

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)

Кафедра радиоэлектроники и систем связи
(РСС)

С. А. Подлиннов, А. В. Фатеев, Г. Г. Гошин

СКАЛЯРНЫЙ АНАЛИЗАТОР ЦЕПЕЙ R2M

Руководство к лабораторной работе
для студентов технических направлений подготовки и специальностей

Томск
2024

УДК 621.372.22
ББК 32.843
П 44

Рецензент:

Убайчин А. В., доцент кафедры радиоэлектроники
и систем связи ТУСУР, канд.техн. наук

Подлиннов С. А., Фатеев А. В., Гошин Г.Г.

П 44 Скалярный анализатор параметров цепей Р2М: Руководство к лабораторной работе для студентов технических направлений подготовки и специальностей / С. А. Подлиннов, А. В. Фатеев, Г. Г. Гошин. — Томск: ТУСУР, 2024. — 34 с.

В руководстве содержится методический материал по работе прибором «Скалярный анализатор параметров цепей Р2М». Отмечаются основные характеристики прибора, особенности работы программы управления прибором, методика калибровки и порядок работы с прибором. Описан пример выполнения лабораторной работы, даны рекомендации по составлению отчёта и приведены контрольные вопросы.

Одобрено протоколом на заседании кафедры протокол № 8 от 16.05.2024 г.

УДК 621.372.22

ББК 32.843

© Подлиннов С.А., 2024

© Фатеев А.В., 2024

© **Гошин Г.Г.** 2024

© Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2024

Содержание

Введение	4
1 Основные сведения о приборе	4
1.1 Описание программного обеспечения	7
1.1.1 Старт программного обеспечения и подключение к прибору	7
1.1.2 Отображение результатов измерений. Диаграмма	8
1.1.3 Элементы управления	8
1.1.4 Трассы	11
1.1.5 Масштаб отображения трасс	13
1.1.6 Управление графическими параметрами	13
1.1.7 Функция «Масштабирование»	15
1.1.8 Функции трасс	17
1.1.9 Запуск и остановка измерений	17
1.1.10 Маркерные измерения	19
1.1.11 Сохранение результатов измерений и формирование отчётов	24
1.2 Калибровка Р2М	26
1.3 Порядок работы	28
1.3.1 Сочленение соединителей	28
1.3.2 Расчленение соединителей	29
2 Выполнение работы	30
3 Требования к оформлению отчёта	31
4 Контрольные вопросы	32
Список литературы	33

Введение

Целью работы является ознакомление со структурой и принципом работы скалярного анализатора цепей (САЦ) серии P2M и выполнение тестовых измерений.

1 Основные сведения о приборе

Прибор P2M построен по архитектуре виртуальных приборов и включает в себя аппаратную и программную части. Аппаратная часть выполняет набор базовых функций, определяющих режимы измерений. Программная часть обеспечивает реализацию выбранного пользователем режима измерений, управление и вывод результатов измерений с помощью программного обеспечения (ПО) *Graphit*.

Структурная схема прибора P2M приведена на рисунке 1.1.

Прибор P2M состоит из следующих частей:

- а) блок сбора данных и управления (БСДУ);
- б) модуль аналого-цифрового преобразователя (АЦП);
- в) синтезатор частот;
- г) формирователь;
- д) блок автоматической регулировки мощности (АРМ);
- е) ступенчатый аттенюатор;
- ж) персональный компьютер (ПК).

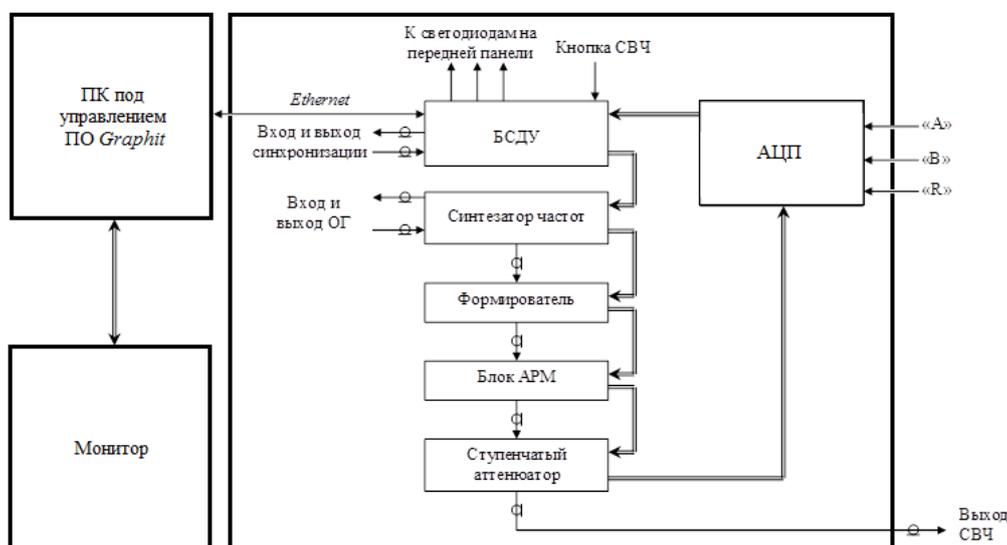


Рисунок 1.1 – Структурная схема P2M

БСДУ подключается к ПК через интерфейс *Ethernet* и предназначен для сбора данных о текущем состоянии блоков P2M (частота, мощность, положение переключателей, настройки фильтров и т.д.) и управления этими блоками в зависимости от их текущего состояния. Синтезатор частот предназначен для формирования сигналов низкочастотного диапазона.

Формирователь предназначен для формирования высокочастотного диапазона путём различных преобразований (сложений и умножений) сигналов синтезатора частот. В блоке АРМ происходит усиление сигнала до заданного уровня и стабилизация уровня выходной

мощности, после чего сигнал поступает на выход «СВЧ».

Стабилизация уровня выходной мощности блоком АРМ осуществляется с учётом частотной характеристики ступенчатого аттенюатора.

Сформированный высокочастотный сигнал, стабилизированный системами фазовой автоподстройки частоты и автоматической регулировки мощности, после прохождения радиоизмерительного тракта и преобразования с помощью детектора или датчика КСВ в информационный низкочастотный сигнал, пропорциональный измеряемой величине, подаётся на входы Р2М (рисунок 1.2).

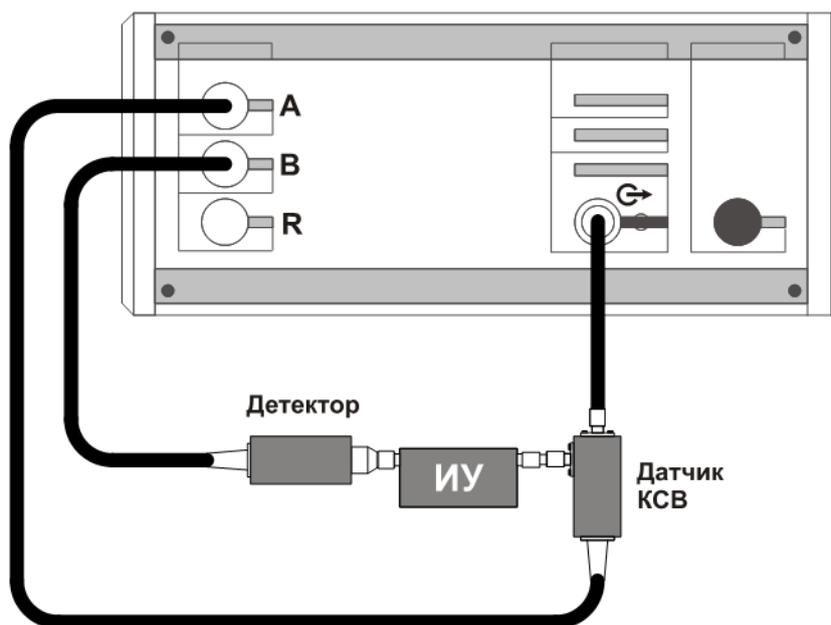


Рисунок 1.2 – Типичная схема измерения

Входной сигнал оцифровывается в АЦП, затем результаты передаются в БСДУ. В БСДУ происходит преобразование данных и передача их в ПК.

Принципиальная схема датчика КСВ приведена на рисунке 1.3. Физически датчик КСВ объединяет в себе такие устройства, как мост с высокой направленностью, основной частью которого является делитель, находящийся между точками 1,2 и 3, высокочувствительный детектор и согласованную нагрузку (СН).

