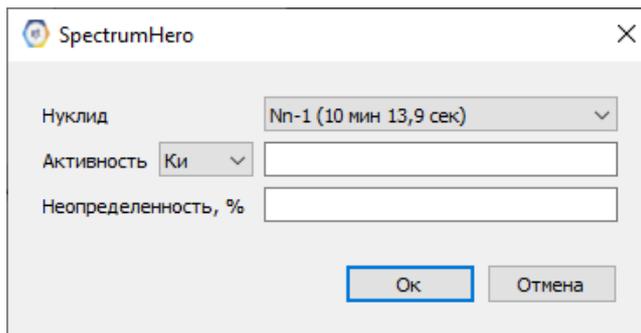


Рисунок 5.13 – Окно добавления нуклида в паспорт

Пользователь может редактировать параметры как источника, так и нуклидов в нём даже после их добавления. Чтобы удалить источник или нуклид, необходимо с помощью контекстного меню правой кнопки мыши выбрать пункт удалить источник или удалить нуклид, соответственно.

Для сохранения созданного паспорта необходимо в меню «Файл» выбрать пункт «Сохранить / Сохранить как...».

### 5.3 Работа с отчётами

После обработки спектра пользователь может вывести полученные результаты в отчет. Некоторые промежуточные результаты, такие как калибровка по эффективности и вычисленная активность, могут быть выведены в отчёт самостоятельно из их функциональных окон по стандартным шаблонам.

Для того чтобы открыть «Редактор отчётов» необходимо перейти по следующему пути: «Инструменты» → «Отчёт». Откроется окно «Редактора отчётов» как показано на Рисунок 5.14.

