

AFR (ПР-002)

**Программное обеспечение для автоматического
исключения оснастки
РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

AFR (ПР-002)

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИСКЛЮЧЕНИЯ ОСНАСТКИ

Версия 24.2 17.01.2024



Содержание

| | |
|--|-----------|
| 1 Введение | 7 |
| 2 Требования безопасности | 8 |
| 3 Общие сведения | 11 |
| 4 Установка программного обеспечения | 12 |
| 4.1 Процедура установки | 13 |
| 4.2 Демонстрационная лицензия | 19 |
| 4.3 Установка файла лицензии | 19 |
| 5 Поддерживаемые анализаторы | 21 |
| 6 Быстрое начало работы | 21 |
| 6.1 Первый запуск | 21 |
| 6.2 Повторный запуск | 22 |
| 7 Принцип работы | 23 |
| 7.1 Режимы измерений (1xReflect и 2xThrough) | 23 |
| 7.2 Обзор методов | 26 |
| 7.3 Селекция во временной области | 27 |
| 7.3.1 Электрическая длина | 32 |
| 7.3.2 Оконные функции | 32 |
| 7.3.3 Сверхразрешение (условно) | 33 |
| 7.3.4 Переходная характеристика | 36 |
| 7.3.5 Преобразование импеданса | 37 |
| 7.4 Метод совместной оценки | 39 |
| 7.5 Деление S-параметров оснастки пополам | 43 |
| 8 Работа с программой | 45 |
| 8.1 Интерфейс программы | 45 |
| 8.1.1 Описание оснастки | 46 |
| 8.1.1.1 Методы расчета параметров оснастки | 49 |
| 8.1.1.1.1 Метод селекции | 53 |
| 8.1.1.1.2 Метод совместной оценки | 53 |
| 8.1.1.1.3 Метод деления пополам | 57 |
| 8.1.2 Подключение оснастки | 58 |

Содержание

| | |
|--|------------|
| 8.1.2.1 Схемы измерений оснастки | 62 |
| 8.1.3 Параметры анализатора | 68 |
| 8.1.4 Калибровка анализатора | 72 |
| 8.1.4.1 Настройка калибровки | 75 |
| 8.1.5 Измерение оснастки | 80 |
| 8.1.5.1 Редактирование графиков | 86 |
| 8.1.5.2 Измерительная установка | 89 |
| 8.1.5.3 Строка состояния | 91 |
| 8.1.6 Применение результатов | 91 |
| 8.2 Боковая панель уведомлений | 93 |
| 8.3 Системные установки | 95 |
| 8.3.1 Общие настройки | 96 |
| 8.3.2 Сетевые настройки | 97 |
| 8.3.3 Лицензия | 99 |
| 8.3.4 Дисплей | 100 |
| 9 Руководство по программированию | 101 |
| 9.1 Установление соединения | 101 |
| 9.2 Введение в SCPI | 102 |
| 9.2.1 Сообщения | 103 |
| 9.2.2 Дерево команд | 103 |
| 9.2.3 Полный и сокращенный формат | 103 |
| 9.2.4 Нечувствительность к регистру | 104 |
| 9.2.5 Параметры | 104 |
| 9.2.5.1 Команды запроса | 104 |
| 9.2.5.2 Логические параметры | 105 |
| 9.2.5.3 Строковые параметры | 105 |
| 9.2.5.4 Числовые суффиксы | 105 |
| 9.3 Справочник команд | 106 |
| 9.3.1 Общие команды IEEE488.2 | 107 |
| 9.3.1.1 *OPC? | 107 |

Содержание

| | |
|--|-----|
| 9.3.2 AFR:CALCulate | 108 |
| 9.3.2.1 AFR:CALC:LP | 111 |
| 9.3.2.2 AFR:CALC:LP:10M | 112 |
| 9.3.2.3 AFR:CALC:STEP:DUT | 113 |
| 9.3.2.4 AFR:CALC:STEP:REF:OFFS | 114 |
| 9.3.2.5 AFR:CALC:STEP:REF:OPEN | 115 |
| 9.3.2.6 AFR:CALC:STEP:REF:SHOR | 116 |
| 9.3.2.7 AFR:CALC:STEP:THRU | 117 |
| 9.3.2.8 AFR:CALC:STEP:THRU:OFFS | 118 |
| 9.3.2.9 AFR:CALC:STEP:THRU:REFOFFS:OPEN | 119 |
| 9.3.2.10 AFR:CALC:STEP:THRU:REFOFFS:SHOR | 120 |
| 9.3.2.11 AFR:CALC:ZCON | 121 |
| 9.3.3 AFR:SENSe | 122 |
| 9.3.3.1 AFR:SENS:BAND | 123 |
| 9.3.3.2 AFR:SENS:CALIB:TYPE? | 124 |
| 9.3.3.3 AFR:SENS:FREQ:STAR | 125 |
| 9.3.3.4 AFR:SENS:FREQ:STEP? | 126 |
| 9.3.3.5 AFR:SENS:FREQ:STOP | 127 |
| 9.3.3.6 AFR:SENS:POW | 128 |
| 9.3.3.7 AFR:SENS:PRES | 129 |
| 9.3.3.8 AFR:SENS:SWE:POIN | 130 |
| 9.3.3.9 AFR:SENS:SWE:TYPE? | 131 |
| 9.3.4 AFR:SYSTem | 132 |
| 9.3.4.1 AFR:SYST:CALC:METH | 143 |
| 9.3.4.2 AFR:SYST:CORRECT:APPL | 144 |
| 9.3.4.3 AFR:SYST:CORRECT:SAVE | 145 |
| 9.3.4.4 AFR:SYST:DATA:SAVE | 146 |
| 9.3.4.5 AFR:SYST:ERR? | 147 |
| 9.3.4.6 AFR:SYST:FIXT:CONNECT:DIR | 148 |
| 9.3.4.7 AFR:SYST:FIXT:CONNECT:DUT:DIFF | 149 |

Содержание

| | |
|---|-----|
| 9.3.4.8 AFR:SYST:FIXT:CONNECT:LEFT:THRU | 150 |
| 9.3.4.9 AFR:SYST:FIXT:CONNECT:RIGHT:THRU | 151 |
| 9.3.4.10 AFR:SYST:FIXT:LEFT | 152 |
| 9.3.4.11 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT | 153 |
| 9.3.4.12 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:COUN | 154 |
| 9.3.4.13 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:GAT? | 155 |
| 9.3.4.14 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:GAT:TRAC? | 156 |
| 9.3.4.15 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:IMP? | 157 |
| 9.3.4.16 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:IMP:TRAC? | 158 |
| 9.3.4.17 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:LEN? | 159 |
| 9.3.4.18 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:LEN:TRAC? | 160 |
| 9.3.4.19 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX | 161 |
| 9.3.4.20 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX:GAT? | 162 |
| 9.3.4.21 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX:GAT:TRAC? | 163 |
| 9.3.4.22 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX:IMP? | 164 |
| 9.3.4.23 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX:IMP:TRAC? | 165 |
| 9.3.4.24 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX:LEN? | 166 |
| 9.3.4.25 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX:LEN:TRAC? | 167 |
| 9.3.4.26 AFR:SYST:FIXT:RIGHT | 168 |
| 9.3.4.27 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT | 169 |
| 9.3.4.28 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:COUN | 170 |
| 9.3.4.29 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:GAT? | 171 |
| 9.3.4.30 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:GAT:TRAC? | 172 |
| 9.3.4.31 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:IMP? | 173 |
| 9.3.4.32 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:IMP:TRAC? | 174 |
| 9.3.4.33 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:LEN? | 175 |
| 9.3.4.34 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:LEN:TRAC? | 176 |
| 9.3.4.35 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX | 177 |
| 9.3.4.36 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX:GAT? | 178 |
| 9.3.4.37 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX:GAT:TRAC? | 179 |

Содержание

| | |
|---|------------|
| 9.3.4.38 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX:IMP? | 180 |
| 9.3.4.39 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX:IMP:TRAC? | 181 |
| 9.3.4.40 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX:LEN? | 182 |
| 9.3.4.41 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX:LEN:TRAC? | 183 |
| 9.3.4.42 AFR:SYST:LP:IGN | 184 |
| 9.3.4.43 AFR:SYST:PRES | 185 |
| 9.3.4.44 AFR:SYST:SET:SAVE | 186 |
| 9.3.4.45 AFR:SYST:READ? | 187 |
| 9.3.4.46 AFR:SYST:STAT:LOAD | 188 |
| 9.3.4.47 AFR:SYST:STEP:COUN? | 189 |
| 9.3.4.48 AFR:SYST:STEP:DATA:DEL | 190 |
| 9.3.4.49 AFR:SYST:STEP:MEAS? | 191 |
| 9.3.4.50 AFR:SYST:STEP:REF:APPR | 192 |
| 9.3.4.51 AFR:SYST:STEP:REF:OFFS | 193 |
| 9.3.4.52 AFR:SYST:STEP:REF:OPEN | 194 |
| 9.3.4.53 AFR:SYST:STEP:REF:SHOR | 195 |
| 9.3.4.54 AFR:SYST:STEP:THRU:OFFS | 196 |
| 9.3.4.55 AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS | 198 |
| 9.3.4.56 AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS:OPEN | 200 |
| 9.3.4.57 AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS:SHOR | 201 |
| 9.3.4.58 AFR:SYST:STEP:TYPE? | 202 |
| 9.3.4.59 AFR:SYST:VNA:DEF | 203 |
| 9.3.4.60 AFR:SYST:VNA:IP | 204 |
| 9.3.4.61 AFR:SYST:VNA:PORT | 205 |
| 9.3.4.62 AFR:SYST:ZCON:TYPE | 206 |
| 9.3.5 Примеры программ | 207 |
| 10 Возможные неисправности и способы их устранения | 213 |
| 10.1 В ожидании анализатора | 213 |
| 10.2 Файл лицензии не найден | 216 |
| 11 Сокращения | 217 |

1 Введение

Настоящее руководство содержит информацию, необходимую для настройки, ручного и удаленного управления анализатора цепей векторного (далее – анализатор), работающего с программным обеспечением "Автоматическое исключение оснастки" (далее – программа "Исключение оснастки" или программа).

Программное обеспечение "Автоматическое исключение оснастки" – это программа исключения цепей с помощью анализатора, используемое для определения характеристик радиочастотных компонентов, устройств и соединений в условиях промышленного производства и лабораторий.

Настоящее руководство совместимо с версией программы "Исключение оснастки" 1.5.2 и версиями программного обеспечения анализатора S2VNA или S4VNA не ниже 23.4.5, а также с версией SNVNA 23.12.0.

ПРИМЕЧАНИЕ Для работы с программой "Исключение оснастки" требуется покупка лицензии.

Перед началом эксплуатации программы необходимо ознакомиться с настоящим руководством и руководством по эксплуатации на анализатор цепей векторный.

ВНИМАНИЕ! Документ является результатом творческого труда и интеллектуальной деятельности сотрудников предприятия-изготовителя. Не допускается использование данного документа, равно как и его части, без указания наименования документа и наименования предприятия-изготовителя.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ коммерческое использование данного документа, равно как и его части, без письменного согласия предприятия-изготовителя.

Предприятие-изготовитель не несет ответственности за последствия неправильной эксплуатации анализатора или программы "Исключение оснастки", нарушения правил безопасности и несоблюдения прочих необходимых мер предосторожности.


[Сокращения](#) – сокращения, которые используются в данном документе.

2 Требования безопасности

При эксплуатации прибора необходимо соблюдать требования: «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

При работе с прибором необходимо соблюдать общие меры безопасности, относящиеся к аппаратуре, работающей от электросети ~ 220 В, 50 Гц.

Прибор относится к 1 классу защиты от поражения электрическим током по ГОСТ Р 51350–99 со шнуром соединительным (кабелем питания) с заземляющим проводом.

Заземление прибора производится через кабель питания, подключаемый к сетевому соединителю прибора и трехполюсной розетке сети. Дополнительно рекомендуется соединить клемму «», расположенную на задней панели измерителя, с шиной защитного заземления.


Разрыв линии защитного заземления может сделать работу с прибором опасной.

ВНИМАНИЕ! ЗАПРЕЩАЕТСЯ производить соединение или разъединение кабеля питания при включенном измерителе.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ нарушать защитные пломбы, производить самостоятельный ремонт.

К работе с прибором могут быть допущены лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами.

ВНИМАНИЕ! Перед включением прибора в сеть следует проверить исправность кабеля питания, при подключении к сети – надежность заземления.

До начала работы с прибором его корпус (клемма «») должен быть соединен с корпусом измеряемого устройства.

Защита от электростатического разряда

На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

ВНИМАНИЕ!

Защита от электростатического разряда очень важна при подключении к прибору, либо при отключении от него измеряемого устройства. Статическое электричество может накопиться на вашем теле и при разряде повредить чувствительные элементы внутренних цепей либо прибора, либо измеряемого устройства. Для предотвращения повреждения необходимо соблюдать следующее:

- всегда использовать заземленный проводящий настольный коврик под измеряемым устройством;
 - всегда надевать на руку заземленный антистатический браслет, подсоединенный к заземленному проводящему настольному коврику через последовательно подключенный резистор 1 МОм.
-

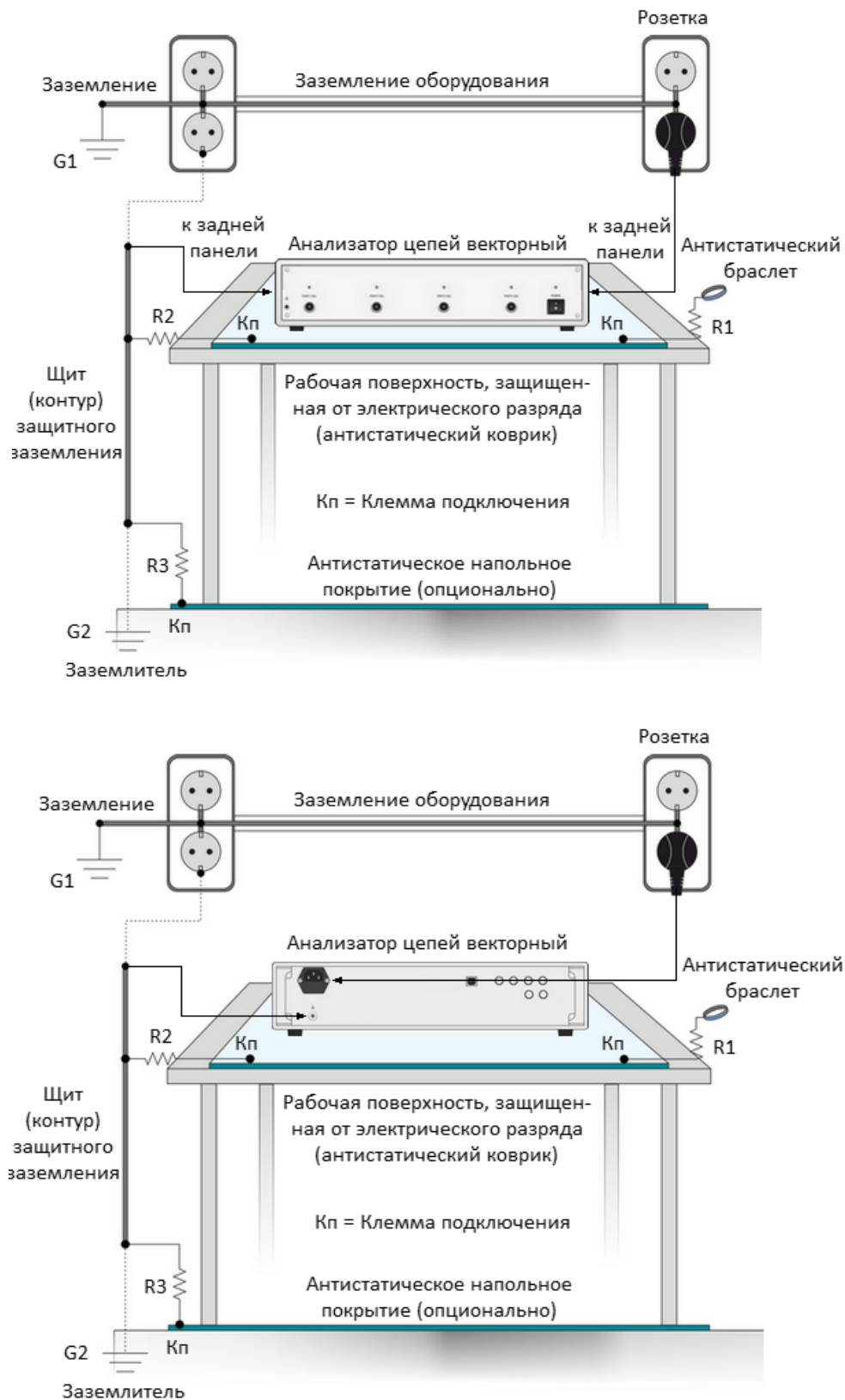


Рисунок 1 – Защита рабочего места от электростатического разряда

3 Общие сведения

Исключение оснастки используется для упрощения измерения исследуемого устройства (ИУ), например, если соответствующие калибровочные меры недоступны или возникают трудности с прямым доступом к ИУ (см. рисунок ниже).

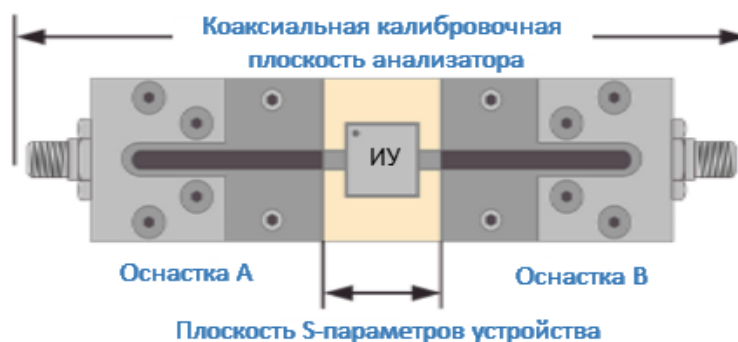


Рисунок 2 – Автоматическое исключение оснастки

Основная проблема при проведении таких измерений заключается в правильности отделения влияния среды передачи от параметров устройства. Программа "Исключение оснастки" математически исключает характеристики оснастки, оставляя только характеристики ИУ в требуемом диапазоне частот. Исключение оснастки — это альтернативный способ повторной калибровки анализатора для компенсации влияния оснастки, что помогает при исключении влияния оснастки или выборе путей передачи, идущих к соединителям ИУ. Кроме того, результаты, полученные после применения программы, также могут быть использованы для изучения свойств самой оснастки.

Автоматическое исключение оснастки может быть использовано для определения S-параметров следующих устройств:

- СВЧ-компонентов, установленных в некоаксиальной оснастке;
- линий передач в печатных платах и зондах;
- межкомпонентных соединений.

Существует три метода определения параметров оснастки:

- метод селекции (фильтрации) во временной области или time gating (см. п. [Метод селекции](#));
- метод совместной оценки или filtering (см. п. [Метод совместной оценки](#));
- метод деления S-параметров оснастки пополам или bisection (см. п. [Метод деления пополам](#)).

4 Установка программного обеспечения

ПРИМЕЧАНИЕ Перед установкой убедитесь, что программное обеспечение анализатора уже установлено на ПК. Последнюю версию программного обеспечения можно загрузить с [сайта предприятия-изготовителя](#).

Рекомендуемые системные требования

| Параметр | Требования |
|----------------------------------|--|
| Операционная система | Windows 10 или выше |
| Процессор | 1 ГГц |
| Оперативная память | 1 ГБ ОЗУ |
| Интерфейс USB | USB 2.0 |
| Аппаратное обеспечение | Клавиатура и мышь |
| Основное программное обеспечение | Векторный анализатор цепей (S2VNA или S4VNA) |

ПРИМЕЧАНИЕ Исключение оснастки автоматизирует программное обеспечение анализатора через TCP/IP с использованием встроенного Socket-сервера.

- программное обеспечение анализатора должно быть установлено на ПК до установки программы "Исключение оснастки";
 - перед использованием программы может потребоваться настроить сетевое удаленное управление анализатора.
-

4.1 Процедура установки

1. Запустите установочный файл AFR_Installer_vX.X.X.exe. Номер vX.X.X в названии файла является номером версии программного обеспечения. На экране появится мастер установки AFR. Для продолжения установки нажмите кнопку **Далее**.

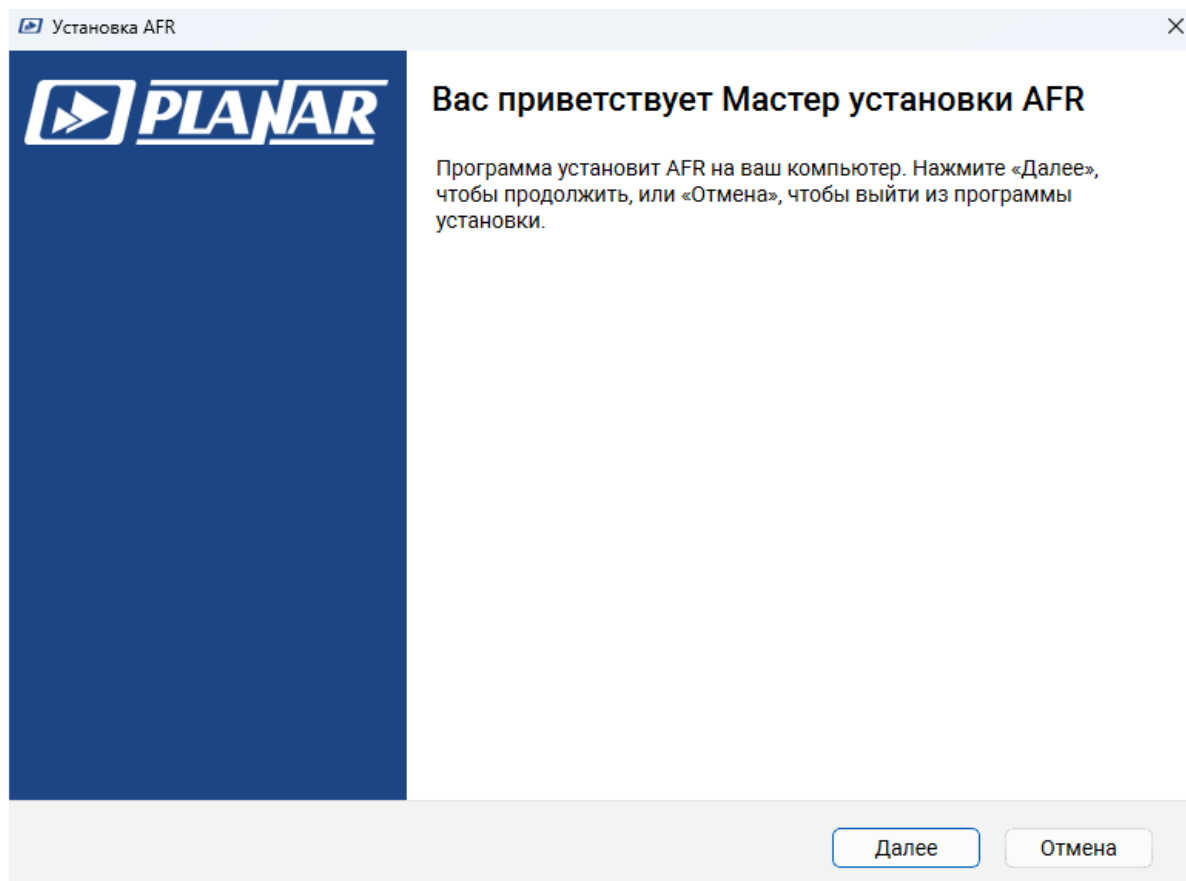


Рисунок 3 – Мастер установки AFR

2. Вам будет предложено ознакомиться с текстом лицензионного соглашения. Внимательно ознакомьтесь с данной информацией перед продолжением установки. Если Вы принимаете условия данного соглашения, установите флажок **Я принимаю условия соглашения**. Для продолжения установки нажмите кнопку **Далее**.

ВНИМАНИЕ!

Если флажок не установлен, кнопка **Далее** не активна. Дальнейшая установка будет невозможна.

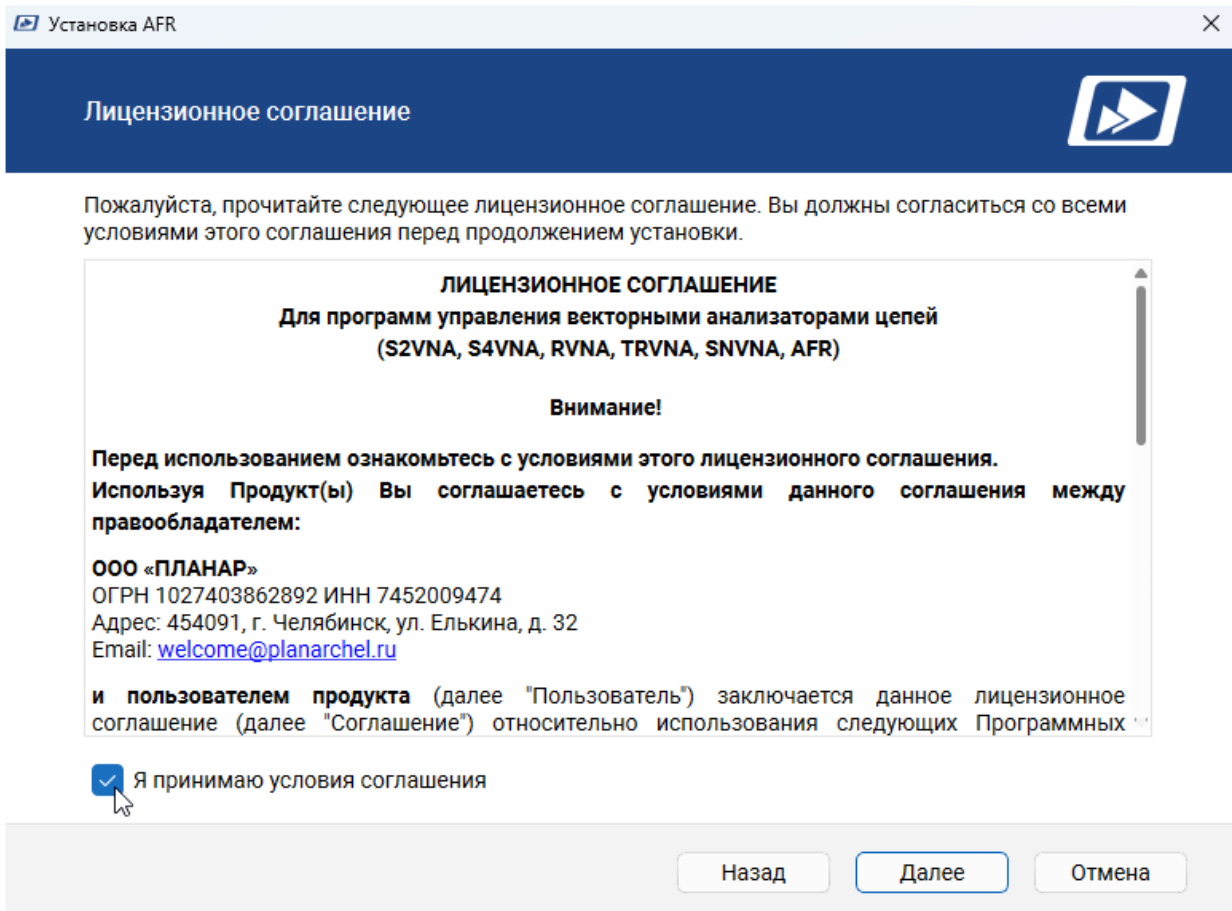


Рисунок 4 — Лицензионное соглашение

3. Если необходимо изменить путь установки, нажмите кнопку **Обзор** и выберите путь установки. Для продолжения установки нажмите кнопку **Далее**.

ПРИМЕЧАНИЕ По умолчанию путь установки программного обеспечения C:\VNA\AFR.

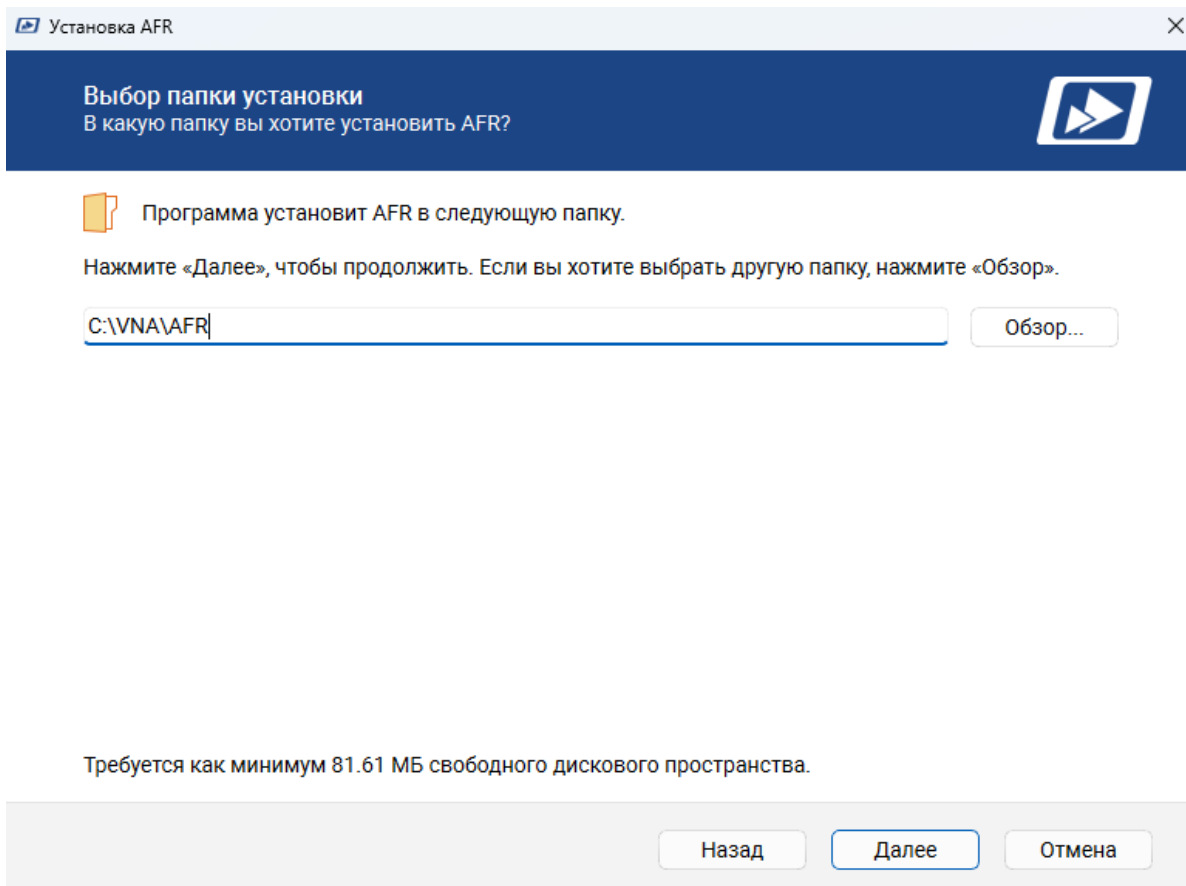


Рисунок 5 — Выбор папки установки

4. На экране появится окно выбора создания ярлыка на рабочем столе и папки в меню Пуск для запуска программы. При необходимости установите флажки **Создать значок на Рабочем столе** и(или) **Создать папку в меню Пуск**. Для продолжения установки нажмите кнопку **Далее**.

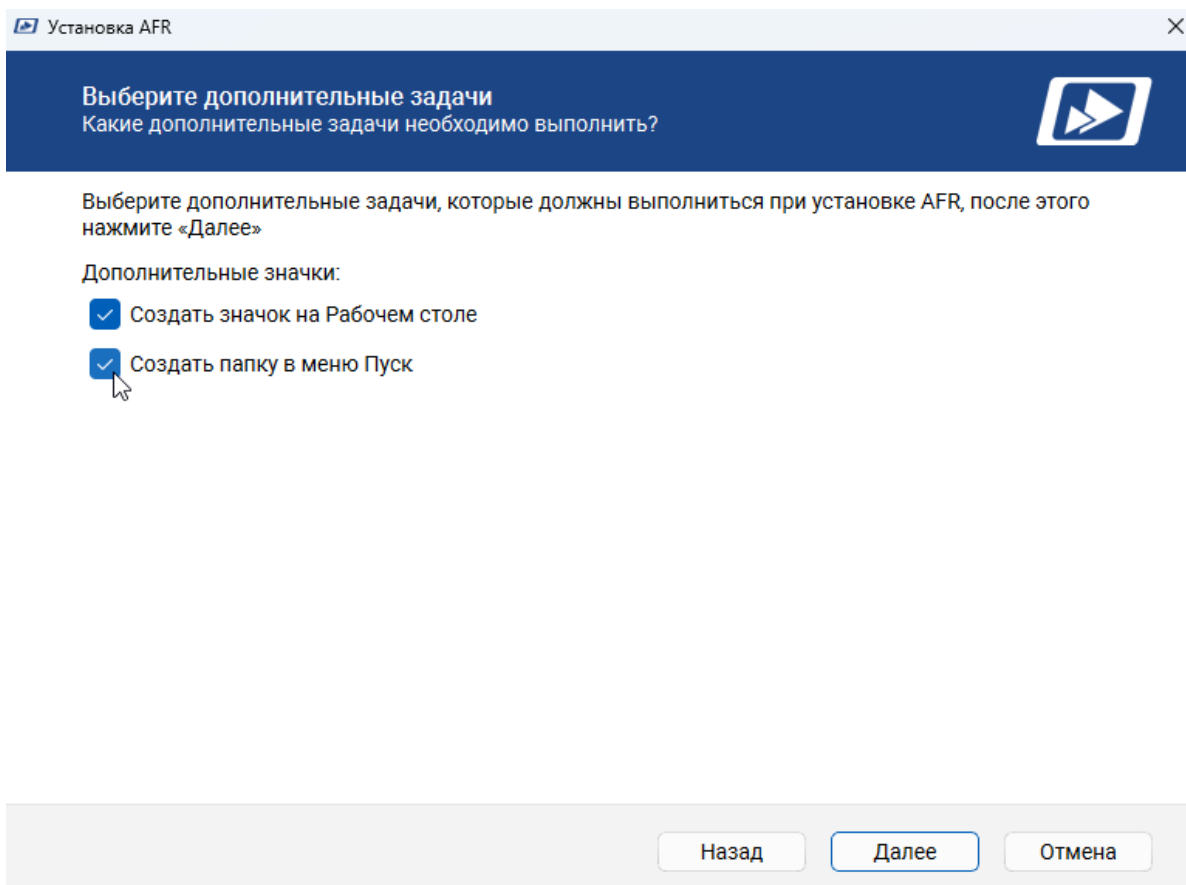


Рисунок 6 — Выбор создания ярлыка на рабочем столе и папки в меню Пуск

5. В случае, если флажок **Создать папку в меню Пуск** установлен, выберите папку в меню Пуск для создания ярлыка программы. Если необходимо изменить папку, нажмите кнопку **Обзор** и выберите необходимую папку. Для продолжения установки нажмите кнопку **Далее**.