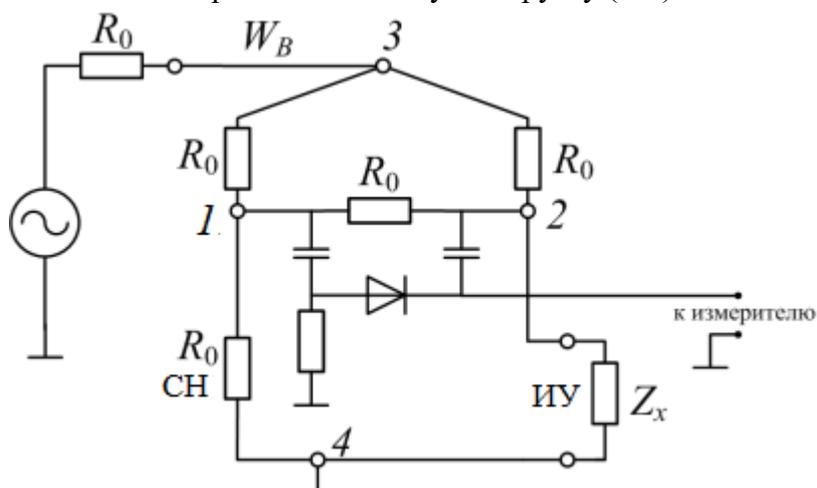


Рисунок 1.3 – Принципиальная схема датчика КСВ

При подключении к мосту в точках 2 и 4 измеряемого объекта с импедансом $Z_x \neq R_0$ в диагонали моста формируется сигнал, пропорциональный коэффициенту отражения. Формирование сигнала происходит за счёт сравнения сигнала, отражённого от внутренней эталонной нагрузки, с сигналом, отражённым от исследуемого объекта. При этом сопротивления, включённые между точками 1-3 и 3-2, должны быть идентичны и равны $W_B = R_0$. Сформированный сигнал детектируется на встроенном в диагональ моста амплитудном детекторе и для дальнейшей обработки поступает на вход измерителя Р2М. Абсолютная величина напряжения этого сигнала пропорциональна модулю коэффициента отражения исследуемого устройства.

На задней панели Р2М размещены разъёмы входа и выхода опорного генератора (ОГ). Вход ОГ предназначен для синхронизации частоты внутреннего опорного генератора от внешнего источника. Выход ОГ используется для синхронизации по частоте других устройств или контроля сигнала внутреннего опорного генератора.

1.1 Описание программного обеспечения

1.1.1 Старт программного обеспечения и подключение к прибору

Для старта ПО можно воспользоваться ярлыком «Рабочая среда *Graphit*» или ярлыком схемы измерения, как показано на рисунке 1.4.

После старта ПО появится диалоговое окно выбора схемы измерения. Если для старта использовался ярлык схемы измерения, то будет открыта выбранная схема. После открытия схемы появится диалог подключения (рисунок 1.5).

Диалоговое окно подключения к Р2М содержит список приборов и соответствующих им *IP*-адресов. В правой части диалога расположены кнопки управления списком, позволяющие добавлять, удалять и изменять элементы списка.

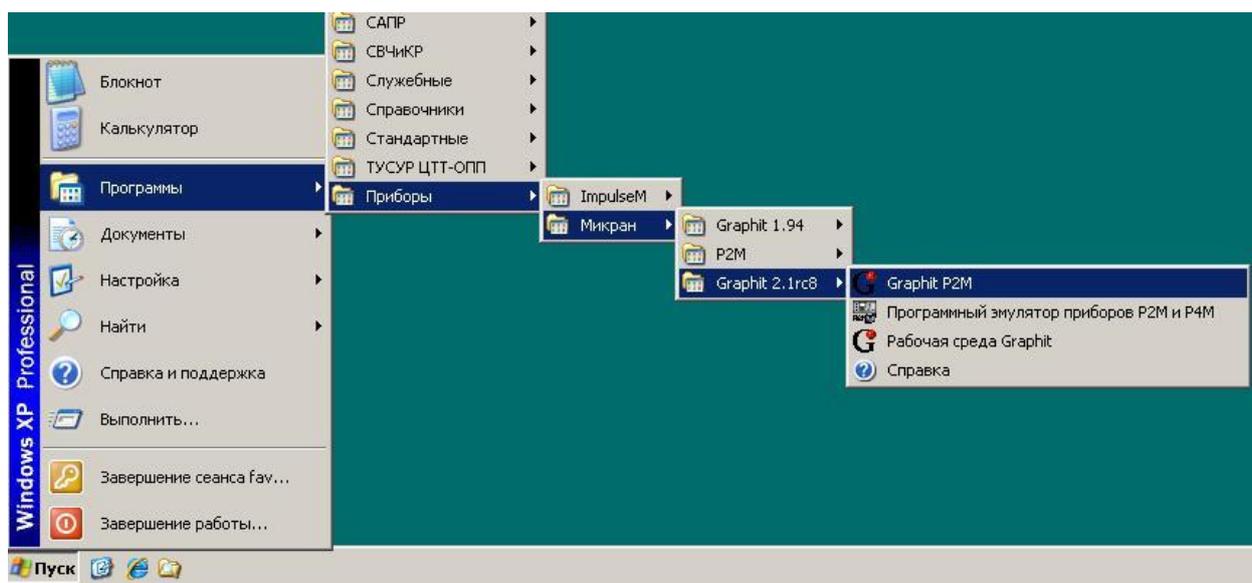


Рисунок 1.4 – Старт ПО

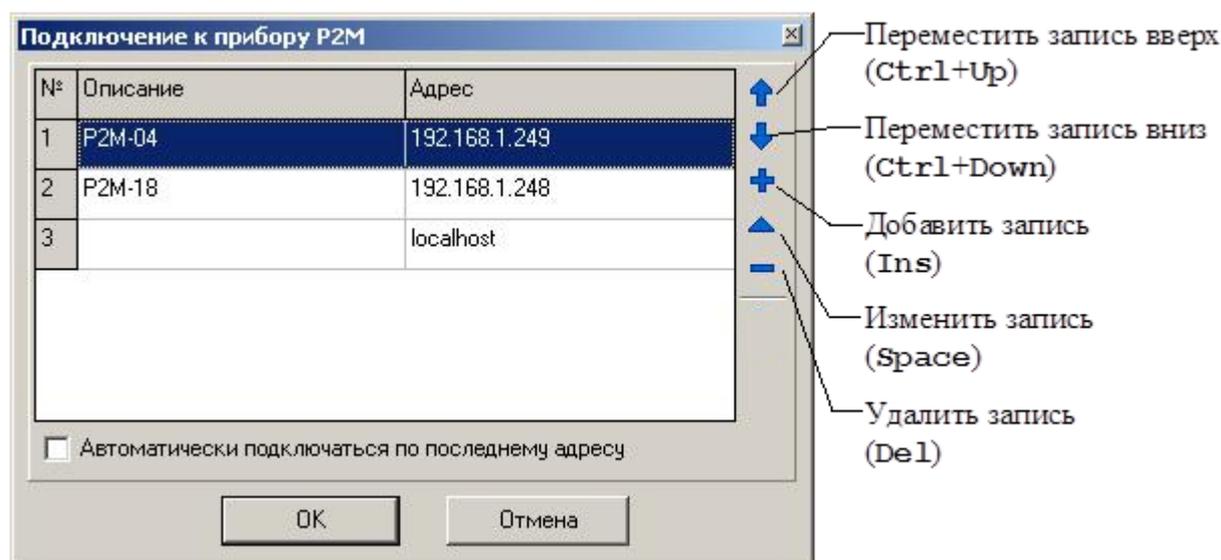


Рисунок 1.5 – Диалоговое окно подключения

После выбора прибора Р2М из списка и нажатия кнопки «*OK*» или двойного щелчка по элементу списка выполняется попытка подключения к Р2М.

1.1.2 Отображение результатов измерений. Диаграмма

После загрузки схемы в окне ПО отобразятся диаграммы и элементы управления, определённые схемой (рисунок 1.6). На рисунке 1.6 меню и панели инструментов расположены в верхней части окна, панели управления содержатся внутри области панелей управления в правой части окна.

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

Панели управления можно перемещать 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.