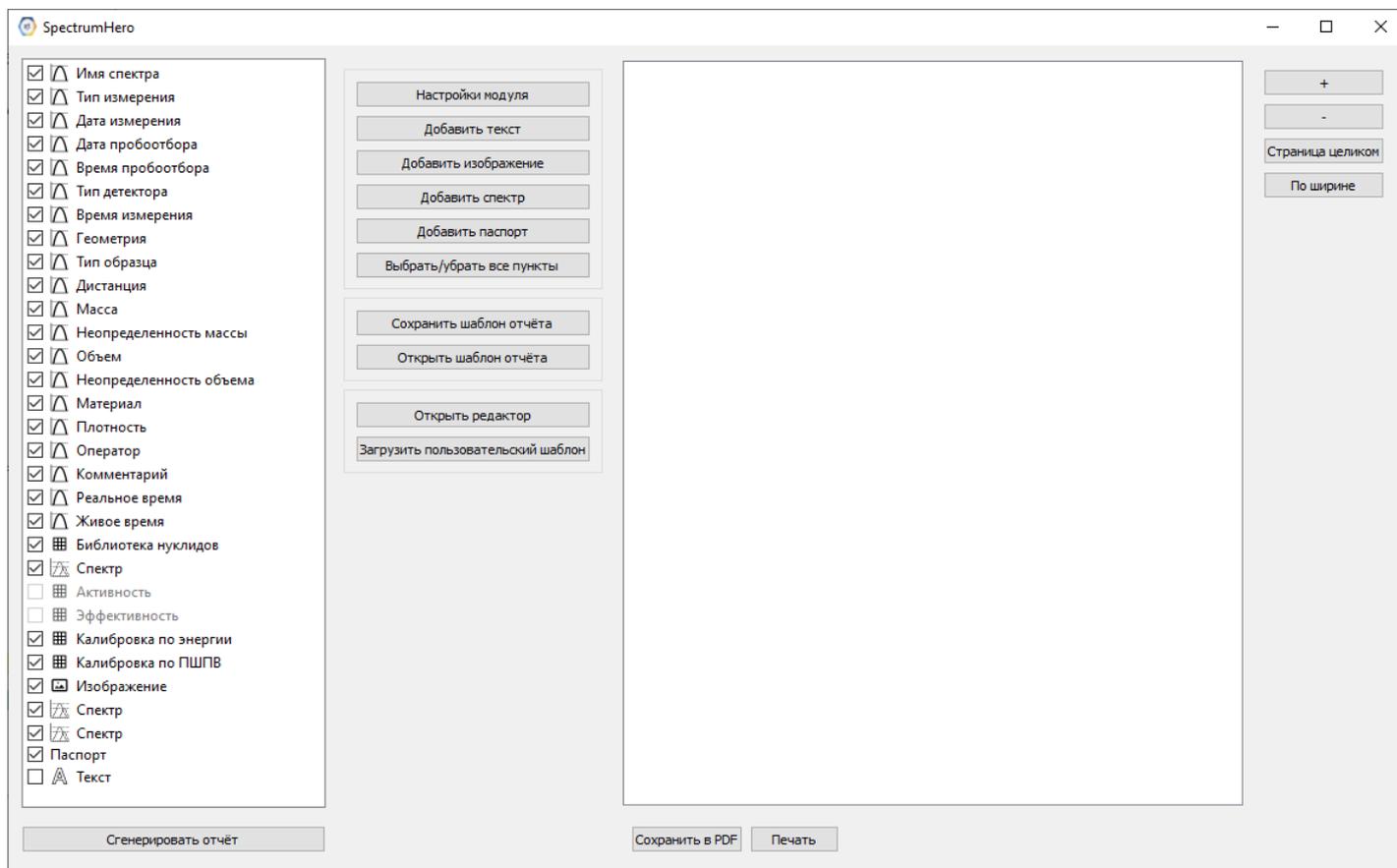


Рисунок 5.14 – Окно редактора отчётов

В данном окне пользователь может по заранее заданному стандартному шаблону собрать необходимый ему отчёт. В левой части окна представлены все возможные модули, которые могут быть отражены в конечном отчёте. Для включения / выключения отображения модуля необходимо воспользоваться маркером слева от него. Каждый из модулей может быть отредактирован в окне, которое открывается двойным кликом на поле, с помощью кнопки «Настройка модуля», или через контекстное меню правой кнопки мыши. Откроется окно как показано на Рисунок 5.15, в зависимости от выбранного модуля, в котором есть параметры, которые при необходимости пользователь может менять.

Для текстовых модулей пользователь может менять выравнивание и настраивать параметры текста. Для модулей «Библиотека нуклидов», «Активность», «Эффективность», «Калибровка по энергии», «Калибровка по ПШПВ» пользователь может выбирать какие столбцы отображать в таблице, которая будет выведена в конечный отчёт, а также выводить ли график для калибровки по энергии, ПШПВ и эффективности.