ПРИМЕЧАНИЕ По умолчанию папка PLANAR/AFR.

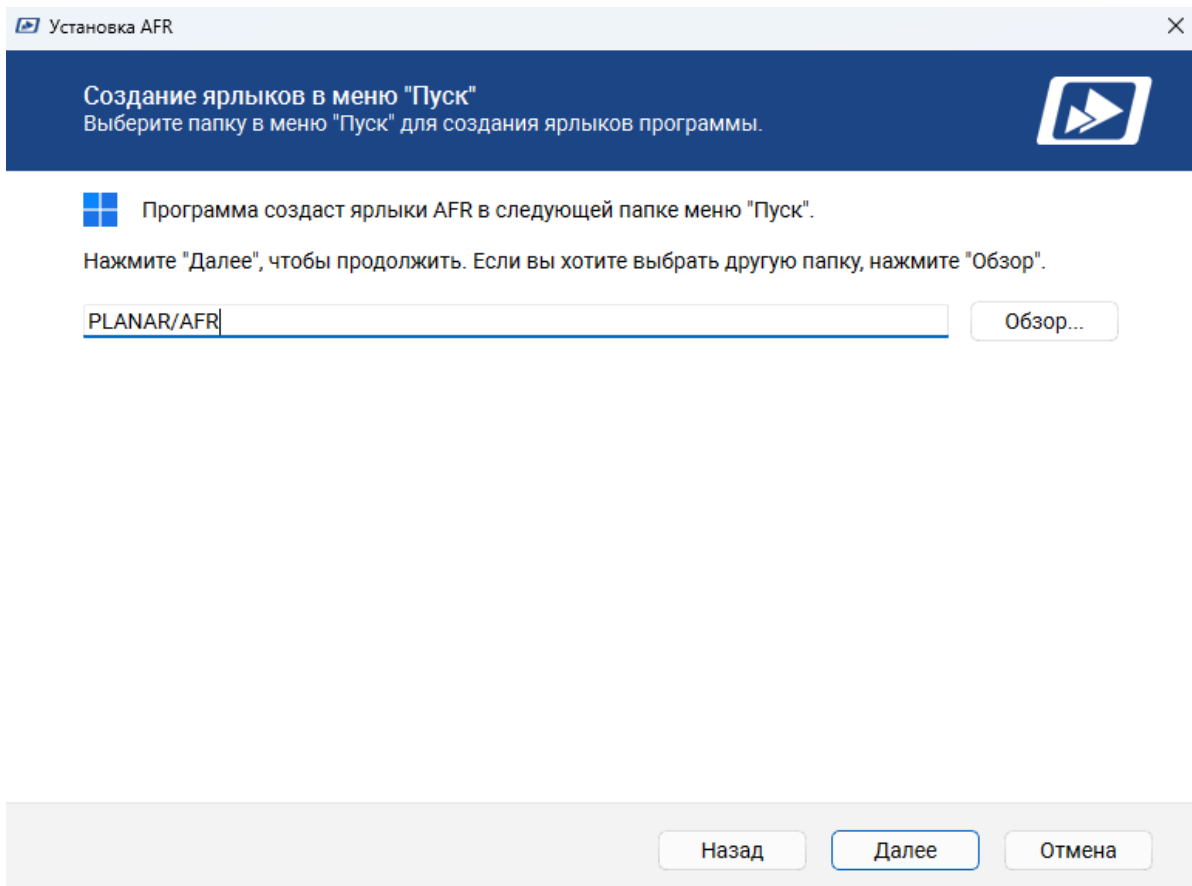


Рисунок 7 — Выбор папки для создания ярлыка AFR в меню Пуск

6. Для запуска установки нажмите кнопку **Установить**. Дождитесь окончания установки.

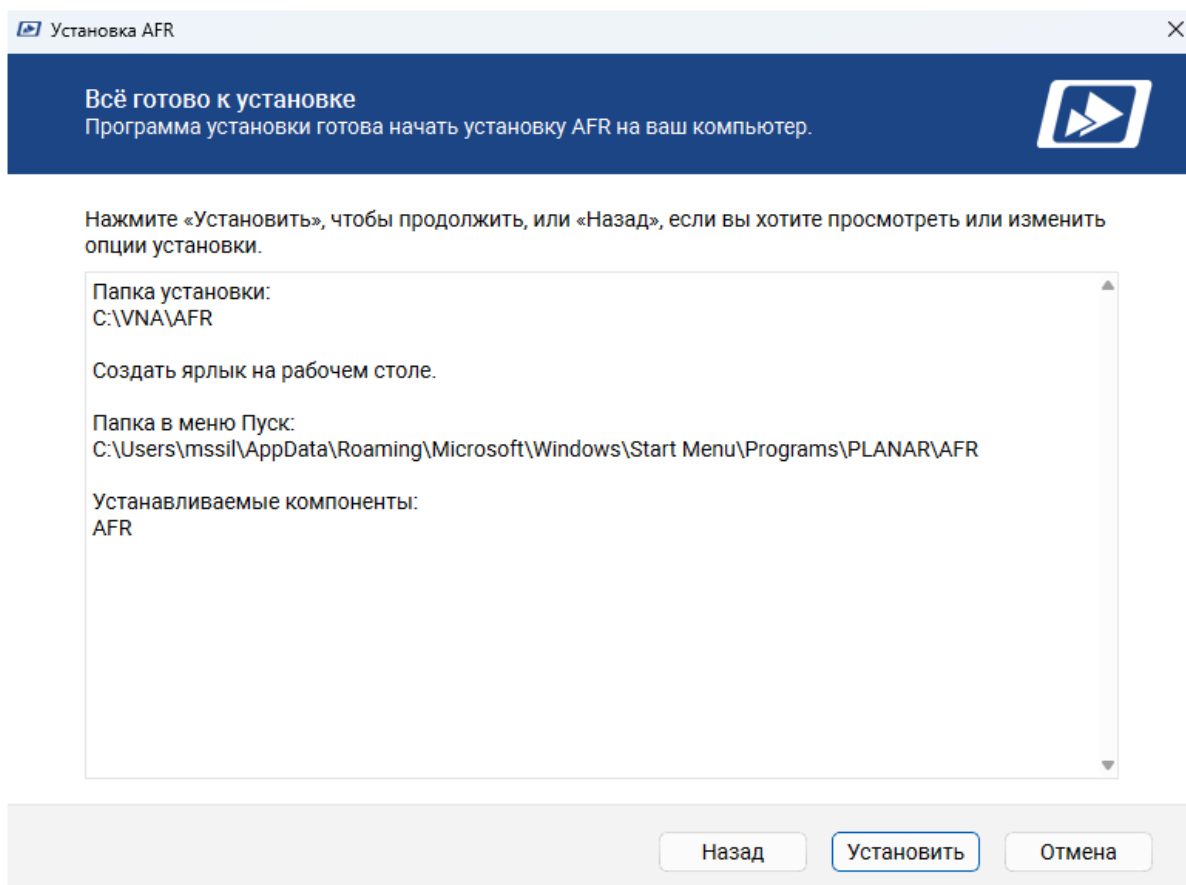


Рисунок 8 — Запуск установки программы

- После завершения установки при необходимости установите флажок **Запустить AFR**. Для выхода из мастера установки нажмите кнопку **Завершить**.

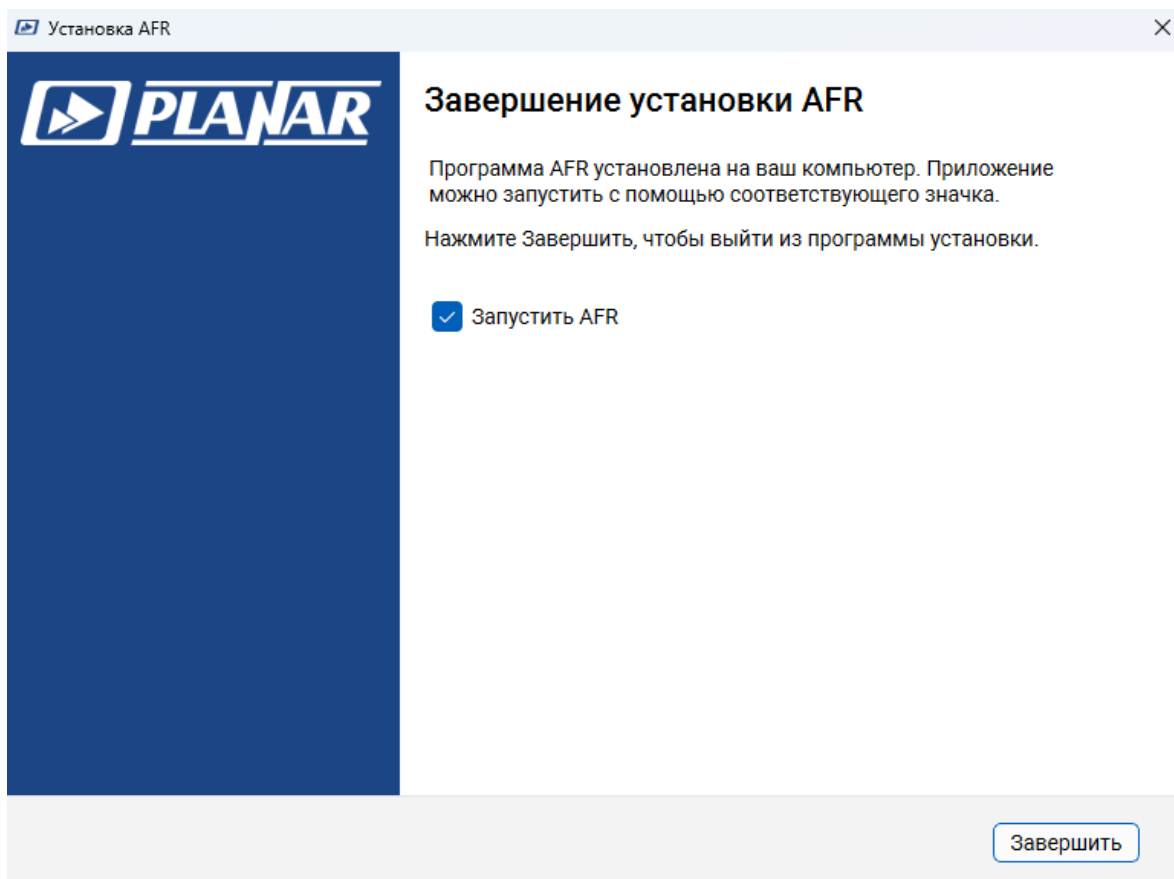


Рисунок 9 — Завершение установки

8. Установите файл лицензии (см. п. [Установка файла лицензии](#)).

4.2 Демонстрационная лицензия

Ознакомиться с программой "Исключение оснастки" предприятия-изготовителя можно, загрузив программное обеспечение на [сайте](#).

Программа работает только при наличии лицензии. Обратитесь к представителю предприятия-изготовителя или заполните форму на сайте, чтобы запросить демонстрационную лицензию, ограниченную по времени. Инструкция по установке лицензии приведена в п. [Установка файла лицензии](#).

4.3 Установка файла лицензии

Файл лицензии программы "Исключение оснастки" генерируется предприятием-изготовителем и отправляется в момент покупки.

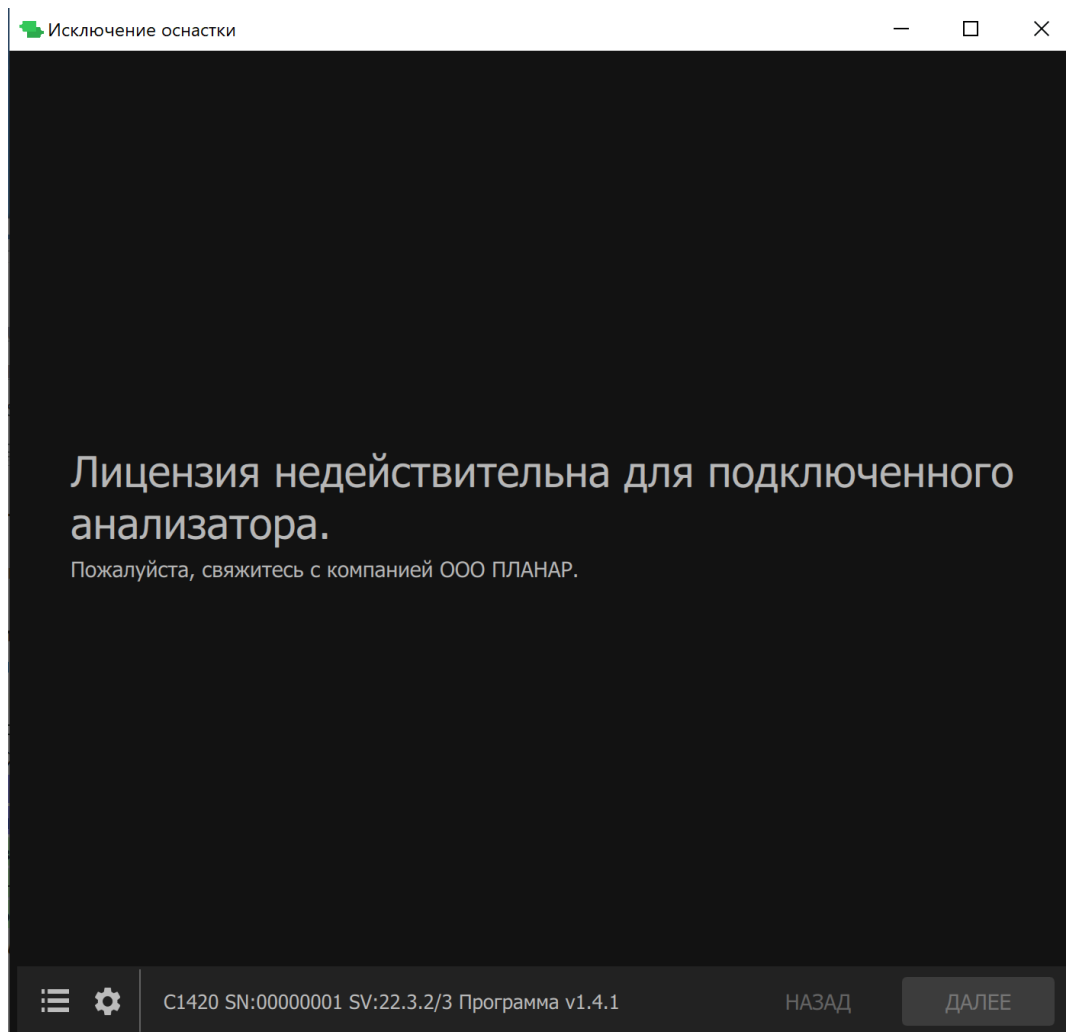


Рисунок 10 – Уведомление о недействительной лицензии

- Лицензия может быть привязана к одному или нескольким серийным номерам анализатора.
- Файл лицензии имеет расширение *.LIC.
- Файл лицензии должен находиться в том же каталоге, что и исполняемый файл программы "Исключение оснастки" (см. п. [Процедура установки](#)).
- Проверка лицензии происходит каждый раз при запуске программы.
- Для проверки лицензии не требуется подключение к сети.
- При установке обновления программы новая лицензия не требуется.
- При изменении версии программного обеспечения анализатора или его переустановке новая лицензия не требуется.

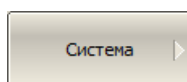
Скопируйте файл лицензии в ту же папку, что и файл программы "Исключение оснастки", систематизируя каталог папок программного обеспечения анализатора.

ПРИМЕЧАНИЕ В случае утери или повреждения файла лицензии обратитесь на предприятие-изготовитель.

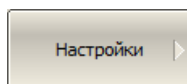
5 Поддерживаемые анализаторы

Программа "Исключение оснастки" может работать с двух- или четырехпортовыми анализаторами, работающими с программным обеспечением S2VNA и S4VNA.

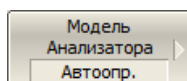
ПРИМЕЧАНИЕ Последнюю версию программного обеспечения анализатора можно загрузить с [сайта предприятия-изготовителя](#).



Для просмотра списка поддерживаемых устройств, нажмите следующие кнопки в программном обеспечении анализатора:



Система > Настройки > Модель Анализатора.



Список поддерживаемых устройств зависит от версии программного обеспечения анализатора.

6 Быстрое начало работы

В данном разделе описывается принцип запуска и настройки программы "Исключение оснастки" и анализатора.

6.1 Первый запуск

При первом запуске программы "Исключение оснастки" необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- 1 укажите общую информацию об исследуемой оснастке (конфигурацию оснастки) и выберите метод расчета ее параметров. Рекомендации по выбору метода см. в п. [Описание оснастки](#);
- 2 установите параметры анализатора для получения оптимальных расчетов при исключении оснастки. Настройки параметров анализатора см. в п. [Установка параметров анализатора](#);
- 3 проведите калибровку анализатора (см. п. [Калибровка анализатора](#)). Калибровка анализатора необходима для точного исключения влияния оснастки;
- 4 подключите каждый порт оснастки к анализатору и измерьте его параметры с помощью калибровочных мер (см. п. [Измерение параметров оснастки](#)). Результаты измерения рассчитываются и автоматически применяются к анализатору после нажатия кнопки **Применить**;
- 5 сохраните файлы с S-параметрами оснастки и настройками анализатора для дальнейшего применения (опционально, см. п. [Применение результатов](#));

6.2 Повторный запуск

Если измерения параметров оснастки ранее уже выполнялись в программе и имеется [файл состояния](#), его можно загрузить, пропустив описание оснастки, настройку и калибровку анализатора (см. п. [Первый запуск](#)).

Чтобы загрузить файл состояния, нажмите кнопку **Загрузить настройки** на вкладке **Описание** (см. п. [Описание оснастки](#)).

После загрузки выполните следующую последовательность действий:

- 1 при необходимости выполните калибровку анализатора (например, если она устарела, см. п. [Калибровка анализатора](#));
- 2 измерьте параметры оснастки (см. п. [Измерение оснастки](#)) или загрузите ранее измеренные из файла Touchstone (см. п. [Загрузка данных из файла Touchstone](#));
- 3 нажмите кнопку **Применить**;
- 4 при необходимости сохраните файл состояния (см. п. [Применение результатов](#)).

Параметры применяются к анализатору автоматически. Анализатор готов к работе.

7 Принцип работы

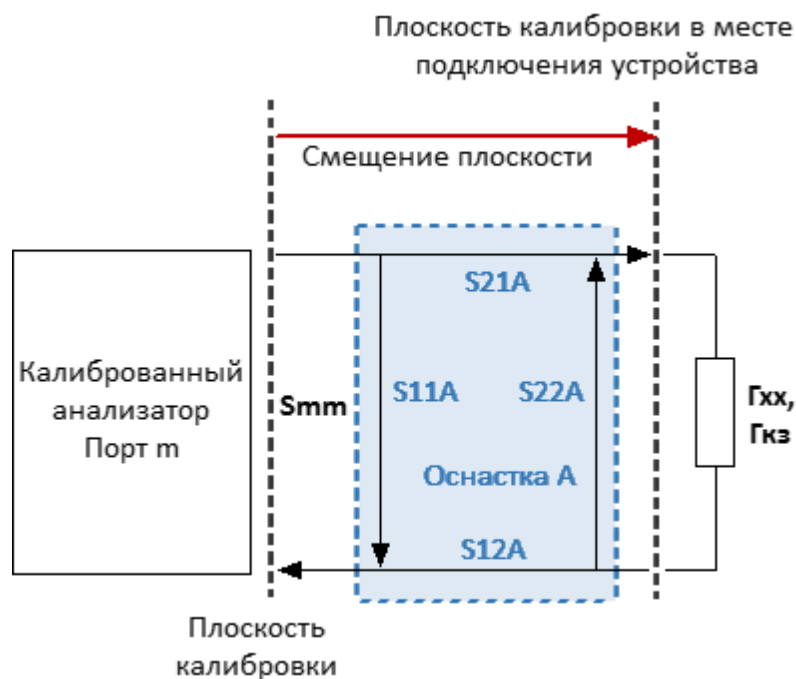
В данном разделе подробно описывается, какие методы используются при работе с программой.

7.1 Режимы измерений (1xReflect и 2xThrough)

Определение параметров оснастки возможно с помощью двух режимов:

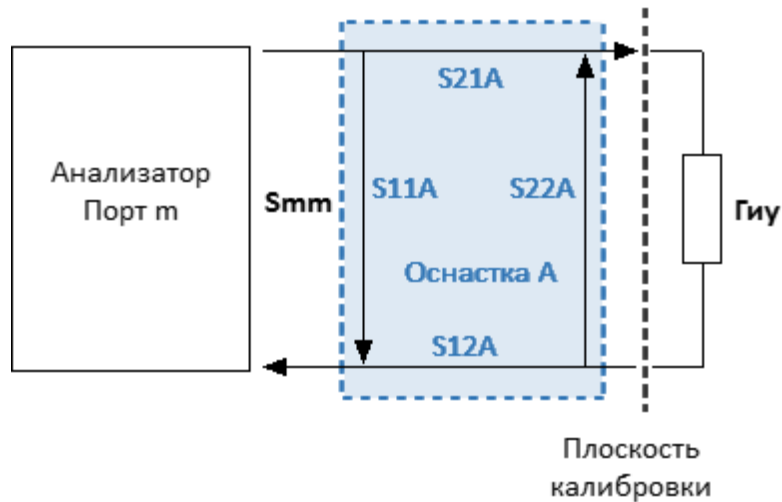
- 1xReflect – полное отражение оснастки в плоскости подключения устройства. Отражение в режиме холостого хода и/или короткого замыкания;
- 2xThrough – измерение двух соединенных оснасток на проход.

Режим измерений 1xReflect возвращает S-параметры одной оснастки. Программа позволяет скорректировать электрическую длину этой оснастки.



Гхх – отражение в режиме холостого хода, Гкз – отражение в режиме короткого замыкания

Рисунок 11 – Измерение оснастки в режиме полного отражения



Г_{иу} – коэффициент отражения исследуемого устройства

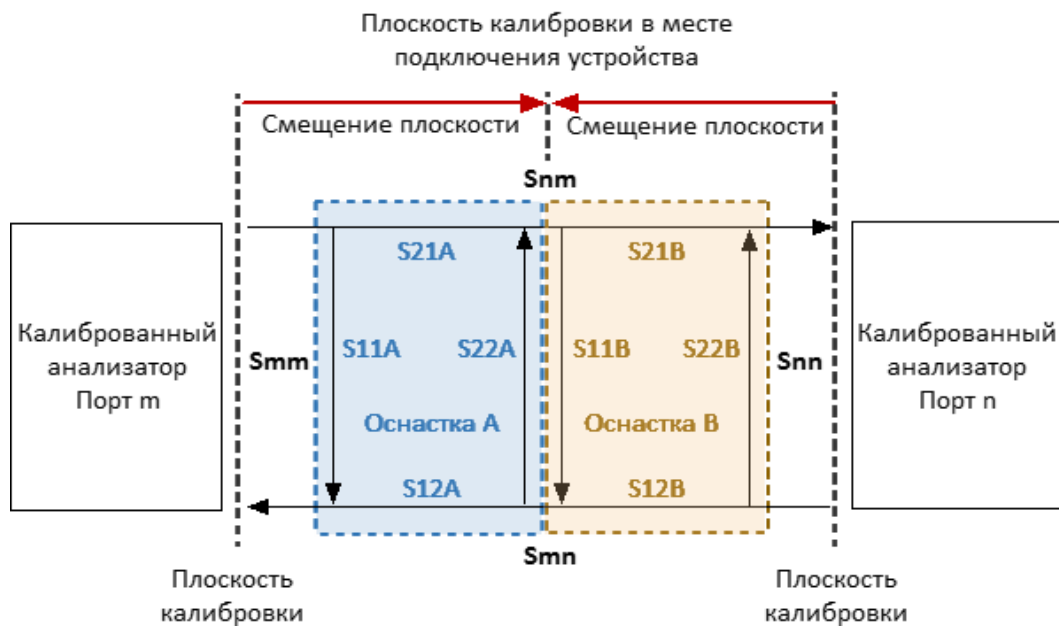
Рисунок 12 – Измерение устройства после смещения плоскости калибровки (1xReflect)

Программа позволяет смещать плоскость калибровки (т.е. определять параметры оснастки) по результатам измерений одного из состояний: или холостого хода, или короткого замыкания.

Выбор осуществляется на основании того, какое состояние можно получить в оснастке, насколько стабильны результаты измерений коэффициента отражения при нем, насколько состояние близко к идеальному холостому ходу или короткому замыканию. Отклонение состояния от идеальности приведет к искажению результатов измерений S-параметров оснастки. Выбор режима осуществляется индивидуально для каждой конкретной оснастки.

Рекомендуется использовать оба режима, если на выходе оснастки можно обеспечить холостой ход и короткое замыкание. В этом случае программа будет совместно обрабатывать полученные результаты измерений, что может обеспечить более точные оценки S-параметров оснастки.

Режим измерений 2xThrough возвращает S-параметры двух оснасток, имеющих одинаковые коэффициенты передачи и разные (в общем случае) коэффициенты отражения. Идентичность коэффициентов передачи показывает, что после применения результатов расчета плоскость калибровки анализатора будет проходить равно посередине двух соединенных оснасток. При необходимости программа позволяет скорректировать электрическую длину каждой из них.



$$S_{21A} \cong S_{12A} \cong S_{21B} \cong S_{12}$$

$BS_{11A} \neq S_{22B}$, $S_{22A} \neq S_{11B}$ (половины оснастки могут быть асимметричными)

Рисунок 13 – Измерение оснастки, состоящей из двух половин, на проход

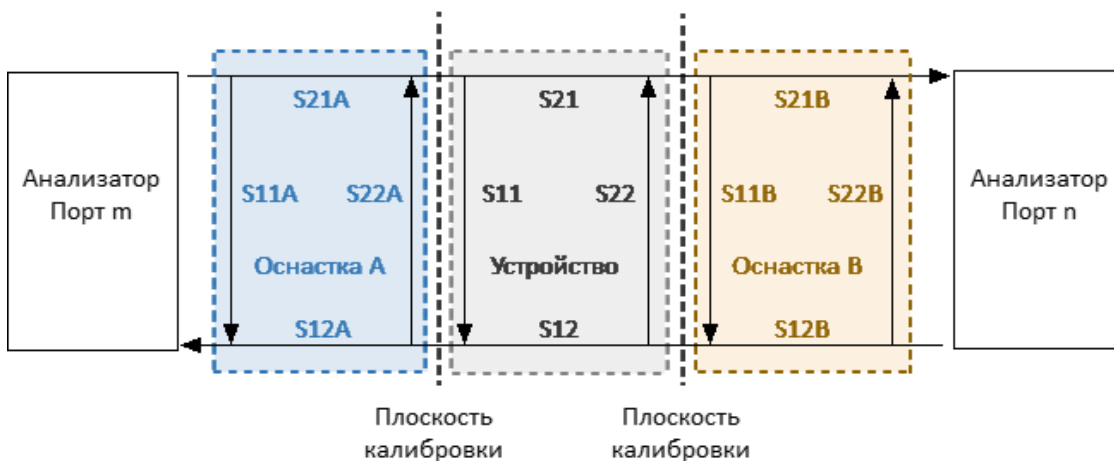


Рисунок 14 – Измерение устройства после смещения плоскости калибровки (2xThrough)

Количество входных и выходных портов двух соединенных между собой оснасток должно быть одинаковым. Каждая пара входных и выходных портов должна обеспечивать соединение на проход.

Режим измерения 2xThrough позволяет получить более точный результат измерений параметров оснастки по сравнению с режимом 1xReflect.

7.2 Обзор методов

Программа поддерживает три метода определения параметров оснастки:

- [селекция во временной области](#) (Time gating);
- [метод совместной оценки](#) (Filtering);
- [деление S-параметров оснастки пополам](#) (Bisection).

Каждый из методов предназначен для определения S-параметров оснастки с целью устранения ее влияния на результаты измерений ИУ.

Селекция (фильтрация) во временной области

Метод трансформирует измеренные S-параметры оснастки из частотной области во временную и обрабатывает импульсную характеристику цепи с использованием традиционного алгоритма фильтрации. Анализируя импульсную характеристику, метод выделяет определенные участки цепи во времени, соответствующие отдельным частям оснастки. После фильтрации данные преобразуются обратно в частотную область.

Алгоритм фильтрации настроен таким образом, чтобы обеспечивать лучшую разрешающую способность по времени. Для уменьшения краевого эффекта при преобразовании между областями и фильтрации были разработаны и применены оконные функции.

Метод рекомендуется использовать, если электрическая длина подводящих линий оснастки больше, чем 4 времени нарастания.

Метод поддерживает измерение в режиме КАЛИБР \neq ИУ. Программа предлагает воспользоваться данным режимом, если ИУ установлено в оснастку или конструктивно реализовано в оснастке, где нет возможности извлечения ИУ. В этом случае выполняются два измерения: (1) калибровочной оснастки без устройства и (2) исследуемой оснастки с установленным устройством. Совместная обработка двух измерений позволит получить более достоверные параметры исследуемой оснастки без отключения устройства.

Метод может быть использован при вариации импеданса подводящих линии оснастки вдоль длины.

Метод совместной оценки

В данном методе оснастка представляется потоковым сигнальным графом. Для оценки характеристик графа используется время-частотная модель наблюдений.

Благодаря совместному оцениванию метод имеет потенциально лучшее разрешение по времени, чем традиционный алгоритм фильтрации.

Метод рекомендуется использовать, если электрическая длина подводящих линии оснастки приблизительно равна или незначительно меньше, чем 4 времени нарастания, и если оснастка соответствует модели (см. п. [Метод совместной оценки](#)).

Деление S-параметров оснастки пополам

Метод разделяет набор измеренных S-параметров взаимной оснастки на две половины с помощью решения системы нелинейных уравнений. Все расчеты выполняются только в частотной области (см. п. [Деление S-параметров оснастки пополам](#)).

Этот алгоритм может быть полезным при ИУ в оснастке с короткими подводящими линиями. В этих условиях нет возможности использовать фильтрацию во временной области или метод совместной оценки из-за низкого разрешения во временной области.

Поскольку данный метод не обладает фильтрующими свойствами, то он чувствителен к ошибке рассогласования. Из-за этого предъявляются дополнительные требования к параметрам оснастки. Для получения качественных результатов требуется, чтобы коэффициент отражения оснастки был не более минус 20 дБ в диапазоне частот применения.

7.3 Селекция во временной области

Основой алгоритма является преобразование Фурье. Пара преобразований Фурье устанавливает соответствие между временным и частотным представлением сигналов и цепей. Комплексное дискретное преобразование Фурье связывает отсчеты во временной области с отсчетами в частотной области. Для перехода из временной области в частотную область применяют прямое дискретное преобразование Фурье:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot e^{-j2\pi \frac{n \cdot k}{N}}, \text{ где } k = 0, \dots, N - 1$$

Обратное дискретное преобразование Фурье позволяет по отсчетам в частотной области получить отсчеты во временной области:

$$x(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) \cdot e^{j2\pi \frac{n \cdot k}{N}}, n = 0, \dots, N - 1$$

Программа реализует быстрые алгоритмы вычисления указанных сумм.

Для детализации временной области используется Chirp-Z преобразование. Обратное Chirp-Z-преобразование позволяет проводить расчет и интерполяцию импульсной характеристики. Детализация предполагает, что N значений из частотной области должны быть преобразованы в N значений в заданном интервале временной области.

Рассмотрим одну важную особенность, вызванную периодичностью дискретного преобразования Фурье. На рисунке ниже показан диапазон частот, в котором выполнены измерения. Вне зависимости от типа преобразования во временную область (видеосигнал или радиосигнал) можно назвать некоторую минимальную f_{min} и максимальную f_{max} частоты измерений.



Рисунок 15 – Периодичность дискретных функций в области частот

Пусть общее количество точек равно N . Точки на частотной оси не должны дублироваться, т.е. накладываться друг на друга. Поэтому, составляя сетку частот, можно найти соотношение между полосой частот измерений ($f_{max} - f_{min}$) и периодом повторения ΔF :

$$\Delta F = (f_{max} - f_{min}) + \Delta f$$

где Δf – шаг по частоте при измерении; период повторения ΔF больше полосы измерений на Δf .

При выполнении обратного дискретного преобразования Фурье шаг на оси времени Δt определяется периодом повторения в области частот, то есть величиной ΔF . Период повторения во временной области ΔT обратно пропорционален шагу в частотной области Δf . Изобразим отсчеты на оси времени, с учетом того, что они также, как и отсчеты на оси частот, не должны накладываться друг на друга.