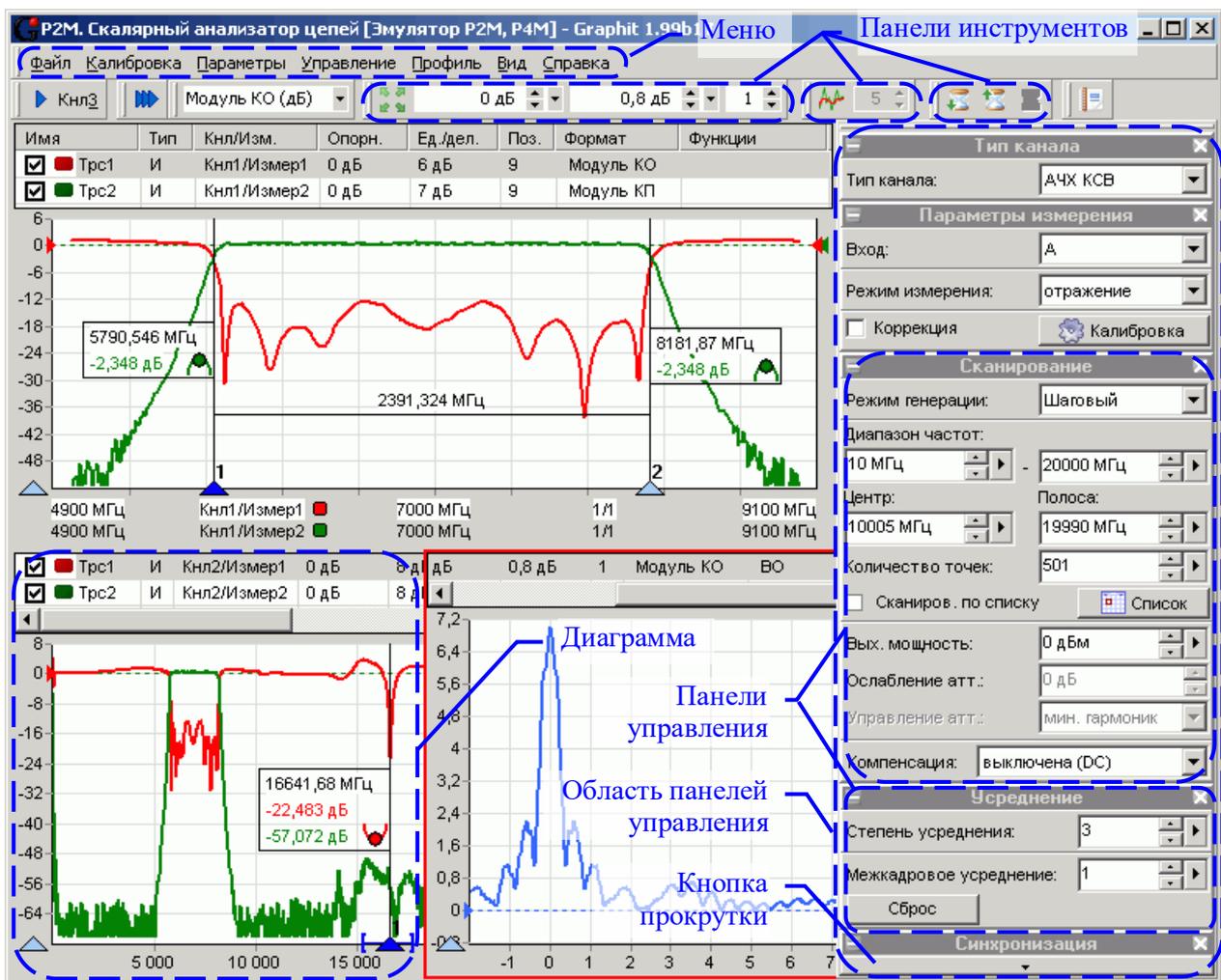


Рисунок 1.6 – Окно ПО

Панели управления можно «свернуть» или «развернуть», щёлкнув «мышью» по заголовку панели или по значку «-» или «+» слева от заголовка.

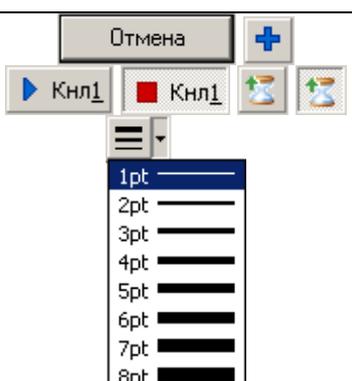
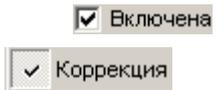
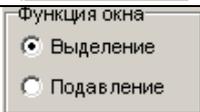
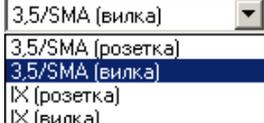
1.1.3 Элементы управления

С помощью элементов управления (кнопок, полей ввода и т.п.) задаются параметры работы P2M, выбираются измеряемые параметры и форма их отображения. В таблице 1.1

представлены используемые в ПО элементы управления.

Поля ввода в правой части программы имеют пару кнопок-треугольников, расположенных одна над другой, для регулировки вводимого значения. 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 «х» (латиницей). Тогда значение в поле ввода будет увеличиваться или уменьшаться в заданное число раз.

Таблица 1.1 – Элементы отображения

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 определённые свойства или функции</p>
Радио-кнопка	 <p>Радио-кнопки всегда объединены в группу. Выбор одной отменяет выбор других</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>

При установленном текстовом курсоре 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 1.7 представлены основные этапы обработки и отображения данных и взаимосвязи между ними.

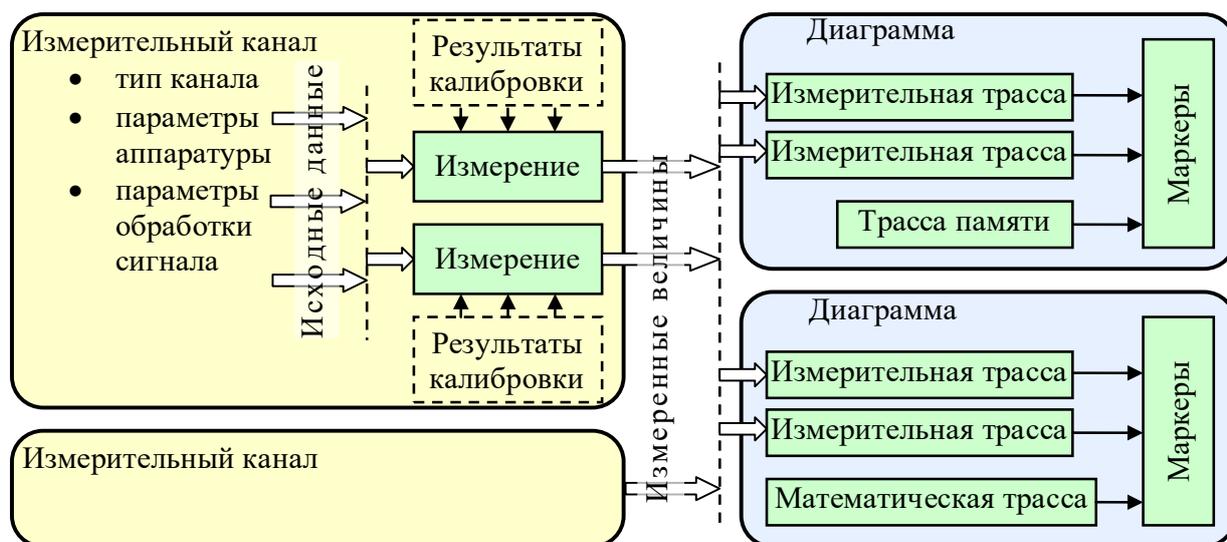


Рисунок 1.7 – Блок-схема обработки данных

Дадим основные определения и термины, используемые для управления прибором и приведённые на рисунке 1.7.

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.

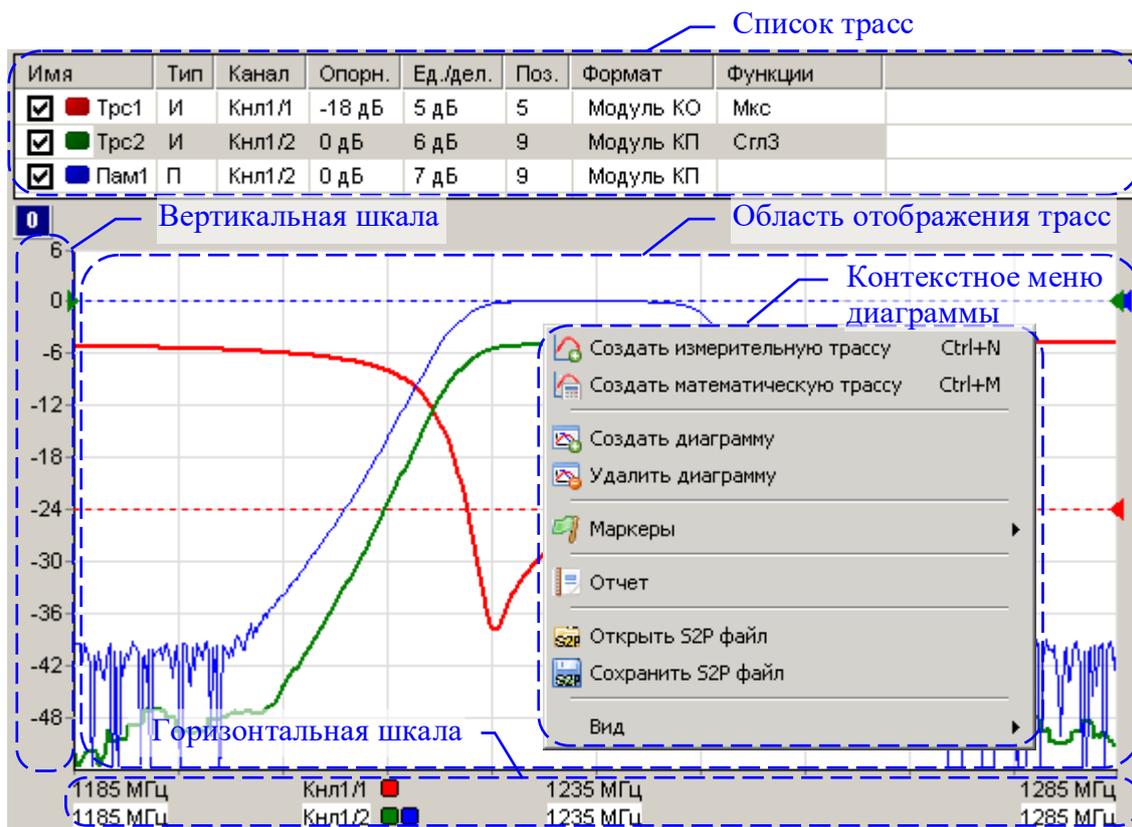
Трасса – последовательность измеренных, рассчитанных или запомненных точек данных, соединённых линией. Существуют следующие типы трасс:

- измерительная трасса, отображающая измеряемые величины;
- 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, 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 одновременно могут отображаться от 1-й до 4-х диаграмм и в каждой диаграмме могут отображаться до 30 трасс. На рисунке 1.8 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.



