



# ИЗМЕРИТЕЛЬ КОЭФФИЦИЕНТА ШУМА

Х5М-18

Руководство по эксплуатации

Руководство по программному обеспечению

Часть II ЖНКЮ.468166.011РЭ1

Предприятие-  
изготовитель: ЗАО «НПФ «Микран»  
Адрес: 634045 Россия, г. Томск  
ул. Вершинина, 47  
тел: +7(3822) 42-18-77, 41-46-35  
тел/факс: +7(3822) 42-36-15  
E-mail: [pribor@micran.ru](mailto:pribor@micran.ru)  
Сайт: [www.micran.ru](http://www.micran.ru)

© Микран, 2011



## Содержание

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЧАСТЬ II. РУКОВОДСТВО ПО ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ .....	6
1 Общие сведения.....	6
1.1 Программное обеспечение Graphit.....	6
1.2 Минимальные системные и аппаратные требования .....	6
1.3 Рекомендации по администрированию.....	7
2 Установка и настройка программного обеспечения.....	8
2.1 Установка программного обеспечения .....	8
2.2 Настройка сетевых параметров и варианты подключения .....	9
3 Описание программы Graphit.....	12
3.1 Старт программы и описание диалога подключения.....	12
3.2 Диаграммы и элементы управления.....	14
3.3 Управление графическими параметрами.....	21
3.4 Функции над трассами.....	25
3.5 Запуск и остановка измерений.....	28
3.6 Маркерные измерения .....	30
3.7 Сохранение результатов измерений и формирование отчётов .....	36





# Руководство по эксплуатации

## Часть II. Руководство по программному обеспечению

### 1 Общие сведения

#### 1.1 Программное обеспечение *Graphit*

Большинство средств измерений, выпускаемых НПФ Микран, относятся к классу "Виртуальные приборы". Они состоят из некоторого оборудования (измерительного блока), подключаемого к компьютеру, и программного обеспечения (ПО), реализующего под управлением операционной системы персонального компьютера часть функций прибора – управление, обработку и отображение результатов измерений.

Согласно классификации документа Welmes 7.2, такие средства измерений относятся к типу U, а именно к средствам измерений, использующим персональный компьютер.

ПО анализаторов цепей, анализаторов спектра и других приборов, несмотря на существенные различия аппаратуры, имеет много общего. Поэтому в НПФ "Микран" разработано ПО средств измерений – *Graphit*.

В состав ПО *Graphit* входят редактор схем, исполняющая система и набор динамически подключаемых библиотек. Редактор схем позволят описать схему измерения, определить алгоритм взаимодействия программных модулей. Схема измерения считывается исполняющей системой, подгружаются необходимые библиотеки, и выполняется заданный алгоритм измерения. Схема – файл с расширением *gsz*, определяет алгоритм взаимодействия с аппаратурой, последовательность обработки сигнала, состав и содержимое отображаемых на экране графиков и элементов управления.

Пользователю нет необходимости редактировать схемы и вникать в особенности взаимодействия частей программного обеспечения, а достаточно щёлкнуть "мышью" по пиктограмме заранее подготовленной схемы измерения. В результате запустится *Graphit*, загрузится указанная схема. Окно программы примет соответствующий схеме внешний вид, после чего *Graphit* будет представлять собой обычное Windows-приложение.

#### 1.2 Минимальные системные и аппаратные требования

Для работы ПО *Graphit* необходимо, чтобы компьютер удовлетворял следующим минимальным требованиям:

- процессор Intel® Pentium II® 600 МГц (или аналог);
- наличие адаптера локальной сети – Ethernet;
- оперативная память 512 Мб;
- разрешение экрана 1024 × 768 и выше;
- операционная система Windows® 2000 (SP 4), Windows® XP (SP 2), Windows® Vista;
- наличие клавиатуры и манипулятора "мышь".

### 1.3 Рекомендации по администрированию

Для обеспечения надлежащего уровня защиты ПО и результатов измерений необходимо обеспечить разграничение прав пользователей ПК, установив соответствующую группу уровня доступа.

Установка, первоначальное подключение к прибору и удаление ПО должны проводиться под правами группы «Администратор», а работа с ПО – под правами группы «Пользователь»<sup>1)</sup>.

Перед установкой ПО *Graphit X5M* необходимо удалить предыдущие, ранее установленные на ПК версии. До начала установки соответствующая проверка выполняется средствами ОС. Пример диалогового окна приведен на рисунке 1.1.

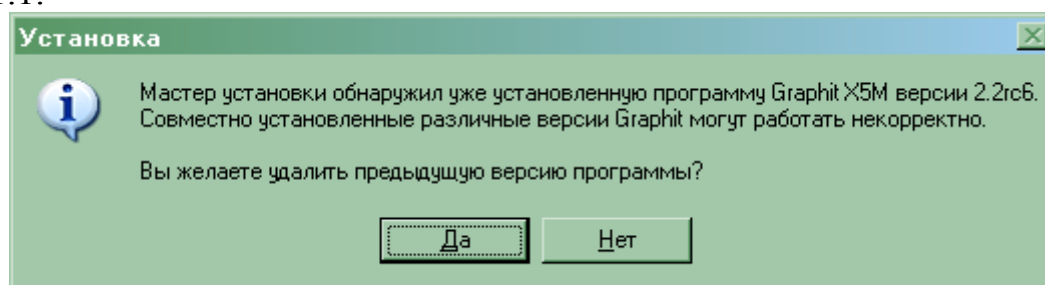


Рисунок 1.1 – Пример диалогового окна

Поскольку представляет собой обычное Windows-приложение, система защиты ПО *Graphit* построена на концепции предоставления доступа к файлам только уполномоченным пользователям. Таким образом, для обеспечения защиты ПО *Graphit* в основном используются средства используемой операционной системы.

Дополнительно, с учетом особенностей класса «Виртуальных приборов» предусмотрены меры защиты средства измерений от повреждения неправильным использованием ПО *Graphit*.

Защита результатов измерений реализуется средствами ПО *Graphit*. Уровень защиты ПО *Graphit* – уровень С.

**Необходимо уточнить**, что, несмотря на имеющуюся возможность сохранения результатов измерений и формирование отчетов по 3.7, средства защиты результатов измерений ПО *Graphit* распространяются **исключительно** на отображаемые в процессе измерений в главном окне программы данные.

**За сохранность и неизменность** сохраненных средствами ПО *Graphit* данных и проводимые с ними операции несет ответственность пользователь.

**Совет.** Если необходимо защитить сохраненные результаты измерений рекомендуем позаботиться о надлежащих мерах ограничения доступа к рабочему месту и ПК. Для контроля подлинности и целостности данных после их сохра-

<sup>1)</sup> ОС Windows® 2000 (SP 4), Windows® XP (SP 2), Windows® Vista предоставляют возможность установки групп «Опытные пользователи» и «Пользователи». В настоящем описании принятая в ОС терминология сохранена.

нения можно применять программу (утилиту) использующую алгоритм md5, например, «WinMD5 free».

## 2 Установка и настройка программного обеспечения

### 2.1 Установка программного обеспечения

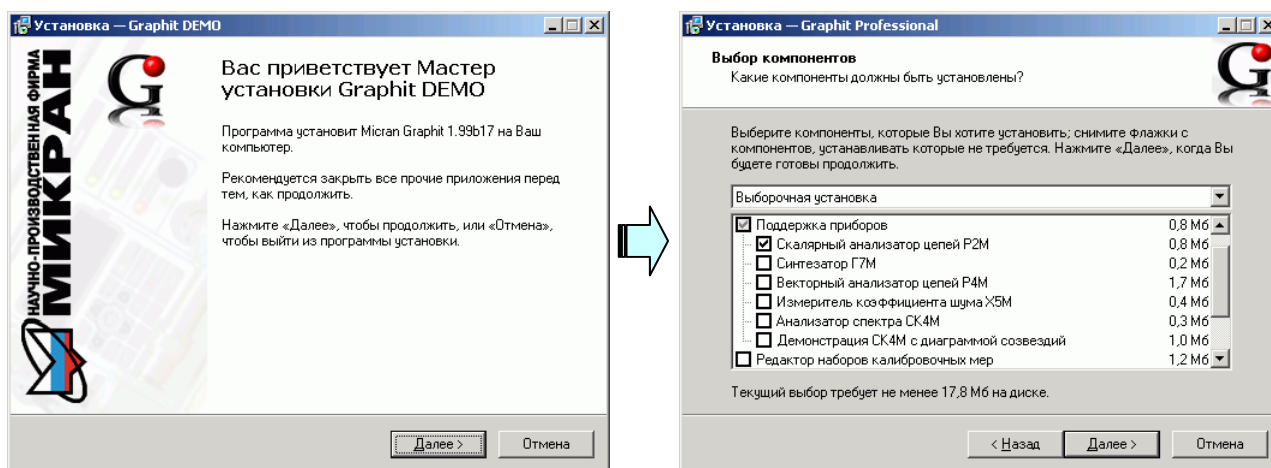
В комплект поставки прибора входит компакт-диск, содержащий следующие каталоги и файлы:

**Detectors** – каталог, содержащий детекторные характеристики (для приборов серии P2M);

**Docs** – каталог, содержащий руководство по эксплуатации в файлах pdf-формата;

**Install** – каталог, содержащий установочный файл **install\_graphit\_n.exe**, где **n** – номер версии;

Для установки на компьютер программного обеспечения необходимо запустить программу **install\_graphit\_n.exe**, находящуюся в каталоге **Install** компакт-диска, поставляемого с прибором. В результате запустится "мастер" установки ПО *Graphit*, как показано на рисунке 2.1.



а) старт "мастера" установки

б) выбор устанавливаемых компонентов

Рисунок 2.1 – Установка *Graphit*

В процессе установки будет предложено согласиться с лицензионным соглашением, указать каталог, куда будет установлена программа, и выбрать устанавливаемые компоненты (рисунок 2.1-б). Выбор варианта полной установки избавит от необходимости выбора компонентов и незначительно увеличит объём дискового пространства, занимаемого ПО *Graphit*. Выборочная установка позволит выбрать только необходимые компоненты из следующего списка:

- Поддержка приборов
  - Скалярный анализатор цепей P2M



- ☑ Синтезатор частот Г7М
- ☑ Векторный анализатор цепей Р4М
- ☑ Измеритель коэффициента шума Х5М
- ☑ Анализатор спектра СК4М
- Редактор наборов калибровочных мер – используется с Р4М
- Мастер отчётов
- Программный эмулятор приборов серий Р2М и Р4М – используется для демонстрации программного обеспечения
- Файлы справки – справочная система ПО *Graphit*.

## 2.2 Настройка сетевых параметров и варианты подключения

### 2.2.1 Сетевые параметры

Измерительный блок использует интерфейс Ethernet для подключения к компьютеру непосредственно или через оборудование локальной вычислительной сети. Для идентификации прибора в локальной сети используются один из двух наборов сетевых параметров – "Фабричный" или "Пользователя", хранящихся в текстовых файлах на встроенном в прибор FTP-сервере. Предприятием-изготовителем устанавливаются следующие значения "Фабричных" параметров прибора:

IP-адрес: 169.254.0.254  
 Маска подсети: 255.255.0.0  
 IP-адрес шлюза: 0.0.0.0  
 Сетевое имя: h5m-18-серийный номер

На задней панели прибора имеется линейка из шести переключателей "Конфигуратор" (рисунок 2.2), с помощью которых выбирается набор сетевых параметров.

конфигуратор

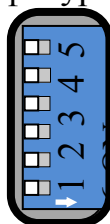


Рисунок 2.2 – Переключатели на задней панели прибора (все выключены)

Первый переключатель выбирает набор сетевых параметров. При выключенном первом переключателе будут использоваться "Фабричные" параметры, а при включенном – параметры "Пользователя".

Второй переключатель разрешает использование протокола автоматической конфигурации DHCP. При выключенном переключателе используются IP-адрес и маска, заданные в наборе сетевых параметров. При этом "Сетевое имя" игнорируется. При включенном переключателе делается попытка получить

значения сетевых параметров от сервера локальной сети. Сервер, получив DHCP-запрос, регистрирует "Сетевое имя" и возвращает прибору IP-адрес и маску. Если прибор не получил ответа на DHCP-запрос, то устанавливаются IP-адрес и маска, указанные в наборе сетевых параметров.

Шестой переключатель должен быть всегда в положении выключен. Во включенном положении формируется сигнал Reset, препятствующий работе измерительного блока.

**Изменение положений переключателей 1 и 2** скажется только после выключения / включения питания прибора или после кратковременного включения шестого переключателя.

### 2.2.2 Прямое подключение измерительного блока к компьютеру

При прямом подключении измерительный блок и компьютер соединяются, как показано на рисунке 2.3, кабелем витая пара 5 категории, поставляемый вместе с прибором.

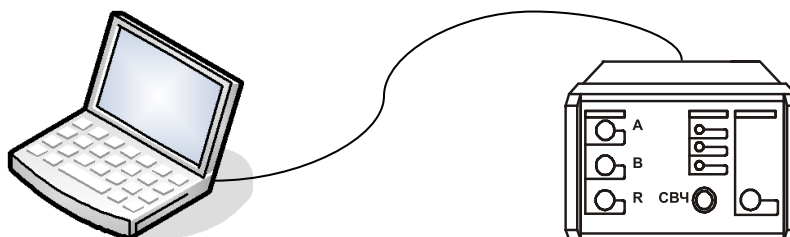


Рисунок 2.3 – Прямое подключение

Этот вариант подключения не требует каких-либо настроек. Достаточно выполнить следующие условия:

Все переключатели конфигуратора на задней панели прибора должны быть выключены, т.е. будет использоваться "Фабричный" набор сетевых параметров.

