

## **Инструкция по работе с программой «Analiz-ESR»**

Программа «Analiz-ESR» (далее по тексту — программа) предназначена для анализа спектров ЭПР и управления спектрометром типа ВИГТ.421400.012. Для работы программы необходим персональный компьютер (ПК) с COM-портом, процессором не хуже Pentium II 800 МГц, ОС «Windows XP» или выше, цветным монитором с разрешением экрана не ниже 1024x768 точек. Для печати спектров необходим принтер с разрешением не хуже 300 dpi (рекомендуется цветной).

### **1. Установка программы**

В комплект программного обеспечения (ПО) входят четыре файла: Epr7.exe – исполняемый файл; Epr.ini – файл настроек программы; prx.dll и borlndmm.dll – служебные библиотеки. Для установки программы необходимо переписать на какой-либо из локальных дисков ПК каталог с этими файлами. После этого программа «Analiz-ESR» готова к работе. Программа может быть запущена из любого места (т.е. любой диск, папка и т.д.).


### **2. Описание программы**


Программа имеет одно главное окно, которое содержит все необходимые для оперативного управления спектрометром элементы. Главное окно состоит из строки главного меню, панели инструментов с кнопками быстрого доступа к основным пунктам меню (сверху окна), поля отображения спектров, а так же панелей управления спектрометром и строки состояния (внизу окна).


Работа программы возможна в двух режимах: «Приём» и «Анализ». Режим «Анализ» предназначен для просмотра и анализа сохраненных ранее спектров, а режим «Приём» — для приема спектров и управления спектрометром. Переключение между этими двумя режимами происходит посредством соответствующих команд меню «Спектр» или с помощью кнопок на панели инструментов (кнопки расположены под строкой меню).

### 2.1. Режим анализа спектров

Для просмотра спектра, сохраненного ранее на диске, нужно выбрать пункт «Открыть...» меню «Спектр» (либо нажать одноименную кнопку на панели инструментов). В результате появится стандартное диалоговое окно открытия файлов. После выбора файла его содержимое отобразится в поле отображения спектров.

Для изменения масштаба спектра по оси абсцисс (значения поля) следует изменить верхнюю и/или нижнюю границы отображаемого диапазона. Это можно сделать с помощью кнопки , находящейся в правом нижнем углу на поле отображения спектров. После её нажатия нужно выделить мышью на отображаемом спектре желаемый диапазон поля для просмотра. Корректировку границ диапазона можно также производить с помощью соответствующих кнопок под полем отображения.

Для изменения масштаба отображения по оси ординат следует выбрать соответствующие команды меню «Вид», либо использовать кнопки  в правом нижнем углу поля отображения спектра.

Для того чтобы вернуть масштабы изображения к исходным (максимальным) значениям, необходимо выбрать пункт «Показать весь спектр» меню «Вид», либо воспользоваться кнопкой .

Для сохранения спектра под другим именем следует выбрать пункт «Сохранить...» меню «Спектр» и в стандартном диалоговом окне присвоить файлу со спектром новое имя.

Для определения точных значений спектра в заданных точках можно использовать два визира, которые включаются и выключаются с помощью соответствующих пунктов меню «Вид». Для установки визира его нужно «захватить» мышью и переместить в желаемое место спектра. Для точного перемещения визира используются кнопки на соответствующих панелях визиров. Панель управления первым визиром находится внизу слева под полем отображения, панель управления вторым визиром — справа. На каждой панели показывается значение поля, на котором находится визир, и соответствующая ему амплитуда спектра. При наличии двух визиров в строке состояния отображается разность полей, соответствующих визирам.

Если при изменении масштабов отображения спектра один или два визира исчезли из поля зрения, то для их быстрой переустановки в новое поле следует выбрать пункт «Установить визеры» меню «Вид».

При анализе спектра можно также использовать указатель мыши. При перемещении мыши по полю отображения в строке состояния (в самом низу главного окна) отображается соответствующее положению указателя значение поля (четвертое окошко строки) и амплитуда сигнала (пятое окошко строки).