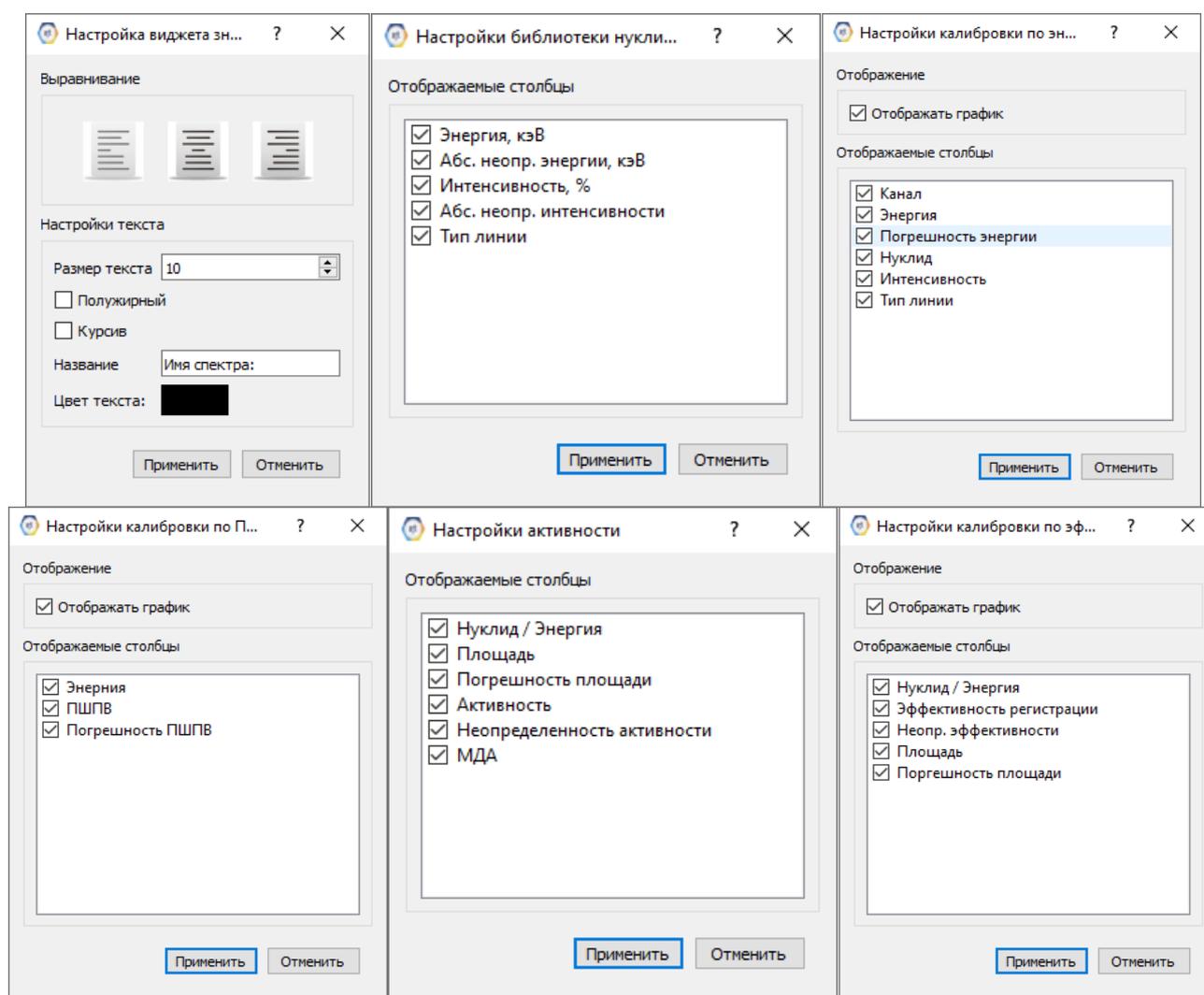


Рисунок 5.15 – Окно настроек модулей

Настройка модуля для спектра представлена на Рисунок 5.16. Пользователь может выбрать и настроить:

- В каких единицах будет отображаться ось X «Каналы» или «Энергия»
- Какой будет масштаб оси Y «Логарифмический» или «Линейный»
- Отображать полный спектр или только заданный интервал по оси X и Y
- Отображать ли найденные пики на всём спектре

- Отобразить дополнительно выбранные в окне «Отрисовать» пики индивидуально с выбранными с помощью маркеров параметрами, которые расположены под секцией «Отрисовать».