Параметры TCP/IP-протокола в компьютере должны быть установлены по умолчанию, т.е. включена автоматическая конфигурация.

**Необходимо отметить**, что после включения питания измерительного блока, интерфейсы компьютера и измерительного блока обнаруживают друг друга. После чего компьютер начинает процедуру автоматической конфигурации TCP/IP-протокола. В течение 30 – 40 секунд компьютер пытается связаться с несуществующим сервером. Не дождавшись ответа, компьютер выбирает адрес из подсети 169.254.0.0, и только после этого будет возможна связь с измерительным блоком.

### 2.2.3 Подключение измерительного блока к локальной сети

В варианте подключения к локальной сети прибором может управлять любой компьютер локальной сети. Одним прибором не могут управлять несколько компьютеров одновременно, но возможно управление одним компьютером несколькими приборами для исследования сложных СВЧ устройств. При необходимости, приборы могут обмениваться синхросигналами.

На рисунках 2.3 и 2.4 приведены варианты подключения измерительного

блока.

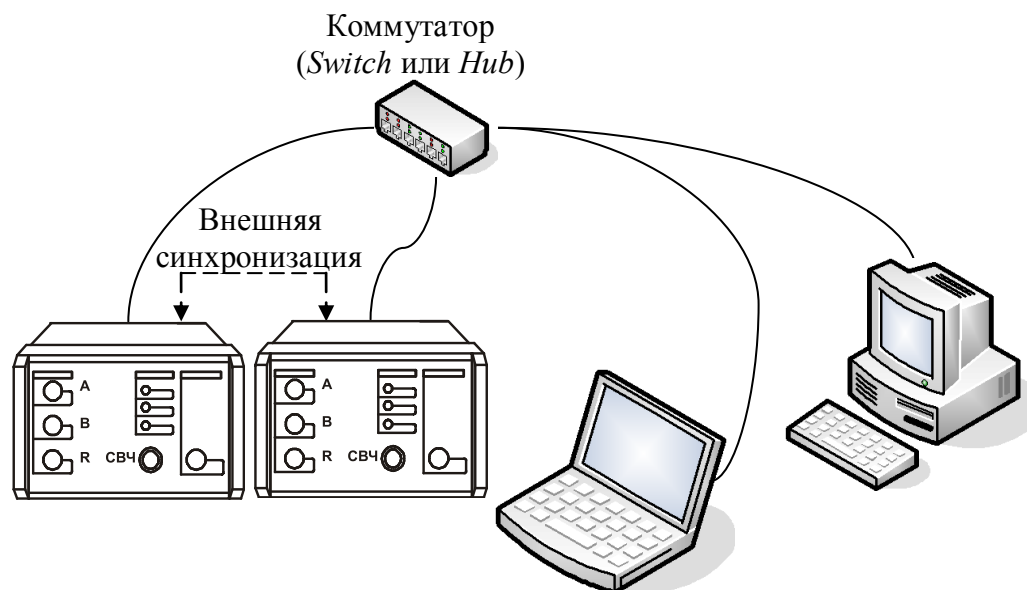


Рисунок 2.4 – Подключение к локальной сети

Для включения прибора в локальную сеть необходимо или разрешить автоматическую конфигурацию – включив переключатель 2, или задать IP-адрес прибора в наборе параметров "Пользователя" (см. пункт 2.2.4). Последний вариант надёжен, хотя и не столь удобен как автоматическая конфигурация, для работы которой требуются DHCP- и DNS-серверы в локальной сети.

При возникновении проблем, обратитесь к администратору локальной сети или попробуйте воспользоваться информацией и рекомендациями, изложенными в приложении Б части III настоящего РЭ.

#### 2.2.4 Установка сетевых параметров

Изменение сетевых параметров измерительного блока может потребоваться при подключении прибора к локальной сети или при подключении нескольких приборов к одному компьютеру.

Изменять можно только набор сетевых параметров "Пользователя". Проще всего это сделать через WEB-интерфейс прибора, выполнив следующую последовательность действий.

Если адрес прибора не известен или он не доступен с текущими сетевыми настройками:

- выключите прибор;
- выполните прямое подключение, описанное в пункте 2.2.2;
- выключите все переключатели конфигурирования на задней панели прибора;
- включите прибор и подождите ~30 секунд.

Наберите в адресной строке интернет-браузера IP-адрес прибора (169.254.0.254 если используется прямое подключение) и нажмите клавишу "Enter". В окне браузера отобразится стартовая страница – "Информация о при

боре".

Нажмите на кнопку "Сетевые параметры", чтобы перейти на страницу управления сетевыми параметрами "Пользователя", приведенную на рисунке 2.5.

Выполнив необходимые изменения, нажмите кнопку "Записать".

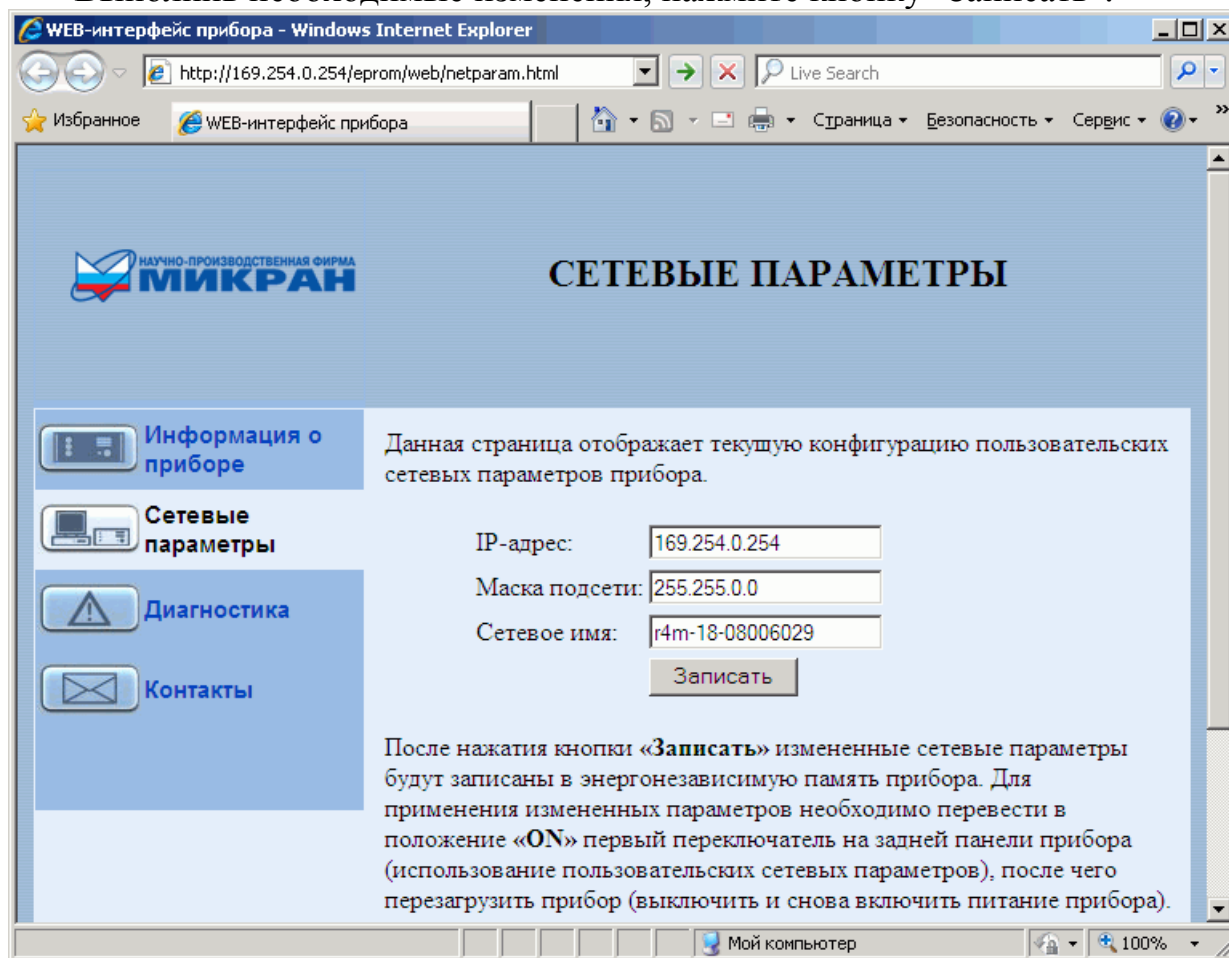


Рисунок 2.5 – Изменение сетевых параметров (для прибора Р4М)

IP-адрес должен быть уникальным в локальной сети. "Сетевое имя" не должно содержать кириллицу, пробелы, символ подчёркивания и другие служебные символы. Маску подсети обычно изменять не требуется.

**Изменение сетевых параметров** скажется только после выключения / включения питания прибора и при включённом первом переключателе "Конфигуратора" на задней панели прибора (рисунок 2.2).

### 3 Описание программы Graphit

#### 3.1 Старт программы и описание диалога подключения

Для старта ПО *Graphit* следует воспользоваться ярлыком схемы измерения, как показано на рисунке 3.1.

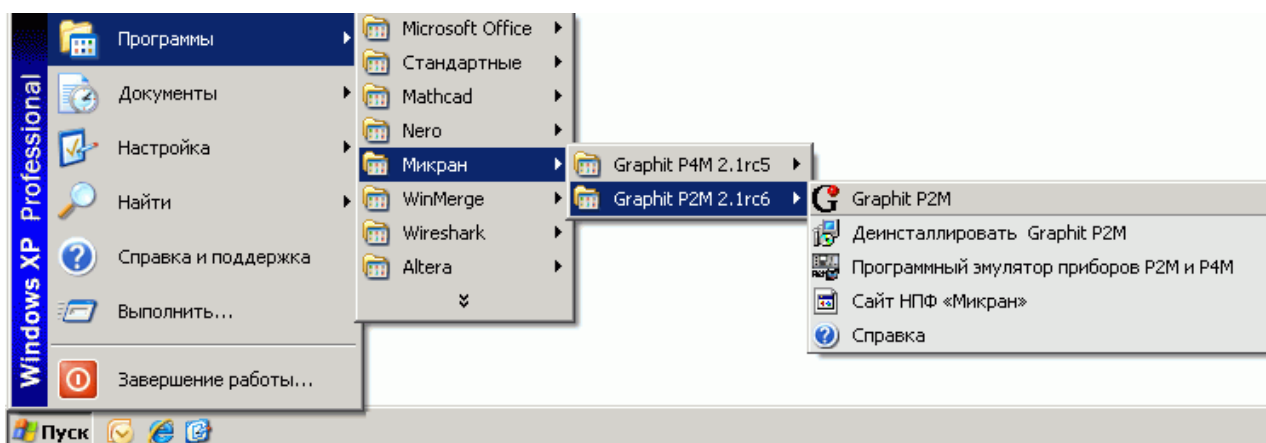


Рисунок 3.1 – Старт ПО *Graphit*

После старта ПО *Graphit* и загрузки схемы измерения появится диалог подключения к прибору (рисунок 3.2).

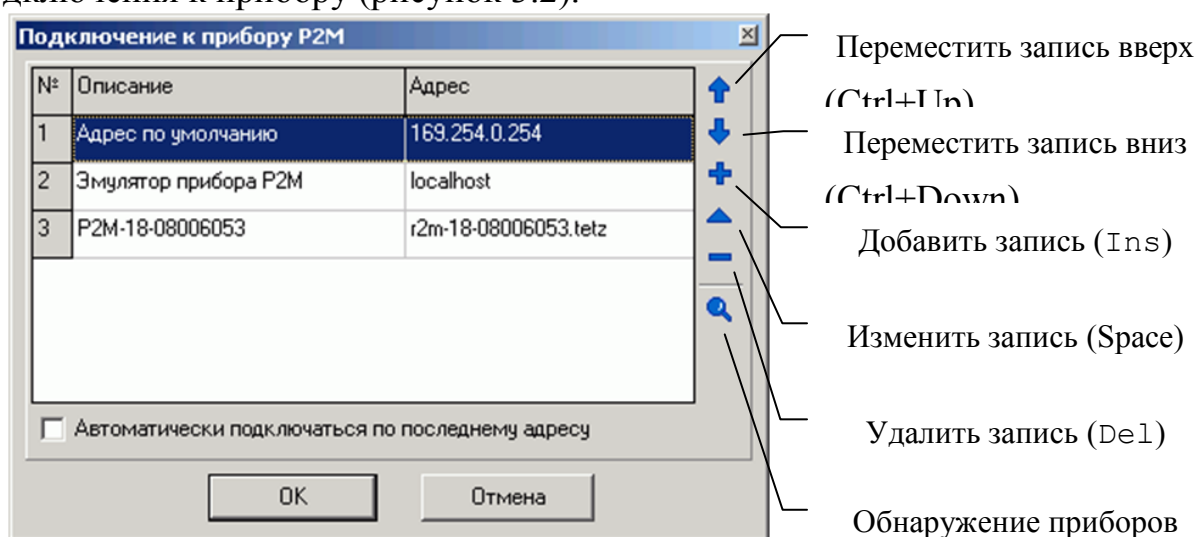


Рисунок 3.2 – Диалоговое окно подключения к прибору

Диалоговое окно подключения к прибору содержит список приборов и соответствующих им IP-адресов. В правой части диалога расположены кнопки управления списком, позволяющие добавлять, удалять и изменять элементы списка. Установка флажка "Автоматически подключаться по последнему адресу" приведёт к автоматическому подключению к прибору при следующем старте ПО *Graphit*.