### 2.1.1. Фильтрация спектров в режиме «Анализ»

Для выполнения фильтрации открытого спектра нужно выбрать пункт «ФНЧ...» меню «Функции» и в появившемся окне задать постоянную времени фильтра. Постоянная времени выражается в отсчётах ЦАП (дискретах изменения поля). Причём весь диапазон развёртки разбит на дискреты с номерами  $k=0, \dots, 65520$ . Для фильтрации спектров используется рекурсивный цифровой фильтр первого порядка. Его временные характеристики задаются следующим выражением:

$$y_k = y_{k-1} + \frac{x_k - y_{k-1}}{N} \quad (1),$$

где  $x_k$  - исходное (измеренное) значение спектра для дискрета поля с номером  $k$ ;

$y_k$  - усредненное (полученное в результате фильтрации) значение спектра для дискрета с номером  $k$ ;

$y_{k-1}$  - усредненное значение спектра для дискрета с номером  $k-1$ ;

$N$  - характеристическая постоянная (постоянная времени) фильтра.

Фильтрация производится в соответствии с приведенным выражением для дискретов с номерами  $k \geq N$ . Для начальных точек (дискретов) диапазона с номерами  $0 \leq k < N$  характеристика фильтра описывается выражением:

$$y_k = \frac{1}{k+1} \sum_{i=0}^k x_i,$$

т.е. в начале фильтрации производится вычисление среднего арифметического.

Аналогом этого фильтра ФНЧ является RC-цепочка с постоянной времени  $RC = N \cdot \Delta\tau$ , где  $\Delta\tau$  - время между дискретами измерения поля. Значение времени между дискретами для разных скоростей можно вычислить следующим образом:

$$\Delta\tau = \frac{T}{65520},$$

где  $T$  - время развёртки, установленное на панели управления скоростью развёртки.

После выполнения фильтрации каждый элемент (отсчёт) спектра  $x_k$  заменяется на экране на соответствующее ему значение  $y_k$ .

Из формулы (1) видно, что усреднённое значение каждого следующего отсчёта определяется в основном усреднённым значением предыдущего отсчёта, а исходный отсчёт участвует лишь в виде разницы с предыдущим усреднённым, делённым на  $N$ . Этим объясняется то, что изменение  $y_k$  запаздывает по сравнению с  $x_k$  на количество отсчётов, примерно равное  $3N$ . Поэтому применение такого фильтра приводит к сдвигу результирующего спектра в сторону больших  $k$  (в нашем случае — больших полей), и этот сдвиг определяется характеристической постоянной  $N$ .

Эффективность фильтра при выбранном параметре  $N$  зависит от скорости развёртки (чем медленнее развёртка, тем меньшее значение  $N$  можно применить). Значение параметра  $N$  подбирается опытным путем.

### 2.1.2. Сглаживание спектров

Алгоритм сглаживания заключается в том, что каждое значение исходного спектра заменяется средним арифметическим от суммы  $N$  отсчётов справа и слева от текущего элемента:

$$y_k = \frac{\sum_{i=k-N}^{k+N} x_i}{2N+1}, \quad (k-N) \geq 0, k \leq N$$

где  $x_k$  - исходное (измеренное) значение спектра для дискрета поля с номером  $k$ ;

$y_k$  - усредненное (полученное в результате сглаживания) значение спектра для дискрета с номером  $k$ ;

В результате, сглаживание спектров, также как и фильтрация, позволяет снизить шумы, но, при этом, спектр не сдвигается.

Для выполнения сглаживания открытого спектра нужно выбрать пункт «Сглаживание...» меню «Функции» и в появившемся окне задать постоянную сглаживания  $N$ , которая представляет собой количество точек отрезка усреднения, находящихся слева и справа от выбранной точки с номером  $k$ .

### *2.1.3. Выравнивание спектра*

Операция выравнивания позволяет выровнять (приблизить к горизонтальному положению) среднюю линию спектра в случае, если эта линия имеет значительный наклон. Чтобы выровнять спектр или его часть необходимо, используя два визира, задать интересующий участок спектра и выбрать пункт «Выравнивание» меню «Функции».

Алгоритм выравнивания основан на предположении, что наклон спектра имеет линейный характер, т.е. через точки, обозначенные первым и вторым визиром, проводится прямая и производится последовательное вычитание точек этой прямой из исходного спектра.

### *2.1.4. Интегрирование спектра*

Процедура интегрирования производит вычисление первого и второго интеграла на участке спектра, заданном двумя визирами. Первый интеграл представлен графиком кривой поглощения. Вторым интегралом представлен численным значением площади под кривой первого интеграла.

Для того чтобы проинтегрировать спектр следует указать границы интегрируемого участка с помощью двух визиров и выбрать пункт «Интеграл» меню «Функции». После этого на поле отображения появится кривая первого интеграла и значение площади под кривой поглощения.