1.1.4 Трассы

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 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.

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. 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 1.8) выбрать соответствующий пункт или нажать комбинацию клавиш «Ctrl+N». Затем в контекстном меню созданной трассы выбрать измеряемый канал (рисунок 1.9-а).

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 1.8) выбрать соответствующий пункт или нажать комбинацию клавиш «Ctrl+M». Затем в контекстном меню созданной трассы (рисунок 1.9-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».

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 1.9) или нажав клавишу «F12».

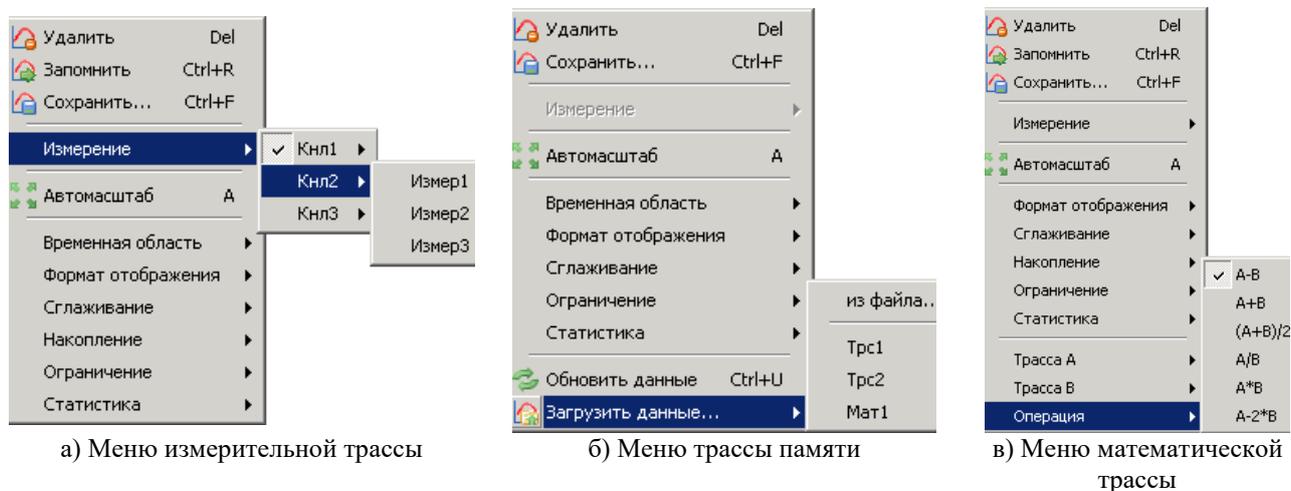


Рисунок 1.9 – Контекстные меню трасс

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 1.9-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.

1.1.5 Масштаб отображения трасс

На область отображения трасс нанесена координатная сетка 10×10 делений. Шаг сетки по вертикали задается в списке трасс в столбце «Ед./дел.» (рисунок 1.8). В столбце «Опорн.» задаётся 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.

Примечание – Пункт контекстного меню трассы «Автомасштаб» (рисунок 1.9) или нажатие клавиши «А» (латиница) позволят подобрать масштаб и опорный уровень выделенной трассы, так чтобы она занимала большую часть области построения трасс. Если предварительно выделить несколько трасс, то для них будет выбран одинаковый масштаб.

Каждая трасса может отображаться в собственном вертикальном масштабе. 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 1.9). 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».

Примечание – 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.

1.1.6 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 1.10).

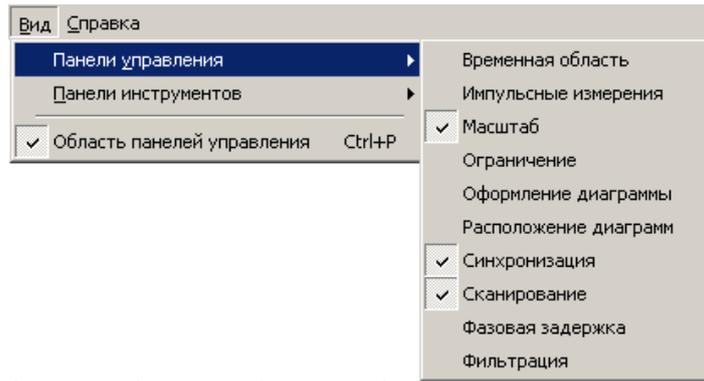


Рисунок 1.10 – Выбор отображаемых панелей управления

На панели управления «Расположение диаграмм» (рисунок 1.11) рамка красного цвета обозначает положение выделенной диаграммы. Манипулятором «мышь» можно перемещать прямоугольники, изменяя размеры и расположение диаграмм.



Рисунок 1.11 – Панели управления диаграммами

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

На панели управления «Масштаб», приведённой на рисунке 1.12, могут быть заданы параметры масштаба выделенной трассы по вертикали – опорный уровень, масштаб (цена деления) и позиция опорного уровня. Кнопка «Автомасштаб» и одноимённый пункт контекстного меню трассы (рисунок 1.9) однократно подбирают такие масштаб и опорный уровень, чтобы трасса занимала большую часть области построения трасс.

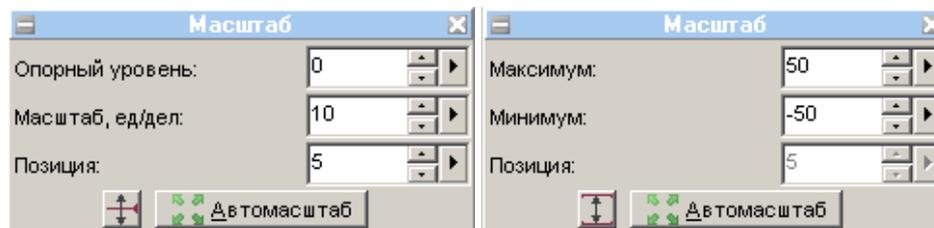


Рисунок 1.12 – Панель управления «Масштаб»

Кнопка с изображением стрелок (слева от кнопки «Автомасштаб» на рисунке 1.12) 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 1.13.

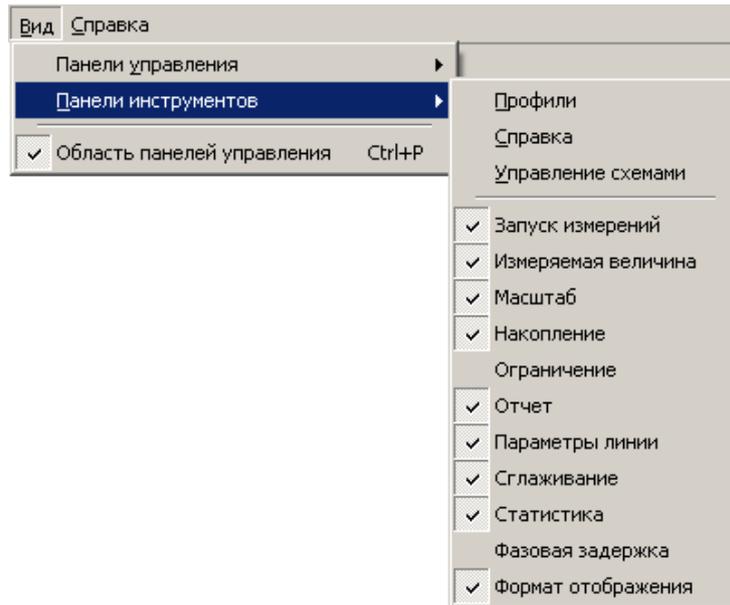


Рисунок 1.13 – Выбор отображаемых панелей инструментов

Рассмотрим панели инструментов, изображённые на рисунке 1.14.



Рисунок 1.14 – Панели инструментов, задающие параметры отображения

Панель инструментов «Измеряемая величина» повторяет пункт «Измерение» контекстного меню измерительной трассы, изображённого на рисунке 1.9-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 не сплошной 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. Эти же параметры можно задать в списке трасс или на панели управления «Масштаб», приведённой на рисунке 1.12. Поля ввода опорного уровня и цены деления выглядят одинаково, и отличить их поможет «подсказка», появляющаяся при наведении курсора «мыши» на элемент управления.

1.1.7 Функция «Масштабирование»

Данная функция предоставляет ещё один способ изменения 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 1.15. После отпускания кнопки «мыши» проводится масштабирование осей по заданным (очерченным) границам.