Для выбора элемента списка и нажатий на кнопки могут использоваться как "мышь" так и клавиатура. Клавиши управления курсором – "Up" (стрелка вверх) и "Down" (стрелка вниз), перемещают выделение в списке. Комбинации клавиш, соответствующие кнопкам управления списком, приведены на рисунке 3.2. Клавиша "Enter" соответствует кнопке "ОК", а клавиша "Esc" соответствует кнопке "Отмена".

После выбора прибора из списка и нажатия кнопки "ОК" или двойного щелчка по элементу списка выполняется попытка подключения к прибору. Ес-

ли ПО *Graphit* не удалось подключиться к прибору, то выводится сообщение об ошибке (рисунок 3.3).

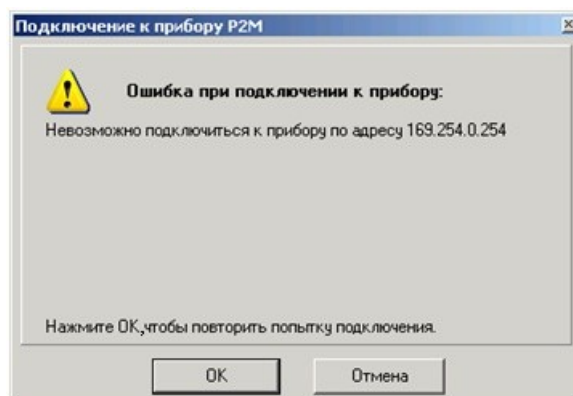


Рисунок 3.3 – Сообщение о неудачном подключении к прибору

После нажатия кнопки "ОК" диалог подключения к прибору примет исходный вид, приведённый на рисунке 3.2. Кнопка "Отмена" позволяет закрыть диалог, отказавшись от подключения к прибору.

При возникновении проблем с подключением к прибору, попробуйте воспользоваться информацией и рекомендациями, изложенными в приложении Б части III настоящего РЭ.

### **3.2 Диаграммы и элементы управления**

После загрузки схемы в окне программы отобразятся диаграммы и элементы управления, определённые схемой (рисунок 3.4).

Как и большинство Windows-приложений, окно ПО *Graphit* содержит меню, панели инструментов, а также несколько диаграмм и панели управления. Содержимое панелей, полей и пунктов меню, а также их количество зависят от загруженной схемы и настроек пользователя. На рисунке 3.4 меню и панели инструментов расположены в верхней части окна, панели управления содержатся внутри области панелей управления в правой части окна. Пользователь может перемещать манипулятором "мышь" меню, панели инструментов, область панелей управления и располагать их в произвольном месте.



Рисунок 3.4 – Окно ПО Graphit

Чтобы переместить панель инструментов, следует "взять мышкой" за левый край панели и переместить её в новое положение.

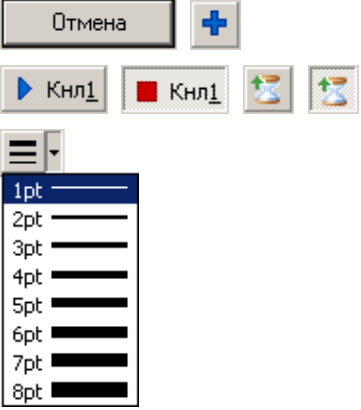
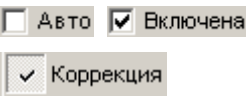
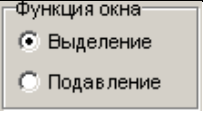
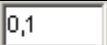
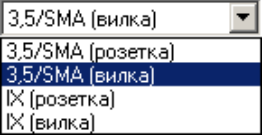

Панели управления можно переместить только все вместе, "взяв мышкой" за верхний край области панелей управления.

Комбинация клавиш "Ctrl+P" позволит скрыть область панелей управления и увеличить размеры диаграмм. Повторное нажатие комбинации клавиш "Ctrl+P" отобразит область панелей управления.

Панели управления можно "свёрнуть" или "развернуть" щелкнув "мышью" по заголовку панели или по значку "-" или "+" слева от заголовка. Если панели управления не помещаются в области панелей управления, то сверху или снизу появляется прямоугольник с треугольником – кнопка прокрутки, которая срабатывает при наведении на неё указателя "мыши".

**Элементы управления.** С помощью элементов управления (кнопок, полей ввода и т.п.) задаются параметры работы измерительного блока, выбираются измеряемые параметры и форма их отображения. В таблице 1 представлены используемые в ПО Graphit элементы управления.

Таблица 1 – Элементы управления

Название	Вид / описание	
Кнопка		<p>Кнопки с текстом и/или пиктограммой.</p> <p>Кнопки с фиксацией.</p> <p>Кнопки со списком.</p> <p>Нажатие на кнопку приводит к выбору очередного элемента в списке.</p>
Флажок		<p>Включает (и индицирует) определённые свойства или функции.</p>
Радио-кнопка		<p>Радио-кнопки всегда объединены в группу. Выбор одной очищает другие.</p>
Поле ввода		<p>Поле для ввода числа или текста.</p>
Поле со списком		<p>Предназначено для выбора одного из элементов списка.</p>
Поле с регулировкой значения		<p>Поле с шагом регулировки равным 1.</p> <p>Поле с возможностью задавать шаг регулировки (после щелчка "мышью" по треугольнику в правой части).</p> <p>Поле с возможностью задания шага или множителя.</p> <p>Экранная клавиатура, появляющаяся после щелчка "мышью" по треугольнику в правой части, позволяет задать значение в поле ввода, а также величину шага или множителя.</p>

Поле ввода с регулировкой значения в правой части имеет пару треугольников, расположенных один над другим. Щелчок "мышью" по нижнему или верхнему треугольнику соответственно уменьшает или увеличивает значение в поле ввода с некоторым шагом. Шаг задаётся в диалоге, появляющемся после щелчка "мышью" по третьему треугольнику, если таковой имеется. Поля ввода



с регулировкой значения, использующие для задания шага экранную клавиатуру, позволяют вместо шага задать множитель – начав ввод с символа "x" (латиницей). Тогда значение в поле ввода будет увеличиваться или уменьшаться в заданное число раз.

При установленном текстовом курсоре <sup>1)</sup> в поле ввода регулировка значения может осуществляться колесом прокрутки на манипуляторе "мышь" или клавишами управления курсором "Up" и "Down".

Элементы управления можно разделить на группы, соответствующие некоторому этапу в процессе измерения и отображения данных. На рисунке 3.5 представлены основные этапы обработки и отображения данных и взаимосвязи между ними.

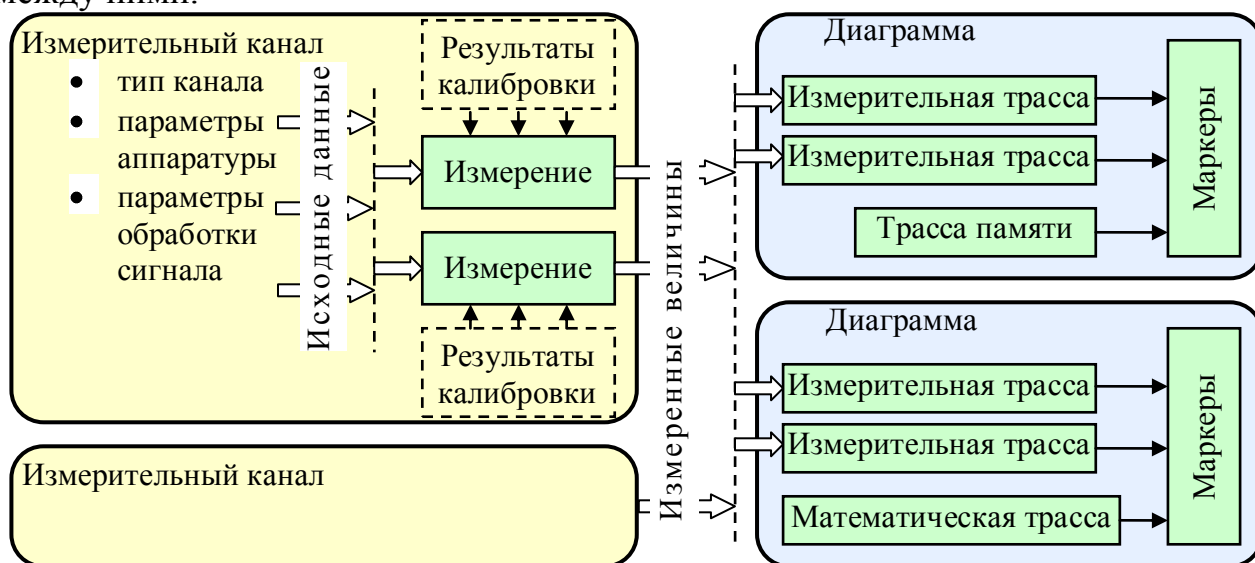


Рисунок 3.5 – Блок-схема обработки данных

Дадим основные определения и термины, используемые для управления прибором и приведённые на рисунке 3.5.

**Измерительный канал** – источник измеренных величин. Определяет алгоритм взаимодействия аппаратных и программных частей и соответствующие им параметры.

**"Измерение"** – часть измерительного канала, выполняющая вычисление измеряемых параметров из оцифрованных сигналов измерительных входов прибора. Как правило, для этого требуются результаты измерений в режиме калибровки. Здесь и далее термин "Измерение" взят в кавычки, чтобы отличить от существительного измерение.

**Диаграмма** – область экрана, содержащая графики (трассы), список трасс, координатные оси, линии сетки и маркеры.

**Трасса** – последовательность измеренных, рассчитанных или запомненных точек данных, соединённых линией. Существуют следующие типы трасс:

- измерительная трасса, отображающая измеряемые величины;

<sup>1)</sup> Имеется ввиду фокус ввода клавиатуры (вертикальная черта), а не курсор "мыши".

- трасса памяти, отображающая ранее запомненную измерительную трассу;
- математическая трасса, отображающая результат поточечной арифметической операции над трассами – сложение, вычитание, умножение, деление и т.п.

**Маркеры** – небольшие окна, содержащие численные значения заданных точек трасс. Благодаря широкому набору функций, описанных в разделе 3.6, маркеры способны находить по заданному критерию особые точки на трассе, вычислять вторичные измеряемые параметры (такие как полоса пропускания, коэффициент прямоугольности, добротности и т.п.), выполнять статистическую обработку.

В окне ПО *Graphit* одновременно могут отображаться от 1 до 4 диаграмм и в каждой диаграмме могут отображаться до 30 трасс. На рисунке 3.6 показан пример диаграммы с контекстным меню, появившемся после щелчка правой кнопкой "мыши" по области отображения трасс.

**Чтобы создать или удалить диаграмму, следует щёлкнуть правой кнопкой "мыши" по области отображения трасс и в появившемся контекстном меню выбрать соответствующий пункт.**

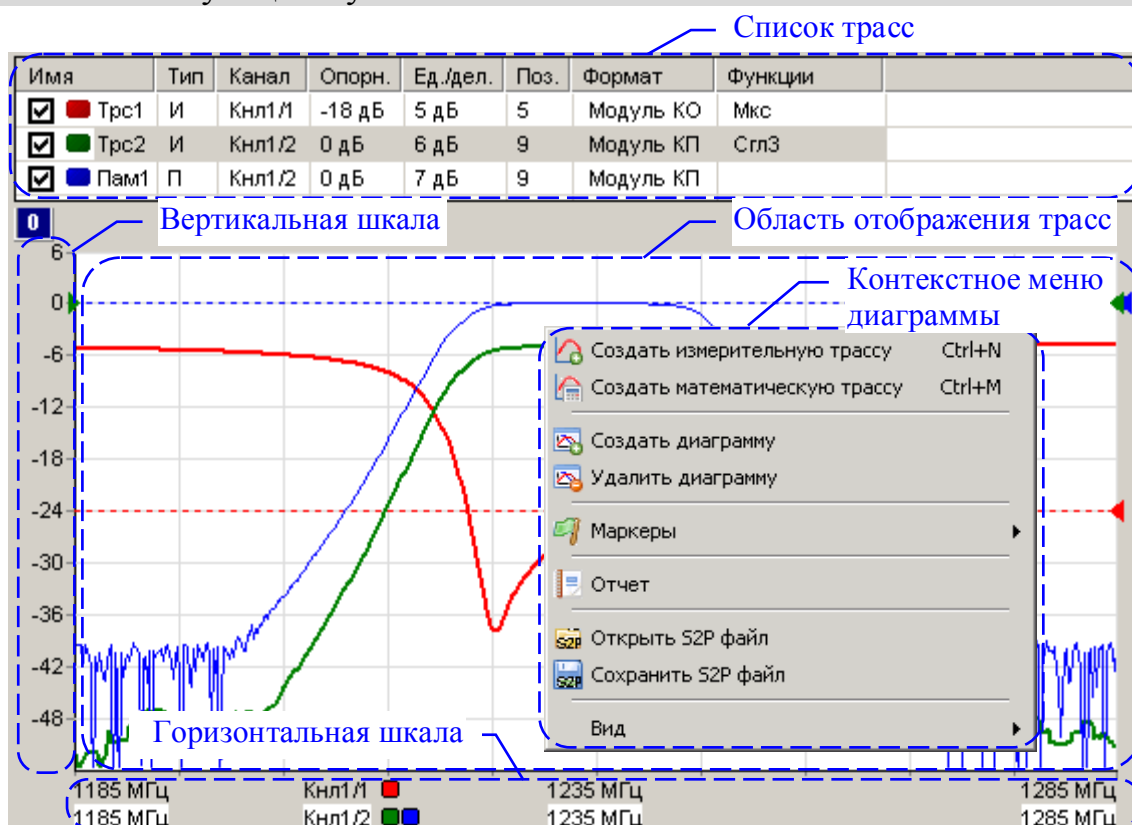


Рисунок 3.6 – Диаграмма

Список трасс, расположенный в верхней части диаграммы, представляет собой таблицу, содержащую перечень трасс и их атрибуты. В столбце "Имя" кроме названия трассы содержится флажок, позволяющий скрыть или отобразить трассу, и индикатор цвета трассы. Двойной щелчок "мышью" по индикатору

тору цвета трассы позволит выбрать цвет в появившемся стандартном диалоге выбора цвета. Двойной щелчок "мышью" по названию трассы позволит переименовать трассу.