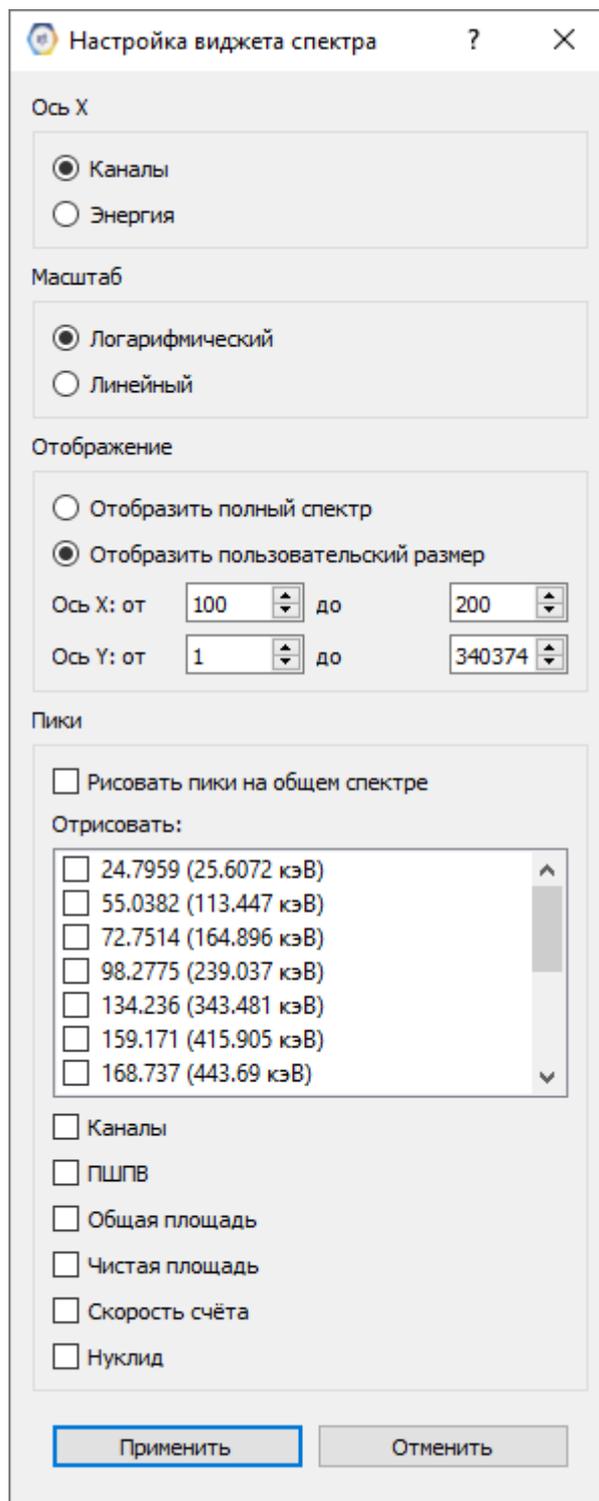


Рисунок 5.16 – Окно настроек модуля спектра

В центральной секции редактора отчетов с помощью кнопки «Добавить спектр» пользователь может добавить еще один модуль того же спектра, для отображения, например другого энергетического диапазона, пиков и т.п.

Пользователь может перемещать модули вверх или вниз зажав левую кнопку мыши. Это будет переставлять порядок отображения этих модулей в конечном отчёте.

Чтобы добавить пустое поле или свой собственный текст необходимо нажать на кнопку «Добавить текст», появится новый модуль, который можно настроить, как и все остальные текстовые модули.

Чтобы добавить пользовательское изображение необходимо нажать на кнопку «Добавить изображение», после этого откроется проводник, в котором пользователю будет необходимо выбрать изображение для загрузки. Размеры и положение изображения можно настроить в редактировании модуля (см. Рисунок 5.17)