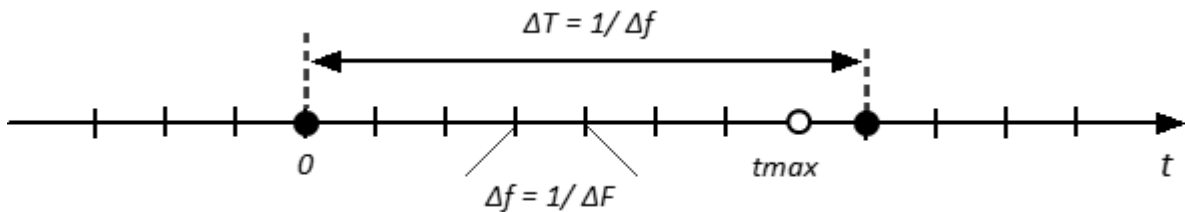


Рисунок 16 – Периодичность дискретных функций во временной области

Максимальное наблюдаемое время, период повторения и шаг дискретизации по времени:

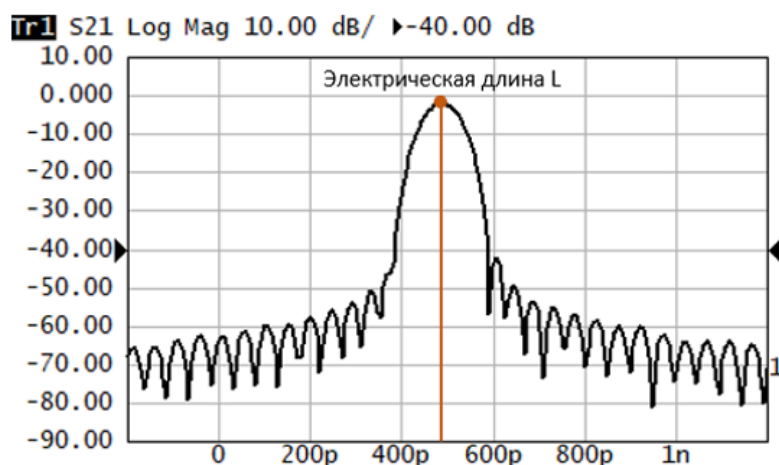
$$t_{max} = (N - 1) \cdot \Delta t$$

$$\Delta T = t_{max} + \Delta t = (N - 1) \cdot \Delta t + \Delta t = N \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{1}{(f_{max} - f_{min}) + \Delta f}$$

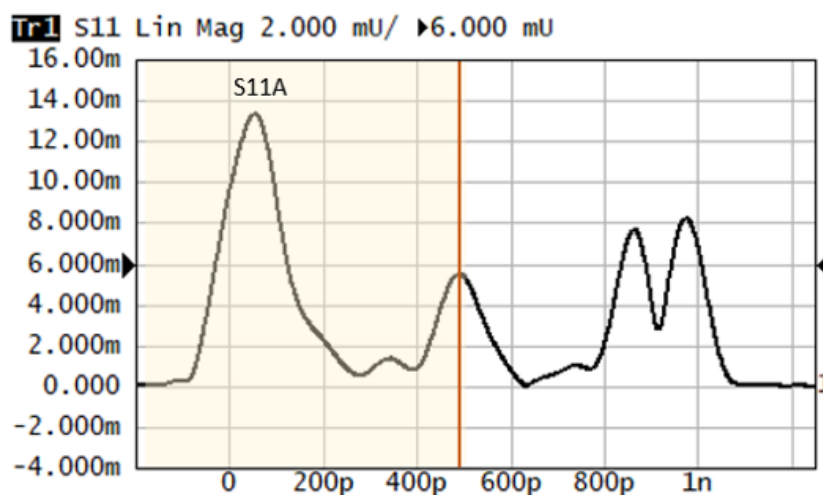
Последовательность действий

- измерение S-параметров оснастки ($S_{11m}, S_{21m}, S_{12m}, S_{22m}$);
- вычисление импульсной характеристики и определение электрической длины оснастки (см. п. [Электрическая длина](#));
- подготовка к селекции (фильтрации) - определение задержки для снижения боковых лепестков диаграммы во временной области и настройка оконной функции (см. п. [Оконные функции](#));
- селекция во временной области и расчет по формулам согласно потоковому графу – определение S-параметров оснастки;
- корректировка S-параметров оснастки при изменении электрической длины;
- вычисление переходной характеристики и преобразование импеданса (см. пп. [Переходная характеристика](#) и [Преобразование импеданса](#)).



Импульсная характеристики цепи, вычисленная по коэффициенту передачи

Рисунок 17 – 2xThrough. Определение электрической длины, используемой при селекции



Импульсная характеристики цепи, вычисленная по коэффициенту отражения

Рисунок 18 – 2xThrough. Селекция S11A

Расчет по формулам согласно потоковому графу (см. п. [Режимы измерений](#)):

S_{11A} , S_{22B} – выделение во временной области

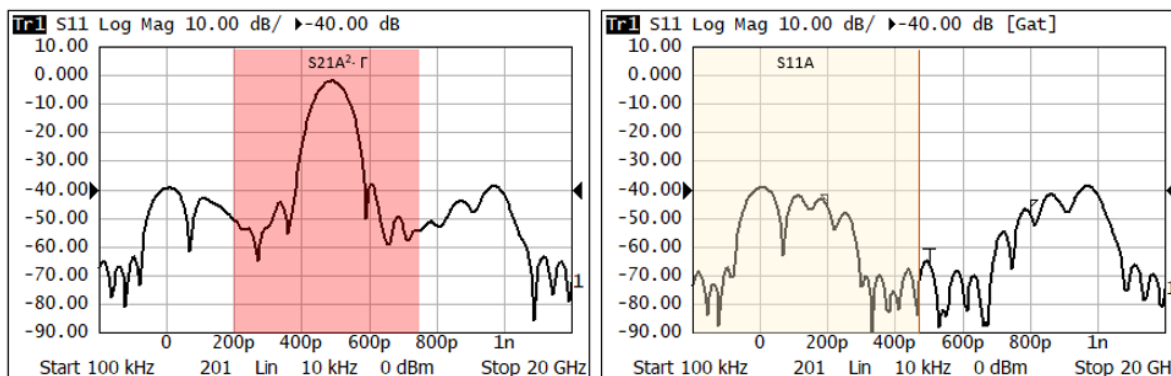
$$S_{11B} = \frac{S_{11m} - S_{11A}}{S_{21m}}$$

$$S_{22A} = \frac{S_{22m} - S_{22B}}{S_{12m}}$$

$$S_{21A} = \sqrt{S_{21m} \cdot (1 - S_{22A} \cdot S_{11B})}$$

$$S_{12A} = \sqrt{S_{12m} \cdot (1 - S_{22A} \cdot S_{11B})}$$

$$S_{21A} = S_{12A} = S_{21B} = S_{12B} = \frac{S_{21A} + S_{12A}}{2}$$



Импульсная характеристики цепи, вычисленная по коэффициенту отражения

Рисунок 19 – 1xReflect. Селекция S11A

Расчет по формулам согласно потоковому графу (см. п. [Режимы измерений](#)):

S_{11A} , S_{21A} – выделение во временной области

$$S_{22A} = \left(1 - \frac{S_{21A}}{S_{11m} - S_{11A}}\right) \cdot \frac{1}{\Gamma}$$

$$S_{21A} = S_{12A}$$

Программа позволяет определять S_{21A} двумя способами:

- селекция во временной области;
- использование метода совместной оценки и аппроксимации сплайнами (сглаживание). Сглаживание позволяет устранить выбросы в начале и конце частотной характеристики коэффициента отражения.

Выделение коэффициента отражения S_{11A} осуществляется после определения коэффициента передачи S_{21A} и его вычитания из результата измерений S_{11m} . Окно селекции S_{11A} покрывает всю оснастку от начала до плоскости подключения холостого хода или короткого замыкания.

Программа позволяет скорректировать электрическую длину оснастки.

Для 2xThrough предусмотрены два варианта: (1) ввод смещения вручную или (2) автоматическое определение смещения, используя результат измерений коэффициента отражения каждой оснастки в режиме полного отражения. Для 1xReflect доступен только ввод смещения вручную.

7.3.1 Электрическая длина

Электрическая длина оснастки определяется по максимуму импульсной характеристики.

- 1xReflect. Для вычисления импульсной характеристики используется коэффициент отражения оснастки;
- 2xThrough. Для вычисления импульсной характеристики используется коэффициент передачи оснастки, состоящей из двух половин.

Последовательность определения электрической длины:

- использование обратного БПФ для преобразования частотной характеристики во временную область;
- грубая оценка длины по максимуму модуля импульсной характеристики;
- детализация временной области в окрестности определенного максимума;
- точное определение положения на оси времени максимума модуля импульсной характеристики.

7.3.2 Оконные функции

При переходе из одной области в другую, а также при фильтрации (при выделении участка импульсной характеристики) программа использует оконные функции. Оконные функции применяются в двух случаях:

- для взвешивания частотной характеристики с целью снижения боковых лепестков во временной области и для повышения наглядности отображения диаграмм во временной области;
- для выделения или подавления участка цепи во временной области.

Отсутствие взвешивающего окна (или при прямоугольном окне), имеем самый узкий основной пик и самые высокие боковые лепестки.

Помимо снижения боковых лепестков процедура взвешивания приводит к ухудшению разрешающей способности (т.е. к расширению основного пика).

Важно отметить, что взвешивание не должно приводить к потере энергии, поэтому взвешивающие окна должны быть соответствующим образом нормированы в частотной области (сумма отсчетов окна должна быть равна числу отсчетов).

Для выделения участка цепи во временной области программа использует прямоугольное окно. При этом для сглаживания фронтов окна применяют процедуру взвешивания характеристики данного окна в частотной области.

7.3.3 Суперразрешение (условно)

В этом разделе приведена информация об условии возникновения «суперразрешения» при переходе во временную область. При задании частотной характеристики только от одного отражения «суперразрешение» означает появление во временной области ярко выраженного одного пика и нулевых остальных, то есть полное отсутствие боковых лепестков.

Допустим, что потери отсутствуют. «Суперразрешение» будет возникать тогда, когда крайние точки не равны по аргументу (фазе), а являются продолжением друг друга в соответствии с наклоном линии аргумента на участке.

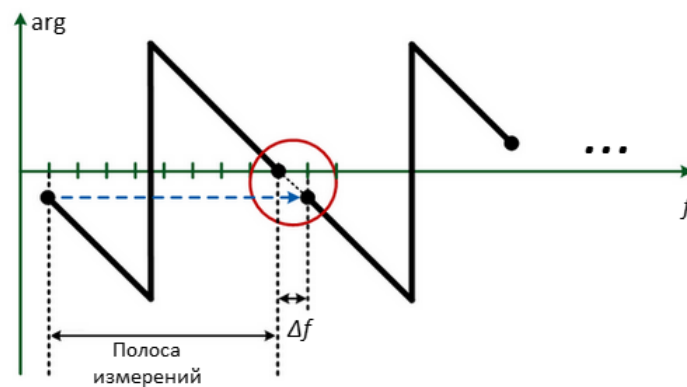


Рисунок 20 – Условие отсутствия разрыва по аргументу (радиосигнал)

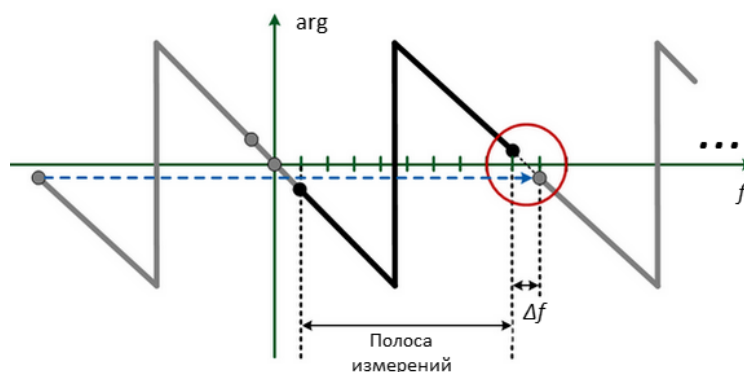


Рисунок 21 – Условие отсутствия разрыва по аргументу (видеосигнал)

Условие возникновения «сверхразрешения»: задержка должна быть кратна $1/\Delta F$, то есть $\tau = n/\Delta F$, где $n = 0,1,2...$

Сшивка по аргументу обрабатываемой частотной характеристики выполняется путем обнуления аргумента на максимальной частоте. То есть, необходимо иметь задержку, которая выводила бы аргумент измерений в 0.

Не всегда сшивка по аргументу измерений обеспечивает минимум боковых во временной области в окрестности интересующей части цепи. В этом случае необходимо «подстроить» аргумент под нужный сигнал: обеспечить сшивку по аргументу выделяемого сигнала.

На рисунке ниже схематично показаны формы диаграмм во временной области «блестящей точки» при различных условиях разрешения. Так называемое «сверхразрешение» возникает, когда задержка до точки такова, что на границе диапазона частот аргумент частотной характеристики равен 0 (сплошная линия). В других случаях возникает «размывание» формы диаграммы во временной области (пунктирная линия).

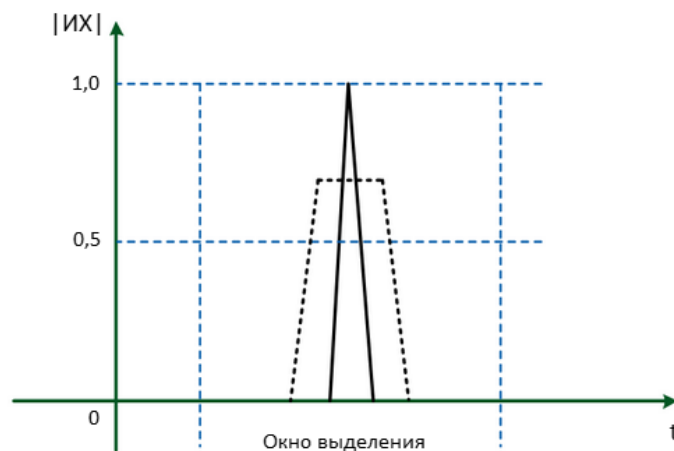


Рисунок 22 – Формы диаграмм во временной области при различных условиях разрешения

Основная идея алгоритма заключается в том, что для повышения точности выделения необходимо приблизить условия расчета диаграммы во временной области к условиям «сверхразрешения» по фильтруемому сигналу.

При достижении условий, близких к «сверхразрешению», наблюдается следующее. Во-первых, максимальное значение модуля импульсной

характеристики становится больше. И, во-вторых, сумма модулей всех отсчетов импульсной характеристики становится меньше. Важно отметить, что нахождение максимального значения модуля или нахождение суммы модулей должно проводиться с учетом формы окна выделения. На рисунке ниже показаны зависимости максимального значения модуля (сплошная линия) и суммы модулей (пунктирная линия) в окне выделения при введении различных задержек в наблюдаемый сигнал.

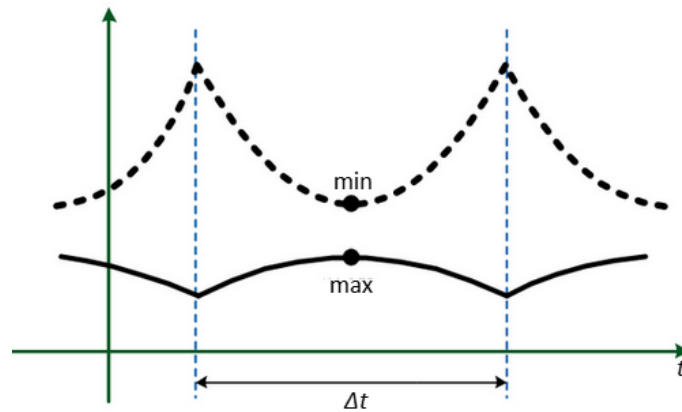


Рисунок 23 – Функции принятия решения

Функции, показанные на рисунке выше, периодические с периодом равным интервалу дискретизации импульсной характеристики. Было установлено, что крутизна в области минимума характеристики суммы модулей выше. Поэтому для реализации алгоритма подстройки к аргументу основного сигнала необходимо использовать сумму модулей.

Приведенные рассуждения позволяют более правильно выбрать вносимое смещение по задержке для снижения боковых лепестков диаграммы во временной области и отсутствия разрывов аргумента.

Сшивка частот по аргументу повышает качество оконной фильтрации.

Перед фильтрацией сигнала во временной области программа подстраивает аргумент измеренной частотной характеристики или фильтруемого сигнала таким образом, чтобы приблизиться к условию «сверхразрешения».

7.3.4 Переходная характеристика

Отклик линейной системы с нулевыми начальными условиями на воздействие единичного скачка называется переходной характеристикой. По определению:

$$h(t) = \Phi^{-1} \left[\frac{S(\omega)}{\omega} \right],$$

где S – частотная характеристика системы; Φ – оператор преобразования Фурье.

То есть переходная характеристика – это интеграл от импульсной характеристики.

Калиброванный анализатор, выполняющий измерения параметров пассивной линейной цепи в дискретных частотных точках, можно считать линейной системой. Для такой системы:

$$h(t) = S(0) \cdot t + C + \sum_{\substack{n=-N \\ n \neq 0}}^N \frac{S(2\pi n \Delta f \cdot \exp(j2\pi n \Delta f \cdot t))}{j2\pi n}$$

Переходная характеристика, рассчитанная в режиме видеосигнала, является действительной функцией времени и зачастую имеет ненулевое среднее значение. Это определяет наличие линейно-нарастающего слагаемого (первое слагаемое), которое вместе с постоянной интегрирования C (второе слагаемое) выбираются так, чтобы обеспечить 0 переходной характеристики до воздействия.

Для расчета переходной характеристики большое значение имеет правильное задание точки (измерений) на нулевой частоте $S(0)$.

Первое и второе слагаемые должно обеспечить нулевые значения $h(t)$ в области отрицательных времен (времен до появления входного воздействия).

Допустим, что известна переходная характеристика, полученная в предположении $S(0) = 0$. Обозначим отсчеты этой характеристики $h_0(t_i)$. Далее можно записать:

$$h_0(t_i) = S(0) \cdot t_i + C, \quad i = -K, \dots, -L, \quad \text{причем } N > K > L.$$

Приведенная формула позволяет составить матричное уравнение:

$$z = H \cdot x$$

где вектор z содержит значения $h_0(t_i)$; вектор $x = [CS(0)]^T$ и матрица H содержит 1 в первом столбце и значения t_i во втором столбце. Оценка вектора x , полученная методом наименьших квадратов, равна:

$$\hat{x}_{MNK} = (H^T \cdot H)^{-1} \cdot H^T \cdot z$$

Таким образом, процедура нахождения $\hat{S}(0) = \hat{X}_{MNK}(2)$ сводится к линейному оператору над результатами предварительного расчета переходной характеристики.

Программа использует переходную характеристику для анализа импеданса вдоль длины оснастки и выполнения соответствующего преобразования импеданса.

Описание преобразования импеданса приведено в руководстве по эксплуатации на анализаторы и кратко в п. [Преобразование импеданса](#).

7.3.5 Преобразование импеданса

Алгоритм преобразования импеданса на основе Т-параметров:

$$T^{pq} = Q^{pm} \cdot T^{mn} \cdot Q^{nq}$$

где T^{nm} – матрица Т-параметров до преобразования; T^{pq} – матрица Т-параметров после преобразования; индексами указаны значения Z . портов.

Алгоритм допускает различие импеданса разных портов, как во входных данных, так и в выходных данных. По первому порту (левая часть формулы) производится преобразование из Z_m в Z_p , а по второму (правая часть формулы) – из Z_n в Z_q .

$$Q^{pm} = \frac{1}{2Z_m} \left| \frac{Z_m}{Z_p} \right| \sqrt{\frac{\text{Re}(Z_p)}{\text{Re}(Z_m)}} \cdot \begin{bmatrix} Z_m + Z_p & Z_m - Z_p \\ Z_m - Z_p & Z_m + Z_p \end{bmatrix}$$

$$Q^{nq} = \frac{1}{2Z_q} \left| \frac{Z_q}{Z_n} \right| \sqrt{\frac{\text{Re}(Z_n)}{\text{Re}(Z_q)}} \cdot \begin{bmatrix} Z_q + Z_n & Z_q - Z_n \\ Z_q - Z_n & Z_q + Z_n \end{bmatrix}$$

$$Q^{nm} = \frac{1}{2Z_m} \left| \frac{Z_m}{Z_n} \right| \sqrt{\frac{\text{Re}(Z_n)}{\text{Re}(Z_m)}} \cdot \begin{bmatrix} Z_m + Z_n & Z_m - Z_n \\ Z_m - Z_n & Z_m + Z_n \end{bmatrix}$$

Преобразование T- и S-параметров:

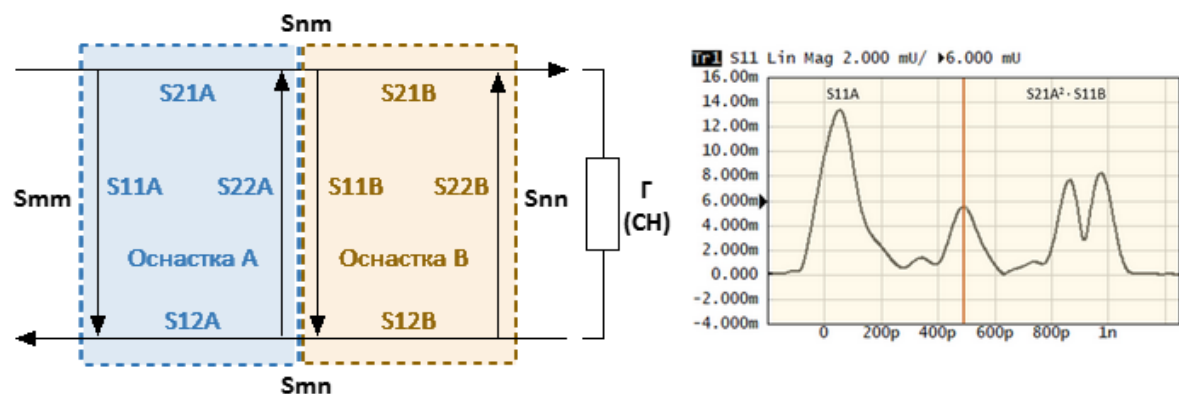
$$T = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{bmatrix} = \frac{1}{S_{21}} \begin{bmatrix} S_{21}S_{12} - S_{11}S_{22} & S_{11} \\ -S_{22} & 1 \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} = \frac{1}{T_{22}} \begin{bmatrix} T_{12} & T_{11}T_{22} - T_{21}T_{12} \\ 1 & -T_{21} \end{bmatrix}$$

7.4 Метод совместной оценки

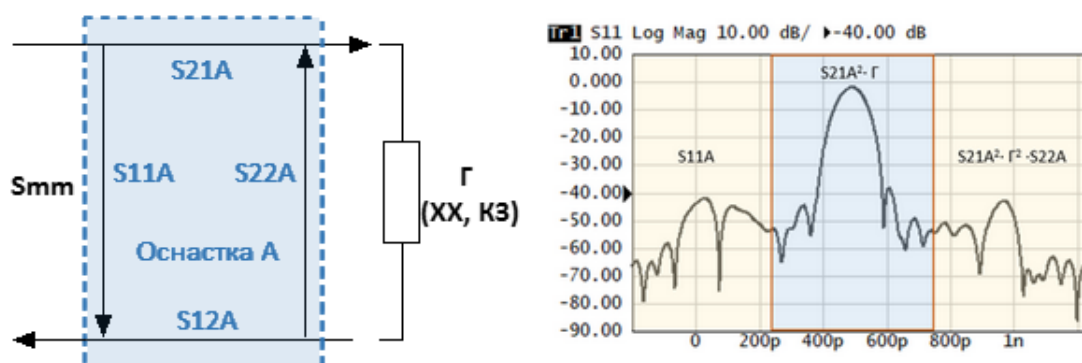
Ниже приведено краткое описание метода совместной оценки (фильтрации) с применением интерполяции кубическими сплайнами.

Модель оснастки



Потоковый граф и импульсная характеристики цепи, вычисленная по коэффициенту отражения

Рисунок 24 – 2xThrough. Оценка S11A и S11B



Потоковый граф и импульсная характеристики цепи, вычисленная по коэффициенту отражения

Рисунок 25 – 1xReflect. Оценка S11A, S22A и S21A

Входными данными являются:

- коэффициент отражения двух соединенных оснасток по 2xThrough (фильтрация осуществляется при прямом и обратном направлении зондирования);
- коэффициент отражения оснастки по 1xReflect.

Выходными данными являются:

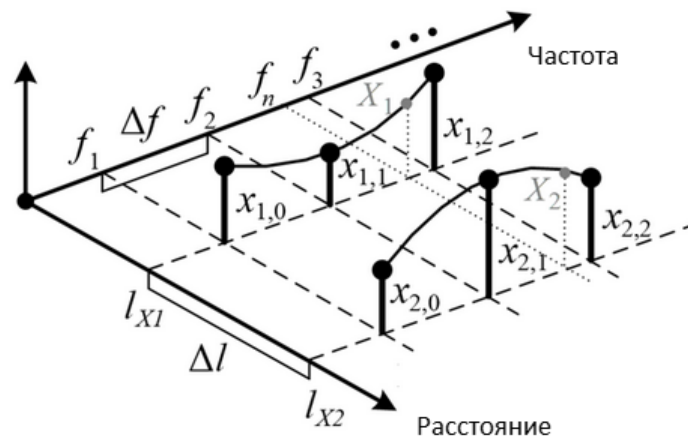
- коэффициенты отражения S11A, S22A, S11B и S22B по 2xThrough;
- коэффициенты отражения S11A, S22A и коэффициент передачи S21A = S12A по 1xReflect.

Вектор состояния или вектор неизвестных параметров x содержит $(K + 1)$ коэффициентов аппроксимации для двух (2xThrough) или трех (1xReflect) частотных характеристик:

$$x_2 = [x_{1,0} \ x_{1,1} \ \dots \ x_{1,K} \ x_{2,0} \ x_{2,1} \ \dots \ x_{2,K}]^T$$

$$x_3 = [x_{1,0} \ \dots \ x_{1,K} \ x_{2,0} \ \dots \ x_{2,K} \ x_{3,1} \ \dots \ x_{3,K}]^T$$

Общее количество координат равно числу неизвестных коэффициентов, то есть $2 \cdot (K + 1)$ для 2xThrough и $3 \cdot (K + 1)$ для 1xReflect.



Δf – шаг по частоте между базовыми точками (точками аппроксимации)

Δl – расстояние между отражателями согласно модели

Рисунок 26 – Время-частотная модель наблюдений на примере 2xThrough

Частотные характеристики, которые аппроксимируются координатами вектора x , определяют вектор наблюдений (вектор калибровочных измерений), который подлежит обработке:

$$z = [z_1 \ z_2 \ \dots \ z_i \ \dots \ z_N]^T$$

где N – число точек в частотной области; z_i – результат измерений (комплексное число) на частоте f_i .

Комплексные вектора состояния и наблюдения x и z связаны линейным выражением. В матричных обозначениях данное выражение можно представить в виде:

$$z = H \cdot x + v$$

где v – вектор случайной погрешности измерений; H – матрица преобразования, имеющая N строк и $2 \cdot (K + 1)$ или $3 \cdot (K + 1)$ столбцов. Помеха v является аддитивной, и задача оценки вектора x не предполагает задания ее статистических характеристик.

Оценка параметров вектора состояния определяется методом наименьших квадратов (МНК) по формуле:

$$\hat{x}_{MНК} = (H^{\dagger}H)^{-1}H^{\dagger} \cdot z$$

где знак \dagger определяет оператор эрмитова сопряжения.

Для вычисления $\hat{x}_{MНК}$ и получения оценки векторов состояния x_2 или x_3 необходимо сформировать матрицу H .

Структура матрицы наблюдений или матрицы преобразования H блочная. Матрицу наблюдений при наличии двух составляющих H_2 и при наличии трех составляющих H_3 запишем следующим образом:

$$H_2 = [H_{2,1} \quad H_{2,2}]$$

$$H_3 = [H_{3,1} \quad H_{3,2} \quad H_{3,3}]$$

Матрицы, которые образуют H_2 и H_3 , имеют N строк и $(K + 1)$ столбцов каждая. Поэтому при умножении строки матрицы H_2 или H_3 на вектор состояния (вектор столбец с $2 \cdot (K + 1)$ или $3 \cdot (K + 1)$ координатами) формируется один отсчет наблюдений, частота которого соответствует номеру данной строки. На практике обычно существенно больше, чем $2 \cdot (K + 1)$ или $3 \cdot (K + 1)$.

Определим формулу для расчета матрицы :

$$H_{\bullet,i} = \begin{bmatrix} S_{1,\bullet} \cdot \exp(-j2\pi f_1 \cdot \Delta t_i) \\ S_{2,\bullet} \cdot \exp(-j2\pi f_2 \cdot \Delta t_i) \\ \dots \\ S_{n,\bullet} \cdot \exp(-j2\pi f_n \cdot \Delta t_i) \\ \dots \\ S_{N,\bullet} \cdot \exp(-j2\pi f_N \cdot \Delta t_i) \end{bmatrix}$$

где $S_{n\bullet}$ – n -я строка матрицы аппроксимации S , которая содержит $(K + 1)$ элемент; Δt_i – задержка i -ой составляющей, определенная по диаграмме во временной области (см. рисунок выше).

Основной вариант аппроксимации – применение кубических сплайнов. Задача формирования матрицы S сводится к задаче расчета базисных сплайнов. Теория сплайн-функций довольно разнообразна. В программе реализован способ аппроксимации в B -форме.

Точность оценок \hat{x}_{MNK} деградирует, если определитель матрицы $(H^\dagger H)$ приближается к нулю. Значение определителя зависит от числа базовых точек $(K + 1)$. Выбор $(K + 1)$ должен обеспечивать по возможности максимальное значение определителя. Таким образом, необходим перебор значений $(K + 1)$, составление матрицы H , расчет определителя $\det(H^\dagger H)$ и фиксация значения $(K + 1)$, соответствующего максимуму определителя. Предварительный расчет базовых точек осуществляется исходя из соотношения $\Delta f \approx c/(2 \cdot l)$ (где Δf – шаг по частоте между базовыми точками, l – электрическая длина оснастки). Минимальное число базовых точек для интерполяции кубическими базисными сплайнами равно 4.

Для восстановления характеристик оснастки на частотах, для которых выполнены калибровочные измерения, следует воспользоваться матрицей аппроксимации S :

$$\hat{X}_i(f) = S \cdot \hat{x}_{MNK}^{(i)}$$

Параметры оснастки, не определяемые методом совместной оценки, вычисляются по формулам согласно потоковому графу.

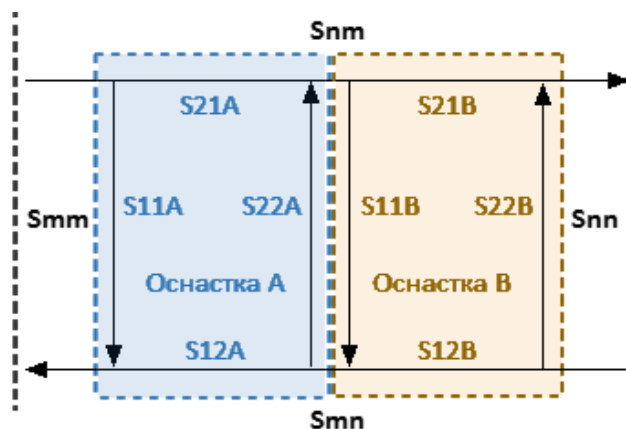
Последовательность действий

- измерение S -параметров оснастки (S_{11m} , S_{21m} , S_{12m} , S_{22m} - вектор наблюдений z);
- вычисление импульсной характеристики и определение электрической длины оснастки;
- предварительный выбор количества базовых точек в зависимости от электрической длины оснастки (K);
- применение итеративного метода для окончательного выбора количества базовых точек, расчета базисных сплайнов и построения матрицы преобразования по максимуму определителя $\det(H^\dagger H)(K, S, H)$

- построение вектора состояния (x);
- расчет S-параметров оснастки (совместная оценка методом наименьших квадратов и формулы согласно потоковому графу);
- корректировка S-параметров оснастки при изменении электрической длины;
- вычисление переходной характеристики и преобразование импеданса.

7.5 Деление S-параметров оснастки пополам

Деление S-параметров оснастки пополам (или Bisection) – это алгоритм, позволяющий разделить исходную матрицу S-параметров на две половины. Оснастка должна быть взаимной.



$S_{mm}, S_{nm}, S_{mn}, S_{nn}$ – S-параметры оснастки, состоящей из двух половин.

Коэффициенты передачи двух половин равны
 $S_{21A} = S_{12A} = S_{21B} = S_{12B} = S_{21}$.

Коэффициенты отражения могут быть разными

Рисунок 27 – Представление оснастки

Запишем выражения для результатов измерений S-параметров (порты анализатора $m = 1, n = 2$):

$$S_{11}^M = S_{11}^A + \frac{S_{11}^B \cdot S_{21}^2}{1 - S_{11}^B \cdot S_{22}^A}$$

$$S_{22}^M = S_{22}^B + \frac{S_{22}^A \cdot S_{21}^2}{1 - S_{11}^B \cdot S_{22}^A}$$

$$S_{21}^M = \frac{S_{21}^2}{1 - S_{11}^B \cdot S_{22}^A}$$

$$S_{12}^M = \frac{S_{21}^2}{1 - S_{11}^B \cdot S_{22}^A}$$

где M – результат измерений, A – параметр относится к левой половине оснастки (Оснастка А), B – параметр относится к правой половине оснастки (Оснастка В).

Усредняем измеренные коэффициенты передачи и составляем систему нелинейных уравнений:

$$\begin{cases} S_{11}^M = S_{11}^A + \frac{S_{11}^B \cdot S_{21}^2}{1 - S_{11}^B \cdot S_{22}^A} \\ S_{22}^M = S_{22}^B + \frac{S_{22}^A \cdot S_{21}^2}{1 - S_{11}^B \cdot S_{22}^A} \\ (S_{21}^M + S_{12}^M)/2 = \frac{S_{21}^2}{1 - S_{11}^B \cdot S_{22}^A} \end{cases}$$

Данная система в программе решается с помощью алгоритма Левенберга-Марквардт.

8 Работа с программой

В данном разделе описывается, как работать с программой "Исключение оснастки".

8.1 Интерфейс программы

После запуска программы "Исключение оснастки" на экране отобразится окно программы (см. рисунок ниже).

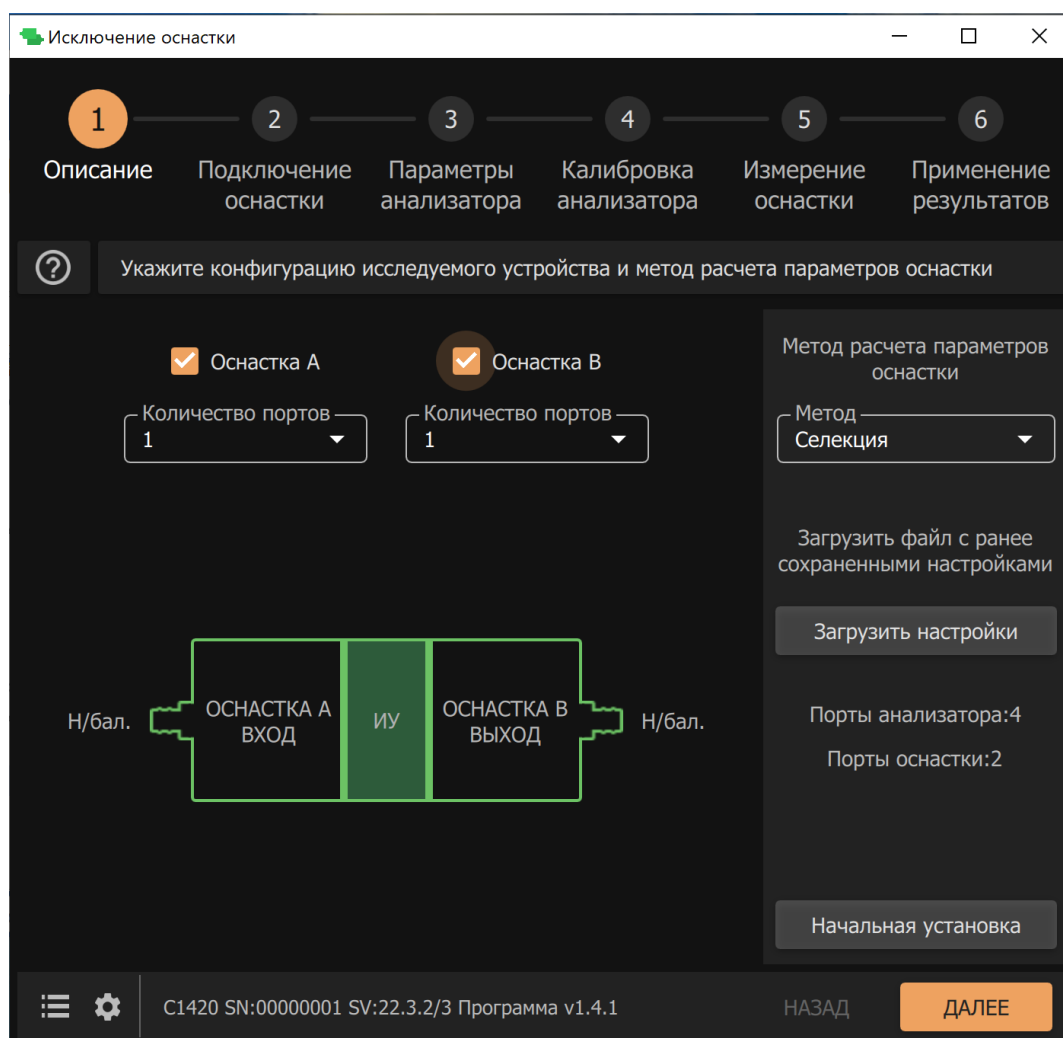


Рисунок 28 – Пример окна программы

Для выполнения измерений следуйте пошаговым инструкциям (см. рисунок ниже).