В столбце "Канал" содержится название канала и номер или название "Измерения", разделённые символом "/". Столбец "Тип" указывает на тип трассы: "И" – измерительная; "П" – память; "М" – математическая. В столбце "Опорн." указывается опорный уровень, а в столбце "Поз." его позиция на графике. Опорные уровни отображаются на графиках пунктирными горизонтальными линиями с треугольниками на концах. Цвет пунктирной линии и треугольников совпадает с цветом трассы. Можно переместить "мышью" треугольник и тем самым изменить позицию опорного уровня. Двойной щелчок "мышью" по номеру позиции опорного уровня в списке трасс позволит ввести с клавиатуры желаемое значение.

Значение в столбце "Ед./дел.", содержащем цену деления вертикальной шкалы, также можно изменить после двойного щелчка "мышью".

В столбце "Тип" отображается тип трассы – измерительная, память или математическая.

В столбце "Функции" отображаются названия функций, применяемых к результатам измерений (подробнее в разделе 3.4).

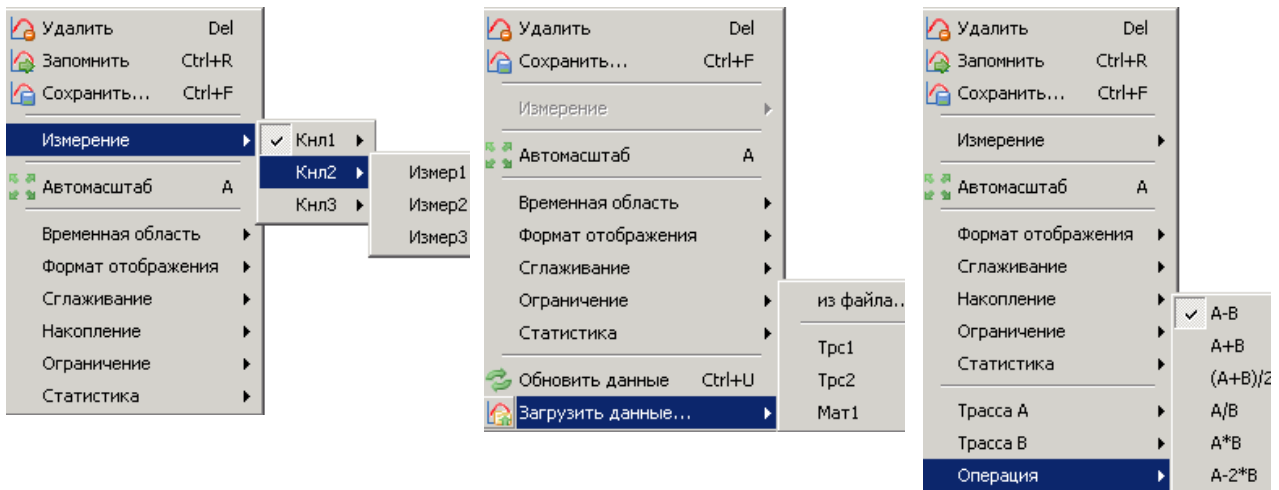
Среди отображаемых диаграмм одна выделена красной рамкой. Одна или несколько трасс в списке трасс выделенной диаграммы отмечаются синим фоном. Такие трассы будем называть выделенными. Все элементы управления, касающиеся трасс, имеют отношение только к выделенным трассам. Атрибуты выделенной трассы отображаются и могут быть изменены не только в списке трасс, но и в панели управления или в панели инструментов (подробнее в разделе 3.3). Можно выделить несколько трасс, удерживая клавишу "Ctrl" или "Shift", и управлять их атрибутами одновременно.

**Чтобы создать измерительную трассу**, следует в контекстном меню области отображения трасс (рисунок 3.6) выбрать соответствующий пункт или нажать комбинацию клавиш "Ctrl+N". Затем в контекстном меню созданной трассы (рисунок 3.7-а) или в панелях управления и инструментов (рисунки 3.9 и 3.12) задать необходимые параметры.

**Чтобы создать трассу памяти**, следует в контекстном меню запоминаемой трассы выбрать пункт "Запомнить" или нажать комбинацию клавиш "Ctrl+R", чтобы запомнить выделенную измерительную трассу.

**Чтобы создать математическую трассу**, следует в контекстном меню области отображения трасс (рисунок 3.6) выбрать соответствующий пункт или нажать комбинацию клавиш "Ctrl+M". Затем в контекстном меню созданной трассы (рисунок 3.7-в) задать операнды и операцию над ними.

**Чтобы удалить трассу**, следует выбрать в контекстном меню удаляемой трассы пункт "Удалить" или выделить трассу и нажать клавишу "Del".



а) Меню измерительной трассы

б) Меню трассы памяти

в) Меню математической трассы

Рисунок 3.7 – Контекстные меню трасс

Список трасс автоматически расширяется при добавлении новой трассы. Можно немного сократить занимаемую списком площадь экрана, скрыв заголовки столбцов, очистив флажок "Вид \ Заголовки столбцов" в контекстном меню области отображения трасс (рисунок 3.6), или нажав клавишу "F12".

Математическая трасса и её операнды должны иметь одинаковое количество точек и принадлежать к одному и тому же "Измерению". По крайней мере, один из операндов должен быть трассой памяти. Операнды задаются в пунктах "Трасса А" и "Трасса В" контекстного меню (рисунок 3.7-в). В пункте "Операция" того же контекстного меню выбирается арифметическая операция, поточно выполняемая над трассами. Под поточечной операцией, например разностью, понимается следующее: из  $Y$ -значения (откладываемого по оси ординат) первой точки трассы А вычитается  $Y$ -значение первой точки трассы В. Полученная разность записывается в первую точку математической трассы. В качестве  $X$ -значения (откладываемого по оси абсцисс) в первую точку математической трассы записывается  $X$ -значение первой точки трассы А. И так далее для всех остальных точек.

**Масштаб отображения трасс.** На область отображения трасс нанесена координатная сетка  $10 \times 10$  делений. Шаг сетки по вертикали задается в списке трасс в столбце "Ед./дел." (рисунок 3.6). В столбце "Опорн." задается значение опорного уровня, которое должно приходиться на линию сетки с номером заданным в столбце "Поз.". Линии сетки нумеруются снизу вверх, начиная с 0. Например, если задана позиция 10, то опорный уровень будет соответствовать верхнему краю области построения трасс. Следует заметить, что значения на вертикальной шкале соответствуют только выделенной трассе. Если никакая из трасс не выделена или отображение выделенной трассы отключено, то вертикальная шкала не отображается.

**Совет.** Пункт контекстного меню трассы "Автомасштаб" (рисунок 3.7) или нажатие клавиши "А" (латиница) позволят подобрать масштаб и опорный уровень выделенной трассы, так чтобы она занимала бóльшую часть области построения трасс. Если предварительно выделить несколько трасс, то для них будет выбран одинаковый масштаб.

Каждая трасса может отображаться в собственном вертикальном масштабе, чего нельзя сказать о масштабе по горизонтали. По горизонтальной оси откладываются величины, тесно связанные с работой измерительного блока, поэтому диапазон изменения этих величин, как и все параметры, регламентирующие его работу, задаётся в измерительном канале. Трассы отображаются в горизонтальном масштабе того или иного канала (если в схеме измерения предусмотрено несколько каналов). Диапазон значений абсцисс измерительных трасс соответствует диапазону перестройки измерительного блока. Абсциссы некоторых точек трасс памяти и математических трасс могут выходить за пределы, заданные в измерительном канале. Такие трассы будут отображаться частично или не отображаться вовсе.

Способ отображения горизонтальной шкалы зависит от состояния флажка "Вид \ Список измерений" контекстного меню диаграммы (рисунок 3.6). При установленном флажке отображаются все используемые в диаграмме "Измерения" с цветовыми метками соответствующих трасс, указываются начало, середина и конец диапазона изменения величины, откладываемой по оси абсцисс, и другие атрибуты "Измерения". При сброшенном флажке шкала приобретает обычный вид – с численными значениями под линиями координатной сетки. При этом значения соответствуют только выделенной трассе. Состояние флажка изменяется щелчком "мыши" или клавишей "F9".

**Совет.** Двойной щелчок "мышью" по горизонтальной шкале или нажатие клавиши "F11" развернёт диаграмму до максимальных размеров, скрыв соседние диаграммы. Повторный двойной щелчок "мышью" по горизонтальной шкале или нажатие клавиши "F11" вернёт диаграмму в прежнее состояние.

### **3.3 Управление графическими параметрами**

Управление графическими параметрами осуществляется с помощью кнопок и полей ввода, расположенных на панелях инструментов и панелях управления. Для отображения тех или иных панелей управления следует установить соответствующие флажки в меню "Вид \ Панели управления" (рисунок 3.8).

На панели управления "Расположение диаграмм" (рисунок 3.9) рамка красного цвета обозначает положение выделенной диаграммы. Манипулятором "мышь" можно перемещать прямоугольники, изменяя размеры и расположение диаграмм.

Списки на панели управления "Оформление диаграммы" позволяют выбрать цвет фона области отображения трасс и цвет координатной сетки выделенной диаграммы.

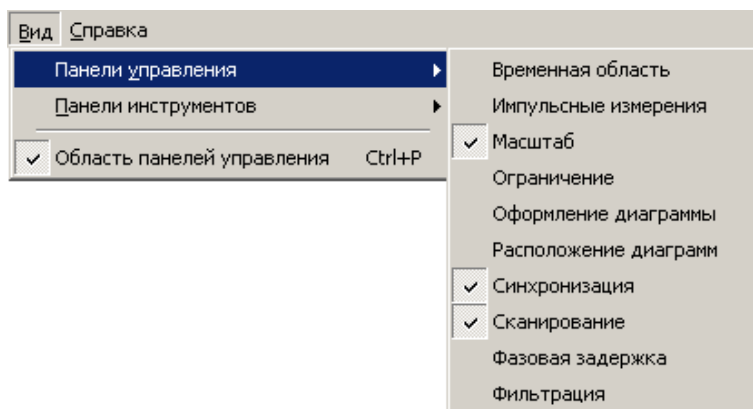


Рисунок 3.8 – Выбор отображаемых панелей управления



Рисунок 3.9 – Панели управления диаграммами

На панели управления "Масштаб", приведённой на рисунке 3.10, могут быть заданы параметры масштаба выделенной трассы по вертикали – опорный уровень, масштаб (цена деления) и позиция опорного уровня. Указанные параметры повторяют параметры, содержащиеся в списке трасс, и рассмотрены в пункте 3.2. Кнопка "Автомасштаб" и одноимённый пункт контекстного меню трассы (рисунок 3.7) однократно подбирают такие масштаб и опорный уровень, чтобы трасса занимала бóльшую часть области построения трасс.

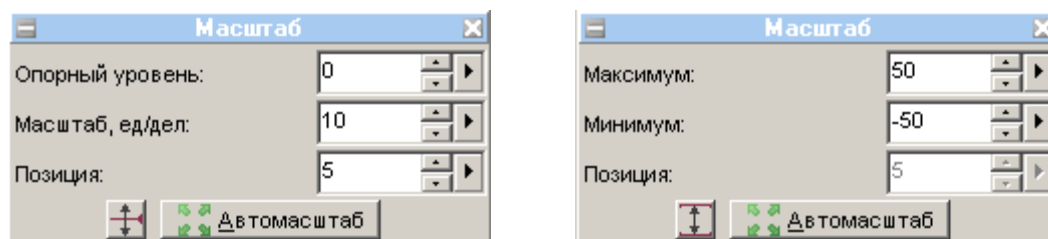


Рисунок 3.10 – Панель управления " Масштаб"

Кнопка с изображением стрелок (слева от кнопки "Автомасштаб" на рисунке 3.10) позволяет изменить способ задания масштаба по вертикали – вместо опорного уровня и цены деления можно будет задавать максимальное и минимальное отображаемые значения. При этом фактически будут задаваться вычисленные из максимума и минимума опорный уровень и цена деления, которые можно будет видеть в соответствующих столбцах списка трасс.