### *2.1.5. Поиск экстремумов*

Для определения размаха пиков спектра можно использовать функцию поиска минимума и максимума.

Для отсева шумовых составляющих спектра задаются две константы поиска:

- минимальное расстояние между экстремумами;
- минимальное значение экстремума.

Константа «минимальное расстояние» выражается в отсчетах ЦАП - дискретах поля (на диапазоне развертки «укладывается» 65520 дискретов). Величина константы устанавливается примерно равной половине минимального ожидаемого расстояния между экстремумами.

Константа «минимальное значение экстремума» выражается в отсчетах АЦП (значения от 0 до 2047). Величина константы выбирается с таким расчетом, чтобы отсеять шумы. Вызванный шумами перепад значений спектра на интервале «минимальное расстояние» не должен превышать этот параметр.

Для оценки этих параметров можно использовать визиры и в дальнейшем уточнить их значения экспериментально, исходя из характера принимаемого спектра и надёжности нахождения экстремумов.

Для поиска экстремумов необходимо с помощью двух визиров указать диапазон, внутри которого будет выполняться поиск, и выбрать пункт «Поиск экстремумов...» меню «Функции». В результате появится диалоговое окно, в котором можно задать параметры поиска. После задания параметров необходимо нажать кнопку «ОК» и на поле отображения будут выделены стрелками точки минимумов и максимумов спектра. Вверху экрана появится значение амплитуды сигнала, равное модулю разности значений соседних минимума и максимума. Для быстрого поиска экстремумов (без изменения параметров поиска) можно использовать кнопку на панели инструментов.

#### 2.1.6. Вычисление g-фактора

Для определения g-фактора (фактора Ландэ) исследуемого вещества необходимо ввести в резонатор репер - парамагнитное вещество с известным g-фактором. В качестве репера чаще всего используется навеска дифенилпикрилгидразила (ДФПГ), который является стабильным радикалом и имеет g-фактор равный 2,0036. При наличии калибровки прибора по магнитному полю можно определить величину g-фактора для любого резонансного пика на основании следующей формулы:

$$g = \frac{f_{рез}}{(\mu_B / h) \cdot H},$$

где  $h = 6,6260755 \cdot 10^{-34}$  Дж\*с - постоянная Планка;

$\mu_B = 9,274015 \cdot 10^{-24}$  Дж/Тл - магнетон Бора;

$f_{рез}$  – частота СВЧ-поля;

$H$  – величина постоянного магнитного поля, соответствующая исследуемому резонансному пику.

Для удобства вычислений по этой формуле определим величину  $\mu_B / h$ :

$$\frac{\mu_B}{h} = 1,3996242 \cdot 10^{10} \frac{\text{Гц}}{\text{Тл}} = 1,3996242 \frac{\text{МГц}}{\text{Гс}}.$$

Частоту СВЧ-поля  $f_{рез}$  программа вычисляет по значению магнитного поля, соответствующего пику реперного вещества (например, ДФПГ), и величине его g-фактора:

$$f_{рез} = (\mu_B / h) \cdot H_{ДФПГ} \cdot g_{ДФПГ}$$

Для определения g-фактора исследуемого вещества с помощью программы Analiz-ESR необходимо программу перевести в режим «Анализ».

Первый шаг: вычисление частоты СВЧ-поля в резонаторе. Для этого первый визир подводится как можно точнее в середину пика, соответствующего ДФПГ, и вызывается команда меню «Функции»|«Расчитать частоту по ДФПГ». После этого появится окно с расчетным значением частоты и кнопкой «ОК», которую следует нажать для введения в программу результатов расчета.

Второй шаг: необходимо поставить галочку в меню «Функции»|«Отображать g-фактор». Для определения g-фактора конкретного резонансного пика следует подвести визир точно к его середине. После этого значение g-фактора отобразится на панели управления соответствующим визиром, т.е. там, где ранее отображались значения магнитного поля для каждого визира. Для измерения g-фактора нескольких пиков можно использовать сразу оба визира или любой из них.

Кроме того, g-фактор, наряду с амплитудой, будет отображаться и при поиске экстремумов. При этом поле, соответствующее пику, будет вычислено как средняя точка между значениями полей соответствующих минимуму и максимуму резонансного пика (что может оказаться не верным для несимметричных пиков).