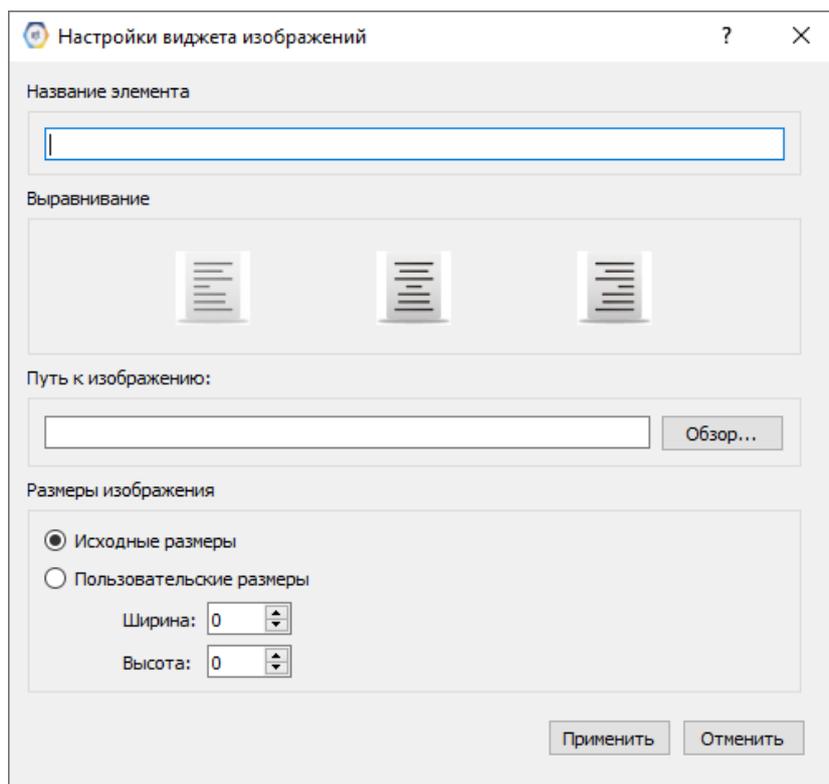


Рисунок 5.17 – Окно настроек модуля изображений

Также можно заменить изображение, указав новый путь или выбрав его в проводнике.

С помощью кнопки «Добавить паспорт» пользователь может добавить паспорт указав в настройках модуля путь до него.

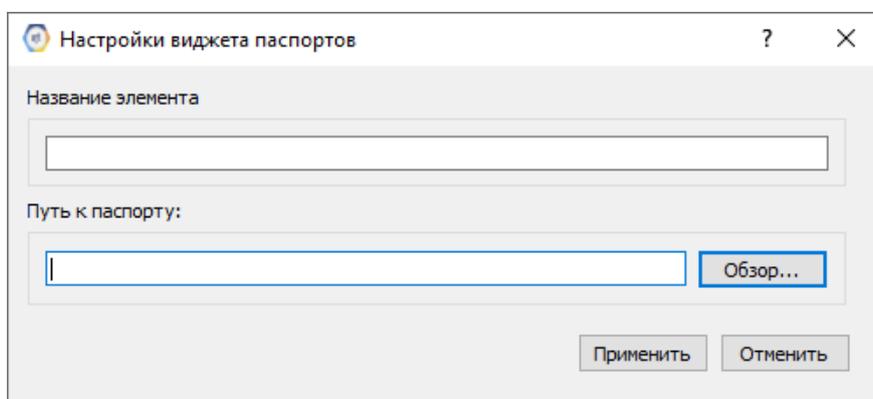


Рисунок 5.18 – Окно настроек модуля паспортов

Для того, чтобы выбрать или снять выбор со всех пунктов воспользуйтесь кнопкой «Выбрать / убрать все пункты».

Чтобы увидеть получившийся отчет нажмите кнопку «Сгенерировать отчет». Он отобразится в правой секции предпросмотра. В ней пользователь может увидеть возможные ошибки в отчете и решить подходит или не подходит ему этот конечный вариант. Если подходит – необходимо нажать на кнопку «Сохранить в pdf», если требуется создать отчет в виде pdf-файла, либо «Печать», если требуется напечатать отчет.

В правой части окна пользователь может с помощью кнопок «+», «-», «Страница целиком», «По ширине» изменять масштаб отображения отчета в окне предпросмотра.

После редактирования модулей в левой секции пользователь может сохранить позиции и форматирование модулей в шаблон для дальнейшего использования с помощью кнопки «Сохранить шаблон отчета». С помощью кнопки «Загрузить шаблон отчета» пользователь может загрузить уже существующий шаблон в редактор отчетов.

Для более серьезного редактирования и создания пользовательских шаблонов необходимо воспользоваться сторонним модулем редактора отчета с помощью кнопки «Открыть редактор» или загрузить уже существующий пользовательский шаблон.

Обратите внимание, редактор отчетов доступен только при открытом спектре.

## 5.4 Виджет иерархии спектров

В программе присутствует виджет иерархии спектров, в котором отображены окна со всем открытыми спектрами, а также все спектры в этих открытых окнах (см. Рисунок 5.19). Для того чтобы включить / отключить «Виджет иерархий» необходимо перейти по следующему пути: «Инструменты» → «Показывать виджет иерархии». Пользователь может перемещать и прикреплять / откреплять окно виджета в программе.