Большая часть элементов управления графическими параметрами расположена в панелях инструментов, отображение которых задаётся в меню "Вид \ Панели инструментов", изображённом на рисунке 3.11.

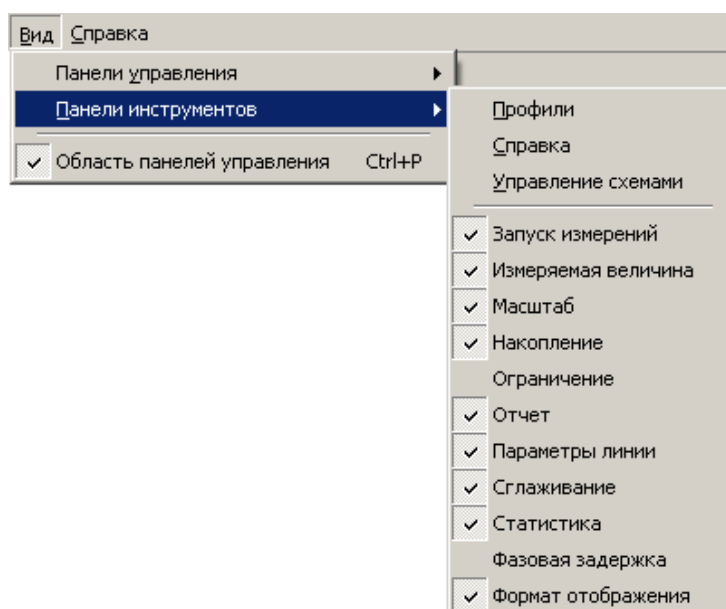


Рисунок 3.11 – Выбор отображаемых панелей инструментов

Рассмотрим панели инструментов, изображённые на рисунке 3.12.

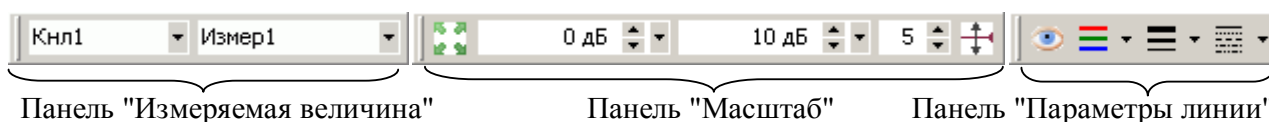


Рисунок 3.12 – Панели инструментов, задающие параметры отображения

Панель инструментов "Измеряемая величина" повторяет пункт "Измерение" контекстного меню измерительной трассы, изображённого на рисунке 3.7-а. Два поля ввода со списком, входящие в состав панели, отображают и позволяют выбрать измерительный канал и "Измерение" для выделенных трасс.

Панель инструментов "Параметры линии" позволяет скрыть или отобразить трассу щелчком "мыши" по кнопке с изображением глаза. Щелчок по цветным полоскам изменит цвет трассы. Щелчок по треугольнику справа от цветных полосок позволит выбрать цвет из перечня возможных цветов. Аналогично щелчок по чёрным полоскам увеличит толщину линии, а щелчок по треугольнику справа отобразит список толщин линий. Следующий элемент управления таким же образом позволит задать тип линии – сплошная, пунктир и т.п. Нужно отметить, что линия графика может быть несплошной только при толщине в 1 пункт. Поэтому при толщине линии более 1 пункта элемент управления, задающий тип линии, отображается как недоступный.

Панель инструментов "Масштаб" отображает и позволяет задать параметры вертикального масштаба трассы – опорный уровень, масштаб (цена деления) и позиция опорного уровня (рассмотрены в разделе 3.2). Эти же параметры можно задать в списке трасс или на панели управления "Масштаб", приведённой на рисунке 3.10. Поля ввода опорного уровня и цены деления выглядят одинаково, и отличить их поможет "подсказка" появляющаяся при наведении курсора "мыши" на элемент управления.

**Функция "Масштабирование"** предоставляет ещё один способ измен-

ения масштаба отображения измеряемых величин. Пользователь может выделить интересующий его фрагмент диаграммы, нажав левую кнопку "мыши" в углу выделяемого фрагмента и переместив курсор "мыши" в противоположный угол, как показано на рисунке 3.13. После отпускания кнопки "мыши" производится масштабирование осей по заданным (очерченным) границам.

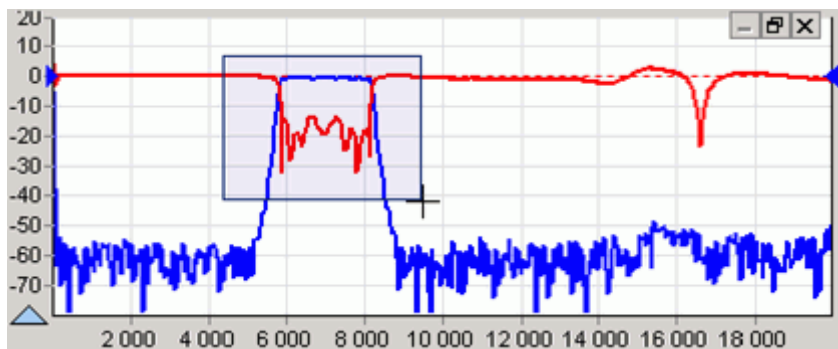


Рисунок 3.13 – Выделение фрагмента на диаграмме

Масштабирование осей зависит от направления движения "мыши" при выделении:

- 1) При выделении "вправо-вниз" на диаграмме рисуется прямоугольник, как показано на рисунке 3.13. После отпускания кнопки "мыши" изменяется вертикальный масштаб выделенных трасс и изменяется диапазон сканирования в соответствующих выделенным трассам измерительных каналах.
- 2) При выделении "влево-вниз" на диаграмме рисуются горизонтальные пунктирные линии. После отпускания кнопки "мыши" изменяется только вертикальный масштаб выделенных трасс.
- 3) При выделении "вправо-вверх" на диаграмме рисуются вертикальные пунктирные линии. После отпускания кнопки "мыши" изменяется диапазон сканирования в соответствующих выделенным трассам измерительных каналах.
- 4) После выделения "влево-вверх" отменяется последнее масштабирование. Можно последовательно отменить несколько функций "Масштабирование", если между ними не использовалась функция "Автомасштаб".

Существует возможность сдвинуть диапазон сканирования. Для этого следует "взять" манипулятором "мышь" горизонтальную шкалу и переместить в нужном направлении, как показано на рисунке 3.14.

После отпускания кнопки "мыши" изменится диапазон сканирования в соответствующих выделенным трассам измерительных каналах.



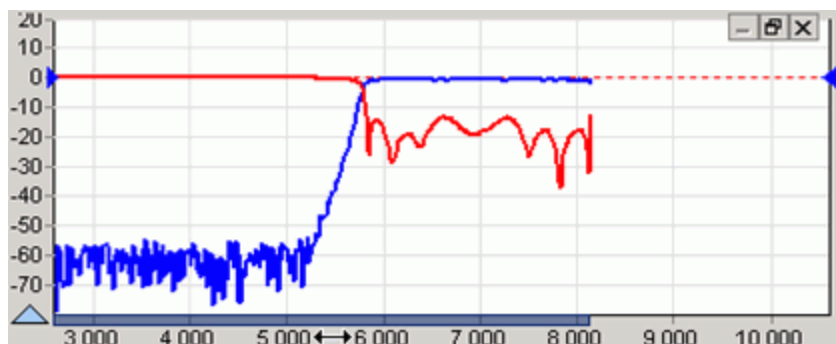


Рисунок 3.14 – Смещение диапазона сканирования

### 3.4 Функции над трассами

Функции над трассами – мощные средства дополнительной обработки и анализа результатов измерений. Перечень функций над трассами определяется типом прибора и схемой измерения. Ниже будут рассмотрены общие для всех приборов функции: "Накопление", "Ограничительные линии", "Сглаживание" и "Статистика". Элементы управления большинства функций над трассами расположены на панелях инструментов, как показано на рисунке 3.15.

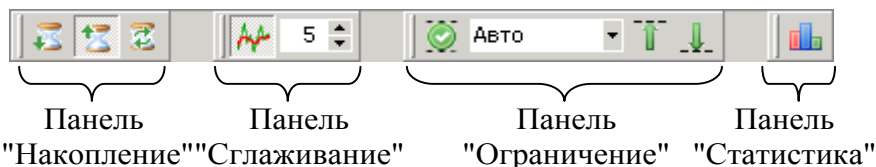


Рисунок 3.15 – Панели инструментов функций над трассами

**Функция "Накопления"** минимальных значений включается нажатием кнопки с изображением песочных часов и стрелки вниз на панели инструментов "Накопление". Соответственно для накопления максимумов следует нажать кнопку с изображением песочных часов и стрелкой вверх. Вместо измеренных значений в каждой точке трассы будут отображаться максимумы или минимумы, накопленные за истекшие кадры (циклы измерения). Если необходимо отображать как измеренные, так и накопленные значения, следует задать новую измерительную трассу. Последняя кнопка "Сброс" на панели инструментов "Накопление" позволяет сбросить накопленную статистику и начать накопление заново.

**Функцией "Сглаживание"** трассы включается кнопкой на панели инструментов "Сглаживание" (рисунок 3.15). Поле ввода с регулировкой значения задаёт размер апертуры сглаживания в процентах от числа точек в трассе:

$$\text{Сглаживание}[\%] = (N + 1) / \text{Количество точек},$$

где  $N + 1$  – размер апертуры,

"Количество точек" в трассе задаётся в измерительном канале.

Процедура сглаживания вычисляет среднее среди соседних точек трассы:

$$S'_i = \frac{1}{N+1} \cdot \sum_{n=-N/2}^{N/2} S_{i+n},$$

где  $S_i$  – отсчёты сглаживаемой трассы;  
 $S_i'$  – сглаженные отсчёты,  
 $N + 1$  – размер апертуры.

Функция сглаживания применяется для подавления случайной составляющей в трассе. Аналогичную задачу – подавления шумов, решает процедура усреднения. Усреднение выполняется в измерительном канале и/или в измерительном блоке и описано в соответствующей части РЭ. На рисунке 3.16 приведены результаты сглаживания (синяя трасса толщиной 2 пункта) и усреднения.

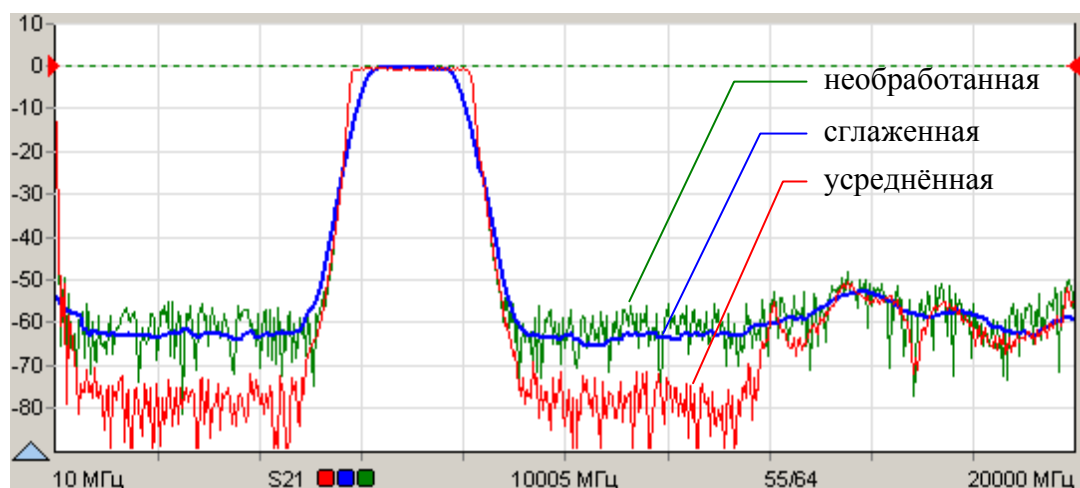


Рисунок 3.16 – Сглаживание и усреднение трасс

Усреднение выполняется в измерительном канале до нелинейных преобразований над сигналами, что приводит к постепенному (в течение заданного числа измерений) увеличению отношения сигнал / шум. В отличие от усреднения сглаживание выдаёт результат "мгновенно" – сразу после измерения.

**Следует осторожно применять сглаживание.** Вместе с подавлением шумовых выбросов сглаживание искажает форму характеристик. Всплеск сигнала может существенно изменить амплитуду или исчезнуть совсем. Срез фильтра будет выглядеть более пологим, а значит, исказятся полоса пропускания и связанные с ней параметры.

**Функция "Ограничительные линии"** полезна при тестировании и отбраковке серии изделий. Функция проверяет пересечение трассой ограничительных линий, означающие пределы допуска измеряемого параметра изделия.

Ограничительные линии задаются отрезками в диалоговом окне (рисунок 3.17), появляющемся по нажатию кнопки "Верхняя огр. линия" или "Нижняя огр. линия" на панели управления "Ограничение" (рисунок 3.18) или соответствующими кнопками на панели инструментов "Ограничение" (рисунок 3.15).