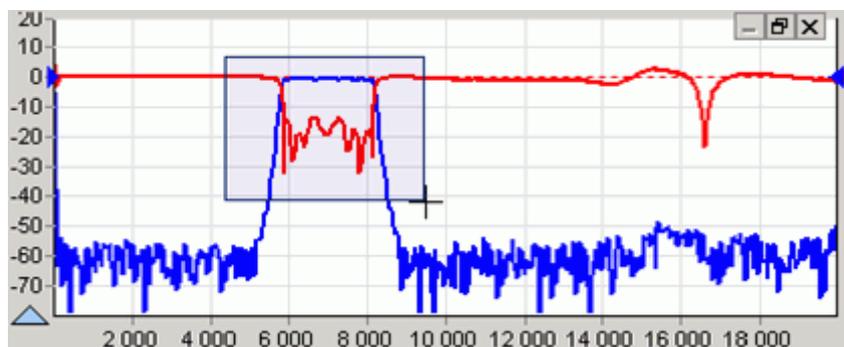


Рисунок 1.15 – Выделение фрагмента на диаграмме

Масштабирование осей зависит от направления движения «мыши» при выделении:

а) при выделении «вправо-вниз» на диаграмме рисуется прямоугольник, как показано на рисунке 1.15. После отпускания кнопки «мыши» изменяется вертикальный масштаб выделенных трасс и изменяется диапазон сканирования в соответствующих выделенным трассам измерительных каналах;

б) при выделении «влево-вниз» на диаграмме рисуются горизонтальные пунктирные линии. После отпускания кнопки «мыши» изменяется только вертикальный масштаб выделенных трасс;

в) при выделении «вправо-вверх» на диаграмме рисуются вертикальные пунктирные линии. После отпускания кнопки «мыши» изменяется диапазон сканирования в соответствующих выделенным трассам измерительных каналов;

г) 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 1.16.

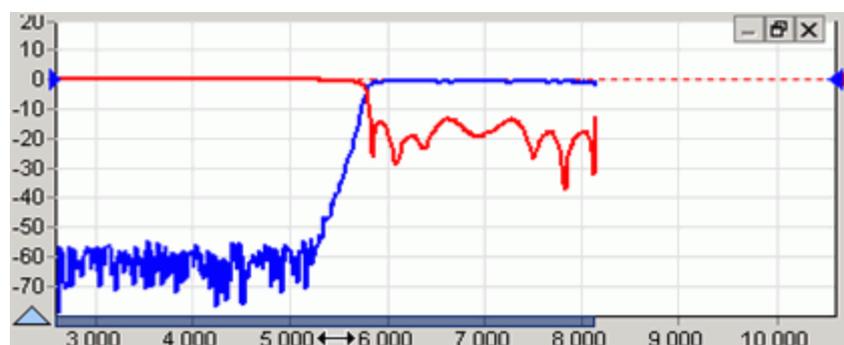


Рисунок 1.16 – Смещение диапазона сканирования

После отпускания кнопки «мыши» изменится диапазон сканирования в соответствующих выделенным трассам измерительных каналов.

1.1.8 Функции трасс

Функции трасс – мощные средства дополнительной обработки и анализа результатов измерений. Перечень функций трасс определяется схемой измерения: «Накопление», «Ограничительные линии», «Сглаживание» и «Статистика». Элементы управления большинства функций над трассами расположены на панелях инструментов, как показано на рисунке 1.17.



Рисунок 1.17 – Панели инструментов функций трасс

1.1.9 Запуск и остановка измерений

В ПО 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 1.18). Чтобы остановить измерения, нужно повторно выбрать пункт меню или нажать на кнопку на панели управления.

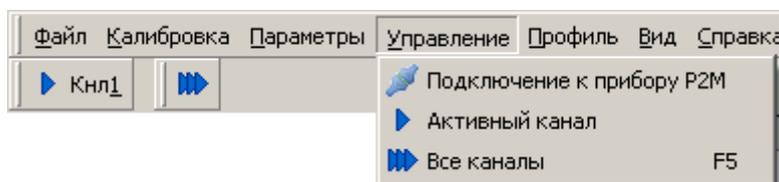


Рисунок 1.18 – Меню управления измерениями

Существует возможность запуска или остановки всех измерительных каналов – выбором пункта меню «Управление \ Все каналы», нажатием клавиши «F5» или нажатием кнопки с тремя треугольниками на панели инструментов (рисунок 1.18).

Примечание – 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 1.19) или после нажатия кнопки калибровки на панели управления «Параметры измерения». Выбор калибруемого «Измерения» осуществляется выделением соответствующей трассы.

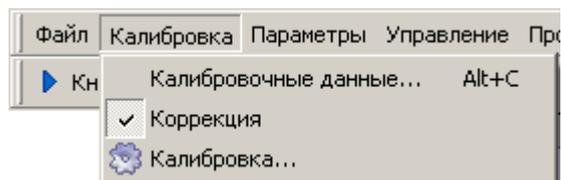


Рисунок 1.19 – Меню калибровки

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 (рисунок 1.20), позволяющее загрузить, сохранить, посмотреть или отредактировать результаты калибровки.

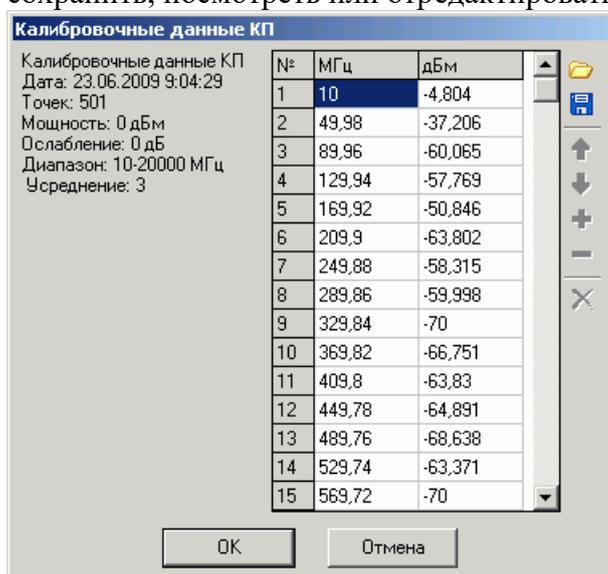


Рисунок 1.20 – Окно управления калибровочными данными

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

Существует возможность сохранения параметров в отдельный файл, называемый профилем. На рисунке 1.21 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.

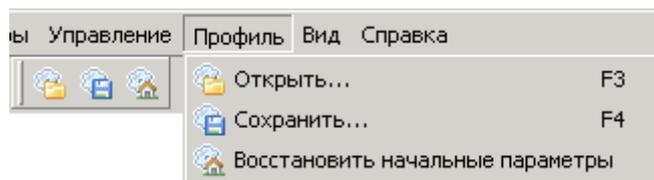


Рисунок 1.21 – Панель инструментов и меню управления профилями

1.1.10 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-и маркеров и до 10-и 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 1.22 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 1.23), 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».

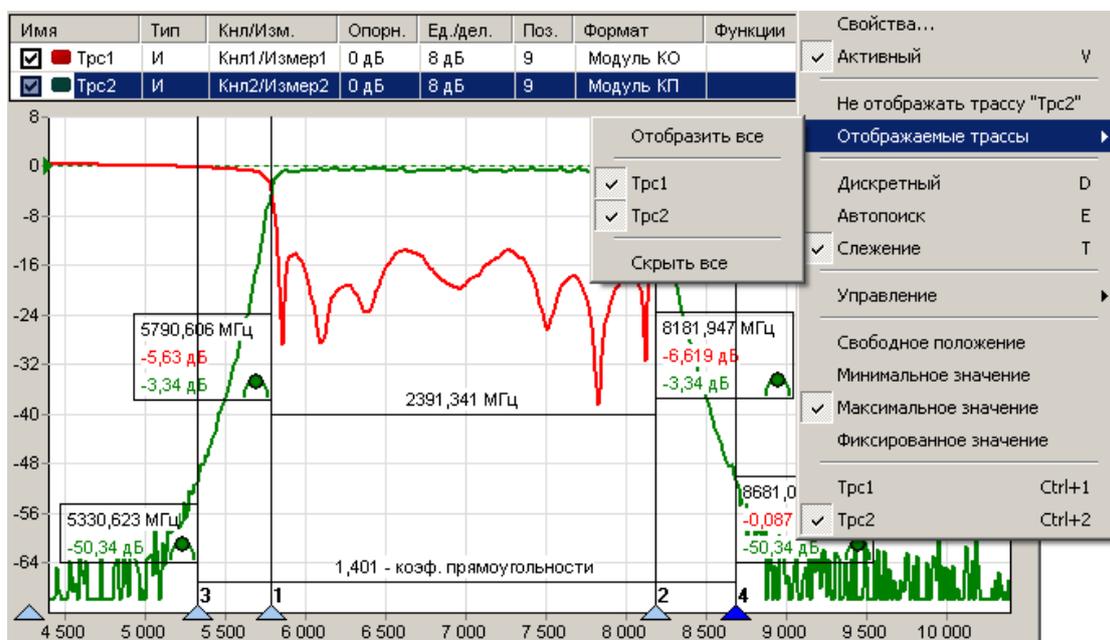
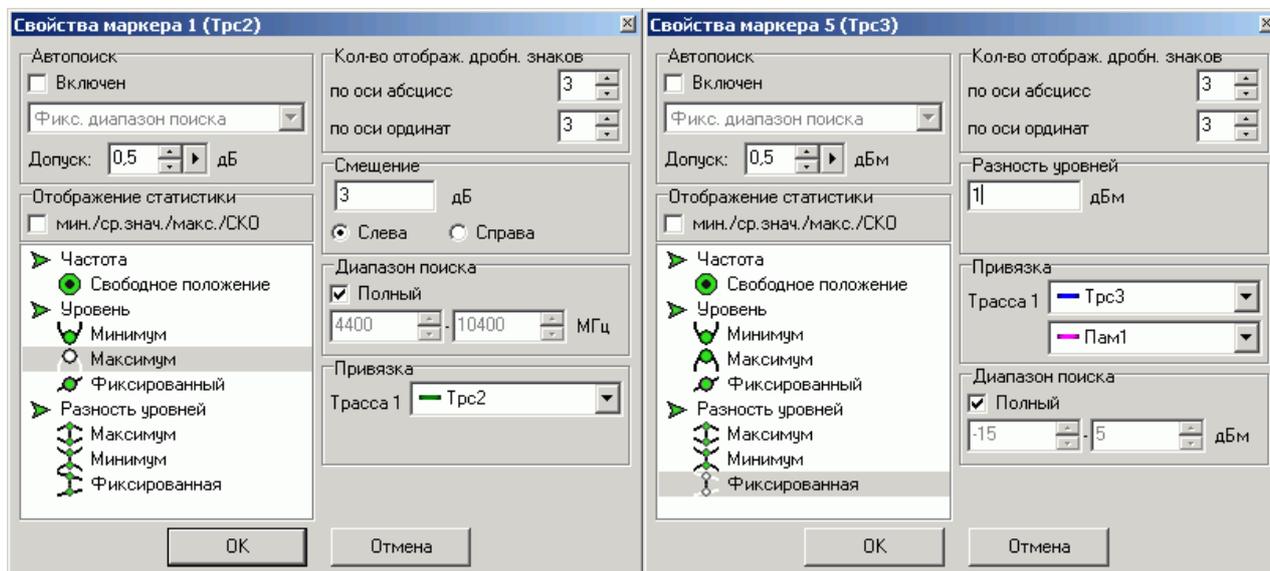