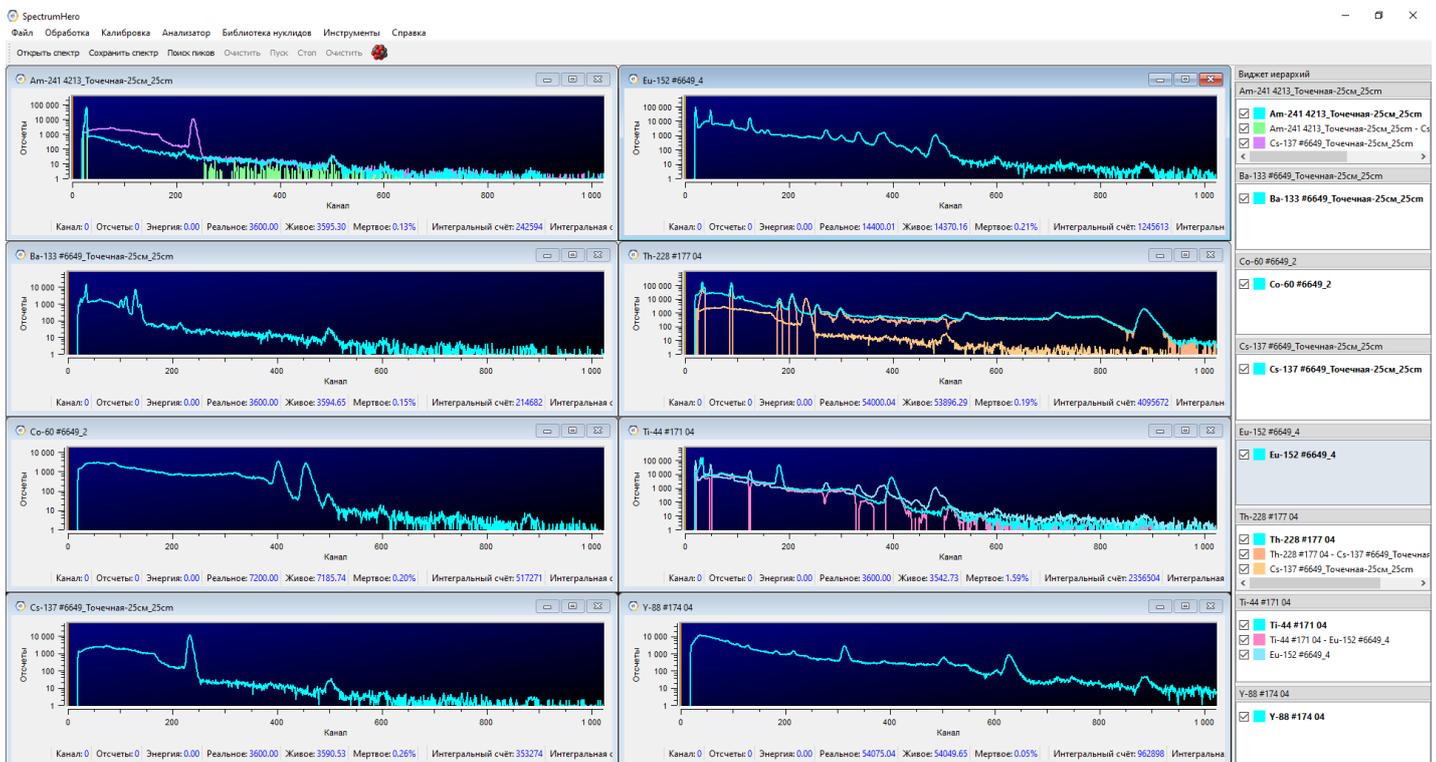


Рисунок 5.19 – Виджет иерархии спектров

В виджете можно перемещать как сами окна со спектрами вверх / вниз, при этом их последовательность в главном окне программы не меняется, так и сами спектры в окнах, что приводит к последовательности отображения спектров в окнах. Также с помощью маркеров существует возможность отключать отображение спектров в окнах, а с помощью цветного квадрата слева от названий спектров – менять их цвет.

 Обратите внимание, с помощью контекстного меню правой кнопки мыши пользователь может открыть в новом окне / удалить результирующий спектр сравнения или дополнительный спектр (см. Раздел 4.6).

## 5.5 График интегрального счета

В программе существует возможность отображения графика интегрального счета для слежения за трендами. Для того чтобы открыть «График интегральной скорости счета» необходимо перейти по следующему пути: «Инструменты» → «График интегрального счета от времени». Откроется окно как показано на Рисунок 5.20.