№	X1	X2	Y1	Y2
1	5200	5800	-50	4
2	5800	8200	4	4
3	8200	8800	4	-50
4				

Рисунок 3.17 – Окно задания ограничительной линии

В столбцах "X" задаются абсциссы отрезков, в столбцах "Y" – ординаты. Кнопки, расположенные над таблицей, позволяют манипулировать строками таблицы, а также сохранять на диск или читать ранее сохранённые ограничительные линии.

Если ограничительная линия, образованная отрезками, имеет разрывы, то результаты измерений в точках разрыва не контролируются.

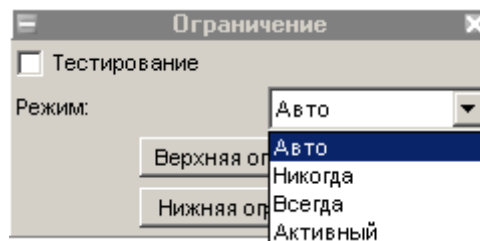


Рисунок 3.18 – Панель управления "Ограничение"

Флажок "Тестирование" на вкладке или кнопка на панели инструментов включают проверку на пересечение трассой ограничительных линий. Результат проверки отображается на диаграмме, как показано на рисунке 3.19.

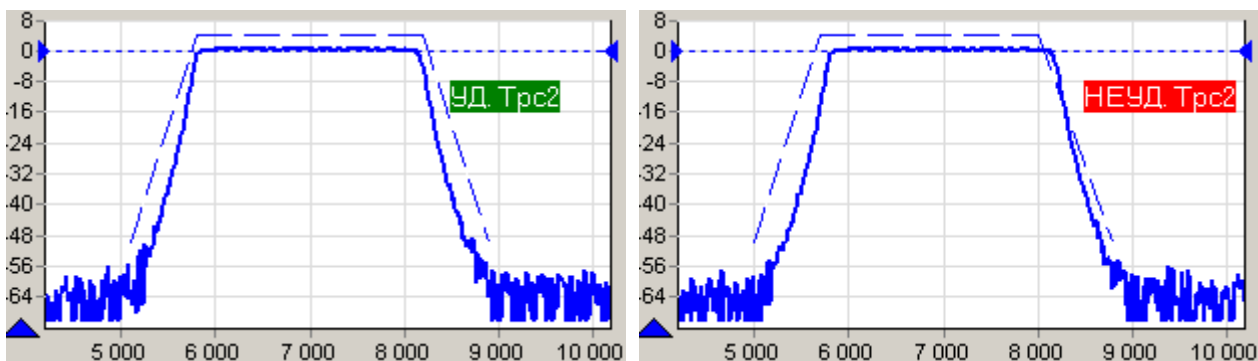


Рисунок 3.19 – Проверка ограничительными линиями

Список "Режим" определяет способ отображения ограничительных линий и позволяет выбрать одно из следующих значений:

- "Авто" – ограничительные линии отображаются, если выделена трасса, для которой применяется ограничение, и включена проверка границ;
- "Никогда" – ограничительные линии не отображаются;
- "Всегда" – ограничительные линии отображаются всегда;

- "Активный" – ограничительные линии отображаются, если выделена (активна) трасса для которой применяется ограничение.

**Функция "Статистика"** находит минимальное и максимальное значения среди точек трассы, а также вычисляет другие статистические характеристики. Результаты расчётов отображаются в области построения трасс, как показано на рисунке 3.20.

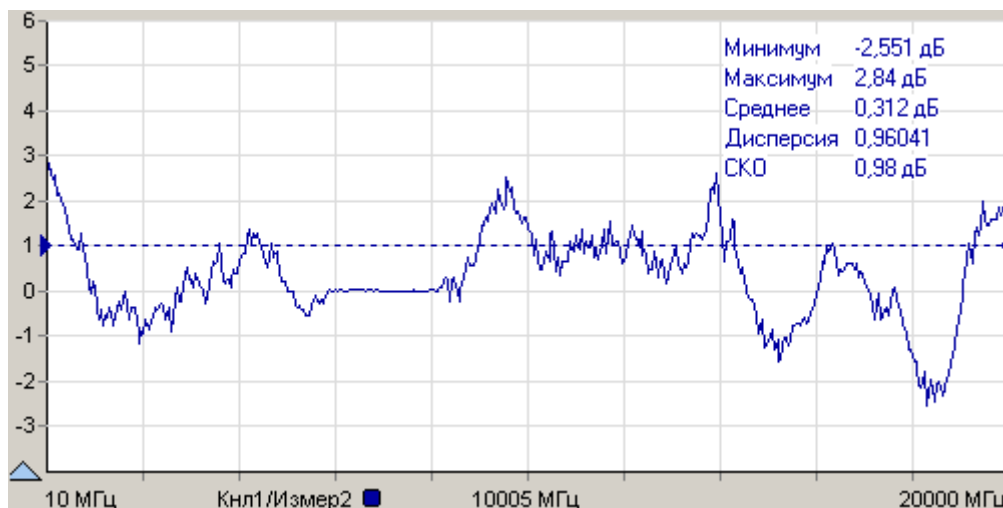


Рисунок 3.20 – Отображение статистики трассы

Отображение статистических данных включается и выключается кнопкой в панели инструментов "Статистика" (рисунок 3.15). Текст со статистическими данными может быть перемещён манипулятором "мышь" в пределах области построения трасс в более удобное положение.

### 3.5 Запуск и остановка измерений

В ПО *Graphit* запускается или останавливается работа измерительного канала. Измерительных каналов может быть несколько и при одновременном запуске они работают по очереди. Измерительный канал, соответствующий выделенной трассе, называется активным каналом. К нему будут применяться все операции связанные с измерительным каналом – запуск и остановка, изменение параметров сканирования и т.п.

Запуск или остановка активного канала осуществляется выбором пункта меню "Управление \ Активный канал" или нажатием кнопки с синим треугольником на панели инструментов (рисунок 3.21). Чтобы остановить измерения, нужно повторно выбрать пункт меню или нажать на кнопку на панели управления.

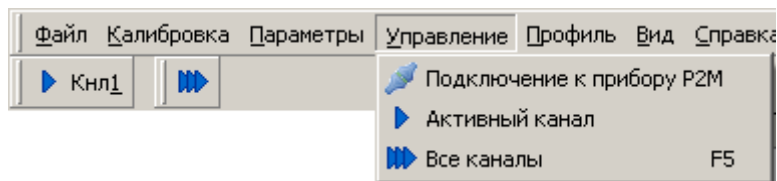


Рисунок 3.21 – Меню управления измерениями

Существует возможность запуска или остановки всех измерительных ка-

налов – выбором пункта меню "Управление \ Все каналы", нажатием клавиши "F5" или нажатием кнопки с тремя треугольниками на панели инструментов (рисунок 3.21).

**Совет.** Если нет манипулятора "мышь" или им неудобно пользоваться (например, в ноутбуке), можно выбрать пункт меню с помощью клавиатуры. Для этого достаточно нажать клавишу "Alt" или "F10" и клавишами управления курсором выбрать нужный пункт.

После нажатия клавиши "Alt" или "F10" в тексте на многих пунктах меню появляются подчёркнутые символы. Последовательное нажатие клавиши "Alt", затем "подчёркнутый символ" эквивалентно выбору пункта меню.

Для большинства приборов измерениям должна предшествовать калибровка. Процедура калибровки относится к одному из "Измерений" и начинается после выбора пункта меню "Калибровка \ Калибровка..." (рисунок 3.22) или после нажатия кнопки калибровки на панели управления "Параметры измерения". Выбор калибруемого "Измерения" осуществляется выделением соответствующей трассы.

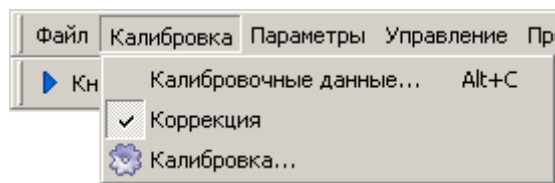


Рисунок 3.22 – Меню калибровки

Флажок "Коррекция" отражает состояние "Измерения", соответствующего выделенной трассе, автоматически устанавливается после успешного завершения калибровки. Очистив флажок, можно запретить использование калибровочных данных.

В некоторых схемах измерений доступен пункт меню "Калибровка \ Калибровочные данные...", выбор которого приводит к появлению диалогового окна (см. рисунок 3.23), позволяющее загрузить, сохранить, посмотреть или отредактировать результаты калибровки.

Процесс измерений обычно сопровождается заданием множества параметров. При завершении ПО *Graphit* текущие значения всех параметров диаграмм, трасс, маркеров и измерительных каналов, исключая калибровочные данные, сохраняются на диск. При старте ПО *Graphit* и открытии схемы все сохранённые параметры восстанавливаются.

Существует возможность сохранения параметров в отдельный файл, называемый профилем. На рисунке 3.24 изображены пункты меню "Настройки" и эквивалентные им кнопки на панели инструментов, позволяющие считать параметры из профиля, сохранить параметры в профиль или восстановить исходные значения всех параметров.

Подробнее процедуры калибровки и управление измерительными каналами рассмотрены в части III настоящего РЭ, посвящённой конкретному измерительному прибору и соответствующим ему измерительным схемам.

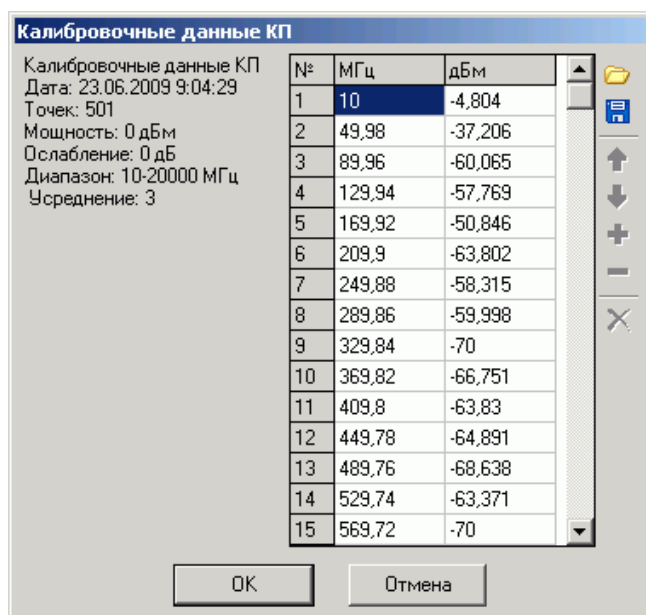


Рисунок 3.23 – Окно управления калибровочными данными

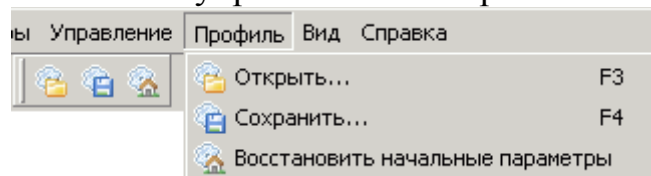


Рисунок 3.24 – Панель инструментов и меню управления профилями

### 3.6 Маркерные измерения

Маркеры – это дополнительное средство анализа результатов измерений. Маркеры отображают в численном виде значения некоторых точек трассы. Какая именно точка трассы будет отображена маркером, зависит от типа и параметров маркера. Для своевременного обновления отображаемой информации и/или поиска по заданному критерию точек на трассе в маркерах задаётся привязка (соответствие) к одной или нескольким трассам.

Маркеры отображаются в виде треугольника с номером над горизонтальной шкалой, вертикальной линии и окна индикации. Если маркер не активен, то отображается только треугольник с номером. Между двумя маркерами может отображаться связь – горизонтальная черта с текстом над ней. Связи между маркерами служат для расчёта и отображения дополнительных параметров исследуемых устройств. Каждая диаграмма может содержать до 20 маркеров и до 10 связей между ними.

**Чтобы создать маркер**, необходимо "взять мышкой" треугольник в левом нижнем углу диаграммы и переместить его в желаемую позицию.

**Чтобы скрыть или отобразить маркер** достаточно дважды щёлкнуть "мышью" по треугольнику или выбрать пункт "Активный" в контекстном меню маркера.

**Чтобы удалить маркер**, нужно его сначала скрыть, а затем переместить треугольник в крайнее левое положение. Пункт контекстного меню диаграммы

"Маркеры \ Сбросить все" или комбинация клавиш "Ctrl+Alt+R" удаляют все маркеры в диаграмме.

На рисунке 3.25 показано контекстное меню маркера, появляющееся после щелчка правой кнопки "мыши" по номеру маркера или по окну индикации маркера. Пункт "Свойства..." позволяет задать параметры маркера (рисунок 3.26), в том числе и те, что перечислены в последующих пунктах контекстного меню. Из отображаемых значений в маркере можно исключить (или добавить) данные тех или иных трасс. Для этого достаточно щёлкнуть правой кнопкой "мыши" по отображаемому значению и выбрав пункт "Не отображать трассу..." или изменить состояние флажков в списке трасс пункта "Отображаемые трассы".