Следует помнить, что рассчитанное значение  $f_{рез}$  верно только для текущего открытого спектра. После измерения или открытия файла с новым спектром необходимо вновь выполнить расчёт  $f_{рез}$ . Старое значение  $f_{рез}$  удаляется и автоматически отключается отображение g-фактора.


## 2.2. Режим приёма спектров

В режиме «Приём» ПК производит приём спектров от спектрометра. В этом режиме возможно управление спектрометром из главного окна программы. Переход в

режим приёма спектров осуществляется выбором пункта «Приём» меню «Спектр» или с помощью соответствующей кнопки на панели инструментов.

Для приема спектров необходимо, чтобы блок БР спектрометра был подключен к СОМ-порту компьютера, а в настройках программы должен быть указан номер порта и скорость его работы. Настройка и выбор порта осуществляются с помощью пункта «Выбор порта...» меню «Настройка». Скорость порта устанавливается равной 115200 бод. При правильном выборе порта в строке состояния (слева внизу окна программы) появится имя порта (например, СОМ1) и установленная скорость (115200 бод). Следует обратить внимание, что если спектрометр не подключен к выбранному порту или ещё не включен, то в середине строки состояния появится надпись «Нет сигнала от блока». При включении спектрометра и/или при подключении его к выбранному порту указанная надпись должна исчезнуть не позднее, чем через 3 сек.

Приём спектров начинается сразу после перехода в соответствующий режим. Рекомендуется управлять спектрометром от ПК. Для этого на блоке регистрации переключатель коррекции нуля «АВТ/РУЧН» должен быть установлен в положение «АВТ». Переключатель «УСИЛЕНИЕ» и тумблер «ПК/РУЧН» — в положение «ПК». Чтобы убедиться в готовности спектрометра и ПК, рекомендуется выполнить следующее:

1. Выставить максимально возможный диапазон развертки. Это делается с помощью пункта «Расширить диапазон перестройки» меню «Развертка» или с помощью кнопки  на панели управления разверткой (справа внизу главного окна программы).

2. С помощью панели управления скоростью развёртки, находящейся слева от панели управления границами развертки, установить время развёртки, равное 30сек.

3. Убедиться, что ток на индикаторе развертки меняется от 0 до 5А с периодом 30сек.

4. С помощью панели управления усилением, находящейся слева от панели управления скоростью, установить усиление, равное 1.

5. Убедиться, что стрелка индикатора «Спектр» на блоке регистрации БР находится примерно в середине шкалы. Если это не так, то требуется коррекция нулевого уровня. Коррекция производится с помощью панели управления путем регулировки напряжения коррекции (слева от панели управления усилением). Грубая коррекция выполняется вертикальным движком, а точная — кнопками. Коррекция выполняется до



тех пор, пока стрелка индикатора «Спектр» не окажется в середине шкалы, а линия спектра - в середине поля отображения.

6. Убедиться, что примерно в середине поля отображения спектров прорисовывается горизонтальная линия спектра с периодом один раз в 30сек.

После этого система готова к работе (связь ПК и спектрометра ЭПР установлена).

**Внимание!** Управление спектрометром от ПК возможно только при установленной связи со спектрометром (т.е. тогда, когда в режиме «Приём» отсутствует сообщение «Нет сигнала от блока»).

Во время приёма спектров можно менять верхнюю и нижнюю границы отображаемого поля, изменять масштаб по оси абсцисс, выполнять фильтрацию спектра. При анализе спектра можно использовать визирь и указатель мыши аналогично тому, как это делается в режиме «Анализ» (см. выше).

**Замечание.** При изменении верхней или нижней границ развертки автоматически меняются, соответственно, верхняя или нижняя границы отображаемого поля, причем таким образом, что граница отображения совпадает с границей развёртки.

### **3. Настройка программы**

#### **3.1. Задание единиц измерения**

Для удобства анализа спектров может понадобиться изменение единиц измерения поля. Для этого нужно вызвать пункт «Единицы измерения...» меню «Настройка» и в открывшемся диалоговом окне на вкладке «Развёртка» указать желаемые единицы. Первый вариант — это отсчёты ЦАП развёртки, т.е. те единицы, с которыми работает управляющая программа и блок регистрации. Второй вариант — ток электромагнита в амперах. Так как магнитное поле формируется током магнита, то можно представить развертку именно в единицах тока.