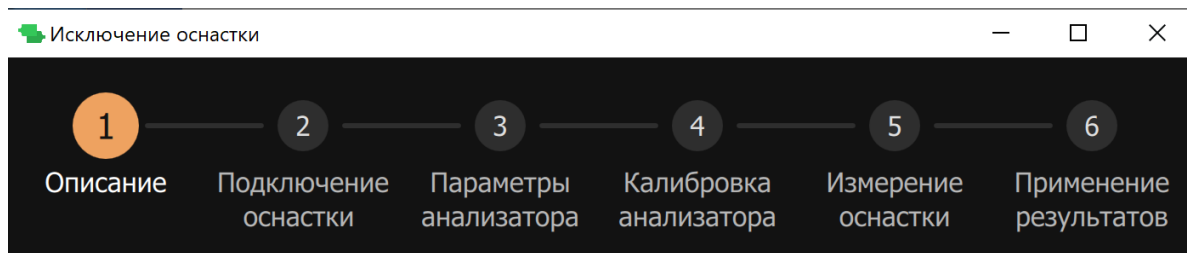


Рисунок 29 – Шаги измерений

Переход от шага к шагу осуществляется путем заполнения необходимых данных в каждом окне и нажатия кнопки **Далее**.

Пошаговый переход без изменения данных осуществляется нажатием по цифре необходимого шага или кнопки **Далее**.

Ошибки, возникающие во время процесса измерения, и другие статусные сообщения отображаются на [панели уведомлений](#).

8.1.1 Описание оснастки

Первая вкладка **Описание** позволяет выбрать конфигурацию оснастки с исследуемым устройством (ИУ) и метод расчета параметров оснастки (см. рисунок ниже).

Находясь на этой вкладке, необходимо убедиться в следующем:

- выбранная конфигурация **Оснастка А – ИУ – Оснастка В** соответствует реальному устройству;
- анализатор имеет достаточное количество портов для подключения.

Также необходимо, чтобы типы соединителей измерительных портов анализатора соответствовали соединителям оснастки.

ПРИМЕЧАНИЕ

Оснастка – это приспособление, на которое или к которому будет подключаться ИУ в момент выполнения измерений.

Предполагается, что пользователь не имеет набора калибровочных мер, с помощью которого можно провести калибровку анализатора в плоскости подключения ИУ.

Данная версия программы работает только с **небалансными портами**. На рисунке эти порты отображаются, как **Н/бал.**

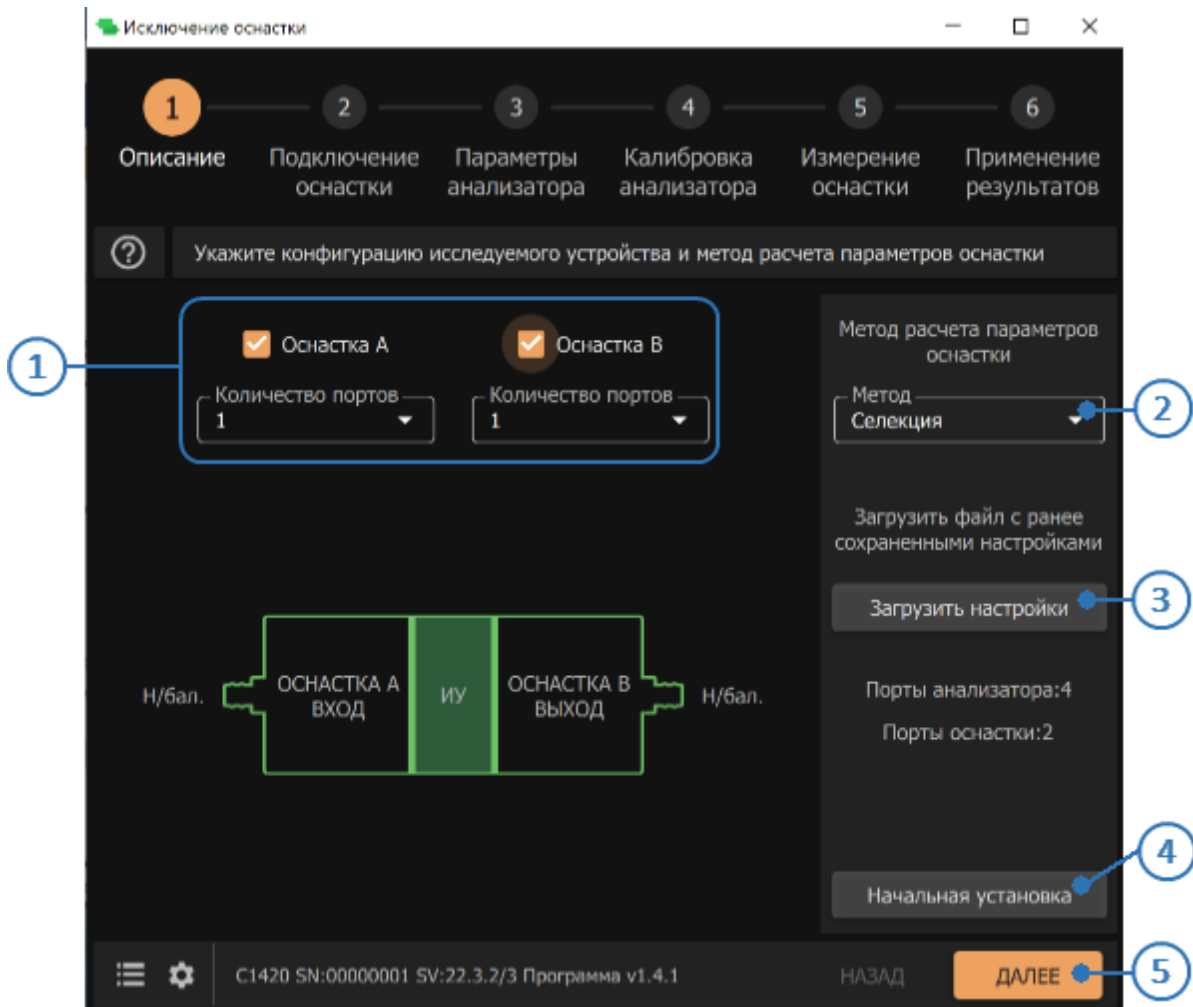


Рисунок 30 – Окно Описание

1 Оснастка А (В)

Выберите необходимое количество портов оснастки А (или В) из списка. Если оснастка А (или В) не будет использоваться, ее можно отключить.

2 Метод

Выберите подходящий метод расчета параметров оснастки из списка (см. п. [Методы расчета параметров оснастки](#)).

3 Загрузить настройки

Нажмите эту кнопку, чтобы загрузить файл состояния с ранее сохраненными настройками (расширение *.STA). Затем перейдите к измерениям параметров оснастки на вкладке Измерение оснастки.

Файл конфигурации описывает поведение органов управления, расположенных на вкладках **Описание**, **Подключение оснастки**, **Параметры анализатора** и **Калибровка анализатора** и содержит:

- настройки анализатора;
- результаты проведенной калибровки;
- настройки программы на перечисленных вкладках.

После загрузки файла состояния остается [измерить параметры оснастки](#) и после этого приступить к измерению ИУ.

4 Начальная установка

Нажмите эту кнопку, чтобы установить программу в исходное состояние.

ВНИМАНИЕ! Сброс удалит все данные измерений без их сохранения и вернет программу в исходное состояние. Соответствующее уведомление появится в окне. Подтвердите выбранное действие.

5 Далее


Нажмите эту кнопку, чтобы перейти к [следующему шагу](#).

SCPI [AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT](#),
[AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT:COUNT](#),
[AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT](#),
[AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT:COUNT](#),
[AFR:SYSTem:CALCulate:METHOD](#), [AFR:SYSTem:STATe:LOAD](#),
[AFR:SYSTem:PRESet](#)

ВНИМАНИЕ! Если выбранное количество портов оснастки А (или В) будет превышать доступное количество портов анализатора, программа выдаст соответствующее предупреждение. При игнорировании данного

предупреждения полученные в дальнейшем результаты измерений параметров оснастки будут некорректными.

Программа определяет ошибки, связанные с неправильными действиями или вычислениями.

При появлении значка критической ошибки  результаты, полученные на последующих шагах, будут неверными.

Вычислительные ошибки, а также статусные сообщения о сохранении и загрузке файлов или установке параметров по умолчанию отображаются на [панели уведомлений](#).

Последовательность действий

1. Проверьте, что количество портов анализатора является достаточным для подключения ИУ к оснастке.
2. Необходимо убедиться в том, что типы соединителей измерительных портов анализатора соответствуют соединителям оснастки.
3. Выберите из списка необходимое количество портов оснастки А. Если оснастка А не будет использоваться, ее можно отключить.
4. Выберите из списка необходимое количество портов оснастки В. Если оснастка В не будет использоваться, ее можно отключить.
5. Выберите из списка подходящий метод расчета параметров оснастки.

8.1.1.1 Методы расчета параметров оснастки

Программа использует высококачественные метрологические алгоритмы исключения цепей для исключения влияния параметров оснастки на ИУ.

Программа поддерживает два способа измерения параметров оснастки: 2xThrough (измерение двух соединенных оснасток перемычкой (на проход) и 1xReflect (измерение оснастки в режиме полного отражения) и три метода определения параметров оснастки, используемых в зависимости от конфигураций оснастки (см. таблицу ниже). Подробнее о способах

измерения параметров оснастки см. в п. [Режимы измерений](#); о методах определения параметров оснастки см. в п. [Обзор методов](#).

| Метод | Описание |
|-----------------------------------|--|
| Селекция | <p>Метод подходит для оснасток, имеющих подводящие линии передач с большой электрической длиной, или для более высокочастотных вариантов. Данный метод поддерживает как 2xThrough, так и 1xReflect.</p> <p>Метод селекции следует использовать, когда электрическая длина оснастки превышает 4 времени нарастания. Допустимы незначительные вариации импеданса вдоль оснастки.</p> |
| Совместная оценка | <p>Наиболее точный метод в случаях, когда сигналы, проходящие через оснастку, значительно перекрываются во временной области и их трудно отделить друг от друга. Данный метод поддерживает как 2xThrough, так и 1xReflect.</p> <p>Метод совместной оценки следует использовать, когда электрическая длина оснастки больше или близка к 4 времени нарастания и отсутствуют вариации импеданса вдоль оснастки.</p> |
| Деление пополам | <p>Данный метод следует использовать, когда оснастка имеет подводящие линии передачи с короткой электрической длиной и недостаточным разрешением во временной области. Данный метод – самый базовый. Метод не выполняет обработку во временной области. Метод деления пополам поддерживает только 2xThrough.</p> |

Описание применения этих методов приведено в таблице ниже.

| Описание/ применение | Метод селекции | Метод совместной оценки | Метод деления пополам |
|-------------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Описание | | | |
| Исходные данные для | Временная область | Время- частотная | Частотная область |

| Описание/ применение | Метод селекции | Метод совместной оценки | Метод деления пополам |
|---|--|-------------------------------|---|
| расчета | | модель наблюдений | |
| Принцип | Традиционный алгоритм фильтрации | Совместная оценка | Решение системы нелинейных уравнений |
| Фильтрующие свойства | + | + | — |
| Поддержка 1xReflect | + | + | — |
| Поддержка 2XThrough | + | + | + |
| Обработка оснастки с установленным устройством | + | — | — |
| Преобразовани е импеданса | + | + | Не применяется |
| Импеданс портов анализатора | Не применяется | Не применяется | Должен быть одинаковым |
| Чувствительност ь к коэффициенту отражения оснастки | Не применяется | Не применяется | Коэффициент отражения оснастки $\leq -$ 20дБ |
| Рекомендуется использовать: | | | |

| Описание/ применение | Метод селекции | Метод совместной оценки | Метод деления пополам |
|--|----------------|-------------------------------|--------------------------|
| Электрическая длина оснастки больше, чем 4 времени нарастания сигнала | + | + | — |
| Электрическая длина оснастки меньше, чем 4 времени нарастания сигнала | — | — | + |
| Электрическая длина оснастки приблизительно равна 4 времени нарастания сигнала | — | + | + |
| Присутствуют незначительные вариации импеданса вдоль оснастки | + | — | Не применяется |
| Отсутствуют вариации импеданса вдоль оснастки | — | + | Не применяется |

Время нарастания $\cong 0.8/F_{max}$, где F_{max} — максимальный диапазон частот анализатора во время измерений.

8.1.1.1.1 Метод селекции

Метод селекции (фильтрации) во временной области использует традиционный алгоритм фильтрации, который подразумевает определение и извлечение параметров оснастки, разделенных расстоянием или временем. Подробнее об алгоритмах метода селекции см. в п. [Селекция во временной области](#).

Для того, чтобы этот метод работал, во временной области должно быть предоставлено соответствующее разрешение, зависящее от максимальной частоты анализатора и электрической длины оснастки. Различные примеры разделения сигналов представлены в разделах, посвященных п. [2xThrough](#) и [1xReflect](#).

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуется использовать оснастку с электрической длиной, превышающей 4 времени нарастания сигнала анализатора.

Для определения начальных, серединных и конечных точек измерения оснастки на временной области, анализ импульсных характеристик выполняется в автоматическом режиме.

Чтобы снизить уровень боковых лепестков импульсной характеристики измеренных данных и достичь максимально доступного разрешения во временной области, выполняется процедура селекции с соответствующим переключением и регулировкой фазы в конце частотного диапазона. Также применяются оконные функции для сглаживания резкости исходного отклика.

Селекция поддерживает способы [2xThrough](#) и [1xReflect](#) для измерения параметров оснасток и дальнейшего их исключения.

8.1.1.1.2 Метод совместной оценки

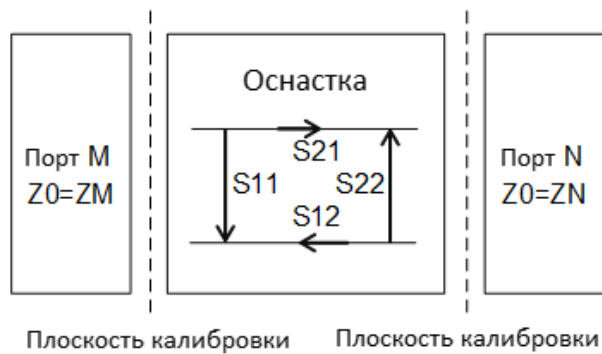
Метод совместной оценки представляет собой модифицированный алгоритм фильтрации. Он способен фильтровать все необходимые сигналы строго в соответствии с графическим предоставлением потока сигналов оснастки, подключенной к анализатору. Процедура совместного оценивания выполняется одновременно для всех параметров, а не последовательно со

временем для каждого из них (т.е. оценки параметров оснастки зависят друг от друга). Подробнее об алгоритмах метода совместной оценки см. в п. [Метод совместной оценки](#).

Различия между методом совместного оценивания и алгоритмом селекции

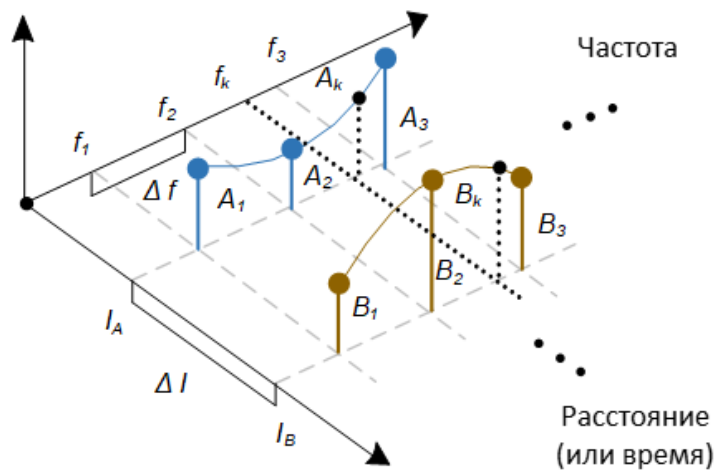
| Значение | Метод совместной оценки | Алгоритм селекции |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Исходные данные для расчета | Время-частотная модель | Временная область |
| Базовый алгоритм | МНК | Преобразование Фурье |
| Интерполяция | Кубический сплайн | Гармоническая функция |
| Расчеты | Зависимые | Автономные |

Для метода совместного оценивания используется алгоритм совместной оценки МНК для определения параметров оснастки в соответствии с частотно-временной моделью. Ниже приведен пример соединения оснастки на проход.



Измерение оснастки (соединение на проход) с помощью калиброванного анализатора в прямом направлении

Рисунок 31 – Остаточные параметры анализатора в соответствии с 12 (10) факторами ошибок



Измерение отражения соединения на проход: входящие и выходящие отраженные сигналы оснастки A и B, соединенные между калиброванными портами анализатора, разделенными расстоянием (или временем).

Рисунок 32 – Время-частотная модель

Результат измерений параметра M :

$$M_k = A_k \cdot e^{-j2\pi f_k T_A} + B_k \cdot e^{-j2\pi f_k T_B}$$

где T – временные задержки.

Модель описывается совокупностью так называемых отражателей, у каждого из которых имеются:

- известные временные задержки, т.е. известные позиции отражателей во временной области;
- неизвестные частотные характеристики;
- совокупность стандартных выборок в частотно-временной плоскости.

Совокупность выборок и кубических сплайнов используются для интерполяции частотных характеристик отражателей.

Совместная оценка параметров оснастки, полученная во время измерений отражения, позволяет этому методу разделять различные части оснастки, даже когда сигналы (боковые лепестки импульсных характеристик этих отражателей) в соответствии с переходным графом сигналов значительно перекрываются во временной области. Другими словами, этот алгоритм

имеет потенциально лучшее разрешение для разделения сигналов, распространяющихся внутри оснастки, чем метод селекции.

Метод совместной оценки поддерживает способы 2xThrough и 1xReflect для определения параметров оснастки, а также для исключения цепей.

ПРИМЕЧАНИЕ Качество этого метода определяется качеством линий оснастки. В случае, если имеются некоторые вариации импеданса вдоль оснастки, метод снизит точность измерений. Предполагается, что линии между отражателями достаточно однородные, и местоположение точек отражателей известно.

8.1.1.1.3 Метод деления пополам

Метод деления S-параметров оснастки пополам разделяет на две половины набор измеренных S-параметров взаимной оснастки, имеющей параметры $S_{21} \cong S_{12}$ и $S_{11} \neq S_{22}$. Все расчеты выполняются только в частотной области.

Деление пополам позволяет выполнять исключение линий, когда электрической длины оснастки недостаточно для обеспечения необходимого разрешения во временной области, и использование методов с временным критерием, таких как селекция или совместная оценка, невозможно. Этот метод не обладает фильтрующими свойствами и не способен разделять различные сигналы вдоль оснастки. Подробнее об алгоритмах метода деления пополам см. в п. [Деление S-параметров оснастки пополам](#).

ПРИМЕЧАНИЕ Для получения соответствующих результатов измерений с помощью метода деления пополам, уровень отражения оснастки должен быть достаточно низким. Рекомендуемый уровень – не выше 20дБ в требуемом диапазоне частот.

Предполагается, что анализатор будет иметь импеданс Z_0 на каждом порту.

Метод деления пополам поддерживает только 2XTHROUGH (когда оснастки А и В соединены друг с другом). Метод не поддерживает 1X REFLECT.

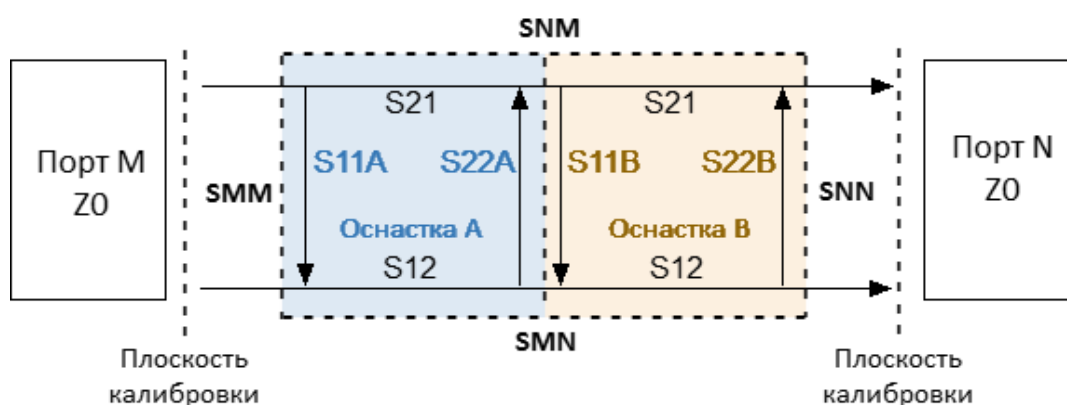


Рисунок 33 – График потока сигналов для демонстрации распределения S-параметров каждой оснастки

Система уравнений для нахождения S-параметров каждой оснастки:


$$\begin{cases} SMM_{MEAS} = S11A + \frac{S11B \cdot S21^2}{1 - S11B \cdot S22A} \\ SNN_{MEAS} = S22B + \frac{S22A \cdot S21^2}{1 - S11B \cdot S22A} \\ \frac{SNM_{MEAS} + SMN_{MEAS}}{2} = \frac{S21^2}{1 - S11B \cdot S22A} \end{cases}$$

8.1.2 Подключение оснастки

Второй шаг **Подключение оснастки** позволяет выбрать схемы измерения оснастки, а также назначить порты между анализатором и оснасткой (см. рисунок ниже).

Измерение выбранных схем будет осуществляться на вкладке [Измерение оснастки](#). Количество шагов измерений будет соответствовать количеству схем.

ВНИМАНИЕ! Программа определяет ошибки, связанные с неправильными действиями или вычислениями.

При появлении значка критической ошибки  результаты, полученные на последующих шагах, будут неверными.

Вычислительные ошибки, а также статусные сообщения о сохранении и загрузке файлов или установке параметров по умолчанию отображаются на [панели уведомлений](#).

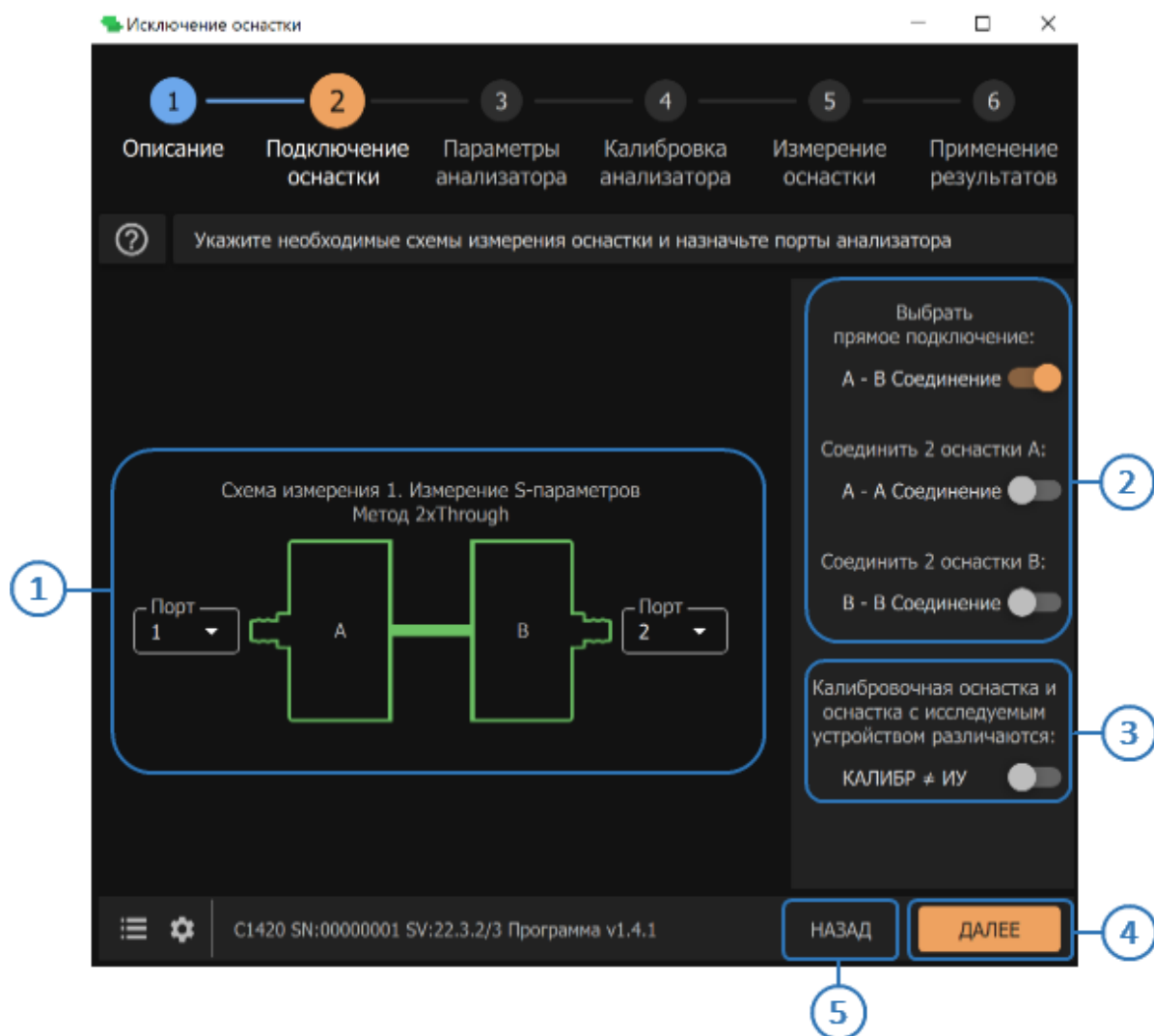


Рисунок 34 – Подключение оснастки

① Порты анализатора

Выберите нужный порт из выпадающего списка.

② Схемы измерений

Выберите необходимую схему измерений: А-В, А-А, или В-В.

③ КАЛИБР ≠ ИУ

Используйте режим **КАЛИБР ≠ ИУ**, если ИУ установлено или конструктивно встроено в оснастку, и нет возможности его извлечь.

ВНИМАНИЕ! Режим **КАЛИБР ≠ ИУ** доступен только когда выбран метод селекции.

④ ДАЛЕЕ

Нажмите эту кнопку, чтобы перейти к [следующему шагу](#).

⑤ НАЗАД

Нажмите эту кнопку, чтобы вернуться к [предыдущему шагу](#).

SCPI [AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT,](#)
[AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT:AUX,](#)
[AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT,](#)
[AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT:AUX,](#)
[AFR:SYSTem:FIXTure:CONNECTion:DIRect,](#)
[AFR:SYSTem:FIXTure:CONNECTion:LEFT:THRU,](#)
[AFR:SYSTem:FIXTure:CONNECTion:RIGHT:THRU,](#)
[AFR:SYSTem:FIXTure:CONNECTion:DUT:DIFFerent](#)

Последовательность действий

1. Используйте варианты А-В, А-А, или В-В, чтобы выбрать необходимую схему измерения оснасток. Выбранная схема автоматически отобразится в окне программы. Включенный переключатель схемы соответствует 2xThrough, а выключенный – 1xReflect.

Схема А-В применяется при использовании оснасток, близких по топологии и длине, и расположенных по входу и выходу ИУ.

Схема А-А используется, если имеются две идентичные входные оснастки А, которые могут быть подключены друг к другу. Вспомогательная оснастка отображается на схеме как А доп.

Схема В-В используется, если есть две идентичные выходные оснастки В, которые могут быть подключены друг к другу. Вспомогательная оснастка показана на схеме как В доп.

Схемы А-А и В-В позволяют проводить измерение на проход, если оснастки А и В существенно отличаются друг от друга.

Если соединение на проход невозможно, параметры оснастки будут определяться по 1xReflect, т.е. в режиме короткого замыкания (КЗ) или холостого хода (ХХ).

2. Программа предлагает использовать режим КАЛИБР ≠ ИУ, если ИУ установлено или конструктивно встроено в оснастку, и нет возможности его извлечь. В этом случае проводятся два измерения: (1) калибровочной оснастки без ИУ и (2) исследуемой оснастки с ИУ. Эти две оснастки должны быть идентичными по свойствам. Совместная обработка измерений позволит получить более достоверные параметры ИУ без его отсоединения. Обратите внимание, что если калибровочная и исследуемая оснастки отличаются, в особенности по длине, то результаты совместных измерений будут недействительными. Результаты в графической форме можно просмотреть в разделе Измерение оснастки/ редактировать характеристики оснастки

Режим **КАЛИБР ≠ ИУ** доступен только при выборе метода **селекции**.



3. После выбора схемы измерения оснастки назначьте порты анализатора, выбрав их из выпадающего списка.

8.1.2.1 Схемы измерений оснастки

В данном разделе описываются типы входов оснастки.