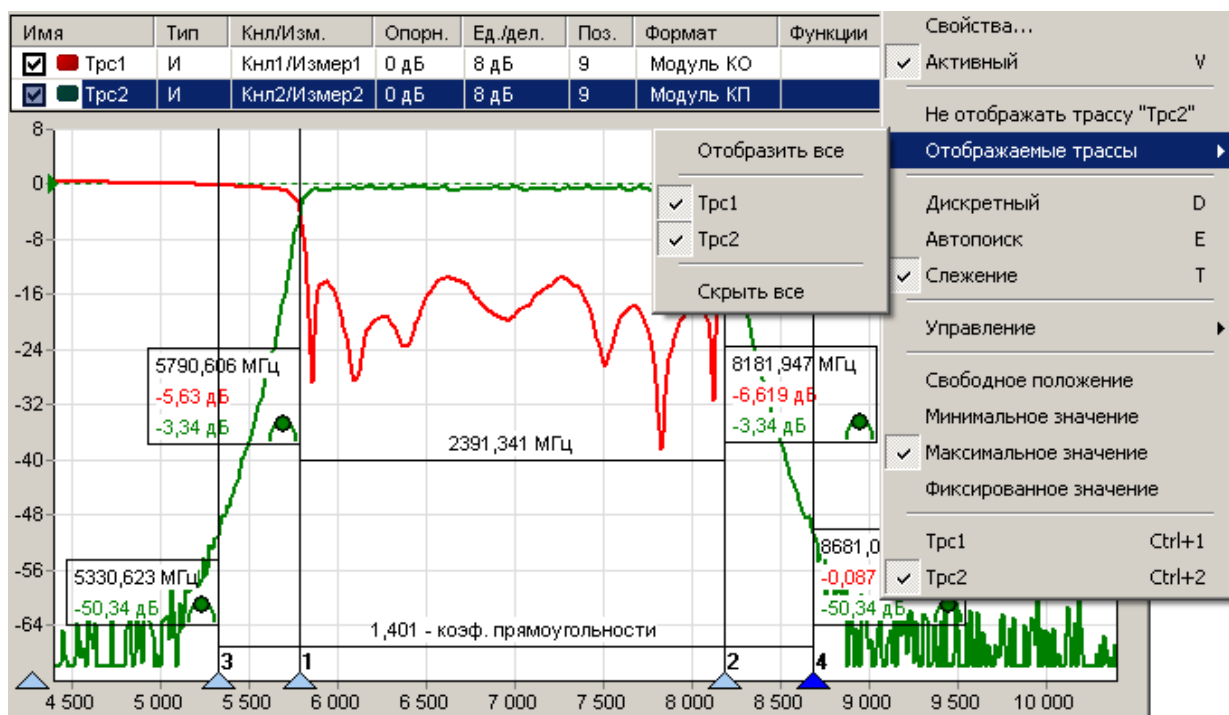
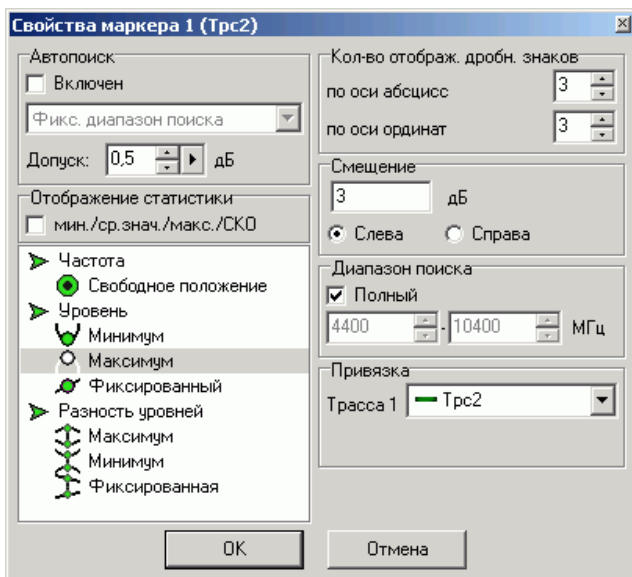


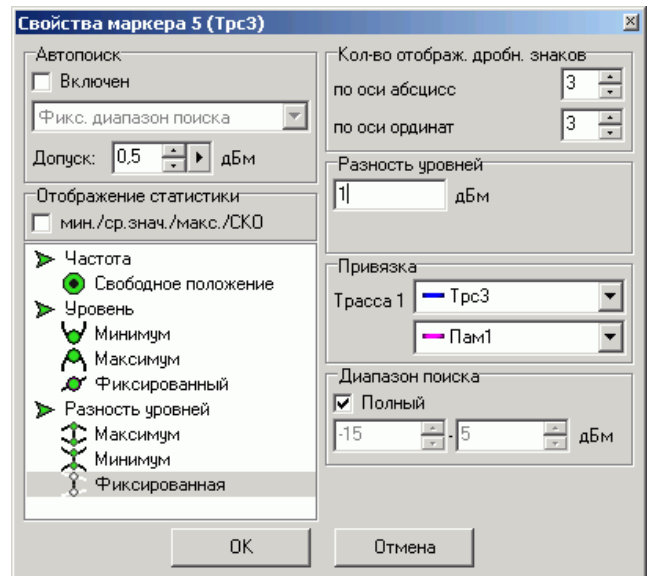
Рисунок 3.25 – Использование маркеров

Установка флажка "Дискретный" в контекстном меню маркера запрещает маркеру находиться между точками трассы, в которых выполнялись измерения. При сброшенном флажке маркер может принимать любые положения, а в окне индикации выводятся интерполированные значения с восклицательным знаком в круглых скобках в конце.

Выбор пункта контекстного меню маркера "Управление \ Установить центр сканирования" изменяет диапазон сканирования измерительного канала, так чтобы маркер оказался в середине диапазона. Диапазон сканирования изменяется только в измерительном канале, которому соответствует трасса, к которой привязан маркер.










а) слежение за уровнем



б) слежение за разностью уровней

Рисунок 3.26 – Свойства маркера

В правом нижнем углу окна индикации маркера отображается значок, обозначающий тип маркера:

-  – свободное положение маркера;
-  – слежение за максимальным уровнем;
-  – слежение за минимальным уровнем;
-  – слежение за заданным уровнем;
-  – слежение за максимальной разностью уровней;
-  – слежение за минимальной разностью уровней;
-  – слежение за заданной разностью уровней.

Цвет значка свидетельствует о привязке маркера к трассе того же цвета.

**Свободное положение маркера.** При установке нового маркера создаётся маркер со свободным (произвольным) положением на горизонтальной оси. Частота может задаваться тремя способами: перемещением маркера "мышью"; двойным щелчком по отображаемому значению частоты и редактированием, или в диалоге "Свойство маркера". Если требуется переместить окно индикации маркера только по вертикали или расположить с другой стороны от вертикальной линии, нажмите клавишу "Shift" на клавиатуре и переместите окно с помощью "мыши".

**Следящие маркеры** от кадра к кадру меняют своё положение по горизонтальной оси – следят по заданному критерию. Для слежения используются значения из одной или нескольких трасс, к которым привязан маркер. В диалоге "Свойства маркера" (рисунок 3.26) задаются привязка к одной или нескольким трассам и критерий слежения: поиск минимума, максимума или заданного значения в указанной трассе или разницы между трассами. Привязка маркера отображается и может быть изменена в контекстном меню маркера (в последней группе пунктов, показанной на рисунке 3.25). Поиск точки, удовлетворяющей критерию, выполняется по всей трассе, при установленном флажке "Пол-



ный", или ограничен заданным диапазоном. В последнем случае неполный диапазон обозначается на оси абсцисс в виде синего отрезка, ограниченного прямоугольными скобками, как показано на рисунке 3.27.

При поиске минимума или максимума в трассе существует возможность поиска точки, отличающейся от найденного экстремума на заданное число (обычно децибел), слева или справа от экстремума. Эта возможность позволяет вычислять разнообразные параметры цепей, связанные с полосой частот.

Например, на рисунке 3.25 маркеры 1 и 2 следят за уровнем меньше максимума на 3 дБ АЧХ полосового фильтра. Связь между маркерами 1 и 2 отображает полосу пропускания фильтра по уровню "-3 дБ". Маркеры 3 и 4 следят за уровнем меньше максимума на 50 дБ. В связи между маркерами 3 и 4 вычисляется отношение полосы между маркерами 3 и 4 к полосе между маркерами 1 и 2. В результате получаем коэффициент прямоугольности фильтра.

**Следящий в неполном диапазоне маркер может исчезать или "прилипать" к краю диаграммы, оказавшись вне диапазона значений оси абсцисс. Это может произойти, например, при смене частотного диапазона или отображении трассы во временную область.**

Флажок "Слежение" в контекстном меню маркера по умолчанию установлен. Это означает, что после задания необходимых параметров (критерия слежения и трассы) маркер перейдет в режим слежения. Если задать параметры слежения при сброшенном флажке "Слежение", то маркер выполнит однократный поиск в текущем кадре, переместится на новую позицию и перейдет в "Свободное положение".

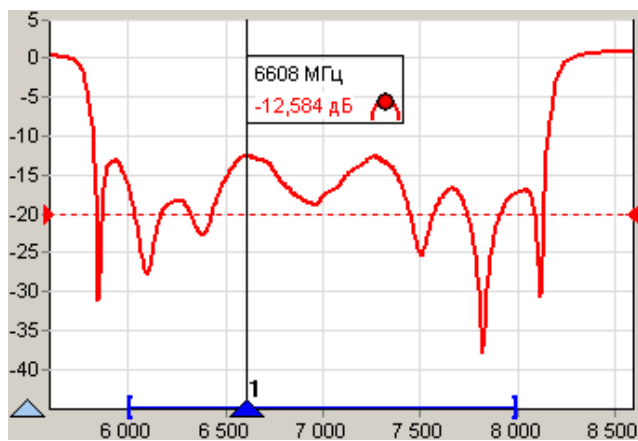


Рисунок 3.27 – Следящий маркер

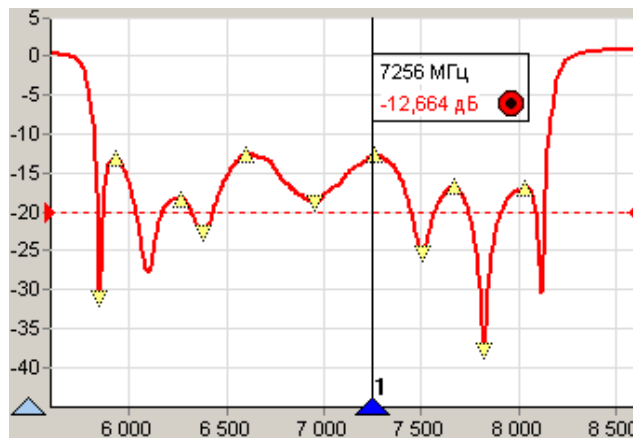


Рисунок 3.28 – Маркер в режиме "Автопоиск"

При установленном флажке "Автопоиск" в контекстном меню маркера меняется его поведение при перемещении "мышью". Нажав левую кнопку "мыши", можно подвести маркер к другому экстремуму и отжать кнопку – отпустить маркер. При перемещении маркера "мышью" на трассе появляются желтые треугольники, обозначающие локальные минимумы и максимумы, как показано на рисунке 3.28. После отпущения маркер найдет ближайший к новому положению экстремум и, если включен режим слежения, перейдет в режим слежения за ним. Следящий маркер при необходимости поменяет критерий слежения на поиск минимума или максимума, изменит диапазон поиска экс-

стремума, чтобы исключить более значимые экстремумы, и продолжит слежение за экстремумом. Для перемещения маркера в режиме "Автопоиск" можно использовать клавиши "←", "→" на клавиатуре. Стрелка влево переместит к левому ближайшему экстремуму, стрелка вправо – к правому.

Маркер в режиме "Автопоиск" может пропускать экстремумы, отличающиеся от соседних на небольшую величину. В окне свойства маркера (рисунок 3.26) в поле с регулировкой значения "Допуск" можно задать минимальную величину, на которую должны отличаться значения в экстремумах. Следует уменьшить её, чтобы исключить пропуск экстремумов, или увеличить, если вместо экстремумов выделяются шумовые выбросы.

Кроме стрелок влево и вправо для выделенного маркера, отличающегося более светлым фоном номера, существуют следующие комбинации клавиш:

- V – скрыть / отобразить;
- E – включить / выключить "Автопоиск";
- T – выключить "Слежение";
- Ctrl+1÷9 – привязка к трассе 1, 2 ... 9.

Настройки маркеров сохраняются в профиле и восстанавливаются при старте ПО *Graphit* или при загрузке профиля. Кроме того, существует возможность сохранить конфигурацию маркеров в отдельный файл, выбрав пункт контекстного меню диаграммы "Маркеры \ Сохранить...". Выбрав пункт контекстного меню диаграммы "Маркеры \ Загрузить..." можно загрузить ранее сохранённую конфигурацию маркеров.

**Связи между маркерами.** Если нажать левую кнопку "мыши" над значком, обозначающим тип маркера, перевести курсор к другому маркеру и отпустить кнопку "мыши", то создастся связь между маркерами – горизонтальная черта, показанная на рисунке 3.25, над которой отображается некоторое значение. В только что созданной связи это разница значений по оси абсцисс в связанных маркерах. После щелчка правой кнопкой "мыши" по связи появляется контекстное меню, позволяющее изменить свойства связи или удалить её. Диалоговое окно свойств связи маркеров, приведённое на рисунке 3.29, позволяет задавать арифметическое выражение, вычисляющее отображаемое над связью значение.