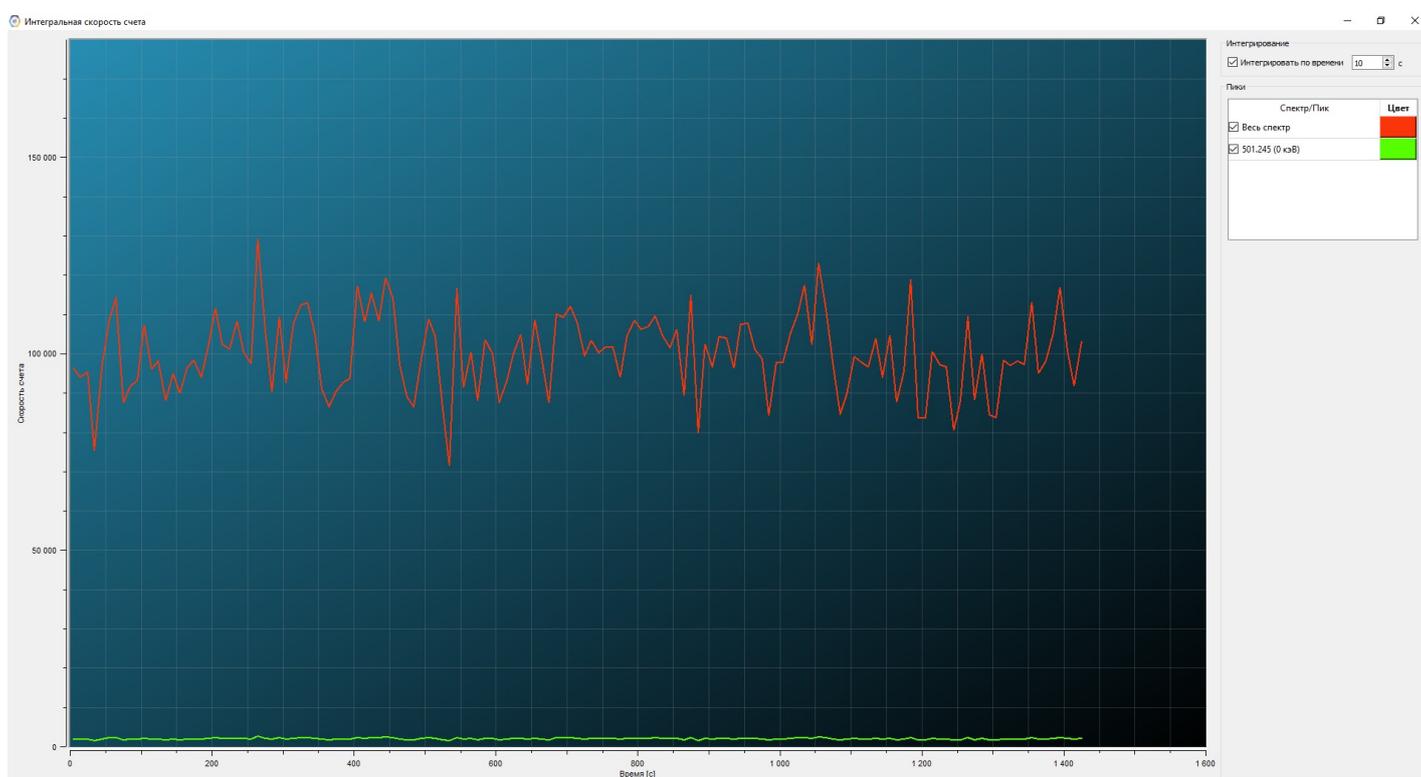


Рисунок 5.20 – Окно графика интегрального счета

В центральной части окна отображаются непосредственно сами графики интегрального счета. В правой части окна пользователь может изменить интервал обновления информации о скорости счета в поле «Интегрировать по времени». А также выбрать отображать ли графики интегрального счета для всего спектра и выделенных пиков, с возможностью изменения их цветов.

 Обратите внимание, что отображение графика интегрального счета для сохраненных спектров доступно только для файлов с list mode (см. Раздел 3.1).