Небалансные порты (Н/бал)

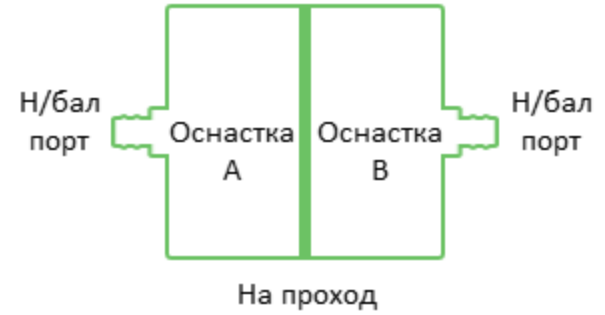
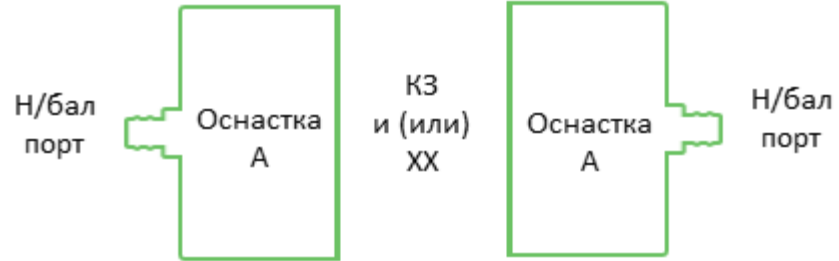
Оснастки с 1, 2, 3 или 4 небалансными портами

| Отражение | Передача |
|---|---|
| Способ 1X Reflect (измерение в режиме холостого хода и (или) короткого замыкания) | Способ 2XThrough (Измерение на проход). |
| Оснастка с одним небалансным портом | |
|  <p>The diagram shows a rectangular box labeled "Оснастка А" (Fixture A). On the left side, there is a single unbalanced port labeled "Н/бал порт". On the right side, there are two terminals labeled "КЗ и (или) ХХ" (Short circuit and/or Open circuit).</p> |  <p>The diagram shows two rectangular boxes labeled "Оснастка А" and "Оснастка А доп" (Fixture A and Fixture A supplement) connected in series. On the left side of the first fixture is an unbalanced port labeled "Н/бал порт". On the right side of the second fixture is another unbalanced port labeled "Н/бал порт". A vertical line between the two fixtures is labeled "На проход" (Through).</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ — Если есть две одинаковые оснастки, их можно соединить вместе.</p> |

Отражение

Передача

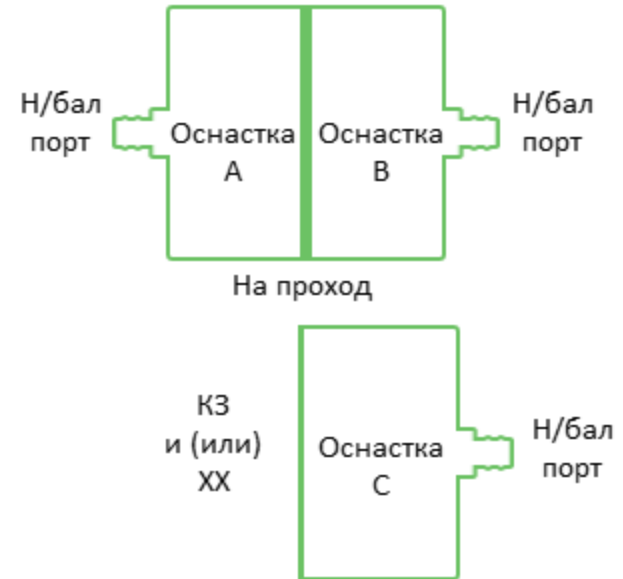
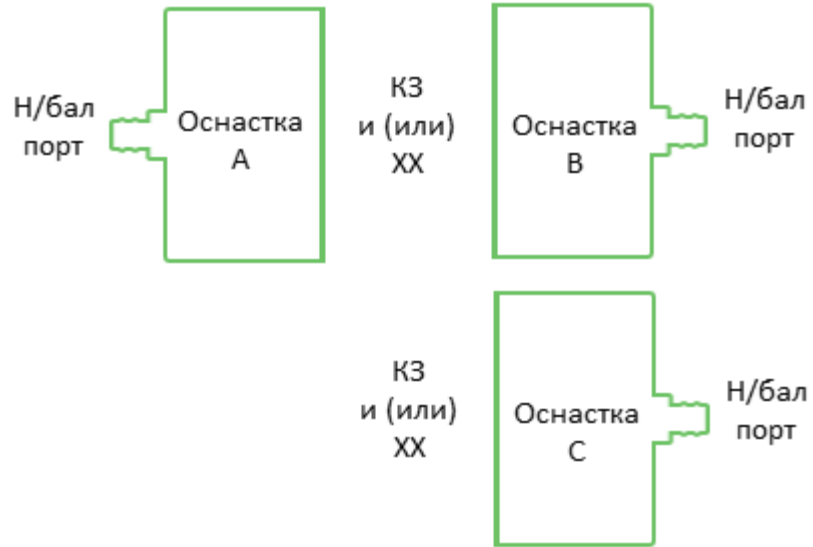
Оснастка с двумя небалансными портами



Отражение

Передача

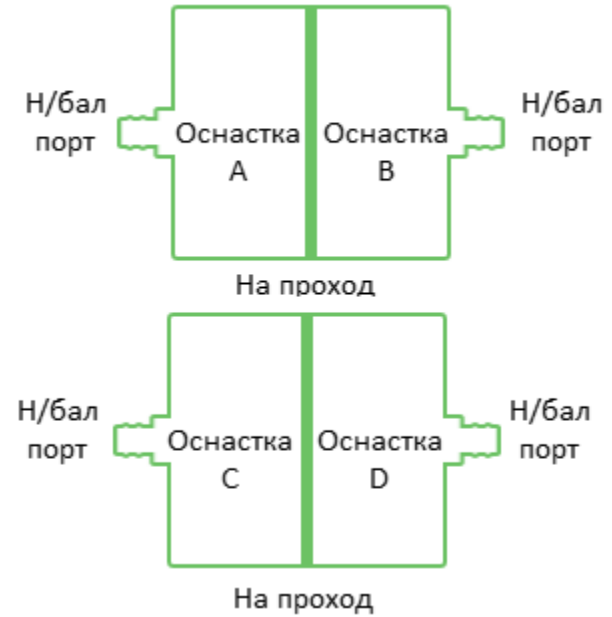
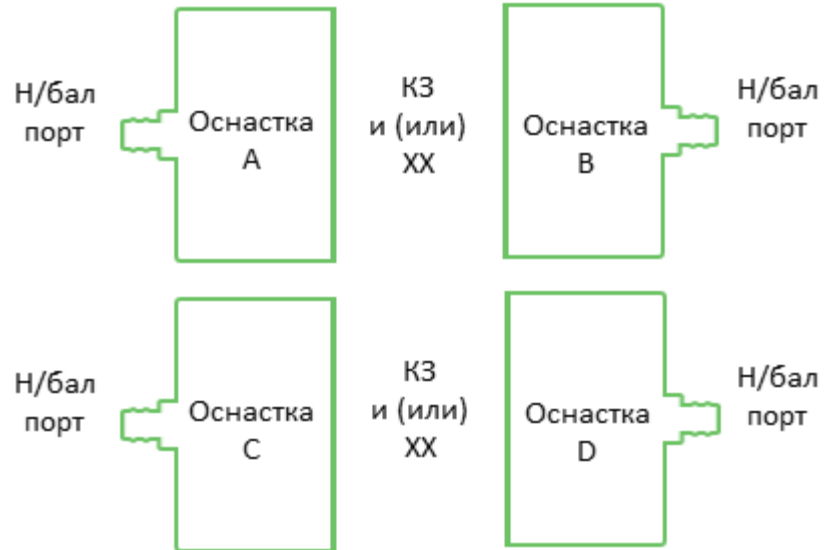
Оснастка с тремя небалансными портами



ПРИМЕЧАНИЕ — Передача может быть измерена между любыми двумя парами оснастки

Отражение**Передача**

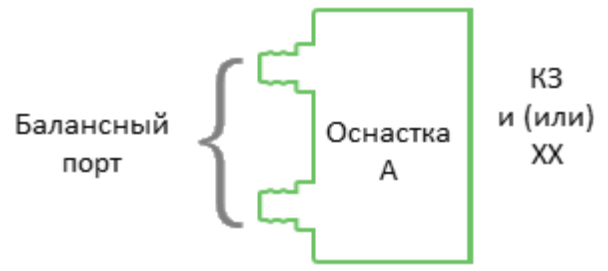

Оснастка с четырьмя небалансными портами

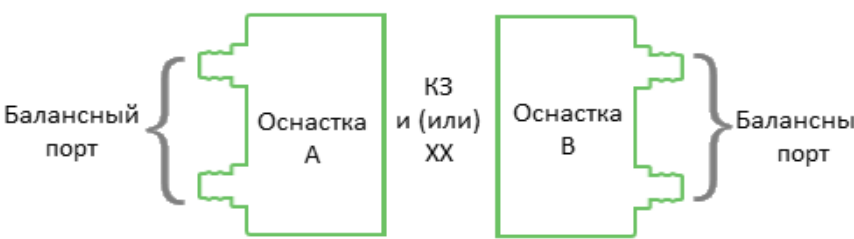



ПРИМЕЧАНИЕ — Передача может быть измерена между любыми двумя парами оснастки

Балансные порты

Оснастки с одним или двумя балансными портами.

| Отражение | Передача |
|--|---|
| Измерение способом 1X Reflect, мерами холостого хода и (или) короткого замыкания | Измерение способом 2XTHRU, на проход |
| Оснастка с одним балансным портом | |
|  <p>Балансный порт</p> <p>Оснастка А</p> <p>КЗ и (или) ХХ</p> |  <p>Балансный порт</p> <p>Оснастка А</p> <p>Оснастка А доп</p> <p>Балансный порт</p> <p>На проход</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ — Если есть две одинаковые оснастки, их можно соединить вместе.</p> |

| Отражение | Передача |
|---|---|
| Оснастка с двумя балансными портами | |
|  <p>Diagram illustrating the reflection setup. Two separate equipment units, labeled "Оснастка А" (Equipment A) and "Оснастка В" (Equipment B), are shown. Each unit has two balanced ports. A bracket on the left side of Equipment A is labeled "Балансный порт" (Balanced port). A bracket on the right side of Equipment B is labeled "Балансный порт" (Balanced port). Between the two units, the text "КЗ и (или) ХХ" (Short circuit and/or Open circuit) is written, indicating the connection type between the ports.</p> |  <p>Diagram illustrating the transmission setup. Two equipment units, labeled "Оснастка А" (Equipment A) and "Оснастка В" (Equipment B), are shown side-by-side. Each unit has two balanced ports. A bracket on the left side of Equipment A is labeled "Балансный порт" (Balanced port). A bracket on the right side of Equipment B is labeled "Балансный порт" (Balanced port). A vertical line is drawn between the two units, labeled "На проход" (Through), indicating the connection type between the ports.</p> |

8.1.3 Параметры анализатора

На данном шаге можно задать параметры анализатора и выбрать значение импеданса, относительно которого будут рассчитываться S-параметры.


ВНИМАНИЕ! Функции вычисления и преобразования импеданса доступны только в режиме видеосигнала. Рекомендуется использовать этот режим во всех случаях, когда возможна установка частотной сетки, при которой начальная частота и шаг по частоте равны друг другу.

Текущий режим отображается в верхней части программы:

- режим радиосигнала $F_{\text{знач}} \neq F_{\text{шаг}}$;
- режим видеосигнала $F_{\text{знач}} = F_{\text{шаг}}$. Этот режим делает доступными функции вычисления и преобразования импеданса. Режим имеет лучшее частотное разрешение, что способствует более качественным вычислениям методом селекции.

Измерьте оснастку в максимально широком диапазоне частот, независимо от диапазона измерения ИУ. Результаты расчета параметров оснастки [сохраняются в файле](#) и могут быть интерполированы в любой более узкий диапазон частот без потери их точности.

ВНИМАНИЕ! Программа определяет ошибки, связанные с неправильными действиями или вычислениями.

При появлении значка критической ошибки  результаты, полученные на последующих шагах, будут неверными.

Вычислительные ошибки, а также статусные сообщения о сохранении и загрузке файлов или установке параметров по умолчанию отображаются на [панели уведомлений](#).

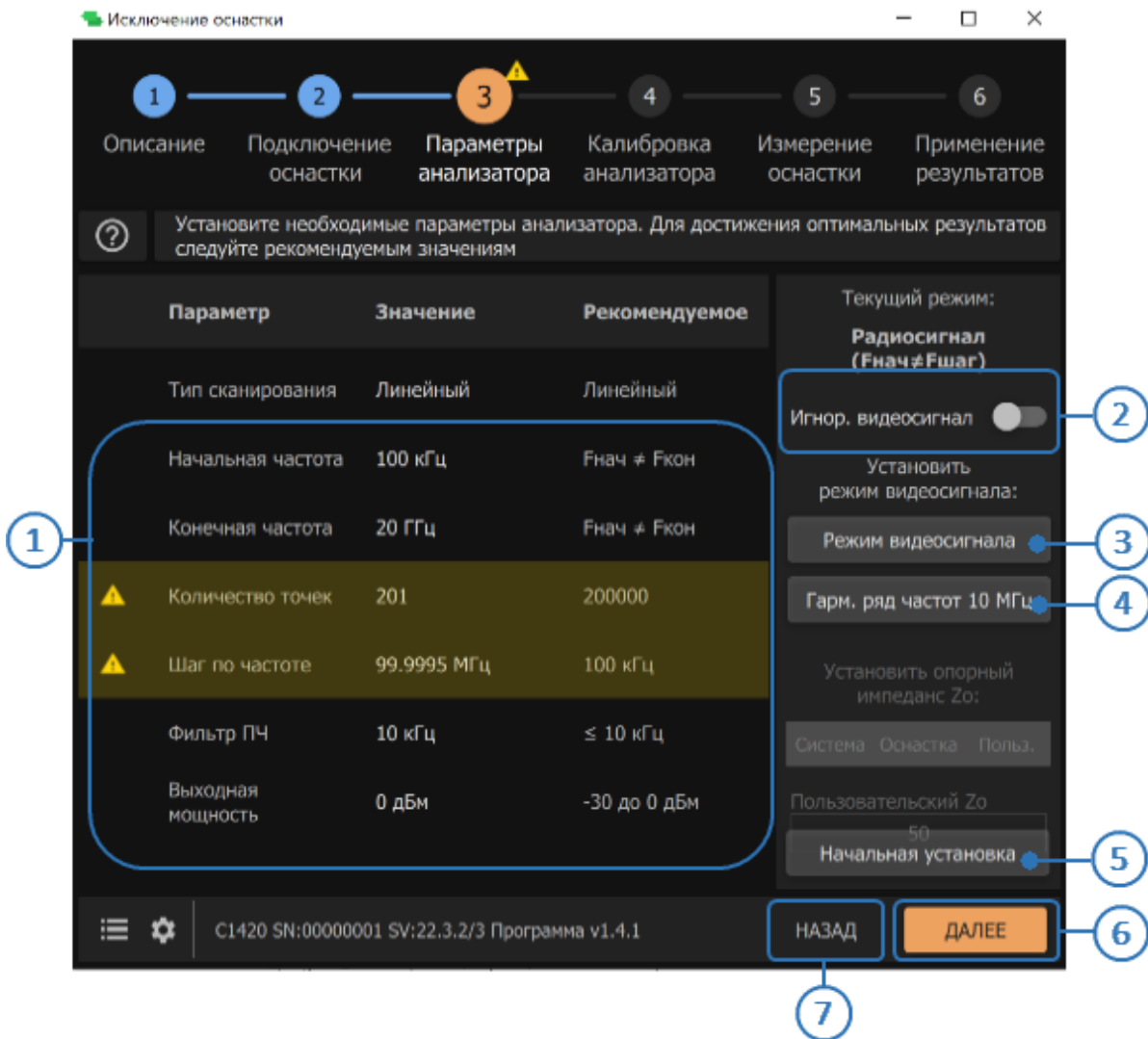


Рисунок 35 – Параметры анализатора

① Параметры анализатора

Задайте параметры анализатора:

- начальная и конечная частоты, количество точек
- фильтр ПЧ
- значение выходной мощности
- параметры преобразования импеданса (при необходимости)

② Игнор. видеосигнал

Переведите вправо переключатель **Игнор. видеосигнал**, чтобы игнорировать рекомендованную сетку частот.

3 Режим видеосигнала

Нажмите эту кнопку, чтобы задать $F_{нач} = F_{шаг}$, изменив начальную частоту и сохранив количество точек неизменным.

4 Гарм. ряд частот 10 МГц

Нажмите эту кнопку, чтобы задать $F_{нач} = F_{шаг} = 10$ МГц, и максимальную конечную частоту.

5 Начальная установка

Нажмите эту кнопку, чтобы установить параметры анализатора по умолчанию.

6 Далее

Нажмите эту кнопку, чтобы перейти к [следующему шагу](#).

7 Назад

Нажмите эту кнопку, чтобы вернуться к [предыдущему шагу](#).

SCPI [AFR:SENSe:SWEep:TYPE?](#), [AFR:SENSe:FREQuency:START](#),
[AFR:SENSe:FREQuency:STOP](#), [AFR:SENSe:SWEep:POINTs](#),
[AFR:SENSe:FREQuency:STEP?](#), [AFR:SENSe:BANDwidth](#),
[AFR:SENSe:POWer](#), [AFR:SYSTem:LPass:IGNore](#), [AFR:CALCulate:LP](#),
[AFR:CALCulate:LP:10Mhz](#), [AFR:CALCulate:ZCONversion](#),
[AFR:SYSTem:ZCONversion:TYPE](#), [AFR:SENSe:PRESet](#)

Последовательность действий

1. Задайте параметры анализатора.
-

ВНИМАНИЕ! Расчет параметров оснастки выполняется только при линейном сканировании по частоте (равномерном распределении точек в диапазоне частот).

Нажмите кнопку **Начальная установка**, чтобы установить параметры анализатора по умолчанию.

Для быстрой настройки частотной сетки, соответствующей режиму видеосигнала, воспользуйтесь кнопками **Режим видеосигнала** или **Гарм. ряд частот 10 МГц**:

- режим видеосигнала задает $F_{нач} = F_{шаг}$, изменяя начальную частоту и сохраняя количество точек неизменным;
- гарм. ряд частот 10 МГц задает $F_{нач} = F_{шаг} = 10$ МГц, и максимальную конечную частоту.

ПРИМЕЧАНИЕ Чтобы игнорировать рекомендованную сетку частот, переведите вправо переключатель **Игнор. видеосигнал**.

Ввод параметров анализатора вручную:

- введите значения частотно-зависимых параметров: начальную и конечную частоты, а также количество точек. Шаг по частоте рассчитывается автоматически;

ВНИМАНИЕ! При установке количества точек более 20 000, скорость измерений и вычислений значительно снижается.

- введите значение для параметра **Фильтр ПЧ**. Выбор значения данного параметра представляет собой компромисс между скоростью измерений и динамикой измерений S-параметров. Более высокое значение означает более высокую скорость, но меньшую динамику, т.е. меньшую чувствительность приемников анализатора. В большинстве случаев значение фильтра ПЧ выбирается в диапазоне от 1 до 10 кГц;
- введите значение для выходной мощности. Оно не должно превышать 0 дБм, так как это может привести к компрессии приемников анализатора и искажению результатов измерений. При низком уровне мощности результат может быть слишком зашумленным. Это повлияет на качество всех методов расчета параметров оснастки, реализованных в программе.

ВНИМАНИЕ! При вводе значений, отличных от рекомендуемых, появляется уведомление об ошибке с пояснением того, как их исправить или изменить. Рекомендуемые значения указаны в столбце **Рекомендуемое**. В большинстве случаев они являются необязательными,

их цель – облегчить процесс настройки параметров анализатора.

2. При необходимости выберите параметры преобразования импеданса.

Функции вычисления и преобразования импеданса доступны только в режиме видеосигнала.

Исключение оснастки используется для определения параметров оснастки и исключения ее влияния на результат измерения ИУ, т.е. программа предназначена для смещения плоскости калибровки анализатора через оснастку непосредственно к ИУ.

В зависимости от конструкции оснастки, характеристический импеданс ее линий передачи может отличаться от системного импеданса анализатора. Это означает, что без преобразования импеданса измеренные в дальнейшем S-параметры ИУ будут определяться относительно импеданса оснастки. Если импеданс оснастки и анализатора значительно различаются друг от друга, S-параметры ИУ будут смещены.

Программа оценивает импеданс линий передачи оснастки и позволяет корректировать ее S-параметры таким образом, чтобы получить S-параметры ИУ в пределах требуемого значения импеданса.

Результаты вычисления импеданса вдоль длины оснастки можно просмотреть в п. [Измерение оснастки](#).

Возможные варианты преобразования импеданса. Программа определяет импеданс оснастки и преобразует ее вычисленные S-параметры относительно:

- системного импеданса анализатора;
- импеданса оснастки;
- произвольного значения импеданса.

После выполнения преобразования системный импеданс анализатора устанавливается в соответствии с выбранным значением. В этом случае анализатор, загружаемые S-параметры оснастки и S-параметры устройства будут привязаны к одному и тому же значению импеданса.

8.1.4 Калибровка анализатора


Раздел содержит рекомендации по калибровке анализатора, которые позволяют получить достоверные результаты измерений для выбранной схемы на вкладке **Подключение оснастки**.

Для измерения оснастки требуется N-портовая калибровка активного канала анализатора. Калибровка выполняется в программном обеспечении анализатора. Необходимая информация о текущей калибровке приведена в табличном виде на вкладке **Калибровка анализатора**.

Строка **Калиброванные порты** отображает, какие именно порты должны быть задействованы в калибровке. Количество портов определяет требуемый тип N-портовой калибровки. Данные для заполнения значений строки **Калиброванные порты** связаны с назначенными портами во вкладке **Подключение оснастки**, т.е. с выбранными схемами измерений оснастки.

ПРИМЕЧАНИЕ Интерполяция или экстраполяция калибровочных данных не допускается. Это означает, что калибровка должна выполняться на частотах, соответствующих заданным во вкладке **Параметры анализатора**.

ВНИМАНИЕ! Программа определяет ошибки, связанные с неправильными действиями или вычислениями.

При появлении значка критической ошибки  результаты, полученные на последующих шагах, будут неверными.

Вычислительные ошибки, а также статусные сообщения о сохранении и загрузке файлов или установке параметров по умолчанию отображаются на [панели уведомлений](#).

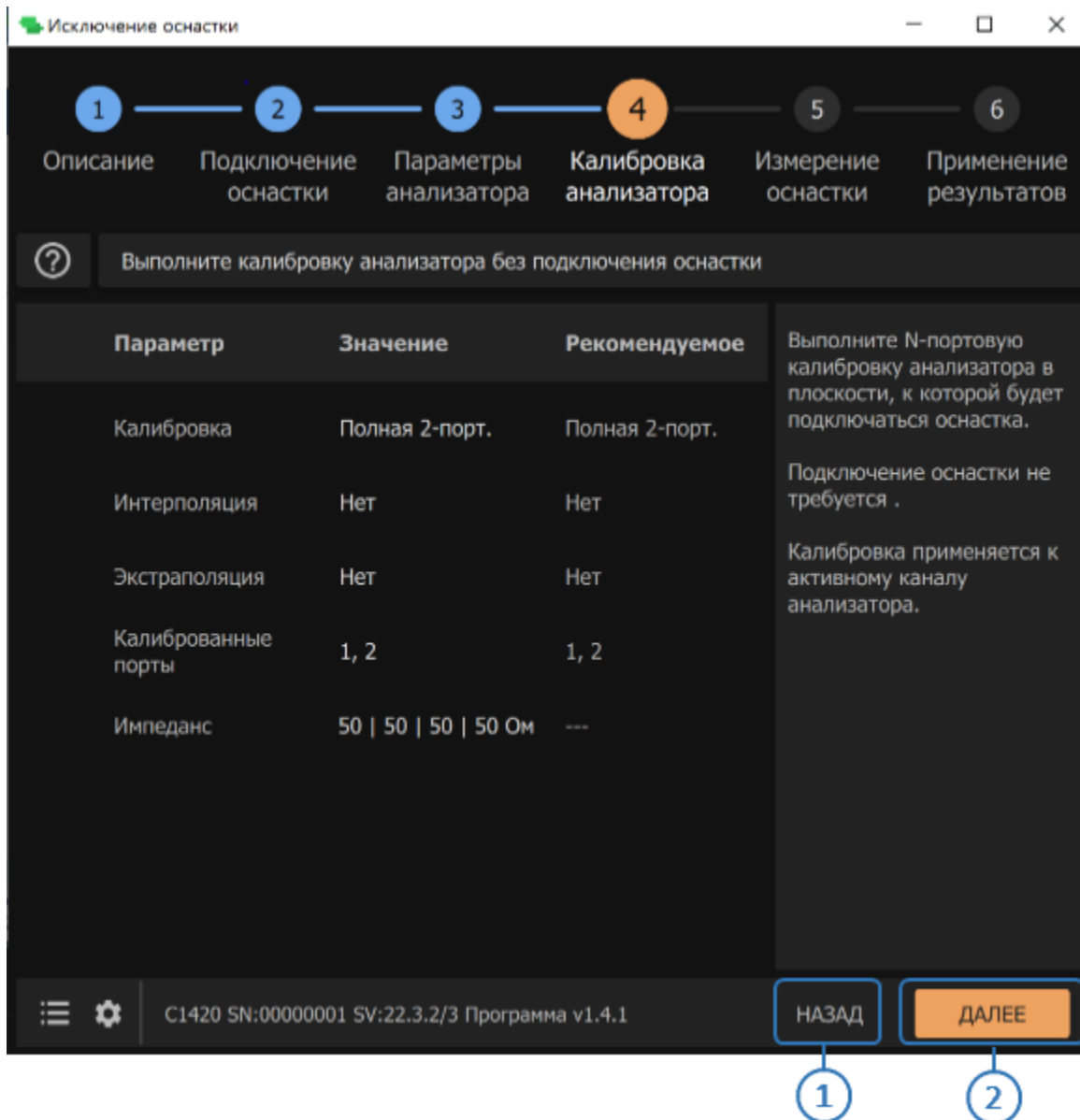


Рисунок 36 – Калибровка анализатора

① **Назад**

Нажмите эту кнопку, чтобы вернуться к [предыдущему шагу](#).

② **Далее**

Нажмите эту кнопку, чтобы перейти к [следующему шагу](#).

SCPI [AFR:SENSe:CALIBration:TYPE?](#)

Последовательность действий

1. Подключите кабели СВЧ к портам, перечисленным в программе. Оснастку подключать не нужно.
2. Перейдите в программное обеспечение анализатора и выполните N-портовую калибровку (см. п. [Настройка калибровки](#)). Порядок выполнения калибровки приведен в руководстве по эксплуатации анализатора. Для выполнения калибровки требуется набор механических или автоматических калибровочных мер с соответствующими типами соединителей.
3. Вернитесь в программу Измерение оснастки, проверьте наличие ошибок и убедитесь, что импедансы портов соответствуют требуемым значениям. Если ошибки отсутствуют, перейдите на вкладку [Измерение оснастки](#).
4. Запрещается менять кабели СВЧ после калибровки. В момент проведения калибровки изгибы кабелей должны быть минимально возможными.

8.1.4.1 Настройка калибровки

В данном разделе описывается, как настроить различные типы калибровки.

Двухпортовая калибровка

Полная двухпортовая калибровка совмещает две однопортовые для каждого измерительного порта, плюс одно соединение на проход, при котором выполняются измерения передачи в обоих направлениях. Также двухпортовая калибровка может быть произведена с помощью автоматического калибровочного модуля (АКМ).

На рисунках ниже показан пример двухпортовой калибровки портов 1 и 4 с помощью АКМ и набора механических калибровочных мер.

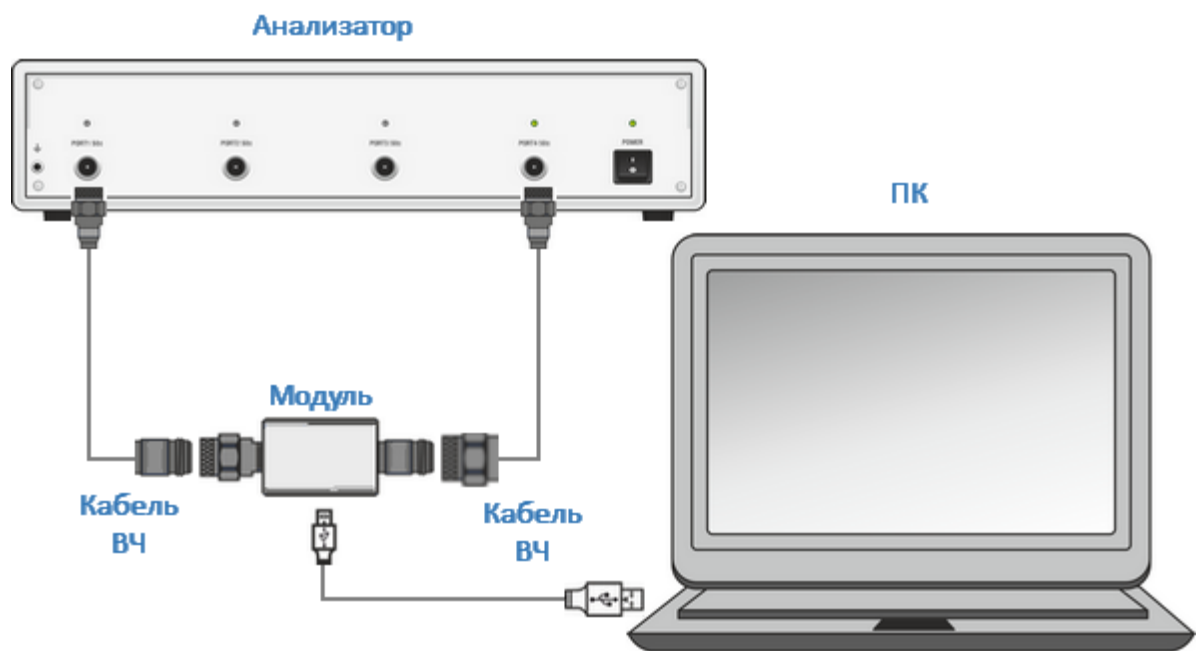


Рисунок 37 – Полная двухпортовая калибровка с автоматическим калибровочным модулем (АКМ)

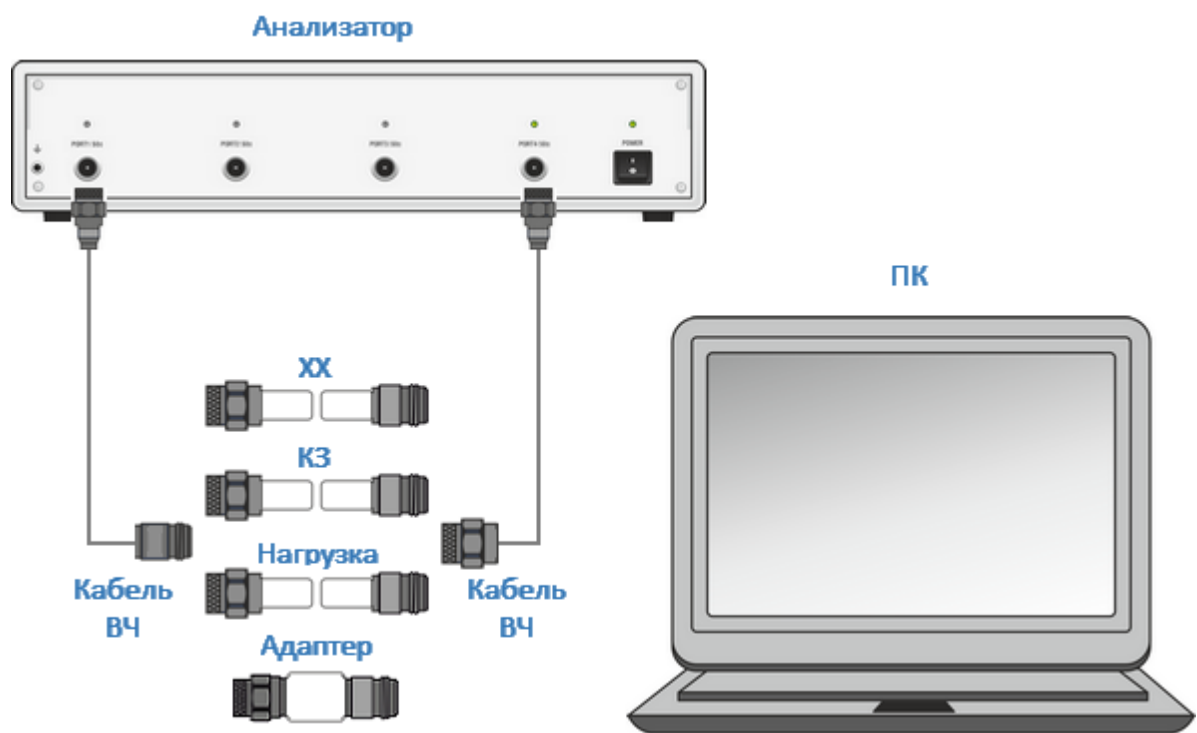


Рисунок 38 – Полная двухпортовая калибровка с набором механических калибровочных мер

Трехпортовая калибровка

Полная трехпортовая калибровка совмещает три полные однопортовые калибровки для каждого порта, плюс соединение на проход к каждой паре измерительных портов, при котором выполняются три измерения передачи. Одно из трех измерений на проход может быть опущено. Также трехпортовая калибровка может быть произведена с помощью автоматического калибровочного модуля.

На рисунках ниже показан пример трехпортовой калибровки портов 1, 2 и 3 с помощью АКМ и набора механических калибровочных мер.

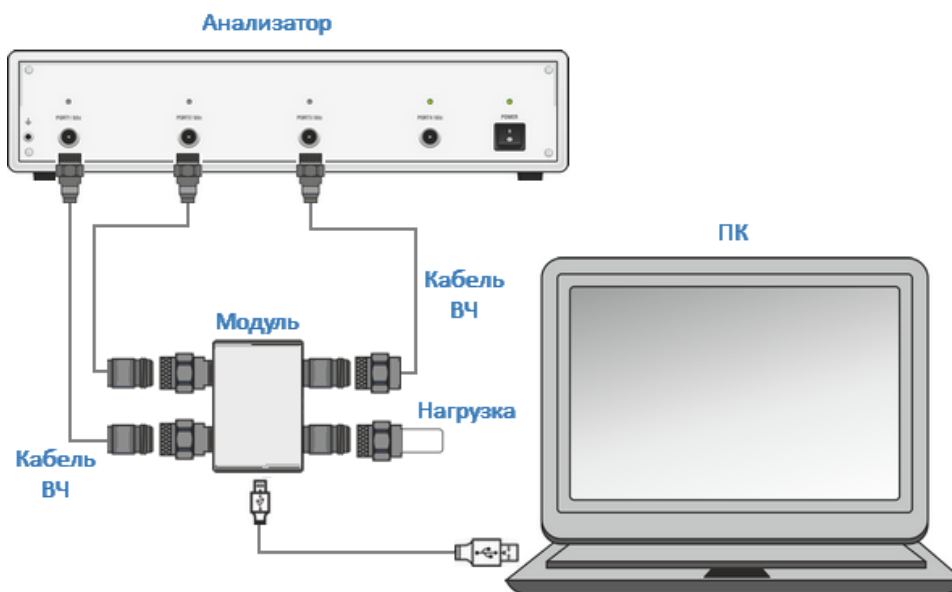


Рисунок 39 – Полная трехпортовая калибровка с автоматическим калибровочным модулем (АКМ)

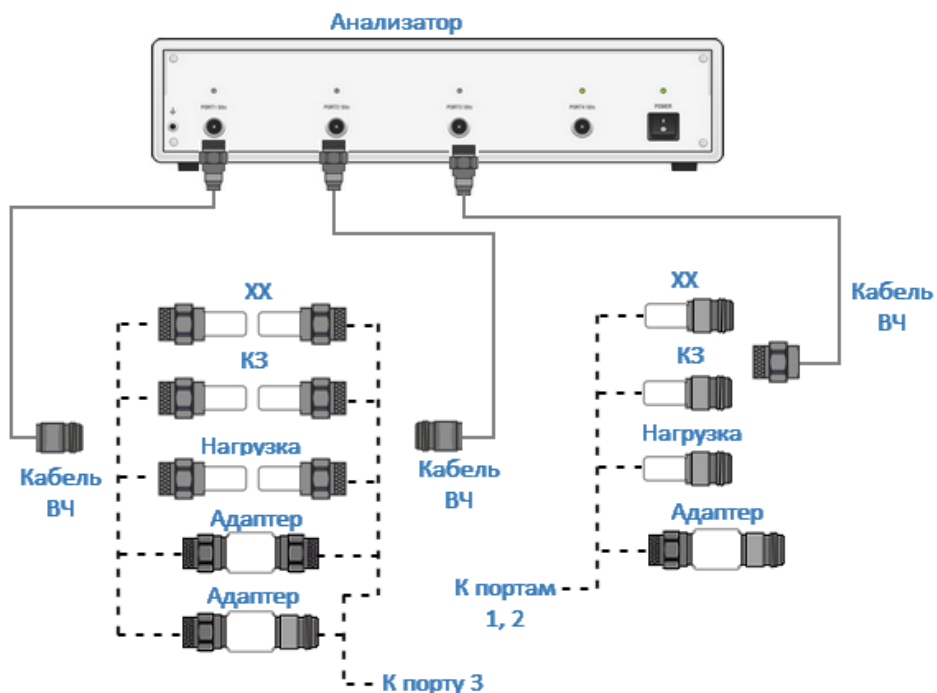


Рисунок 40 – Полная трехпортовая калибровка с набором механических калибровочных мер

Четырехпортовая калибровка

Полная четырехпортовая калибровка совмещает четыре полные однопортовые калибровки для каждого порта, плюс соединение на проход к каждой паре измерительных портов, при котором выполняются шесть измерений передачи. До трех из шести измерений на проход могут быть опущены. Также четырехпортовая калибровка может быть произведена с помощью автоматического калибровочного модуля. Пример четырехпортовой калибровки с помощью АКМ и набора механических калибровочных мер приведен на рисунке ниже.