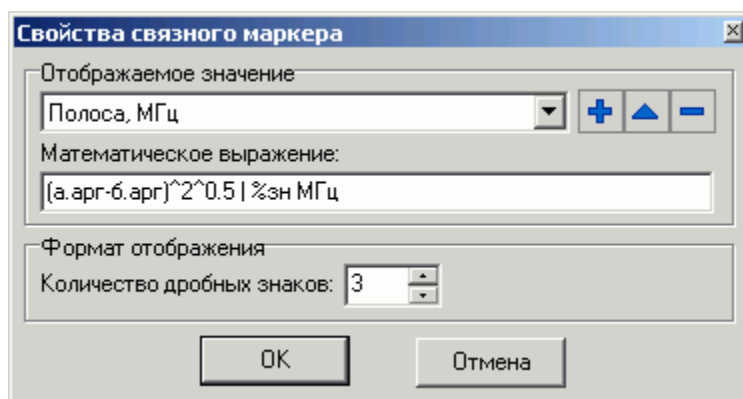


Рисунок 3.29 – Свойства связи маркеров

Арифметическое выражение можно набрать в поле ввода "Математиче-

еское выражение" или выбрать из списка сохранённых формул в верхней части диалога. Кнопки справа от списка позволяют сохранить набранное выражение в списке формул, изменить ранее сохранённое выражение или удалить.

Текст арифметического выражения не должен содержать пробелов, все буквы должны быть кириллицей. Допускается использование следующих операторов (в порядке убывания приоритета):

$\wedge$  – возведение в степень;

$*$ ,  $/$  – умножение и деление (имеют равный приоритет, выполняются слева направо);

$+$ ,  $-$  – сложение и вычитание.

Для изменения последовательности выполнения операций используются круглые скобки.

Для изменения знака (унарный минус) следует использовать следующую конструкцию:

0–выражение.

Для вычисления абсолютного значения:

выражение $^2^{0.5}$ ,

т.е. возвести в квадрат, затем извлечь квадратный корень.

В качестве операндов в выражении могут использоваться:

- численные константы (неотрицательные, дробная часть отделена точкой);
- значения из связанных маркеров или любых других.

Маркеры обозначаются в соответствии их номерам: "м1" (буква "м" кириллицей), "м2", "м3" и т.д.

К маркерам, состоящим в связи, можно обратиться по именам "а" и "б". Причём "а" – это маркер с меньшим номером, а "б" – с бóльшим. У каждого маркера доступны для чтения следующие поля:

- `арг` – значение по оси абсцисс;
- `НазваниеТрассы` – значение по оси ординат из указанной трассы.

При возникновении ошибки в вычислениях – деление на ноль или отсутствие данных, выражение примет значение NAN (Not An Number), которое отобразится над связью.

После арифметического выражения, отделённые вертикальной чертой "|", могут следовать спецификаторы и комментарии. Определены следующие спецификаторы:

- `%зн` – текущее значение выражения;
- `%ср` – среднее за время измерения;
- `%ско` – среднеквадратическое отклонение от среднего;
- `%мин` – минимальное значение;
- `%макс` – максимальное значение;
- `%выб` – выборка (номер кадра).

Всё не совпадающее с перечисленными выше спецификаторами считает-

ся комментариями, которые выводятся без изменений. Выводимая спецификаторами статистика сбрасывается после щелчка "мыши" по связи.

Рассмотрим несколько примеров арифметических выражений.

Пример 1: а.арг-б.арг | Полоса: %зн МГц

Здесь вычисляется разность частот связанных маркеров. Полученное значение выводится между словами "Полоса:" и "МГц". В этом примере разность частот может оказаться отрицательной. В следующем примере вычисляется абсолютное значение разности.

Пример 2:  $(а.арг+б.арг)/(2*(а.арг-б.арг)^{2^{0.5}})$  | Добротность: %зн

Предполагается, что измеряется АЧХ полосового фильтра. Связанные маркеры следят за уровнем на 3 дБ меньше максимума слева и справа. Это задётся в свойствах маркеров. В выражении вычисляется отношение центральной частоты к полосе пропускания.

Пример 3:  $(а.арг-б.арг)/(m1.арг-m2.арг)$  | %зн - коэф. прямоугольности

В этом примере также предполагается, что измеряется АЧХ полосового фильтра. Связанные маркеры следят за уровнем меньше максимума на 50 дБ. Маркеры "m0" и "m1" следят за уровнем меньше максимума на 3 дБ. Отношение разностей их аргументов даёт коэффициент прямоугольности фильтра.

Пример 4: а.Трс1-а.Пам1 | %мин; %ср; %макс; %ско дБ

В этом примере накапливается и отображается статистика отличий значений в трассе "Трс1" от запомненного в памяти 1.

### 3.7 Сохранение результатов измерений и формирование отчётов

Для сохранения результатов измерений существуют следующие возможности:

- 1) сохранение трассы;
- 2) сохранение S2P-файла; (для приборов серии P2M и P4M)
- 3) формирование и сохранение отчёта.

**Чтобы сохранить трассу** на диск, следует выбрать пункт "Сохранить" в контекстном меню трассы (рисунок 3.7) или нажать комбинацию клавиш "Ctrl+F". В выбранный текстовый файл с расширением trc сохраняется последовательность пар чисел. Каждая пара – это соответствующие одной точке трассы значения по осям абсцисс и ординат. Для трасс, отображаемых на диаграмме Смита, сохраняются тройки чисел – частота, амплитуда и фаза.

Прочитать сохранённую трассу можно только в трассу памяти, воспользовавшись пунктом контекстного меню трассы "Загрузить данные..." (рисунок 3.7-б). Если трассы памяти нет, то её нужно предварительно создать, запомнив измерительную или математическую трассу. Следует отметить, что в после чтения диапазон значений, откладываемых по горизонтальной оси, в трассе памяти может не совпадать с диапазоном заданным в измерительном канале. В этом случае трасса памяти будет отображаться частично (не во всём диапазоне) или не отображаться вовсе.

**Чтобы сохранить S2P- или S1P-файл**, следует выбрать пункт "Сохранить S2P файл" в контекстном меню диаграммы (рисунок 3.30). В выбранный текстовый файл с расширением s2p сохраняются частота, модуль (в логарифмическом масштабе) и фаза (в градусах) параметров рассеяния S11, S21, S12, S22. В отличие от сохранения трассы, в S2P-файл записываются значения с выходов "Измерений", т.е. до преобразования к некоторому формату отображения и до каких-либо функциональных преобразований над трассами. "Измерения" для записи в качестве того или иного S-параметра выбираются автоматически. Если при сохранении S2P-файла некоторые S-параметры отсутствуют, то вместо них записываются значения (-200 дБ, 0°). Если для некоторых S-параметров найдётся несколько подходящих "Измерений", пользователю будет предложено выбрать.

Для чтения S2P-файла следует выбрать пункт "Открыть S2P файл" в контекстном меню диаграммы. При чтении S2P-файла автоматически создаются трассы памяти и привязываются к первому измерительному каналу. Если измерительный канал не инициализирован (т.е. не было произведено подключение к прибору или эмулятору), то никакие трассы отображаться не будут, т.к. не определена ось абсцисс. Другими словами, чтобы посмотреть S2P-файлы, необходимо подключение к прибору или эмулятору.

**Чтобы создать отчёт**, следует выбрать один из видов отчётов в контекстном меню диаграммы, приведённом на рисунке 3.30, или нажать кнопку на панели инструментов "Отчёт".

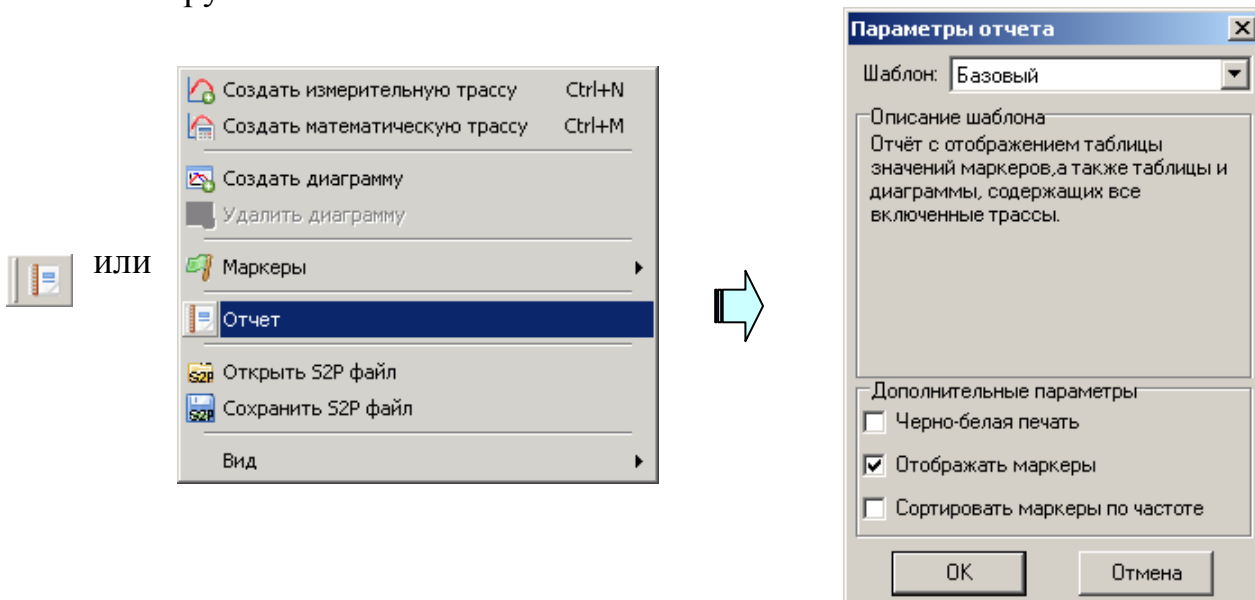


Рисунок 3.30 – Создание отчёта

Мастер отчётов предложит ввести комментарии к отчёту и отобразит окно предварительного просмотра, приведённое на рисунке 3.31.

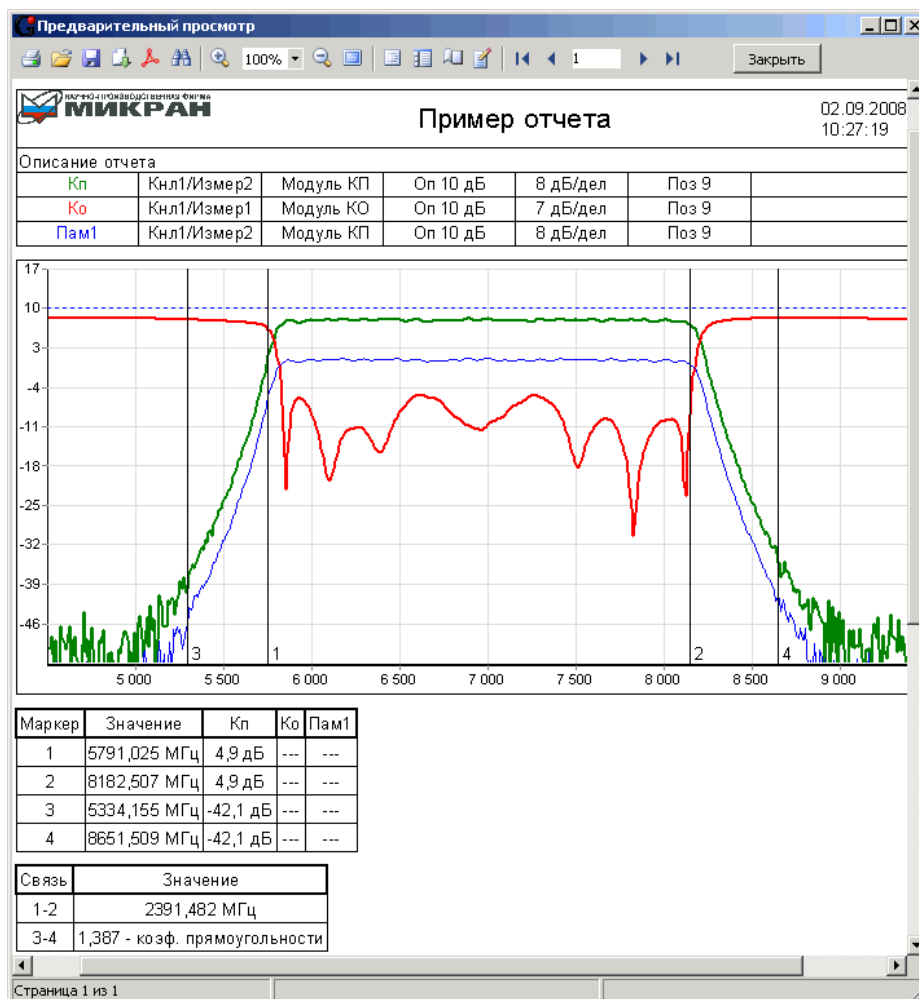


Рисунок 3.31 – Окно просмотра отчёта

Подготовленный отчёт можно напечатать (кнопкой "Печать"), сохранить в собственном формате (кнопкой с изображением дискеты) или экспортировать (кнопкой с изображением листа со стрелкой) в файл форматов: PDF, HTML, RTF (документ Word) и документ Open Office.