При исследованиях спектров ЭПР чаще всего нужно знать величину напряженности магнитного поля в резонаторе, поэтому в программе имеется возможность представления поля в эрстедах. В третьем варианте шкала развёртки — это напряженность поля, создаваемого током электромагнита. В четвёртом варианте шкала развёртки

представлена как суммарная напряженность полей постоянного магнита и электромагнита.

Единицы измерения спектра (напряжения на входе АЦП) можно задать на вкладке «Спектр» в том же окне. Предусмотрено два варианта: отсчёты АЦП и вольты.

Напряжение коррекции приложено ко входу регулируемого усилителя. Единицы измерения напряжения коррекции задаются на вкладке «Коррекция» и имеют ту же размерность, что и спектр.

При использовании дополнительного входа АЦП предусмотрена возможность выбора измеряемого параметра и единиц измерения. Единицы измерения по дополнительному входу АЦП задаются на вкладке «Вход АЦП». Дополнительный вход может быть использован для измерения напряжения на входе АЦП, амплитуд тока и напряженности поля спиральных катушек резонатора. Детальное описание возможных измерений на этом входе смотрите в разделе «Дополнительный вход АЦП».

### ***3.2. Цифровая обработка принимаемого сигнала, установка параметров***

Программа позволяет производить дополнительную цифровую фильтрацию принимаемого сигнала в реальном времени, а также накопление спектров. Применение фильтрации и/или накопления позволяет в некоторых случаях существенно повысить отношение сигнал/шум. Для управления этими режимами нужно выбрать пункт «Приём спектров...» меню «Настройка» и в открывшемся диалоговом окне задать параметры обработки принимаемого сигнала.

#### ***3.2.1. Фильтрация спектров в режиме приёма***

Для включения фильтра низких частот необходимо установить соответствующий флажок в диалоговом окне и задать постоянную времени фильтра. Применение ФНЧ реального времени имеет те же особенности, что и ФНЧ в режиме анализа (см. п.2.1.1). Для получения оптимальных результатов от применения ФНЧ реального времени необходимо опытным путем получить оптимальное по времени и качеству снимаемых спектров сочетание скорости развертки и параметра N. При использовании фильтра необходимо учесть сдвиг спектра, вызванный особенностями применяемого алгоритма фильтрации.

### 3.2.2. Накопление спектров

Режим накопления спектров позволяет получить спектр, равный среднему значению суммы нескольких спектров. Обработка спектров в режиме накопления производится для каждого дискрета  $k$  поля по отдельности в соответствии со следующими выражениями:

$$y_{k,m} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i, \text{ для } 1 \leq m \leq M \quad (2),$$

$$y_{k,m} = y_{k,m-1} + \frac{x_{k,m} - y_{k,m-1}}{M}, \text{ для } m > M \quad (3),$$

где  $m$  - номер измеряемого спектра;

$x_{k,m}$  - значение спектра с номером измерения  $m$  на дискрете поля с номером  $k$ ;

$y_{k,m}$  - значение усреднённого спектра в результате накопления  $m$  спектров для дискрета поля с номером  $k$ ;

$y_{k,m-1}$  - значение усреднённого спектра в результате накопления предыдущих  $(m-1)$  спектров для дискрета поля с номером  $k$ ;

$M$  - количество накапливаемых спектров, для которых результирующий спектр представляет собой среднеарифметическое от всех спектров.

Для  $m \leq M$  программа будет отображать среднее от суммы принятых  $m$  спектров. При  $m > M$  результирующий спектр можно представить в виде сигнала на выходе цифрового ФНЧ, на вход которого подаётся последовательность напряжений  $x_{k,m}$ , соответствующая одному дискрету поля с номером  $k$ .

Данный режим включается установкой соответствующего флажка. При этом необходимо указать число  $M$  спектров, по которым будет происходить суммирование.

Включение или выключение режимов ФНЧ реального времени и накопления может быть произведено в любой момент времени посредством указанного диалогового окна или соответствующих кнопок на панели инструментов: «ФНЧ(р)» и «Сумма». Однако, собственно фильтрация и/или накопление вступают в действие только в начале следующего прямого хода развертки, о чем будут сигнализировать надписи, соответ-

венно, «ФИЛЬТР» и «НАКОПЛ», появляющееся в строке состояния (справа по нижнему краю главного окна).

При включенных режимах ФНЧ или накопления на экране отображается не текущий принятый спектр, а уже обработанный. При необходимости одновременного отображения исходного (необработанного спектра) и результирующего нужно установить флажок «Показывать исходный спектр» в указанном диалоговом окне.