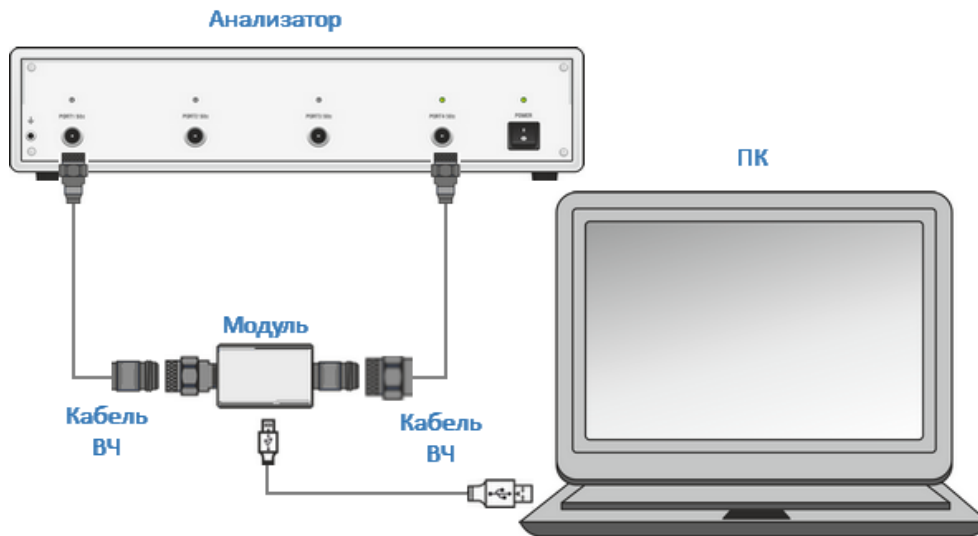


Рисунок 41 – Полная четырехпортовая калибровка с автоматическим калибровочным модулем (АКМ)

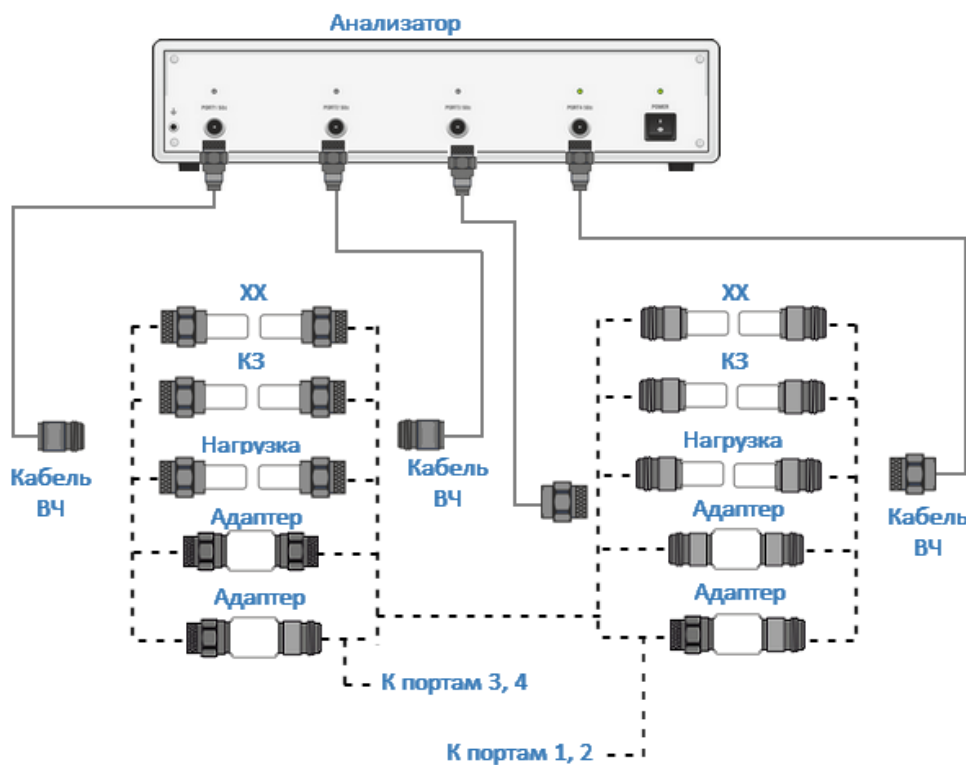


Рисунок 42 – Полная четырехпортовая калибровка с набором механических калибровочных мер

8.1.5 Измерение оснастки

В данном разделе описывается, как измерить оснастку и рассчитать ее S-параметры.

Вычисленные S-параметры будут загружены в программное обеспечение анализатора в виде файлов *.S2P. Один порт анализатора соответствует одному файлу описания оснастки. Обратите внимание, что параметры оснасток с пометкой **Доп.** не передаются в анализатор.


Количество шагов измерений будет соответствовать количеству схем, выбранных на вкладке [Подключение оснастки](#).

Рекомендуется выполнять шаги измерений последовательно.

Существует два способа определения параметров оснастки:

- 1xReflect. Полное отражение оснастки в плоскости подключения ИУ. Отражение в режиме холостого хода и/или короткого замыкания;
- 2xThrough. Измерение двух соединенных оснасток переключкой (на проход).

ВНИМАНИЕ! Программа определяет ошибки, связанные с неправильными действиями или вычислениями.

При появлении значка критической ошибки  результаты, полученные на последующих шагах, будут неверными.

Вычислительные ошибки, а также статусные сообщения о сохранении и загрузке файлов или установке параметров по умолчанию отображаются на [панели уведомлений](#).



Рисунок 43 – Измерение оснастки

1 Загрузить

Нажмите эту кнопку, чтобы загрузить ранее измеренные данные из файла Touchstone (*.SNP).

2 Измерить

Нажмите эту кнопку, чтобы выполнить измерения.

3 Графики

Нажмите эту кнопку, чтобы просмотреть графики с полученными измерениями (см. п. [Редактирование графиков](#)).

④ **Далее**

Нажмите эту кнопку, чтобы перейти к [следующему шагу](#).

⑤ **Назад**

Нажмите эту кнопку, чтобы вернуться к [предыдущему шагу](#).

SCPI [AFR:CALCulate:STEP:DUT](#), [AFR:CALCulate:STEP:REflect:OFFSet](#),
[AFR:CALCulate:STEP:REflect:OPEN](#),
[AFR:CALCulate:STEP:REflect:SHOR](#),
[AFR:CALCulate:STEP:THRU:OFFset](#),
[AFR:CALCulate:STEP:THRU:REFOFFSet:OPEN](#),
[AFR:CALCulate:STEP:THRU:REFOFFSet:SHORT](#),
[AFR:SYSTem:STEP:REflect:OFFSet](#), [AFR:SYSTem:STEP:REflect:OPEN](#),
[AFR:SYSTem:STEP:REF:SHORT](#), [AFR:SYSTem:STEP:THRU:OFFSet](#),
[AFR:SYSTem:STEP:THRU:REFOFFSet](#),
[AFR:SYSTem:STEP:THRU:REFOFFSet:OPEN](#),
[AFR:SYSTem:STEP:THRU:REFOFFSet:SHORT](#),
[AFR:SYSTem:STEP:REflect:APPRoximation](#)

ВНИМАНИЕ! Также обратите внимание на возможные сообщения.
(см. п. [Боковая панель уведомлений](#))

Последовательность действий для способа 2xThrough

- Подключите к калиброванному анализатору оснастку, состоящую из двух одинаковых половин, соединенных друг с другом.

Программа отображает порты анализатора, к которым необходимо подключить оснастку, а также статус текущей калибровки.

- Нажмите кнопку **Измерить**, чтобы выполнить измерения, или **Загрузить**, чтобы загрузить файл и произвести вычисления по ранее сохраненным данным.

Из файла считываются S-параметры оснастки, сетка частот и значение импеданса, при котором были получены данные. Здесь S-параметры оснастки – это параметры, измеренные на калиброванном анализаторе без выполнения дополнительных вычислений (это нескорректированные параметры). Вычисления выполняются по сетке частот из файла. Если сетка

частот не соответствует текущим параметрам, данные будут интерполированы при дальнейшей загрузке в анализатор.

После вычислений на экране программы отображается ключевая информация: номер порта анализатора, импеданс системы анализатора, электрическая длина оснастки, импеданс оснастки (режим видеосигнала), а также импеданс, выбранный для преобразования.

Результаты вычислений оснастки можно просмотреть, нажав на кнопку **Графики**.

Чтобы удалить измеренные данные, нажмите **Удалить данные**.

Способ **2xThrough** возвращает S-параметры двух оснасток с одинаковыми коэффициентами передачи и разными коэффициентами отражения. Идентичность коэффициентов передачи показывает, что после применения результатов вычислений плоскость калибровки анализатора будет проходить точно посередине двух соединенных оснасток. При необходимости функционал программы позволяет скорректировать электрическую длину каждой из них. Для этого предусмотрены два варианта:

- ввод смещения вручную;
- автоматическое определение смещения, используя результат измерений коэффициента отражения каждой оснастки в режиме ХХ и/или КЗ. Для выполнения измерений с автоматическим определением смещения оснастка должна быть отсоединена. Обычно диапазон смещения составляет от 0 до 10 пс.

Последовательность действий для способа 1xReflect

- Подключите оснастку к калиброванному анализатору.

Программа отображает порты анализатора, к которым необходимо подключить оснастку, а также статус текущей калибровки.

- Выберите состояние, при котором оснастка будет находиться в момент измерений. Доступны следующие варианты: (1) режим ХХ, (2) режим КЗ или (3) последовательно режим ХХ и КЗ. В данном контексте "состояние оснастки" относится к месту, где планируется подключить ИУ, т.е. где будет проходить плоскость калибровки анализатора после исключения оснастки. Именно в этом месте нужно создать соответствующий режим.

Выбор производится на основании того, какое состояние можно получить в оснастке, насколько стабильны результаты измерений коэффициента

отражения при нем и насколько близко состояние к идеальному ХХ или КЗ. Отклонение состояния от идеального приведет к искажению результатов измерений S-параметров оснастки. Режим подбирается индивидуально для каждой конкретной оснастки.

- Выберите метод оценки коэффициента отражения максимального сигнала оснастки в режиме ХХ или КЗ. Если включен флажок **Компенсация макс. сигнала с применением сплайн-аппроксимации**, максимальный сигнал фильтруется во временной области и сглаживается. При выключенном флажке сигнал только фильтруется. Сглаживание позволяет устранить выбросы в начале и конце частотной характеристики коэффициента отражения из-за эффектов усечения. По умолчанию программа применяет сглаживание.
- Нажмите кнопку **Измерить**, чтобы выполнить измерения, или нажмите кнопку **Загрузить**, чтобы загрузить файл и произвести вычисления по ранее сохраненным данным.
- Чтобы удалить измеренные данные, нажмите **Удалить**.

Способ **1xReflect** возвращает S-параметры одной оснастки. При необходимости программа допускает корректирование электрической длины. Корректировка значения смещения осуществляется только вручную.

Последовательность действий для оснастки с ИУ

Данный шаг измерения доступен, когда выбрана опция **КАЛИБР ≠ ИУ** (см. п. [Подключение оснастки](#)). Измерения на всех предыдущих шагах позволяют получить более достоверные параметры одной исследуемой оснастки без отсоединения ИУ. Этот шаг, как и предыдущие, позволяет получить параметры оснастки, чтобы в дальнейшем исключить ее.

- Подключите оснастку с ИУ к калиброванному анализатору.

Программа отображает порты анализатора, к которым необходимо подключить оснастку, а также статус текущей калибровки.


- Нажмите кнопку **Измерить**, чтобы выполнить измерения, или нажмите кнопку **Загрузить**, чтобы загрузить файл и произвести вычисления по ранее сохраненным данным.

Оснастка с ИУ возвращает обновленные значения коэффициентов отражения входной и выходной оснасток. Остальные параметры оснасток остаются

неизменными с предыдущих шагов измерения, включая введенное смещение. Если оснастки с ИУ и без ИУ отличаются, текущие результаты измерений могут быть искажены. Этот режим следует использовать с особой осторожностью.

8.1.5.1 Редактирование графиков

Данное окно открывается при нажатии на кнопку **Графики** и имеет четыре вкладки (см. таблицу ниже).

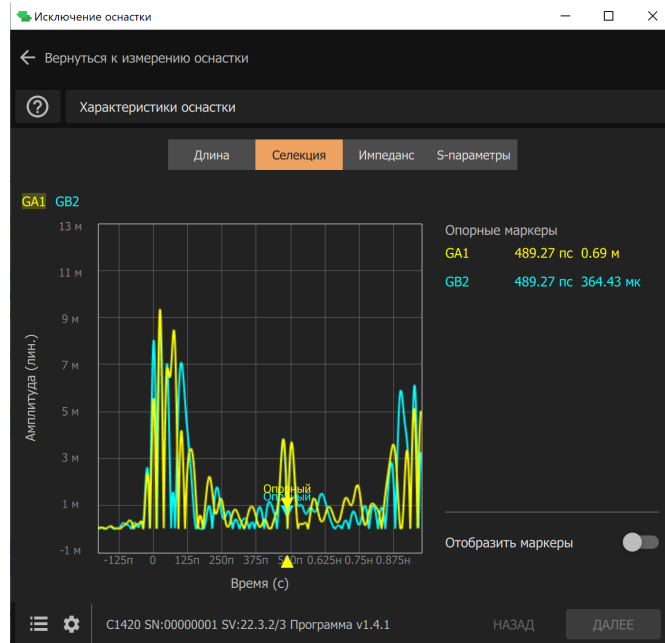
| Название вкладки | Описание |
|---------------------|---|
| <p>Длина</p> | <p>Длина отображает импульсную характеристику цепи, по которой оценивается электрическая длина. Для вычисления используется коэффициент передачи в 2xThrough или коэффициент отражения в 1xReflect.</p>  |

SCPI

- [AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT:LENGth?](#),
- [AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT:LENGth:TRACe?](#),
- [AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT:AUX:LENGth?](#),
- [AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT:AUX:LENGth:TRACe?](#),
- [AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT:LENGth?](#),
- [AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT:LENGth:TRACe?](#),
- [AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT:AUX:LENGth?](#),
- [AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT:AUX:LENGth:TRACe?](#)

Селекция

Селекция отображает импульсную характеристику цепи с указанием диапазона фильтрации. Для вычисления используется коэффициент отражения в 2xThrough и коэффициент передачи в 1xReflect с подавлением максимального сигнала. По характеристике можно определить качество оснастки, т.е. присутствие или отсутствие неоднородности в ее конструкции.

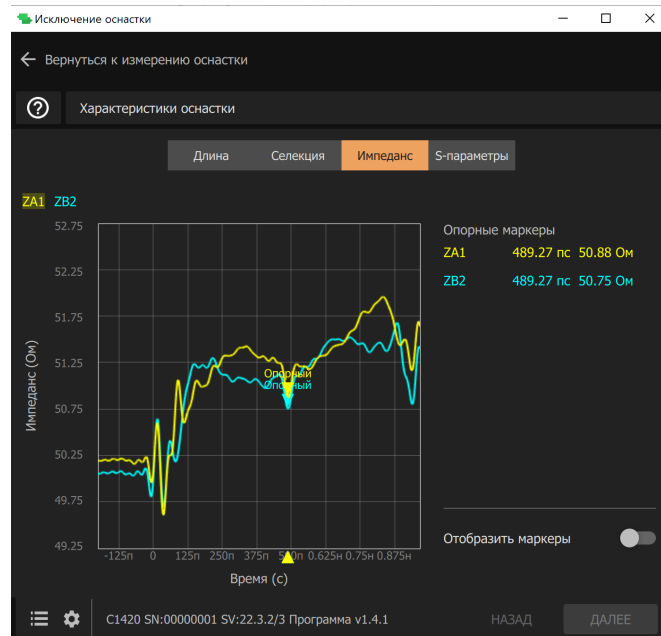


SCPI

[AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT:GATing?](#),
[AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT:GATing:TRACe?](#),
[AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT:AUX:GATing?](#),
[AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT:AUX:GATing:TRACe?](#),
[AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT:GATing?](#),
[AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT:GATing:TRACe?](#),
[AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT:AUX:GATing?](#),
[AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT:AUX:GATing:TRACe?](#)

Импеданс

Отображает импеданс оснастки вдоль ее длины. По характеристике можно определить насколько импеданс изменяется и какое его значение в области подключения ИУ. Отклонение значения от требуемого на более чем 5-10% может в дальнейшем привести к значительным искажениям результатов измерений ИУ.

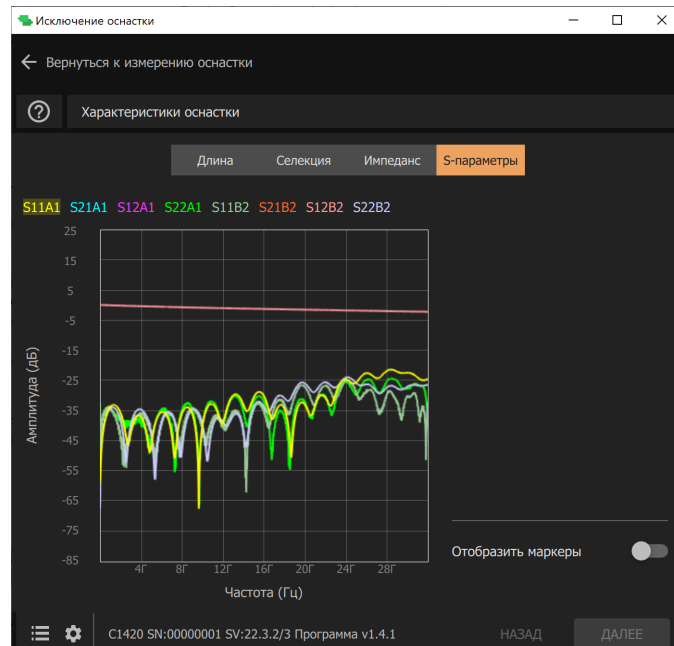


SCPI

[AFR:SYSTEM:FIXTURE:LEFT:PORT:IMPedance?](#),
[AFR:SYSTEM:FIXTURE:LEFT:PORT:IMPedance:TRACe?](#),
[AFR:SYSTEM:FIXTURE:LEFT:PORT:AUX:IMPedance](#),
[AFR:SYSTEM:FIXTURE:LEFT:PORT:AUX:IMPedance:TRACe?](#),
[AFR:SYSTEM:FIXTURE:RIGHT:PORT:IMPedance?](#),
[AFR:SYSTEM:FIXTURE:RIGHT:PORT:IMPedance:TRACe?](#),
[AFR:SYSTEM:FIXTURE:RIGHT:PORT:AUX:IMPedance?](#),
[AFR:SYSTEM:FIXTURE:RIGHT:PORT:AUX:IMPedance:TRACe?](#)

S-параметры

S-параметры отображают вычисленные параметры каждой оснастки в частотной области.



Включите переключатель **Отобразить маркеры**, чтобы установить маркеры и открыть таблицу с измеренными значениями.

ПРИМЕЧАНИЕ

Доступно масштабирование графиков путем выбора нужной области курсором.

8.1.5.2 Измерительная установка

Однопортовая измерительная установка



Рисунок 44 – Однопортовая измерительная установка оснастки на примере порта 1

Двухпортовая измерительная установка

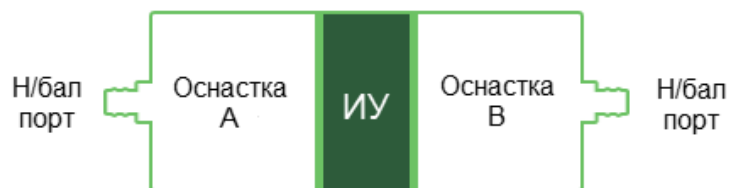


Рисунок 45 – Двухпортовая измерительная установка оснастки на примере портов 1 и 2.



Рисунок 46 – Двухпортовая измерительная установка оснастки на примере портов 1 и 2

Трехпортовая измерительная установка

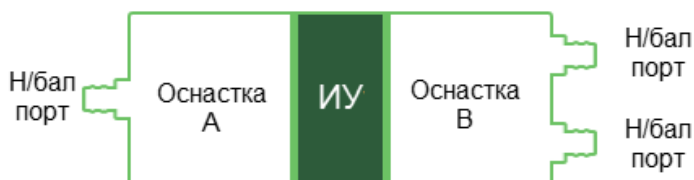


Рисунок 47 – Трехпортовая измерительная установка оснастки на примере портов 1, 2, и 3


Четырехпортовая измерительная установка



Рисунок 48 – Четырехпортовая измерительная установка оснастки

8.1.5.3 Строка состояния

Строка состояния расположена в нижней части вкладки. В строке отображается сообщение о состоянии измерений (см. рисунок ниже).

При возникновении значка критической ошибки  во время измерений, появляется соответствующее сообщение на [боковой панели уведомлений](#).

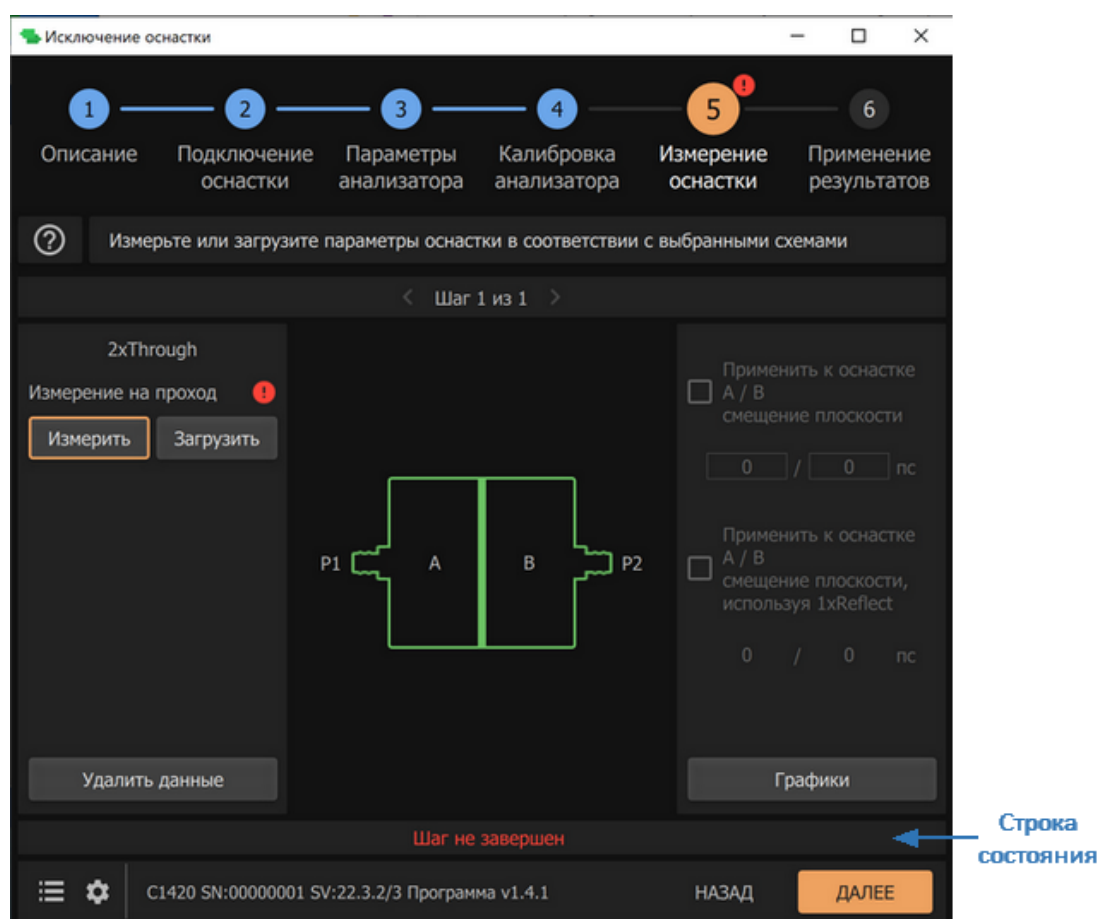


Рисунок 49 – Пример критической ошибки

8.1.6 Применение результатов

Данный шаг необходим, чтобы перенести файлы с вычисленными S-параметрами оснастки в программное обеспечение анализатора, а также чтобы применить смещение плоскости калибровки (см. рисунок ниже).

ПРИМЕЧАНИЕ Последовательность параметров в файле отсчитывается от порта анализатора, т.е. параметр оснастки S11 всегда расположен на стороне порта.



Рисунок 50 – Результаты измерений

① Применить

Нажмите эту кнопку, чтобы перенести рассчитанные данные в программное обеспечение анализатора и применить их для исключения цепей.

ВНИМАНИЕ! Если файлы отсутствуют или являются пустыми, программа сообщит об ошибке (см. п. [Боковая панель уведомлений](#)).

② Сохранить S-параметры

Нажмите эту кнопку, чтобы сохранить файлы с S-параметрами оснастки (*.SNP) для дальнейшего применения.

③ Сохранить настройки

Нажмите эту кнопку, чтобы сохранить настройки программы, параметры оснастки и схемы анализатора.

④ Сохранить нескор. данные


Нажмите эту кнопку, чтобы сохранить нескорректированные данные измерений оснастки для дальнейшего применения. Файл с нескорректированными данными можно загрузить в программу на вкладке [Измерение оснастки](#).

⑤ Назад

Нажмите эту кнопку, чтобы вернуться к [предыдущему шагу](#).

SCPI [AFR:SYSTEM:CORRECTION:APPLY](#), [AFR:SYSTEM:CORRECTION:SAVE](#),
[AFR:SYSTEM:SETUP:SAVE](#), [AFR:SYSTEM:DATA:SAVE](#)

8.2 Боковая панель уведомлений

На боковой панели уведомлений отображаются сообщения об ошибках калибровки анализатора, ошибках конфигураций анализатора, и т.д. Также в сообщениях отображается время их отправки. Сообщения разделены на две категории: критические и информационные (см. таблицу ниже). Критические ошибки выделены значком с восклицательным знаком  и появляются на графе с шагами измерения.

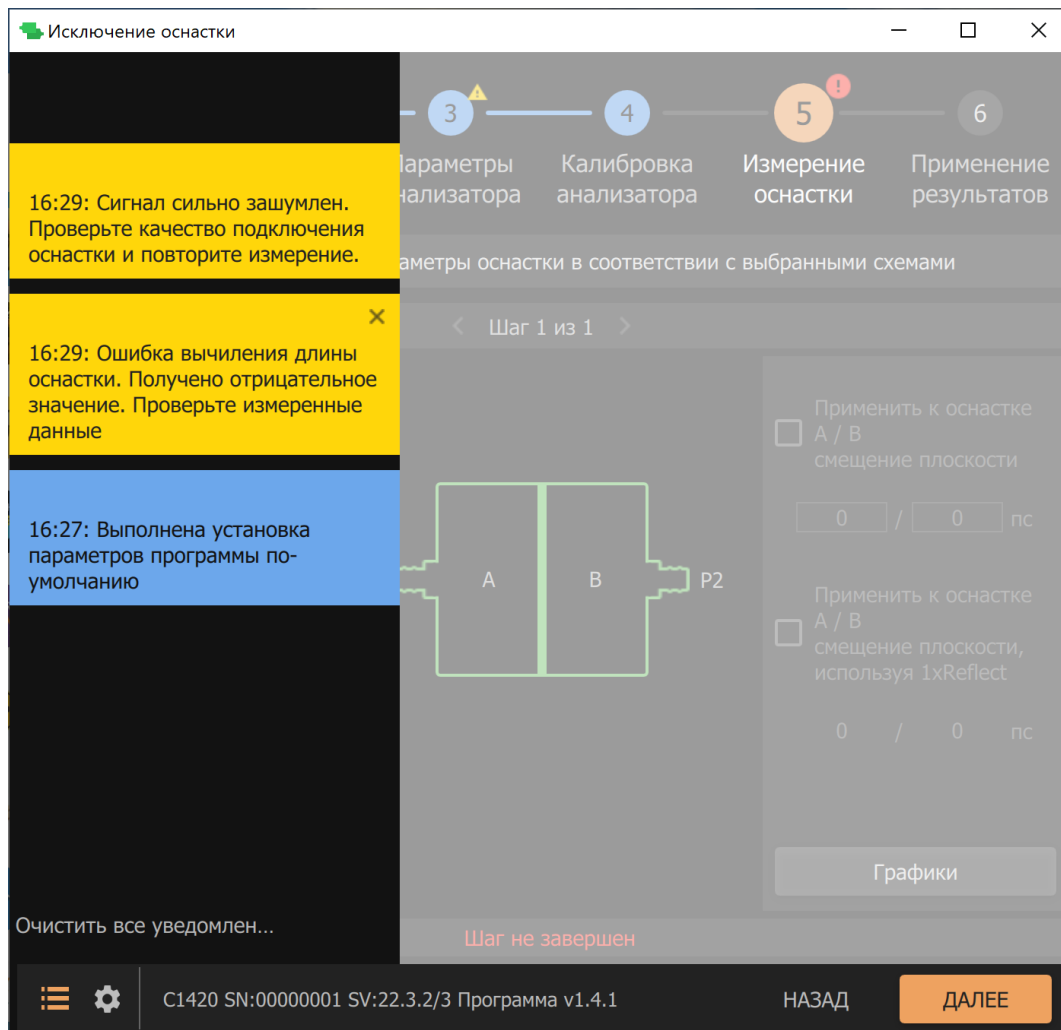




Рисунок 51 – Боковая панель уведомлений

| Тип сообщения | Цвет | Описание |
|--------------------------------|---------|---|
| Сообщение о критической ошибке | желтый | В большинстве случаев такие ошибки – вычислительные. Проверьте подключение, настройку, калибровку, загруженные файлы и повторите измерения. |
| Информационное сообщение | голубой | Сообщения для дополнительного информирования пользователя. Например, об успешной загрузке пользовательских настроек. |

Нажмите значок меню , чтобы открыть боковую панель. На боковой панели уведомлений отображаются сообщения об ошибках калибровки анализатора, ошибках конфигураций анализатора, и т.д.

Нажмите **Очистить все уведомления**, чтобы очистить все уведомления.

8.3 Системные установки

Чтобы перейти в окно настроек нажмите значок  в нижнем левом углу программы. В окне находятся три вкладки: Настройки, Лицензия и Дисплей.

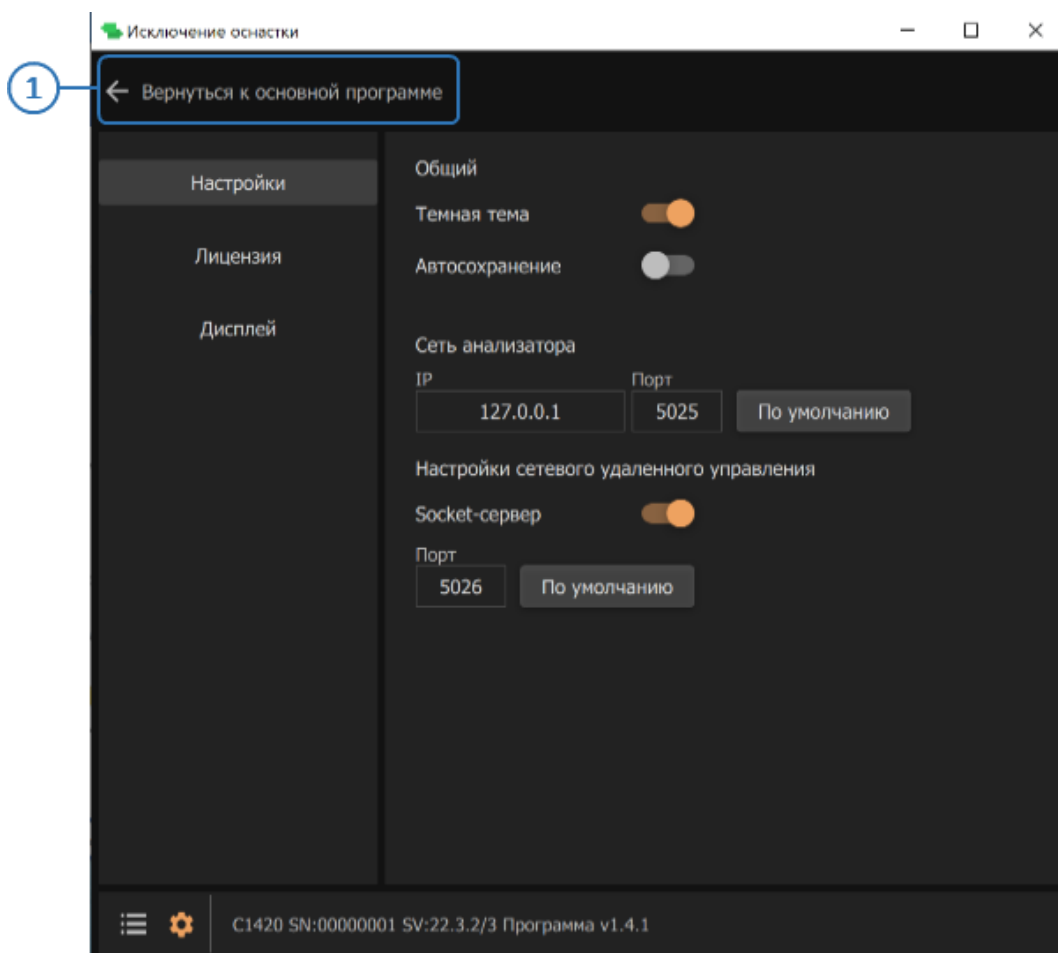


Рисунок 52 – Окно настроек

① Вернуться к основной программе

Нажмите эту кнопку, чтобы закрыть окно настроек.

8.3.1 Общие настройки

На данной вкладке находятся общие программные настройки.

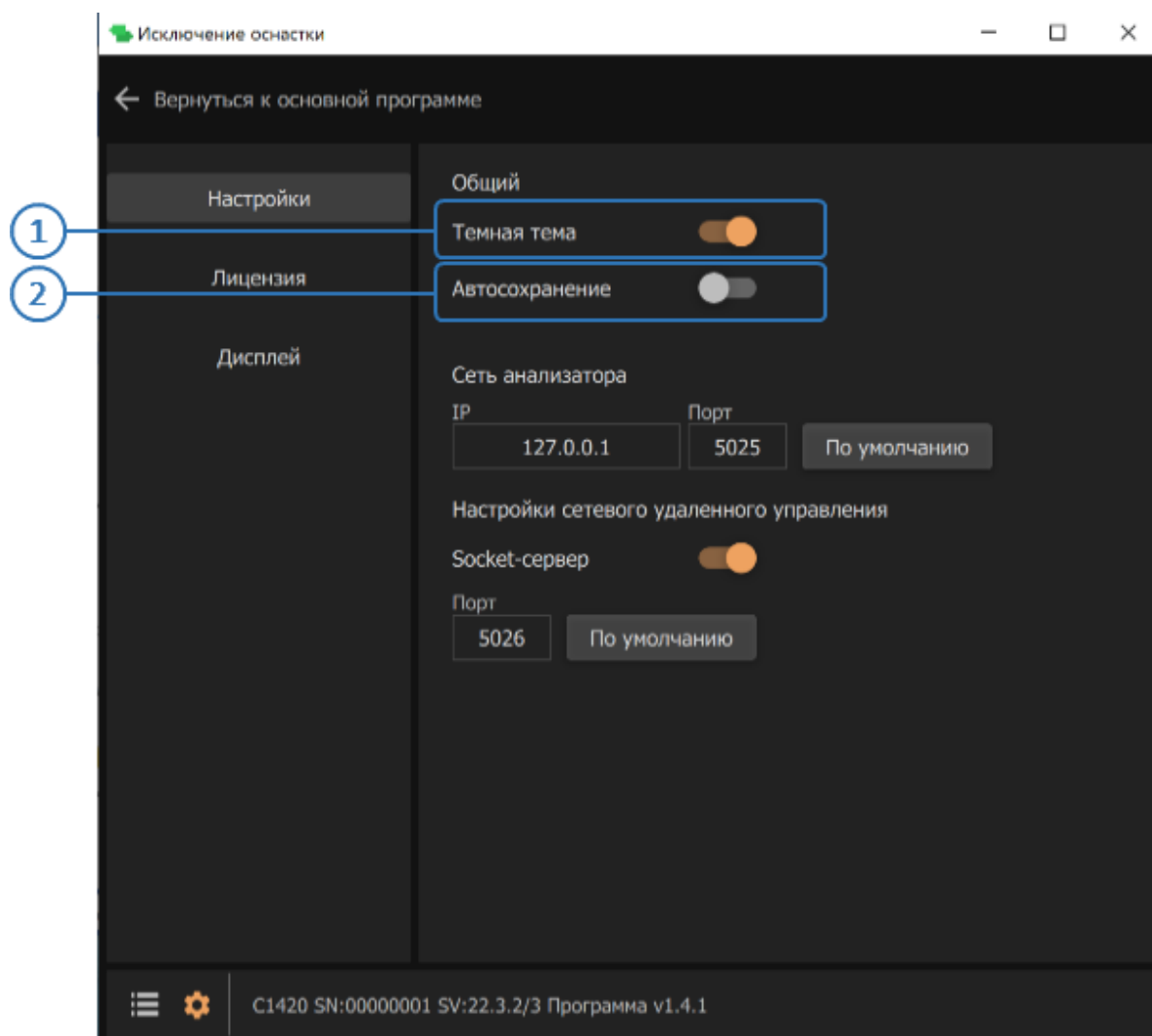


Рисунок 53 – Общие настройки

① Темная тема

Переведите переключатель вправо, чтобы включить темную тему программы.