Рисунок 1.22 – Использование маркеров

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 соответствующей трассы, к которой привязан маркер.



а) слежение за уровнем

б) слежение за разностью уровней

Рисунок 1.23 – 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.

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 1.23) 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 1.22). Поиск точки, удовлетворяющей критерию, выполняется по всей трассе, при установленном флажке «Полный», или

ограничен заданным диапазоном. В последнем случае неполный диапазон обозначается на оси абсцисс в виде синего отрезка, ограниченного прямоугольными скобками, как показано на рисунке 1.24.

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 1.22 маркеры 1 и 2 следят за уровнем АЧХ полосового фильтра меньше максимума на 3 дБ. 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.

Примечание – 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».

При установленном флажке «Автопоиск» в контекстном меню маркера (рисунок 1.23) 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 треугольники, обозначающие локальные минимумы и максимумы, как показано на рисунке 1.25. 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 экстремума, чтобы исключить другие экстремумы, и продолжит слежение за выбранным экстремумом. Для перемещения маркера в режиме «Автопоиск» можно использовать клавиши «←→», «→←» на клавиатуре. Стрелка влево переместит к левому ближайшему экстремуму, стрелка вправо – к правому.

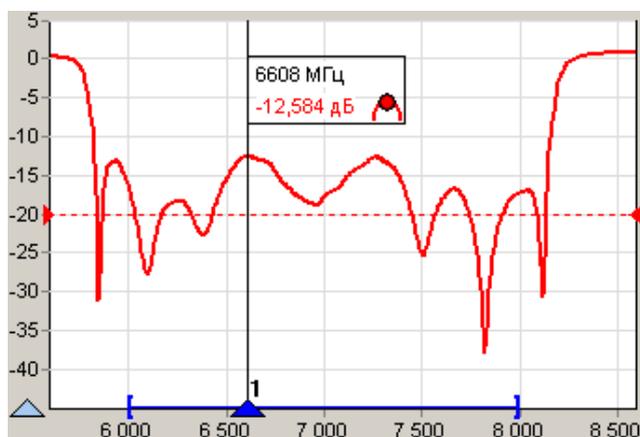


Рисунок 1.24 – Следящий маркер

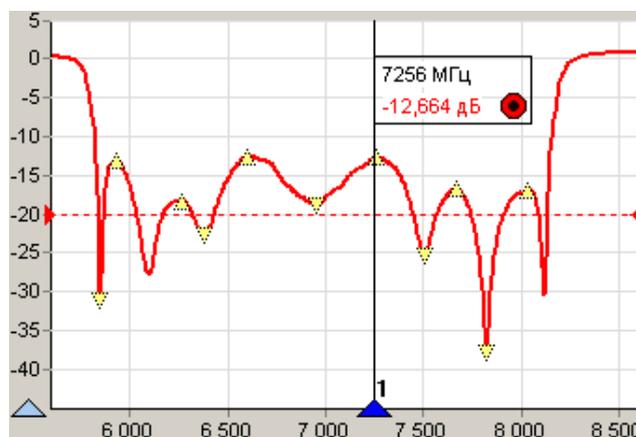


Рисунок 1.25 – Маркер в режиме «Автопоиск»

Маркер в режиме «Автопоиск» может пропускать экстремумы, отличающиеся от соседних на небольшую величину. В окне «Свойства маркера» (рисунок 1.23) 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 пользователя и восстанавливаются при старте ПО 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 «Маркеры \ Загрузить...» можно загрузить ранее сохранённую конфигурацию маркеров.

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 1.22, над которой отображается некоторое значение. В только что созданной связи отображается 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 1.26, позволяет задавать арифметическое выражение, вычисляющее отображаемое над связью значение.

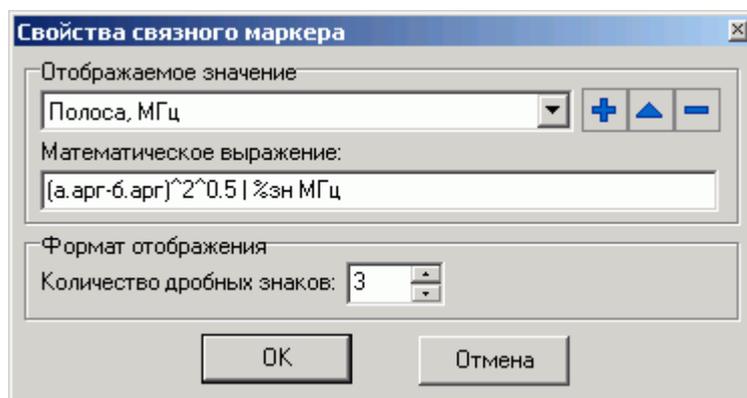


Рисунок 1.26 – Свойства связи маркеров

Арифметическое выражение можно набрать в поле ввода «Математическое 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):

- ^ – 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 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 с их номерами: «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 считается комментариями, которые выводятся без изменений. Выводимая спецификаторами статистика сбрасывается после щелчка «мыши» по связи.

Рассмотрим несколько примеров арифметических выражений.

Примеры:

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;

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 задаётся в свойствах маркеров. В выражении вычисляется отношение центральной частоты к полосе пропускания;

3 (а.арг-б.арг) / (м1.арг-м2.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 «м0» и «м1» следят за уровнем меньше максимума на 3 дБ. Отношение разностей их аргументов даёт коэффициент прямоугольности фильтра;

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.

1.1.11 Сохранение результатов измерений и формирование отчётов

Для сохранения результатов измерений существуют следующие возможности:

- сохранение трассы;
- сохранение *S2P*-файла;
- формирование и сохранение отчёта.

Чтобы сохранить трассу на диск, следует выбрать пункт «Сохранить» в контекстном меню трассы (рисунок 1.9) 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 1.9-б). Если трассы памяти нет, то её нужно предварительно создать, запомнив измерительную или математическую трассу. Следует отметить, что 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 1.8). В выбранный текстовый файл с расширением «*s2p*» сохраняются частота, модуль (в логарифмическом масштабе) и фаза (в градусах) параметров рассеяния S_{11} , S_{21} , S_{12} , S_{22} . 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, которые привязываются к первому измерительному каналу. Если измерительный канал не инициализирован (т.е. не было проведено 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 1.27, или нажать кнопку на панели инструментов «Отчёт».

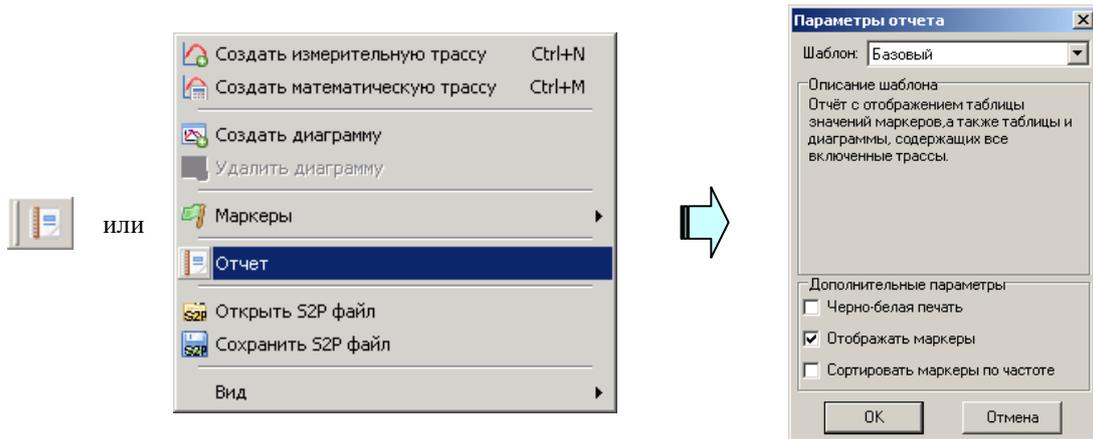


Рисунок 1.27 – Создание отчёта

Мастер отчётов предложит ввести комментарии к отчёту и отобразит окно предварительного просмотра, приведённое на рисунке 1.28.