### *3.2.3. Автоматическое сохранение файлов*

При длительных экспериментах (медленная развёртка и/или большое число накапливаемых спектров) может оказаться удобным автоматическое сохранение спектров в процессе приёма. При включенном режиме автоматического сохранения программа будет сама записывать принятые спектры на диск, благодаря чему обеспечится работа спектрометра в полностью автоматическом режиме (это может оказаться удобным, например, при очень длительных экспериментах). Включение или выключение режима автосохранения и задание его параметров производится в диалоговом окне «Настройка автоматического сохранения спектров», открывающемся через пункт «Автосохранение...» меню «Настройка». В этом окне можно включить или отключить этот режим установкой соответствующего флажка, задать степень прореживания спектров для сохранения. Здесь же можно задать каталог, в котором будут сохранены спектры, а также шаблон их имен файлов. В качестве напоминания о включенном режиме автосохранения о нем индицирует надпись «АВТО» в строке состояния.

**Замечание 1.** При включенных режимах ФНЧ и/или накопления происходит автосохранение обработанных спектров, а не текущих принятых.

**Замечание 2.** Для того чтобы правильно спланировать расход дискового пространства и количество информативных данных, установку параметров автосохранения рекомендуется производить с учётом скорости развёртки и продолжительности измерений. Например, может оказаться нецелесообразным записывать каждый спектр при накоплении 40 спектров, так как каждый следующий спектр будет ненамного отличаться от предыдущего.

### **3.3 Автоматическое сглаживание и поиск максимумов**

При некоторых экспериментах может потребоваться постоянный контроль за амплитудой спектров. Чтобы после каждой развёртки не вызывать команду поиска экстремумов нужно, предварительно установив диапазон поиска, вызвать команду меню

«Функции»|«Поиск экстремумов...» и поставить в окне настройки галочку «Автоматический поиск экстремумов». После этого, по окончании каждой развёртки программа будет автоматически производить поиск экстремумов в указанном диапазоне.

Чтобы минимизировать влияние шумов или случайных помех, обычно, перед поиском экстремумов, выполняется сглаживание спектра. Сглаживание можно так же сделать автоматическим. Для этого следует выбрать пункт меню «Функции»|«Сглаживание...» и в окне настройки поставить галочку «Автоматическое сглаживание». В результате, по окончании каждой развёртки, спектр будет сглаживаться автоматически. Причём, сглаживание всегда будет выполняться перед поиском экстремумов.

#### **4. Использование дополнительного входа АЦП**

Кроме измерения величины спектра спектрометр позволяет измерять напряжение на дополнительном входе АЦП, при этом измеряемый сигнал должен быть подан на разъём «ВХОД АЦП» на передней панели блока регистрации БР. Для измерений следует выбрать пункт «ВХОД АЦП» в меню «Вид». При этом появится окно с результатами измерения в выбранных единицах, а на поле отображения спектра будет прорисовываться график изменения напряжения на этом входе. Измерения по дополнительному входу производятся с фиксированной частотой 10 Гц.

Дополнительный вход может быть также использован для измерения амплитуды тока модуляции, амплитуды напряженности модулирующего поля и измерения индукции магнитного поля (при наличии датчика индукции магнитного поля). Измерение тока и магнитного поля основано на измерении напряжения на резисторе, включенном последовательно с катушками модуляции. Для этого разъём «ВХОД АЦП» на блоке регистрации БР нужно соединить с разъёмом «КОНТРОЛЬ» на блоке БУММП.

Перед измерением индукции магнитного поля необходимо подключить измеритель индукции к разъёму «RS485», либо, при наличии отдельного источника питания, к разъёму «Вход АЦП».

Для выбора измеряемой величины и единиц измерения следует на вкладке «Вход АЦП» в пункте «Единицы измерения...» меню «Настройка» произвести необходимые изменения.

Чтобы отключить измерения по входу АЦП следует снять галочку «ВХОД АЦП» в меню «Вид» или закрыть окно результатов измерений.

## **5. Изменение калибровочных параметров**

При необходимости изменения или корректировки калибровочных параметров спектрометра следует выбрать пункт «Единицы измерения...» меню «Настройка» и поставить галочку «Разрешить изменения». После внесения необходимых изменений следует нажать кнопку «ОК». С этого момента новые калибровочные параметры сохраняются на данном ПК.