② Автосохранение

Переведите переключатель вправо, чтобы автоматически загрузить последние сохраненные пользовательские настройки при последующей работе с программой.

8.3.2 Сетевые настройки

Программа автоматизирует программное обеспечение анализатора по протоколу TCP/IP с использованием встроенного Socket-сервера. Сетевые настройки сервера должны быть правильно настроены для работы с программой "Исключение оснастки".

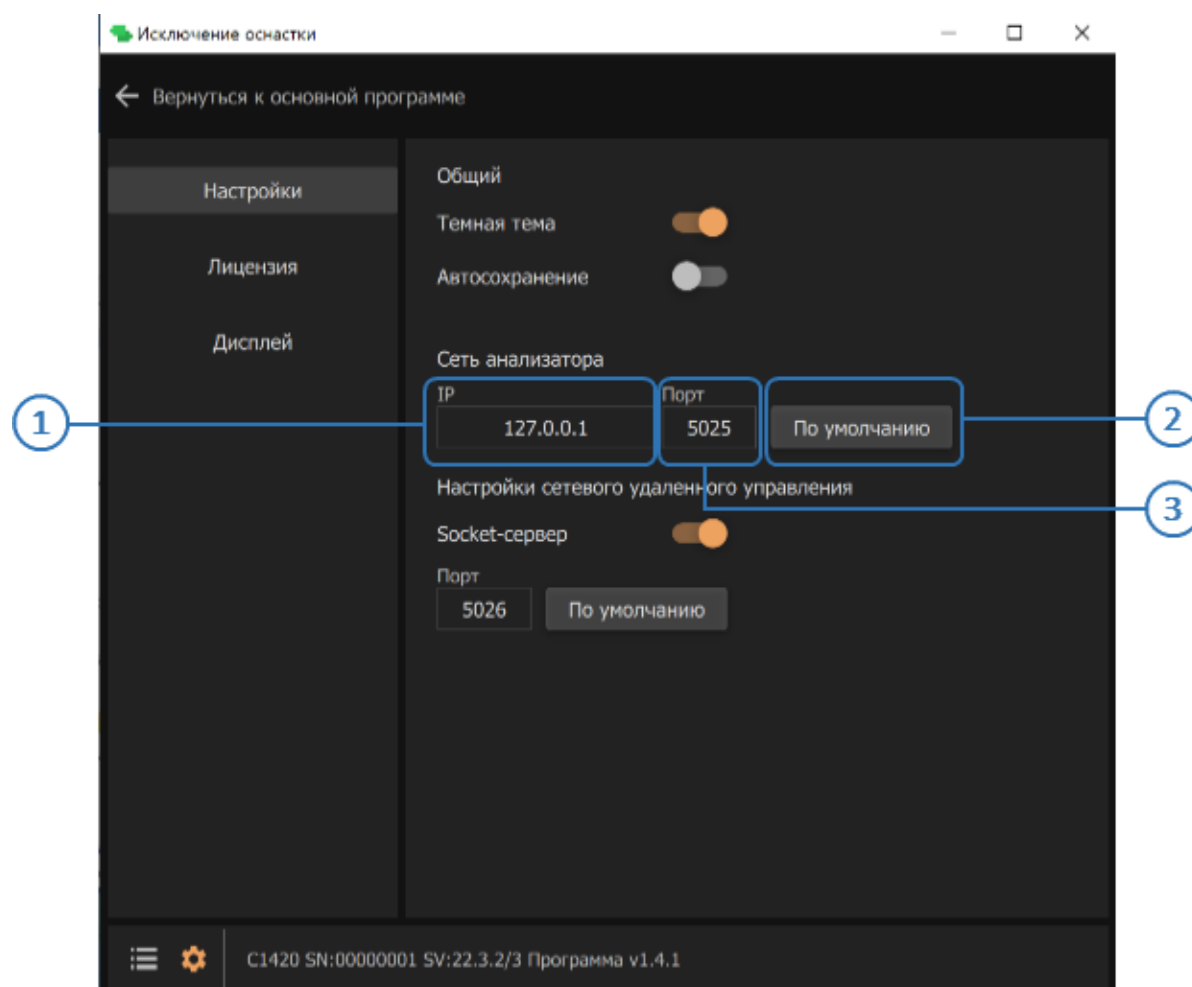


Рисунок 54 – Сетевые настройки анализатора

① IP

IP-адрес Socket-сервера анализатора. Как правило, программа "Исключение оснастки" и программное обеспечение анализатора запущены на одном компьютере, и в этом случае IP-адрес должен быть **127.0.0.1**. Его необходимо изменить только в случае, когда Исключение оснастки и анализатор запущены на разных компьютерах.

ВНИМАНИЕ! IP-адрес 127.0.0.1 используется, когда программа "Исключение оснастки" и анализатор запущены на одном

компьютере. Чтобы найти IP-адрес удаленного компьютера, откройте командную строку на удаленном компьютере и введите ipconfig /all. **IPv4** – это активный IP-адрес.

② Порт

Номер порта Socket-сервера программного обеспечения анализатора. Порт должен совпадать с номером порта, настроенным в программном обеспечении анализатора. Если номер порта в программном обеспечении анализатора отличный от значения по умолчанию (5025), необходимо будет указать тот же номер порта в программе "Исключение оснастки". Чтобы просмотреть настройки Socket-порта анализатора, нажмите следующие кнопки в программном обеспечении анализатора:

Система > настройки > Сетев. настройки удал. управления > Socket порт

Настройка порта будет отключена при включенном Socket-сервере.

Внимание! Значение **5025** соответствует номеру порта по умолчанию. Если одновременно несколько анализаторов используются на одном и том же ПК, каждому экземпляру программного обеспечения анализатора необходимо задать отдельные номера портов.

③ По умолчанию

Нажмите эту кнопку, чтобы задать сетевые настройки анализатора по умолчанию. Сетевые настройки анализатора по умолчанию следующие:

- IP: 127.0.0.1
- Порт: 5025

SCPI

[AFR:SYSTem:VNA:IP,](#)
[AFR:SYSTem:VNA:DEFault](#)

[AFR:SYSTem:VNA:PORT,](#)

8.3.3 Лицензия

На данной вкладке отображается информация о действующей лицензии:

- номер заказа;
- тип лицензии;
- дата окончания;
- номер анализатора.

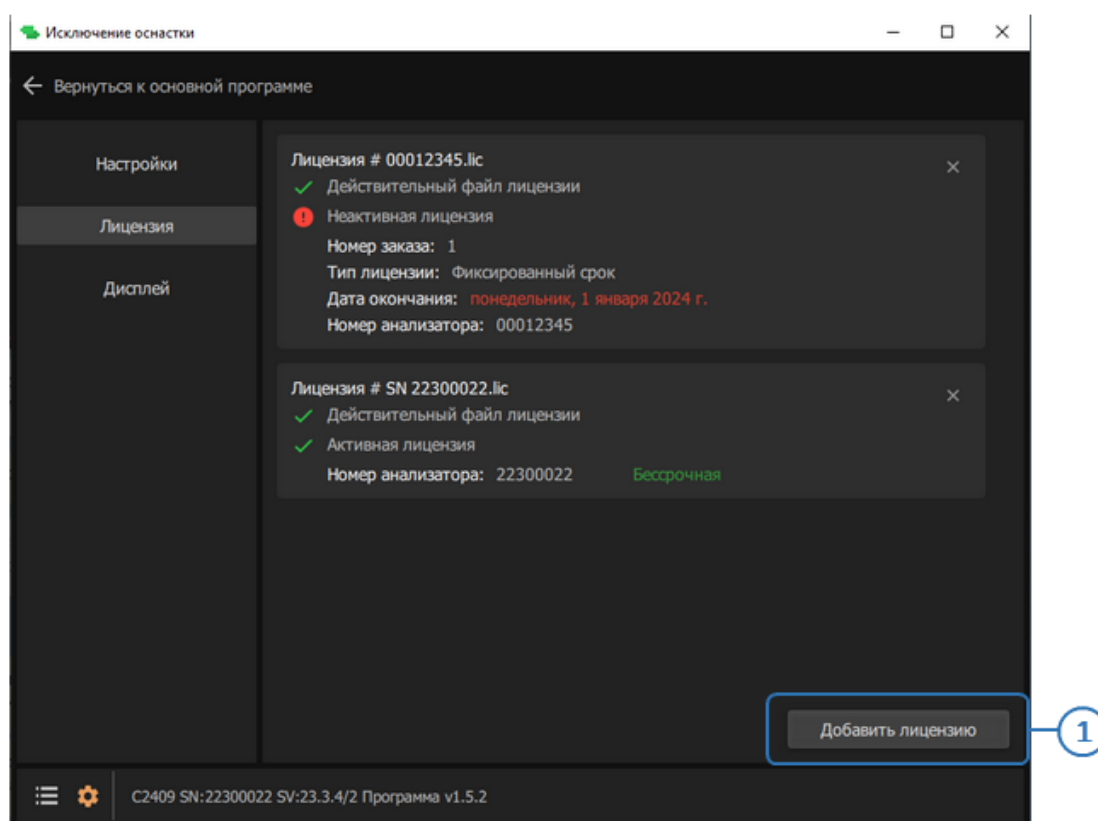


Рисунок 55 – Вкладка лицензии

① Добавить лицензию

Нажмите эту кнопку, чтобы указать путь к файлу лицензии.

8.3.4 Дисплей

На данной вкладке отображаются параметры дисплея.

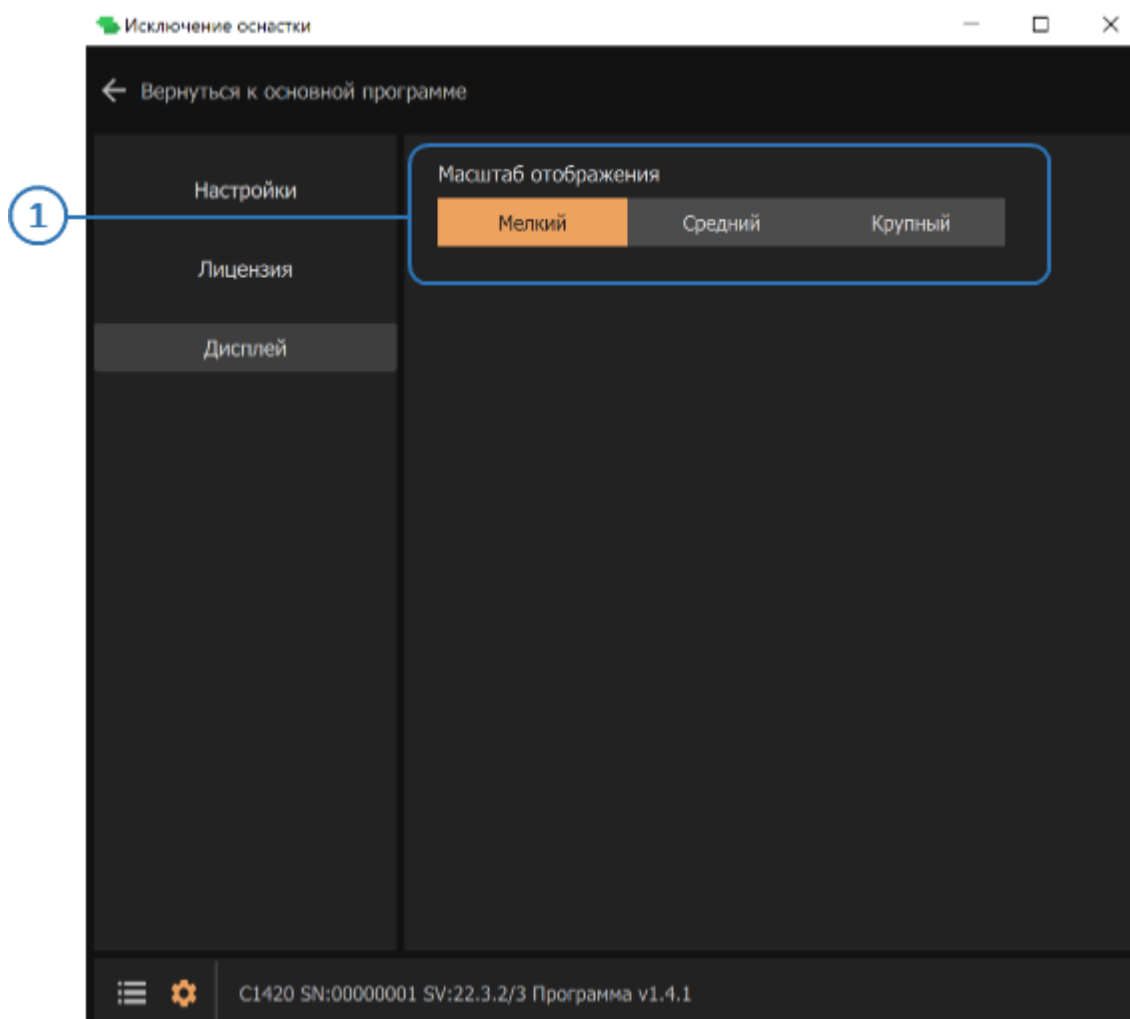


Рисунок 56 – Вкладка параметров дисплея

① Масштаб отображения

Выберите необходимый масштаб изображения.

ПРИМЕЧАНИЕ – Изменение масштаба изображения вступит в силу только после перезапуска программы.

9 Руководство по программированию

Данный раздел содержит информацию об удаленном управлении программой "Исключение оснастки".

Для удаленного управления программой используется технология передачи текстовых сообщений стандарта SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments).

Команды, посылаемые программе, и ответы от него представляют собой текстовые сообщения, соответствующие стандарту SCPI. Текстовые сообщения доставляются по компьютерным сетям с использованием сетевых протоколов TCP/IP Socket. TCP/IP Socket — сетевой протокол общего назначения.

9.1 Установление соединения

Для удаленного доступа к программе необходимо зайти на вкладку [Системные установки](#) и выполнить следующие действия в области **Настройки сетевого удаленного управления**:

- включите Socket сервер:
Настройки > Настройки сетевого удаленного управления > Socket-сервер;
- задать номер порта TCP/IP (Значение порта можно оставить по умолчанию (5026)):
Настройки > Настройки сетевого удаленного управления > Порт.

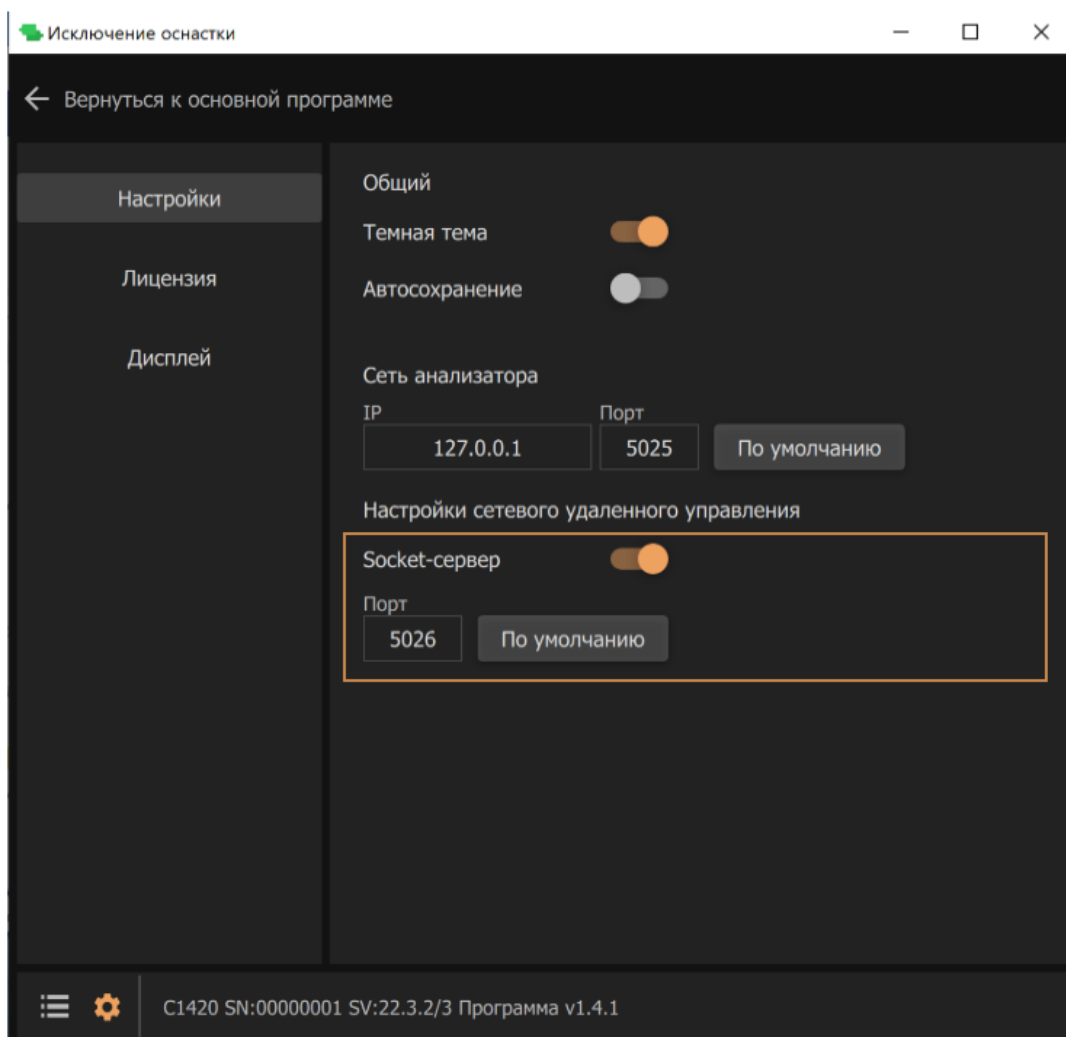


Рисунок 57 – Настройки удаленного управления

9.2 Введение в SCPI

Анализатор реализует набор команд, основанных на стандарте SCPI-1999 (стандартные команды для программируемых приборов). Это набор команд, ориентированный на обмен символьными сообщениями. SCPI был разработан Консорциумом SCPI (в настоящее время является частью IVI Foundation). Основные детали стандарта SCPI-1999 описаны ниже.

9.2.1 Сообщения

SCPI — это протокол, ориентированный на текстовые сообщения. Команды посылаются в виде символьных сообщений. Одно сообщение может содержать одну или несколько команд. По умолчанию ответ прибора считывается в виде текстового сообщения.

9.2.2 Дерево команд

Команды SCPI организованы в виде древовидных структур. Каждая структура образует функциональную систему. Начало каждой древовидной структуры называется корень. Каждая функциональная система может иметь подсистемы нижнего уровня. Конечные узлы называются листья. Полная последовательность всех узлов от корня до листа плюс сам лист образует команду. Например, часть функциональной системы "SYSTEM" имеет следующий вид:

```
AFR:SYSTem
      :STATe
            :LOAD
```

В дереве могут быть подсистемы и листья с одинаковыми наименованиями, если они отходят от различных ветвей, например лист "OPEN" есть на вершине различных ветвей:

```
AFR:CALCulate          AFR:CALCulate
      :STEP#            :STEP#
            :REFlect    :THRU
                    :OPEN          :OPEN
```

9.2.3 Полный и сокращенный формат

Каждое ключевое слово в спецификации команды имеет полный и сокращенный формат. Сокращенный формат выделен заглавными буквами. Например, полная спецификация команды:

```
AFR:SYSTem:STATe:LOAD
```

Может быть записана:

```
AFR:SYST:STAT:LOAD
```

Только полная или сокращенная форма отдельного ключевого слова является приемлемой, например следующая команда ошибочна:

```
AFR:SYSTe:STATe:LOAD
```

9.2.4 Нечувствительность к регистру

Команды являются нечувствительными к регистру. Заглавные и строчные буквы в спецификации команд используются только для различия сокращенной и полной формы команд. Например, следующие команды эквивалентны:

```
AFR:SYST:STAT:LOAD
```

```
afr:system:state:load
```

9.2.5 Параметры

Команды могут иметь параметры. Параметры отделяются от команды пробелом. Если команда имеет несколько параметров, то они разделяются запятыми (',').

9.2.5.1 Команды запроса

Команды запроса используются для чтения значения параметра из анализатора. После отправки команды запроса ожидается, что данные будут посланы в обратном направлении через интерфейс удаленного управления.

Команды запроса имеют знак вопроса ('?') в конце команды. Форма без вопроса записывает параметр, а форма с вопросом считывает его. Например:

```
AFR:SYSTEM:STEP:COUNT?
```

9.2.5.2 Логические параметры

Это параметры, принимающие два значения: логическое да или логическое нет (включено или отключено). В командах эти параметры записываются следующим образом:

ON or 1 – логическое да

OFF or 0 – логическое нет

Например:

AFR:SYSTem:STEP1:THRU:OFFSet 1

9.2.5.3 Строковые параметры

В некоторых случаях анализатор может принимать параметры, составленные из строк символов. Строки заключаются в одинарные (') или двойные кавычки ("). Например, имя файла в команде сохранения состояния:

AFR:SYST:STAT:LOAD "C:/User/Desktop/state.sta"

9.2.5.4 Числовые суффиксы

Анализатор содержит несколько объектов одного типа, например шаги измерения. Числовой суффикс используется для того, чтобы указать номер объекта в команде. Суффикс добавляется к ключевому слову объекта. Например, в следующей спецификации команды указывается номер шага измерения <St>, к которому данная команда применяется:

AFR:CALCulate:STEP<St>:DUT

Согласно данной спецификации, команда, которая применяется к третьему шагу измерения, записывается следующим образом:

AFR:CALCulate:STEP3:DUT

9.3 Справочник команд

Соглашения об обозначениях

В документе используются следующие соглашения об обозначениях.

Синтаксис

| | |
|--------|--|
| <> | Идентификаторы, заключенные в "<>", обозначают, что должны быть предоставлены данные определенного типа. |
| { } | Части, заключенные в "{}", обозначают выбор одного элемента из множества. Отдельные элементы разделены символом " ". |
| Пробел | Служит для разделения команд от параметров. |
| , | Запятая служит разделителем между параметрами. |
| ... | Три точки обозначают пропущенные обязательные параметры. |

Используемые идентификаторы

| Идентификатор | Параметр | Описание |
|----------------|---------------------|---|
| <numeric> | Число | {<integer> <real>} |
| <time> | Время | <numeric> |
| <numeric list> | Числовой список | <numeric 1>, <numeric 2>,...<numeric N> |
| <bool> | Логический параметр | {0 1 ON OFF} |
| <string> | Строка | Строка в кавычках |

9.3.1 Общие команды IEEE488.2

Набор общих команд стандарта IEEE488.2. Эти команды начинаются со звездочки (*').

| Команда | Описание |
|---------|---|
| *OPC? | Ожидание завершения предыдущих операций |

9.3.1.1 *OPC?

SCPI команда

*OPC?

Описание

Считывает "1" по окончанию незавершенных операций. Запрос блокирует выполнение пользовательской программы до завершения всех команд, предшествующих ему.

только запрос

Объект

Программа "Исключение оснастки"

Ответ

1

Кнопки

Нет

Перейти в [Общие команды IEEE488.2](#)

9.3.2 AFR:CALCulate

| Команда | Описание |
|--|---|
| AFR:CALC:LP | <p>Устанавливает режим видеосигнала ($F_{нач} = F_{кон}$), изменяя $F_{нач}$:</p> <p>$F_{нач}$ - начальная частота,</p> <p>$F_{шаг}$ - шаг по частоте.</p> |
| AFR:CALC:LP:10M | <p>Устанавливает режим видеосигнала ($F_{нач} = F_{кон}$), изменяя $F_{нач}$ и $F_{шаг}$ на 10 МГц:</p> <p>$F_{нач}$ - начальная частота,</p> <p>$F_{шаг}$ - шаг по частоте.</p> |
| AFR:CALC:STEP:DUT | <p>Выполняет измерение входного и выходного коэффициента отражения оснастки с исследуемым устройством. Результаты измерений используются для корректировки результирующих S-параметров оснастки, а именно коэффициентов отражения, остальные S-параметры остаются неизменными по сравнению с предыдущими шагами измерений, включая введенное смещение плоскости калибровки.</p> |
| AFR:CALC:STEP:REF:OFFS | <p>Измерение по 1xReflect.</p> <p>Устанавливает смещение плоскости калибровки оснастки на шаг $\langle Step \rangle$. Предварительно необходимо активировать режим смещения плоскости калибровки: AFR:SYST:STEP:REF:OFFS 1.</p> |
| AFR:CALC:STEP:REF:OPEN | <p>Измерение по 1xReflect.</p> |

| Команда | Описание |
|--|--|
| | <p>Выполняет измерение коэффициента отражения оснастки в режиме холостого хода на шаге <Step>. Предварительно необходимо активировать режим измерений: AFR:SYST:STEP:REF:OPEN 1.</p> |
| <p>AFR:CALC:STEP:REF:SHOR</p> | <p>Измерение по 1xReflect.</p> <p>Выполняет измерение коэффициента отражения оснастки в режиме короткого замыкания на шаге <Step>. Предварительно необходимо активировать режим измерений: AFR:SYST:STEP:REF:SHOR 1.</p> |
| <p>AFR:CALC:STEP:THRU</p> | <p>Измерение по 2xThrough.</p> <p>Выполняет измерение S-параметров двух оснасток на шаге <Step>. Команда действительна для всех возможных вариантов подключения оснасток:</p> <p>A-B, A-A доп, B-B доп.</p> |
| <p>AFR:CALC:STEP:THRU:OFFS</p> | <p>Измерение по 2xThrough.</p> <p>Устанавливает значения смещений плоскости калибровки оснасток на шаге <Step>. Предварительно необходимо активировать режим смещения плоскости калибровки: AFR:SYST:STEP:THRU:OFFS 1.</p> |
| <p>AFR:CALC:STEP:THRU:REFOFFS:OPEN</p> | <p>Измерение по 2xThrough > Определение смещения плоскости калибровки по 1xReflect.</p> <p>Выполняет измерения коэффициентов отражения оснасток в режиме холостого</p> |

| Команда | Описание |
|---|--|
| | <p>хода на шаге <Step> для автоматического определения значений смещения плоскости калибровки. Предварительно необходимо активировать режим измерений: AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS:OPEN 1.</p> |
| AFR:CALC:STEP:THRU:REFOFFS:SHOR | <p>Измерение по 2xThrough > Определение смещения плоскости калибровки по 1xReflect.</p> <p>Выполняет измерения коэффициентов отражения оснасток на шаге <Step> в режиме короткого замыкания для автоматического определения значений смещения плоскости калибровки. Предварительно необходимо активировать режим измерений: AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS:SHOR 1.</p> |
| AFR:CALC:ZCON | <p>Устанавливает пользовательское значение импеданса.</p> |

9.3.2.1 AFR:CALC:LP

SCPI команда

AFR:CALCulate:LP

Описание

Устанавливает режим видеосигнала ($F_{нач} = F_{кон}$), изменяя $F_{нач}$:

$F_{нач}$ – начальная частота, $F_{шаг}$ – шаг по частоте.

нет запроса

Кнопки

Параметры анализатора > Режим видеосигнала

Перейти в [AFR:CALCulate](#)

9.3.2.2 AFR:CALC:LP:10M

SCPI команда

AFR:CALCulate:LP:10Mhz

Описание

Устанавливает режим видеосигнала ($F_{нач} = F_{кон}$), изменяя $F_{нач}$ и $F_{шаг}$ на 10 МГц:

$F_{нач}$ – начальная частота, $F_{шаг}$ – шаг по частоте.

нет запроса

Кнопки

Параметры анализатора > Гарм. ряд частот 10 МГц

Перейти в [AFR:CALCulate](#)

9.3.2.3 AFR:CALC:STEP:DUT

SCPI команда

AFR:CALCulate:STEP<Step>:DUT

Описание

Выполняет измерение входного и выходного коэффициента отражения оснастки с исследуемым устройством. Результаты измерений используются для корректировки результирующих S-параметров оснастки, а именно коэффициентов отражения, остальные S-параметры остаются неизменными по сравнению с предыдущими шагами измерений, включая введенное смещение плоскости калибровки.

нет запроса

Объект

Шаг измерения <Step> оснастки с исследуемым устройством,

<Step> = {1|2|...}

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> из N > Оснастка с ИУ > Измерить

N - максимальное количество шагов.

Перейти в [AFR:CALCulate](#)

9.3.2.4 AFR:CALC:STEP:REF:OFFS

SCPI команда

AFR:CALCulate:STEP<Step>:REFlect:OFFSet <numeric>

Описание

Измерение по 1xReflect.

Устанавливает смещение плоскости калибровки оснастки на шаге <Step>. Предварительно необходимо активировать режим смещения плоскости калибровки командой [AFR:SYST:STEP:REF:OFFS 1](#).

нет запроса

Объект

Значение смещения плоскости калибровки на шаге измерения <Step>.

<Step> = {1|2|...}

Параметр

<numeric> значение смещения, задается в пикосекундах.

Связанные команды

[AFR:SYST:STEP:REF:OFFS](#)

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> из N > Применить к оснастке смещение плоскости

N – максимальное количество шагов

Перейти в [AFR:CALCulate](#)

9.3.2.5 AFR:CALC:STEP:REF:OPEN

SCPI команда

AFR:CALCulate:STEP<Step>:REFlect:OPEN

Описание

Измерение по 1xReflect.

Выполняет измерение коэффициента отражения оснастки в режиме холостого хода на шаге <Step>. Предварительно необходимо активировать режим измерений командой [AFR:SYST:STEP:REF:OPEN 1](#).

нет запроса

Объект

Шаг измерения <Step> одной из оснасток,

<Step> = {1|2|...}

Связанные команды

[AFR:SYST:STEP:REF:OPEN](#)

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> из N > 1xReflect > Холостой ход > Измерить

N – максимальное количество шагов

Перейти в [AFR:CALCulate](#)

9.3.2.6 AFR:CALC:STEP:REF:SHOR

SCPI команда

AFR:CALCulate:STEP<Step>:REFlect:SHORT

Описание

Измерение по 1xReflect.

Выполняет измерение коэффициента отражения оснастки в режиме короткого замыкания на шаге <Step>. Предварительно необходимо активировать режим измерений командой [AFR:SYST:STEP:REF:SHOR 1](#).

нет запроса

Объект

Шаг измерения <Step> одной из оснасток,

<Step> = {1|2|...}

Связанные команды

[AFR:SYST:STEP:REF:SHOR](#)

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> из N > 1xReflect > Короткое замыкание > Измерить

N – максимальное количество шагов

Перейти в [AFR:CALCulate](#)

9.3.2.7 AFR:CALC:STEP:THRU

SCPI команда

AFR:CALCulate:STEP<Step>:THRU

Описание

Измерение по 2xThrough.

Выполняет измерение S-параметров двух оснасток на шаге <Step>. Команда действительна для всех вариантов подключения оснасток:

- A-B
- A-A доп
- B-B доп

нет запроса

Объект

Шаг измерения <Step> двух оснасток,

<Step> = {1|2|...}

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> из N > 2xThrough > Измерить

N — максимальное количество шагов

Перейти в [AFR:CALCulate](#)

9.3.2.8 AFR:CALC:STEP:THRU:OFFS

SCPI команда

AFR:CALCulate:STEP<Step>:THRU:OFFset <numeric 1>,<numeric 2>

Описание

Измерение по 2xThrough.

Устанавливает значения смещений плоскости калибровки оснасток на шаге <Step>. Предварительно необходимо активировать режим смещения плоскости калибровки командой [AFR:SYST:STEP:THRU:OFFS 1](#).

нет запроса

Объект

Значения смещения плоскости калибровки на шаге измерения <Step>,

<Step> = {1|2|...}

Параметр

<numeric 1> Смещение левой оснастки, задается в пикосекундах

<numeric 2> Смещение правой оснастки, задается в пикосекундах

Связанные команды

[AFR:SYST:STEP:THRU:OFFS](#)

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> из N > 2xThrough (Измерение на проход) > Применить к оснастке F1/F2 смещение плоскости

F1 – название левой оснастки, F2 – название правой оснастки, N – максимальное количество шагов.

Перейти в [AFR:CALCulate](#)

9.3.2.9 AFR:CALC:STEP:THRU:REFOFFS:OPEN

SCPI команда

AFR:CALCulate:STEP<Step>:THRU:REFOFFSet:OPEN

Описание

Измерение по 2xThrough > Определение смещения плоскости калибровки по 1xReflect.

Выполняет измерения коэффициентов отражения оснасток в режиме холостого хода на шаге <Step> для автоматического определения значений смещения плоскости калибровки. Предварительно необходимо активировать режим измерений командой [AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS:OPEN 1](#).

нет запроса

Объект

Шаг измерения <Step> двух оснасток,

<Step> = {1|2|...}

Связанные команды

[AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS:OPEN](#)

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> из N > 2xThrough (измерение на проход) > Применить к оснастке A/B смещение плоскости, используя 1xReflect > Холостой ход > Измерить

F1 – название левой оснастки, F2 – название правой оснастки, N – максимальное количество шагов

Перейти в [AFR:CALCulate](#)

9.3.2.10 AFR:CALC:STEP:THRU:REFOFFS:SHOR

SCPI команда

AFR:CALCulate:STEP<St>:THRU:REFOFFSet:SHORT

Описание

Измерение по 2xThrough > Определение смещения плоскости калибровки по 1xReflect.

Выполняет измерения коэффициентов отражения оснасток на шаге <Step> в режиме короткого замыкания для автоматического определения значений смещения плоскости калибровки. Предварительно необходимо активировать режим измерений командой [AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS:SHOR 1](#).

нет запроса

Объект

Шаг измерения <Step> двух оснасток,

Связанные команды

[AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS:SHORT](#)

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> из N > 2xThrough > Применить к оснастке A/B смещение плоскости, используя 1xReflect > Короткое замыкание > Измерить

F1 – название левой оснастки, F2 – название правой оснастки, N – максимальное количество шагов

Перейти в [AFR:CALCulate](#)

9.3.2.11 AFR:CALC:ZCON

SCPI команда

AFR:CALCulate:ZCONversion <numeric>

Описание

Устанавливает пользовательское значение импеданса.