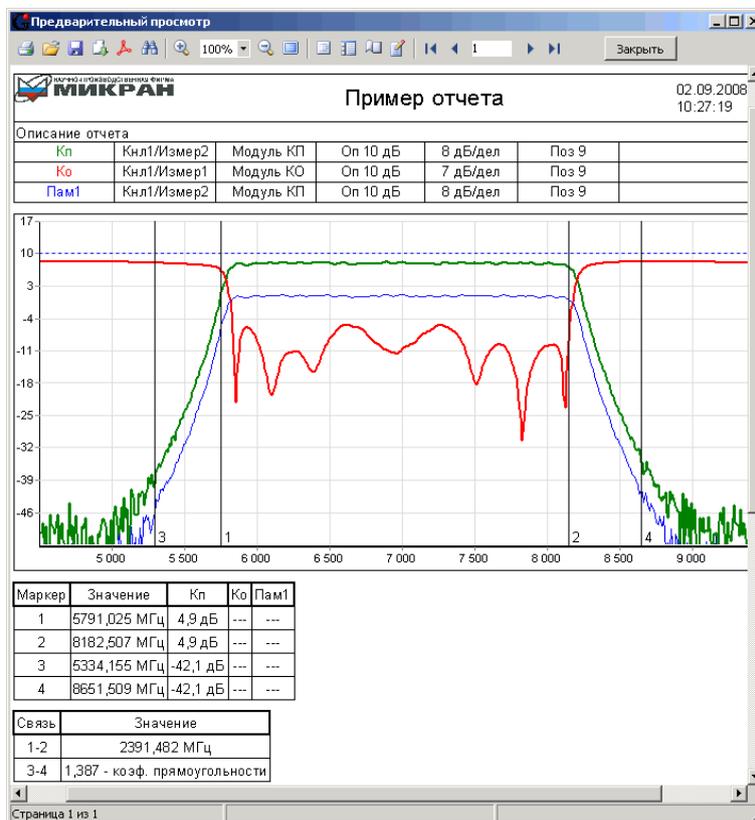


Рисунок 1.28 – Окно просмотра отчёта

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*.

1.2 Калибровка P2M

Для компенсации влияния амплитудно-частотной характеристики радиоизмерительного тракта на результат измерений применяется калибровка. Под радиоизмерительным трактом понимается: вспомогательные кабели переходы, датчик КСВ, детектор и блоки, находящиеся внутри прибора.

Для калибровки в режиме измерений модуля КО и КП необходимо:

1) собрать схему в соответствии с рисунком 1.29, присоединив к измерительному порту датчика КСВ (вход «Изм») нагрузку ХХ;

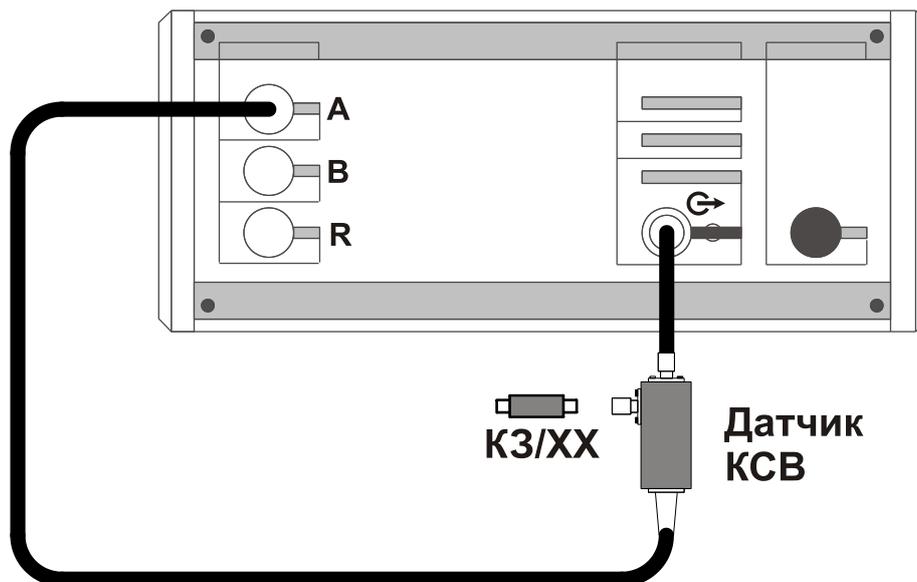


Рисунок 1.29 – Схема калибровки в режиме измерений модуля КО

2) запустить процесс измерений, при этом на передней панели P2M должен начать светиться индикатор «Мощность»;

3) установить параметры по умолчанию и проверить правильность их установки;

4) выбрать детекторную характеристику для датчика КСВ (S:\Лаборатория СВЧ Электроника\Приборы\P2M);

5) проверить, чтобы при измерении отражения от нагрузки ХХ на частотной характеристике в диапазоне рабочих частот P2M не было значительных провалов и выбросов;

Примечание – При наличии на характеристике значительных провалов и выбросов, необходимо проверить надёжность сочленений. Если значительные провалы (выбросы) остались, то необходимо выключить P2M на несколько минут и перезапустить программное обеспечение.

б) запустить мастер калибровки «Trс1» (вход – «А», режим измерений – «отражение») и выполнить калибровку, пользуясь указаниями мастера;

7) по окончании калибровки, не отсоединяя нагрузку КЗ от измерительного порта датчика КСВ, определить минимальное и максимальное значения модуля КО или КСВН в диапазоне рабочих частот; они должны находиться в пределах:

а) $(0 \pm 0,9)$ – формат отображения «Модуль КО (дБ)»;

б) $(1 \pm 0,1)$ – формат отображения «Модуль КО (раз)»;

в) прямая линия со значением 10 (программное ограничение) – формат отображения «КСВН».

В противном случае калибровку повторить:

- а) отсоединить нагрузку КЗ от входа «Изм» датчика КСВ;
- б) собрать схему в соответствии с рисунком 1.30;

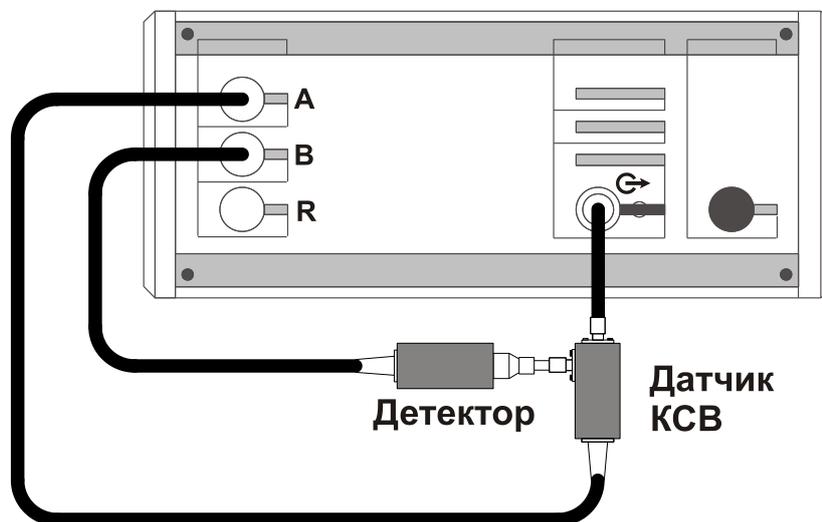


Рисунок 1.30 – Схема калибровки в режиме измерений модуля КП

8) установить отображение «Трс2». Выбрать детекторную характеристику для используемого детектора (S:\Лаборатория СВЧ Электроника\Приборы\Р2М). Проверить, чтобы при измерении на частотной характеристике не было значительных провалов и выбросов;

Примечание – При наличии на характеристике значительных провалов и выбросов, необходимо проверить надежность сочленений. Если значительные провалы (выбросы) остались, то необходимо выключить Р2М на несколько минут и перезапустить программное обеспечение.

9) запустить мастер калибровки «Трс2» (Вход «В», режим измерений – «Модуль КП») и выполнить калибровку, пользуясь указаниями мастера;

10) по окончании калибровки, определить минимальное и максимальное значения модуля КП в рабочем диапазоне частот; они должны находиться в пределах:

- а) $(0 \pm 0,04)$ – формат отображения «Модуль КП (дБ)»;
- б) $(1 \pm 0,01)$ – формат отображения «Модуль КП (раз)».

В противном случае калибровку повторить;

1.3 Порядок работы

1.3.1 Сочленение соединителей

Перед сочленением следует провести визуальный контроль целостности и чистоты соединителей подключаемых устройств и, при необходимости, выполнить проверку присоединительных размеров.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОВОДИТЬ ПОДКЛЮЧЕНИЕ:

**– УСТРОЙСТВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ СОЕДИНИТЕЛЕЙ;
– УСТРОЙСТВ, У КОТОРЫХ БЫЛИ ОБНАРУЖЕНЫ МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ СОЕДИНИТЕЛЕЙ ИЛИ ПОСТОРОННИЕ ЧАСТИЦЫ, КОТОРЫЕ НЕ УДАЛЯЮТСЯ В ПРОЦЕССЕ ЧИСТКИ;
– УСТРОЙСТВ, У СОЕДИНИТЕЛЕЙ КОТОРЫХ ВЫЯВЛЕНЫ НЕСООТВЕТСТВИЯ ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ!
НЕВЫПОЛНЕНИЕ ЭТИХ ДЕЙСТВИЙ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К МЕХАНИЧЕСКИМ ПОВРЕЖДЕНИЯМ СОЕДИНИТЕЛЕЙ УСТРОЙСТВ И ВЫХОДУ ИХ ИЗ СТРОЯ!**

При сочленении необходимо зафиксировать корпус одного из подключаемых устройств. Это необходимо для исключения его смещения при сочленении. Фиксация корпуса может достигаться несколькими способами:

- фиксация устройства с помощью зажимов или ключей;
- фиксация может обеспечиваться массой и конструкцией самого устройства;
- фиксацию положения можно обеспечить, удерживая устройство руками.

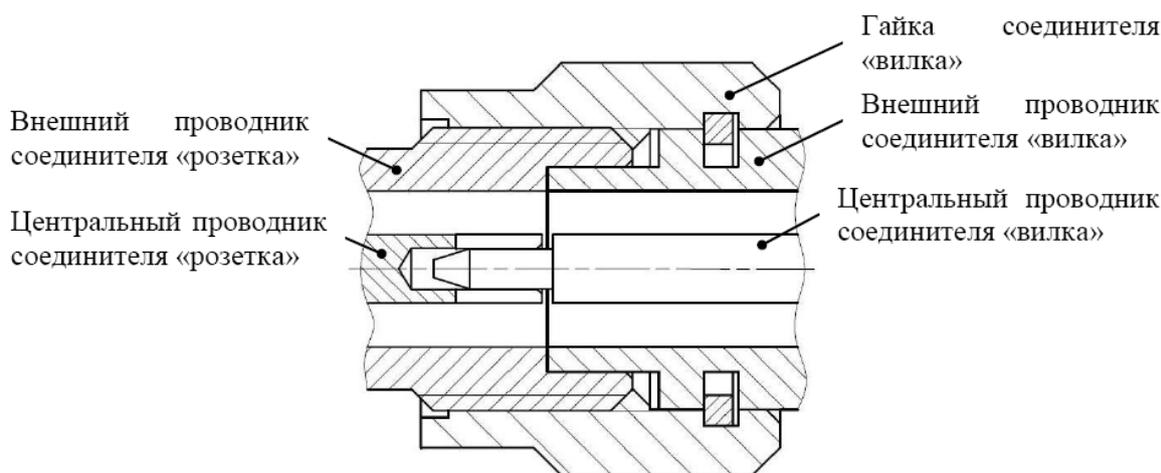
Устройство, фиксация которого обеспечена, будем называть зафиксированным или устройством, к которому проводится подключение. Устройство, которое не зафиксировано назовём подключаемым (отключаемым) устройством.

Непосредственно сочленение проводить по следующей методике:

а) аккуратно совместить соединители сочленяемых устройств;

б) удерживая подключаемое устройство, руками накрутить гайку соединителя «вилка». При этом рабочие поверхности центральных проводников и опорные плоскости внешних проводников должны соприкасаться, как показано на рисунке 1.31;

**ВНИМАНИЕ: СОЧЛЕНЕНИЕ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ТОЛЬКО ВРАЩЕНИЕМ ГАЙКИ СОЕДИНИТЕЛЯ «ВИЛКА»!
ЗАПРЕЩАЕТСЯ ВРАЩАТЬ КОРПУС ПОДКЛЮЧАЕМОГО УСТРОЙСТВА.
ВРАЩЕНИЕ КОРПУСА ПОДКЛЮЧАЕМОГО УСТРОЙСТВА ПРИВОДИТ К МЕХАНИЧЕСКОМУ ПОВРЕЖДЕНИЮ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ПРОВОДНИКОВ ОБОИХ УСТРОЙСТВ.**



(слева – соединитель «розетка», справа – «вилка»)

Рисунок 1.31 – Сочленение соединителей типов III или N

в) затянуть с помощью ключа гайку соединителя «вилка», при этом следует удерживать подключаемое устройство пальцами или с помощью ключа гаечного, предохраняя его от проворачивания.

1.3.2 Расчленение соединителей

Расчленение соединителей проводится в последовательности, обратной сочленению.

В ходе выполнения всей операции следует удерживать отключаемое устройство в таком положении, чтобы центральный проводник его соединителя находился на той же прямой, что и до расчленения.

ВНИМАНИЕ: ИЗМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ПРОВОДНИКОВ РАСЧЛЕНЯЕМЫХ УСТРОЙСТВ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К МЕХАНИЧЕСКОМУ ПОВРЕЖДЕНИЮ ИХ СОЕДИНИТЕЛЕЙ.

Расчленение соединителей проводить по методике:

а) с помощью ключа, которым проводилось затягивание, ослабить крепление гайки соединителя «вилка», при этом удерживать подключаемое устройство пальцами или с помощью ключа гаечного, предохраняя его корпус от проворачивания;

б) удерживая отключаемое устройство в таком положении, чтобы центральный проводник его соединителя находился на той же прямой, что и до расчленения, раскрутить гайку соединителя «вилка»;

в) расчленить соединители.

2 Выполнение работы

- 1) Включите прибор
- 2) Запустите эмулятор прибора и сверните окно программы.
- 3) Запустите приложение «*Graphit*» и подключитесь к эмулятору.
- 4) Запустите измерения
- 5) С помощью маркеров вычислите полосу фильтра по уровню минус 3 дБ и минус 50 дБ для трассы №2.
- 7) В связи между маркерами наберите выражение, вычисляющее коэффициент прямоугольности ЧХ фильтра:

$$K_{\text{прямоуг.}} = \frac{\Delta f_{-50\text{дБ}}}{\Delta f_{-3\text{дБ}}}$$

- 8) Сохраните отчёт в формате RTF

3 Требования к оформлению отчёта

1. Отчёт должен быть оформлен в соответствии с общими требованиями и правилами оформления отчётов по лабораторным работам, принятыми в ТУСУР.

2. В отчёте должна быть изложены:

- 1) цель работы;
- 2) краткое описание используемых в лабораторной работе инструментальных средств (*состав, назначение, возможности*);
- 3) полученные по п. 2 результаты;
- 4) выводы.

4 Контрольные вопросы

- 1) Для чего необходимо проводить калибровку прибора?
- 2) Как правильно сочленять соединители?
- 3) Какие характеристики позволяет измерять прибор серии P2M?
- 4) Какую функцию выполняет Датчик КСВ?
- 5) Какую функцию выполняет Детектор?
- 6) Какую функцию выполняет модуль АЦП?
- 7) Какую функцию выполняет БСДУ?
- 8) Какие действия процесса калибровки необходимо провести для измерения коэффициента передачи?
- 9) Какие действия процесса калибровки необходимо провести для измерения коэффициента отражения?
- 10) Для чего необходимо подгружать характеристики детекторов?
- 11) Какие действия необходимо совершить в настройках программы перед запуском измерений для измерения коэффициента отражения?
- 12) Какие действия необходимо совершить в настройках программы перед запуском измерений для измерения коэффициента передачи?
- 13) Какие действия позволяет проводить программа *Graphit* для анализа измеряемой характеристики.

Список литературы

- 1) Руководство по эксплуатации Р2М-18 часть I : сайт / АО НПФ “Микран”. – Томск: Микран. 2011. – http://download.micran.ru/kia/Manual/Library/R2M/User_Manual/R2M-18-UM-001_part1.pdf (дата обращения 16.04.2024). – Режим доступа: свободный.
- 2) Руководство по эксплуатации Р2М-18 часть II : сайт / АО НПФ “Микран”. – Томск: Микран. 2011. – http://download.micran.ru/kia/Manual/Library/R2M/User_Manual/R2M-18-UM-001_part1.pdf (дата обращения 17.04.2024). – Режим доступа: свободный.
- 3) Руководство по эксплуатации Р2М-18 часть III : сайт / АО НПФ “Микран”. – Томск: Микран. 2011. – http://download.micran.ru/kia/Manual/Library/R2M/User_Manual/R2M-18-UM-001_part1.pdf (дата обращения 18.04.2024). – Режим доступа: свободный.
- 4) Общие требования и правила оформления : сайт / Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск: ТУСУР. 2019 – [https://regulations.tusur.ru/storage/150499/ОС_ТУСУР_01-2021_\(согласовано\).pdf](https://regulations.tusur.ru/storage/150499/ОС_ТУСУР_01-2021_(согласовано).pdf) (дата обращения 02.04.2024). – Режим доступа: свободный.

Учебное издание

Г.Г. Гошин, А.В. Фатеев, С.А. Подлиннов

Скалярный анализатор параметров цепей Р2М

Руководство к лабораторной работе

Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л..

Тираж экз. Заказ

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники.

634050, Томск, пр. Ленина, 40.

Тел. (3822) 533018.