нет запроса

Параметр

<numeric> значение импеданса

Связанные команды

[AFR:SYST:ZCON:TYPE](#)

Кнопки

Параметры анализатора > Установить опорный импеданс Zo > Пользовательский Zo.

Перейти в [AFR:CALCulate](#)

9.3.3 AFR:SENSe

| Команда | Описание |
|--------------------------------------|--|
| AFR:SENS:BAND | Устанавливает или считывает значение полосы пропускания фильтра промежуточной частоты анализатора. |
| AFR:SENS:CALIB:TYPE? | Считывает тип калибровки анализатора. |
| AFR:SENS:FREQ:STAR | Устанавливает или считывает значение начальной частоты анализатора. |
| AFR:SENS:FREQ:STEP? | Считывает значение шага по частоте. |
| AFR:SENS:FREQ:STOP | Устанавливает или считывает значение конечной частоты анализатора. |
| AFR:SENS:POW | Устанавливает или считывает значение выходной мощности анализатора. |
| AFR:SENS:PRES | Устанавливает параметры анализатора по умолчанию (в начальное состояние). |
| AFR:SENS:SWE:POIN | Устанавливает или считывает количество точек по частоте. |
| AFR:SENS:SWE:TYPE? | Считывает тип сканирования анализатора. |

Расчет параметров оснастки выполняется только при равномерном распределении точек в диапазоне частот (линейное сканирование по частоте).

9.3.3.1 AFR:SENS:BAND

SCPI команда

AFR:SENSe:BANDwidth <numeric>

AFR:SENSe:BANDwidth?

Описание

Устанавливает или считывает значение полосы пропускания фильтра промежуточной частоты анализатора.

команда/запрос

Параметр

<numeric> значение полосы пропускания фильтра промежуточной частоты.

Ответ

<numeric>

Кнопки

Параметры анализатора > Фильтр ПЧ

Перейти в [AFR:SENSe](#)

9.3.3.2 AFR:SENS:CALIB:TYPE?

SCPI команда

AFR:SENSe:CALIBration:TYPE?

Описание

Считывает тип калибровки анализатора.

только запрос

Ответ

{OFF|SOLT1|SOLT2|SOLT3|SOLT4|NONE|1PATH|RESPO|RESPS|RESPT)

Кнопки

Калибровка анализатора > Калибровка

Перейти в [AFR:SENSe](#)

9.3.3.3 AFR:SENSe:FREQ:STAR

SCPI команда

AFR:SENSe:FREQeuncy:STARt <numeric>

AFR:SENSe:FREQeuncy:STARt?

Описание

Устанавливает или считывает значение начальной частоты анализатора.

команда/запрос

Параметр

<numeric> значение начальной частоты в пределах диапазона рабочих частот анализатора.

Ответ

<numeric>

Кнопки

Параметры анализатора > Начальная частота

Перейти в [AFR:SENSe](#)

9.3.3.4 AFR:SENS:FREQ:STEP?

SCPI команда

AFR:SENSe:FREQeuncy:STEP?

Описание

Считывает значение шага по частоте.

только запрос

Ответ

<numeric>

Кнопки

Параметры анализатора > Шаг по частоте

Перейти в [AFR:SENSe](#)

9.3.3.5 AFR:SENS:FREQ:STOP

SCPI команда

AFR:SENSe:FREQeuncy:STOP <numeric>

AFR:SENSe:FREQeuncy:STOP?

Описание

Устанавливает или считывает значение конечной частоты анализатора.

команда/запрос

Параметр

<numeric> значение конечной частоты в пределах диапазона рабочих частот анализатора.

Кнопки

Параметры анализатора > Конечная частота

Перейти в [AFR:SENSe](#)

9.3.3.6 AFR:SENS:POW

SCPI команда

AFR:SENSe:POWer <numeric>

AFR:SENSe:POWer?

Описание

Устанавливает или считывает значение выходной мощности анализатора.

команда/запрос

Параметр

<numeric> значение выходной мощности в пределах диапазона установки выходной мощности анализатора.

Кнопки

Параметры анализатора > Выходная мощность

Перейти в [AFR:SENSe](#)

9.3.3.7 AFR:SENS:PRES

SCPI команда

AFR:SENSe:PRESet

Описание

Устанавливает параметры анализатора по умолчанию (в начальное состояние).

нет запроса

Кнопки

Параметры анализатора > Начальная установка

Перейти в [AFR:SENSe](#)

9.3.3.8 AFR:SENS:SWE:POIN

SCPI команда

AFR:SENSe:SWEep:POINts <numeric>

Описание

Устанавливает или считывает количество точек по частоте.

команда/запрос

Параметр

<numeric> число точек измерения анализатора.

Кнопки

Параметры анализатора > Количество точек

Перейти в [AFR:SENSe](#)

9.3.3.9 AFR:SENS:SWE:TYPE?

SCPI команда

AFR:SENSe:SWEep:TYPE?

Описание

Считывает тип сканирования анализатора.

только запрос

Кнопки

Параметры анализатора > Тип сканирования

Перейти в [AFR:SENSe](#)

9.3.4 AFR:SYSTem

| Команда | Описание |
|--|--|
| AFR:SYST:CALC:METH | Устанавливает или считывает метод расчета параметров оснастки. |
| AFR:SYST:CORRECT:APPL | Активирует режим моделирования оснастки в программном обеспечении анализатора, применяет исключение цепи к портам, к которым подключена оснастка, загружает вычисленные S-параметры оснастки. |
| AFR:SYST:CORRECT:SAVE | Сохраняет вычисленные S-параметры оснастки. |
| AFR:SYST:DATA:SAVE | Сохраняет исходные S-параметры оснастки (измеренные на калиброванном анализаторе без дополнительных вычислений и преобразований). |
| AFR:SYST:ERR? | Считывает сообщение об ошибке выполнения команд SCPI из очереди и ошибок типа FIFO (первый вошел-первый вышел), которое хранится в программе. Считанное сообщение удаляется из очереди. |
| AFR:SYST:FIXT:CONNECT:DIR | Устанавливает или считывает конфигурацию соединения входной (левой) А и выходной (правой) В оснасток: Соответствует переключателю А-В соединение . |
| AFR:SYST:FIXT:CONNECT:DUT:DIFF | Устанавливает или считывает положение переключателя КАЛИБР ≠ ИУ. Программа предлагает воспользоваться режимом КАЛИБР ≠ ИУ, если исследуемое устройство установлено в оснастку или конструктивно реализовано в оснастке, где нет возможности его извлечения. При включенном режиме появляется дополнительный шаг измерений параметров оснастки с ИУ. Режим доступен только при методе расчета параметров оснастки - Селекция. |

| Команда | Описание |
|--|--|
| | Соответствует переключателю Калибровочная оснастка и оснастка с исследуемым устройством различаются. |
| AFR:SYST:FIXT:CONNNECT:LEFT:THRU | Устанавливает или считывает конфигурацию соединения оснасток А и А доп: Соответствует переключателю А-А соединение. |
| AFR:SYST:FIXT:CONNNECT:RIGHT:THRU | Устанавливает или считывает конфигурацию соединения оснасток В и В доп: Соответствует переключателю В-В соединение. |
| AFR:SYST:FIXT:LEFT:FT | Устанавливает или считывает состояние флажка, отображающего применение левой оснастки. Соответствует флажку Оснастка А. |
| AFR:SYST:FIXT:LEFT:FT:PORT | Устанавливает или считывает номер порта анализатора, подключенного к левой оснастке. Соответствует области Оснастка А. Порт <Port>. |
| AFR:SYST:FIXT:LEFT:FT:PORT:COUN | Устанавливает или считывает количество портов левой оснастки. Соответствует области Оснастка А. Количество портов. |
| AFR:SYST:FIXT:LEFT:FT:PORT:GAT? | Считывает значение импульсной характеристики цепи левой оснастки для порта <Port>. Соответствует данным Селекция. Оснастка А. Порт <Port>. |
| AFR:SYST:FIXT:LEFT:FT:PORT:GAT:TRAC? | Считывает значения импульсной характеристики цепи левой оснастки для порта <Port>. |

| Команда | Описание |
|---|--|
| | Соответствует данным Селекция. Трасса Селекция. Оснастка А. Порт <Port> . |
| AFR:SYST:FIXT:LE FT:PORT:IMP? | <p>Считывает значение импеданса левой оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Импеданс. Оснастка А. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:LE FT:PORT:IMP:TRA C? | <p>Считывает значения импеданса левой оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Импеданс. Трасса Импеданс. Оснастка А. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:LE FT:PORT:LEN? | <p>Считывает значение импульсной характеристики цепи левой оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Электрическая длина. Оснастка А. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:LE FT:PORT:LEN:TRA C? | <p>Считывает значения импульсной характеристики цепи левой оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Электрическая длина. Трасса Длина. Оснастка А. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:LE FT:PORT:AUX | <p>Устанавливает или считывает номер порта анализатора, подключенного к дополнительной (левой) оснастке.</p> <p>Соответствует области Оснастка А доп. Порт<Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:LE FT:PORT:AUX:GA T? | <p>Считывает значение импульсной характеристики цепи дополнительной (левой) оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Селекция. Оснастка А доп. Порт <Port>.</p> |

| Команда | Описание |
|---|---|
| AFR:SYST:FIXT:LE FT:PORT:AUX:GA T:TRAC? | <p>Считывает значения импульсной характеристики цепи дополнительной (левой) оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Селекция. Трасса Селекция. Оснастка А доп. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:LE FT:PORT:AUX:IM P? | <p>Считывает значение импеданса дополнительной (левой) оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Импеданс. Оснастка А доп. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:LE FT:PORT:AUX:IM P:TRAC? | <p>Считывает значения импеданса дополнительной (левой) оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Импеданс. Трасса Импеданс. Оснастка А доп. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:LE FT:PORT:AUX:LEN ? | <p>Считывает значение импульсной характеристики цепи дополнительной (левой) оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Электрическая длина. Оснастка А доп. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:LE FT:PORT:AUX:LEN :TRAC? | <p>Считывает значения импульсной характеристики цепи дополнительной (левой) оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Электрическая длина. Трасса Длина. Оснастка А доп. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT | <p>Устанавливает или считывает состояние флажка, отображающего применение правой оснастки.</p> <p>Соответствует флажку Оснастка В.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT | <p>Устанавливает или считывает номер порта анализатора, подключенного к правой оснастке.</p> |

| Команда | Описание |
|--|---|
| | Соответствует области Оснастка В. Порт <Port> . |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:COUN | Устанавливает или считывает количество портов правой оснастки. Соответствует области Оснастка В. Количество портов . |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:GAT? | Считывает значение импульсной характеристики цепи правой оснастки для порта <Port>. Соответствует данным Селекция. Оснастка В. Порт <Port> . |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:GAT:T RAC? | Считывает значения импульсной характеристики цепи правой оснастки для порта <Port>. Соответствует данным Селекция. Трасса Селекция. Оснастка В. Порт <Port> . |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:IMP? | Считывает значение импеданса правой оснастки для порта <Port>. Соответствует данным Импеданс. Оснастка В. Порт <Port> . |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:IMP:T RAC? | Считывает значения импеданса правой оснастки для порта <Port>. Соответствует данным Импеданс. Трасса Импеданс. Оснастка В. Порт <Port> . |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:LEN? | Считывает значение импульсной характеристики цепи правой оснастки для порта <Port>. Соответствует данным Электрическая длина. Оснастка В. Порт <Port> . |

| Команда | Описание |
|--|--|
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:LEN:T RAC? | <p>Считывает значения импульсной характеристики цепи правой оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Электрическая длина. Трасса Длина. Оснастка В. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:AUX | <p>Устанавливает или считывает номер порта анализатора, подключенного к дополнительной (правой) оснастке.</p> <p>Соответствует области Оснастка В доп. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:AUX:G AT? | <p>Считывает значение импульсной характеристики цепи дополнительной (правой) оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Селекция. Оснастка В доп. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:AUX:G AT:TRAC? | <p>Считывает значения импульсной характеристики цепи дополнительной (правой) оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Селекция. Трасса Селекция. Оснастка В доп. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:AUX:I MP? | <p>Считывает значение импеданса дополнительной (правой) оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Импеданс. Оснастка В доп. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:AUX:I MP:TRAC? | <p>Считывает значения импеданса дополнительной (правой) оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Импеданс. Трасса Импеданс. Оснастка В доп. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:AUX:L | <p>Считывает значение импульсной характеристики цепи дополнительной (правой) оснастки для порта <Port>.</p> |

| Команда | Описание |
|--|--|
| EN? | Соответствует данным Электрическая длина. Оснастка В доп. Порт <Port> . |
| AFR:SYST:FIXT:RI GHT:PORT:AUX:L EN:TRAC? | <p>Считывает значения импульсной характеристики цепи дополнительной (правой) оснастки для порта <Port>.</p> <p>Соответствует данным Электрическая длина. Трасса Длина. Оснастка В доп. Порт <Port>.</p> |
| AFR:SYST:LP:IGN | <p>Устанавливает или считывает положение переключателя Игнор. видеосигнал.</p> <p>Соответствует переключателю Игнор. видеосигнал.</p> <p>Во включенном положении программа будет игнорировать проверку установленных параметров по частоте и не выполнять преобразование импеданса.</p> |
| AFR:SYST:PRES | Устанавливает параметры программы по умолчанию (в начальное состояние). |
| AFR:SYST:SET:SA VE | Сохраняет текущие настройки программы. |
| AFR:SYST:READ? | Считывает состояние готовности программы к работе. |
| AFR:SYST:STAT:L OAD | <p>Загружает файл состояния программы.</p> <p>Загружается ранее установленная настройка органов управления программы и параметры анализатора, включая набор калибровочных данных.</p> |
| AFR:SYST:STEP:C OUN? | Возвращает количество шагов измерений на вкладке Измерение оснастки. |
| AFR:SYST:STEP:D ATA:DEL | Удаляет данные измерения на шаге <Step>. |

| Команда | Описание |
|--|---|
| | Соответствует области Измерение оснастки > Шаг <Step> > Удалить данные. |
| AFR:SYST:STEP:MEAS? | <p>Возвращает состояние завершенности конкретного шага измерений <Step>.</p> <p>Соответствует области Измерение оснастки > Шаг <Step>.</p> |
| AFR:SYST:STEP:REF:APPR | <p>Устанавливает состояние флажка Компенсация макс. сигнала с применением сплайн-аппроксимации.</p> <p>Измерение по 1xReflect. При включенном флажке максимальный сигнал фильтруется во временной области и сглаживается.</p> <p>При выключенном – этот сигнал только фильтруется.</p> <p>Соответствует флажку Компенсация макс. сигнала с применением сплайн-аппроксимации.</p> |
| AFR:SYST:STEP:REF:OFFS | <p>Устанавливает режим смещения плоскости калибровки на шаге <Step>.</p> <p>Измерение по 1xReflect. Для ввода значения смещения используется команда: AFR:CALC:STEP:REF:OFFS.</p> |
| AFR:SYST:STEP:REF:OPEN | <p>Устанавливает измерение коэффициента отражения оснастки на шаге <Step> в режим холостого хода.</p> <p>Измерение по 1xReflect. Для проведения измерений используется команда: AFR:CALC:STEP:REF:OPEN.</p> |
| AFR:SYST:STEP:REF:SHOR | <p>Устанавливает измерение коэффициента отражения оснастки на шаге <Step> в режим короткого замыкания.</p> |

| Команда | Описание |
|--|--|
| | <p>Измерение по 1xReflect. Для проведения измерений используется команда: AFR:CALC:STEP<Step>:REF:SHOR.</p> |
| <p>AFR:SYST:STEP:T HRU:OFFS</p> | <p>Устанавливает ручной ввод смещения плоскости калибровки на шаге <Step>.</p> <p>Измерение по 2xThrough. Для установки значений смещения каждой оснастки используется команда: AFR:CALC:STEP:THRU:OFFS.</p> <p>Установка ручного ввода отключает автоматическое определение смещения плоскости калибровки, если оно было ранее включено командой: AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS 1.</p> <p>Выполнение команды игнорируется, если на шаге <Step> не были проведены измерения. Узнать состояние шага <Step> можно командой: AFR:SYST:STEP:MEAS?</p> |
| <p>AFR:SYST:STEP:T HRU:REFOFFS</p> | <p>Устанавливает автоматическое смещение плоскости калибровки на шаге <Step>.</p> <p>Измерение по 2xThrough. Установка автоматического режима отключает ручной ввод смещения плоскости калибровки, если ранее он был включен командой: AFR:SYST:STEP:THRU:OFFS 1.</p> <p>Выполнение команды игнорируется, если на шаге <Step> не были проведены измерения. Узнать состояние шага <Step> можно командой: AFR:SYST:STEP:MEAS?</p> |
| <p>AFR:SYST:STEP:T HRU:REFOFFS:OP EN</p> | <p>Устанавливает измерение коэффициентов отражения на шаге <Step> в режим холостого хода. Используется для автоматического определения значений смещения плоскости калибровки.</p> |

| Команда | Описание |
|--|---|
| | Измерение по 2xThrough. Для проведения измерений используется команда: AFR:CALC:STEP:THRU:REFOFFS:OPEN. |
| AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS:SHORT | Устанавливает измерение коэффициентов отражения на шаге <Step> в режим короткого замыкания. Используется для автоматического определения значений смещения плоскости калибровки. Измерение по 2xThrough. Для проведения измерений используется команда: AFR:CALC:STEP:THRU:REFOFFS:SHORT. |
| AFR:SYST:STEP:TYPE? | Возвращает тип шага <Step> в соответствии со схемой измерений: 1xReflect (отражение), 2xThrough (передача), IU (измерение параметров оснастки с IU). |
| AFR:SYST:VNA:DEF | Устанавливает значение IP-адреса и порта подключения к анализатору по умолчанию. Соответствует области Настройки сетевого удаленного управления. |
| AFR:SYST:VNA:IP | Устанавливает или считывает IP-адрес подключения к анализатору. Соответствует области Настройки сетевого удаленного управления. |
| AFR:SYST:VNA:PORT | Устанавливает или считывает номер порта подключения к анализатору. Соответствует области Настройки сетевого удаленного управления. |

| Команда | Описание |
|------------------------------------|---|
| AFR:SYST:ZCON:TYPE | <p>Устанавливает или считывает положение переключателя Установить опорный импеданс Z0. Функции вычисления и преобразования импеданса доступны только в режиме видеосигнала.</p> <p>Соответствует переключателю Установить опорный импеданс Z0.</p> |

9.3.4.1 AFR:SYST:CALC:METH

SCPI команда

AFR:SYST:CALC:METH <char>

AFR:SYST:CALC:METH?

Описание

Устанавливает или считывает метод расчета параметров оснастки.

команда/запрос

Параметр

<char> метод расчета параметров оснастки:

BIsect – метод деления S-параметров оснастки пополам

TIMEgating – метод селекции во временной области

FILTERing – метод совместной оценки

Ответ

{BI|TIME|FILTER}

Кнопки

Описание оснастки > Метод (метод расчета параметров оснастки)

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.2 AFR:SYST:CORRECT:APPL

SCPI команда

AFR:SYSTem:CORRECTion:APPLY

Описание

Активирует режим моделирования оснастки в программном обеспечении анализатора, применяет исключение цепи к портам, к которым подключена оснастка, загружает вычисленные S-параметры оснастки.

нет запроса

Кнопки

Применение результатов > Применить

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.3 AFR:SYST:CORRECT:SAVE

SCPI команда

AFR:SYSTem:CORRECTion:SAVE <string>

Описание

Сохраняет вычисленные S-параметры оснасток.

нет запроса

Параметр

<string> – путь сохранения файлов *.sNp.

ПРИМЕЧАНИЕ Количество сохраняемых файлов равно количеству портов анализатора, участвовавших при измерении оснастки, но интерфейс, как и команда, требует ввести только один путь для сохранения. Например, "C:/Users/setup1", где setup1 – префикс для сохранения всех файлов.

Предположим, что оснастка измерялась на портах 1 и 3 анализатора, тогда при вызове команды SYSTem:CORRECTion:SAVE "C:/Users/setup1" в папку "C:/Users" будут сохранены файлы setup11.s2p, setup13.s2p. К указанному пользователем префиксу setup1 будет добавлен номер порта анализатора.

Кнопки

Применение результатов > Сохранить S-параметры

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.4 AFR:SYST:DATA:SAVE

SCPI команда

AFR:SYSTem:DATA:SAVE <string>

Описание

Сохраняет исходные S-параметры оснастки (измеренные на калиброванном анализаторе без дополнительных вычислений и преобразований).

нет запроса

Параметры

<string> – путь сохранения файлов *.sNp.

ПРИМЕЧАНИЕ Количество сохраняемых файлов равно количеству схем измерений оснастки (шагов измерений), но интерфейс, как и команда, требует ввести только один путь для сохранения. Например, "C:/Users/setup1", где setup1 – префикс для сохранения всех файлов. При вызове команды SYSTem:CORRECTion:SAVE "C:/Users/setup1" в папку "C:/Users" будут сохранены файлы setup1_TransmissionRawData.s2p, setup1_OpenRawData.s2p, setup1_ShortRawData.s2p, setup1_DutRawData.s2p. К указанному пользователем префиксу setup1 будет добавлена схема измерений.

Кнопки

Применение результатов > Сохранить нескор. данные

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.5 AFR:SYST:ERR?

SCPI команда

AFR:SYSTem:ERRor?

Описание

Считывает сообщение об ошибке выполнения команд SCPI из очереди и ошибок типа FIFO ("первый вошёл – первый вышел"), которое хранится в программе. Считанное сообщение удаляется из очереди.

только запрос

Ответ

<numeric>, <string>

<numeric> – код ошибки,

<string> – текст сообщения.

Если в очереди нет ни одного сообщения, выдается: "0, No error".

Кнопки

Нет

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.6 AFR:SYST:FIXT:CONNECT:DIR

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:CONNECTion:DIRect {OFF|ON|0|1}

AFR:SYSTem:FIXTure:CONNECTion:DIRect?

Описание

Устанавливает или считывает конфигурацию соединения входной (левой) А и выходной (правой) В оснасток:

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует переключателю **А-В соединение** (см. п. [Подключение оснастки](#)).

команда/запрос

Параметр

{ON|1} ВКЛ (оснастки А и В соединены)

{OFF|0} ВЫКЛ (оснастки А и В разъединены)

Ответ

{0|1}

Кнопки

Подключение оснастки > А - В соединение (выбрать прямое подключение)

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.7 AFR:SYST:FIXT:CONNECT:DUT:DIFF

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:CONNECTion:DUT:DIFFerent {OFF|ON|0|1}

AFR:SYSTem:FIXTure:CONNECTion:DUT:DIFFerent?

Описание

Устанавливает или считывает положение переключателя КАЛИБР ≠ ИУ. Программа предлагает воспользоваться режимом КАЛИБР ≠ ИУ, если ИУ установлено в оснастку или конструктивно реализовано в оснастке, где нет возможности его извлечения. При включенном режиме появляется дополнительный шаг измерений параметров оснастки с ИУ. Режим доступен только при методе расчета параметров оснастки **Селекция**.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует переключателю **Калибровочная оснастка и оснастка с исследуемым устройством различаются** (см. п. [Подключение оснастки](#)).

команда/запрос

Параметр

{ON|1} ВКЛ

{OFF|0} ВЫКЛ

Ответ

{0|1}

Кнопки

Подключение оснастки > КАЛИБР ≠ ИУ (калибровочная оснастка и оснастка с исследуемым устройством различаются)

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.8 AFR:SYST:FIXT:CONNECT:LEFT:THRU

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:CONNECTion:LEFT:THRU {OFF|ON|0|1}

AFR:SYSTem:FIXTure:CONNECTion:LEFT:THRU?

Описание

Устанавливает или считывает конфигурацию соединения оснасток А и А доп:

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует переключателю **А-А соединение** (см. п. [Подключение оснастки](#)).

команда/запрос

Параметр

{ON|1} ВКЛ (оснастки А и А доп соединены)

{OFF|0} ВЫКЛ (оснастки А и А доп разъединены)

Ответ

{0|1}

Кнопки

Подключение оснастки > А - А Соединение (соединить 2 оснастки А)

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.9 AFR:SYST:FIXT:CONNECT:RIGHT:THRU

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:CONNECTion:RIGHT:THRU {OFF|ON|0|1}

AFR:SYSTem:FIXTure:CONNECTion:RIGHT:THRU?

Описание

Устанавливает или считывает конфигурацию соединения оснасток В и В доп:

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует переключателю **В-В соединение** (см. п. [Подключение оснастки](#)).

команда/запрос

Параметр

{ON|1} ВКЛ (оснастки В и В доп соединены)

{OFF|0} ВЫКЛ (оснастки В и В доп разъединены)

Ответ

{0|1}

Кнопки

Подключение оснастки > В - В Соединение

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.10 AFR:SYST:FIXT:LEFT

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT {OFF|ON|0|1}

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT?

Описание

Устанавливает или считывает состояние флажка, отображающего применение левой оснастки.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует флажку **Оснастка А** (см. п. [Описание оснастки](#)).

команда/запрос

Параметр

{ON|1} ВКЛ (оснастка А используется)

{OFF|0} ВЫКЛ (оснастка А не используется)

Ответ

{0|1}

Кнопки

Описание оснастки > Оснастка А

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.11 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port> <numeric>

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>?

Description

Устанавливает или считывает номер порта анализатора, подключенного к левой оснастке.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует области **Оснастка А. Порт <Port>** (см. п. [Подключение оснастки](#)).

команда/запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Количество портов оснастки определяется командой [AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:COUNT?](#)

Параметр

<numeric> номер порта анализатора

Ответ

<numeric>

Кнопки

Подключение оснастки > Порт

Back to [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.12 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:COUN

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT:COUNT <numeric>

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT:COUNT?

Описание

Устанавливает или считывает количество портов левой оснастки.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует области **Оснастка А. Количество портов** (см. п. [Описание оснастки](#)).

команда/запрос

Параметр

<numeric> количество портов оснастки

Ответ

<numeric>

Кнопки

Описание оснастки > Количество портов

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.13 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:GAT?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:GATing?

Описание

Считывает значение импульсной характеристики цепи левой оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Селекция. Оснастка А. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Селекция

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.14 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:GAT:TRAC?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:GATing:TRACe?

Описание

Считывает значения импульсной характеристики цепи левой оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Селекция. Трасса Селекция. Оснастка А. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, ... <numeric N>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Селекция

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.15 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:IMP?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:IMPedance?

Описание

Считывает значение импеданса левой оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Импеданс. Оснастка А. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Импеданс

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.16 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:IMP:TRAC?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:IMPedance:TRACe?

Описание

Считывает значения импеданса левой оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Импеданс. Трасса Импеданс. Оснастка А. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, ... <numeric N>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Импеданс

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.17 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:LEN?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:LENgth?

Описание

Считывает значение импульсной характеристики цепи левой оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Электрическая длина. Оснастка А. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Длина (электрическая)

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.18 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:LEN:TRAC?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:LENgth:TRACe?

Описание

Считывает значения импульсной характеристики цепи левой оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Электрическая длина. Трасса Длина. Оснастка А. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, ... <numeric N>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Длина (электрическая)

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.19 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:AUX <numeric>

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:AUX?

Описание

Устанавливает или считывает номер порта анализатора, подключенного к дополнительной (левой) оснастке.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует области **Оснастка А доп. Порт<Port>** (см. п. [Подключение оснастки](#)).

команда/запрос

Объект

Номер порта оснастки <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Количество портов оснастки определяется командой [AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:COUNT?](#)

Параметр

<numeric> номер порта анализатора

Ответ

<numeric>

Кнопки

Подключение оснастки > Порт

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.20 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX:GAT?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:AUX:GATing?

Описание

Считывает значение импульсной характеристики цепи дополнительной (левой) оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Селекция. Оснастка А доп. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Селекция

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.21 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX:GAT:TRAC?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:AUX:GATing:TRACe?

Описание

Считывает значения импульсной характеристики цепи дополнительной (левой) оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Селекция. Трасса Селекция. Оснастка А доп. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, ... <numeric N>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Селекция

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.22 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX:IMP?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:AUX:IMPedance?

Описание

Считывает значение импеданса дополнительной (левой) оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Импеданс. Оснастка А доп. Порт <Port>**. (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Импеданс

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.23 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX:IMP:TRAC?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:AUX:IMPedance:TRACe?

Описание

Считывает значения импеданса дополнительной (левой) оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Импеданс. Трасса Импеданс. Оснастка А доп. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, ... <numeric N>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Импеданс

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.24 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX:LEN?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:AUX:LENgth?

Описание

Считывает значение импульсной характеристики цепи дополнительной (левой) оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Электрическая длина. Оснастка А доп. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Длина (электрическая)

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.25 AFR:SYST:FIXT:LEFT:PORT:AUX:LEN:TRAC?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:LEFT:PORT<Port>:AUX:LENgth:TRACe?

Описание

Считывает значения импульсной характеристики цепи дополнительной (левой) оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Электрическая длина. Трасса Длина. Оснастка А доп. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, ... <numeric N>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Длина (электрическая)

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.26 AFR:SYST:FIXT:RIGHT

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT {OFF|ON|0|1}

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT?

Описание

Устанавливает или считывает состояние флажка, отображающего применение правой оснастки.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует флажку **Оснастка В** (см. п. [Описание оснастки](#)).

команда/запрос

Параметр

{ON|1} ВКЛ (оснастка В используется)

{OFF|0} ВЫКЛ (оснастка И не используется)

Ответ

{0|1}

Кнопки

Описание оснастки > Оснастка В

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.27 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port> <numeric>

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>?

Описание

Устанавливает или считывает номер порта анализатора, подключенного к правой оснастке.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует области **Оснастка В. Порт<Port>** (см. п. [Подключение оснастки](#)).

команда/запрос

Объект

Номер порта оснастки <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Количество портов оснастки определяется командой [AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:COUN?](#)

Параметр

<numeric> номер порта анализатора

Ответ

<numeric>

Кнопки

Подключение оснастки > Порт

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.28 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:COUN

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT:COUNT <numeric>

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT:COUNT?

Описание

Устанавливает или считывает количество портов правой оснастки.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует области **Оснастка В. Количество портов** (см. п. [Описание оснастки](#)).

команда/запрос

Параметр

<numeric> количество портов оснастки

Ответ

<numeric>

Кнопки

Описание оснастки > Количество портов

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.29 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:GAT?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>:GATing?

Описание

Считывает значение импульсной характеристики цепи правой оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Селекция. Оснастка В. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Селекция

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.30 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:GAT:TRAC?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT::PORT<Port>:LENgth:TRACe?

Описание

Считывает значения импульсной характеристики цепи правой оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Селекция. Трасса Селекция. Оснастка В. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, ... <numeric N>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Селекция

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.31 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:IMP?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>:IMPedance?

Описание

Считывает значение импеданса правой оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Импеданс. Оснастка В. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Импеданс

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.32 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:IMP:TRAC?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>:IMPedance:TRACe?

Описание

Считывает значения импеданса правой оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Импеданс. Трасса Импеданс. Оснастка В. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, ... <numeric N>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Импеданс

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.33 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:LEN?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>:LENgth?

Описание

Считывает значение импульсной характеристики цепи правой оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Электрическая длина. Оснастка В. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Длина (электрическая)

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.34 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:LEN:TRAC?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>:LENgth:TRACe?

Описание

Считывает значения импульсной характеристики цепи правой оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Электрическая длина. Трасса Длина. Оснастка В. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, ... <numeric N>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Длина (электрическая)

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.35 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>:AUX <numeric>

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>:AUX?

Описание

Устанавливает или считывает номер порта анализатора, подключенного к дополнительной (правой) оснастке.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует области **Оснастка В доп.** Порт <Port> (см. п. [Подключение оснастки](#)).

команда/запрос

Объект

Номер порта оснастки <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Количество портов оснастки определяется командой [AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:COUN?](#)

Параметр

<numeric> номер порта анализатора

Ответ

<numeric>

Связанные элементы пользовательского интерфейса

Подключение оснастки > Порт

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.36 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX:GAT?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>:AUX:GATing?

Описание

Считывает значение импульсной характеристики цепи дополнительной (правой) оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Селекция. Оснастка В доп. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Селекция

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.37 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX:GAT:TRAC?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>:AUX:GATing:TRACe?

Описание

Считывает значения импульсной характеристики цепи дополнительной (правой) оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Селекция. Трасса Селекция. Оснастка В доп. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, ... <numeric N>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Селекция

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.38 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX:IMP?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>:AUX:IMPedance?

Описание

Считывает значение импеданса дополнительной (правой) оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Импеданс. Оснастка В доп. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Импеданс

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.39 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX:IMP:TRAC?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>:AUX:IMPedance:TRACe?

Описание

Считывает значения импеданса дополнительной (правой) оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Импеданс. Трасса Импеданс. Оснастка В доп. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, ... <numeric N>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Импеданс

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.40 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX:LEN?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>:AUX:LENgth?

Описание

Считывает значение импульсной характеристики цепи дополнительной (правой) оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Электрическая длина. Оснастка В доп. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Длина (электрическая)

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.41 AFR:SYST:FIXT:RIGHT:PORT:AUX:LEN:TRAC?

SCPI команда

AFR:SYSTem:FIXTure:RIGHT:PORT<Port>:AUX:LENgth:TRACe?

Описание

Считывает значения импульсной характеристики цепи дополнительной (правой) оснастки для порта <Port>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует данным **Электрическая длина. Трасса Длина. Оснастка В доп. Порт <Port>** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

только запрос

Объект

Номер порта <Port>,

<Port> = {1|2|...}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, ... <numeric N>

Кнопки

Измерение оснастки > Графики > Длина (электрическая)

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.42 AFR:SYST:LP:IGN

SCPI команда

AFR:SYSTem:LPass:IGNore {OFF|ON|0|1}

AFR:SYSTem:LPass:IGNore?

Описание

Устанавливает или считывает положение переключателя **Игнор. видеосигнал**.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует переключателю **Игнор. видеосигнал** (см. п. [Параметры анализатора](#)).

Во включенном положении программа будет игнорировать проверку установленных параметров по частоте и не выполнять преобразование импеданса.

команда/запрос

Parameter

{ON|1} ВКЛ

{OFF|0} ВЫКЛ

Ответ

{0|1}

Кнопки

Параметры анализатора > Игнор. видеосигнал

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.43 AFR:SYST:PRES

SCPI команда

AFR:SYSTem:PRESet

Описание

Устанавливает параметры программы по умолчанию (в начальное состояние).

нет запроса

Кнопки

Описание оснастки > Начальная установка

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.44 AFR:SYST:SET:SAVE

SCPI команда

AFR:SYSTem:SETup:SAVE <string>

Описание

Сохраняет текущие настройки программы.

нет запроса

Параметр

<string> – имя файла, в который будут записаны настройки.

Кнопки

Применение результатов > Сохранить настройки

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.45 AFR:SYST:READ?

SCPI команда

AFR:SYSTem:READy?

Описание

Считывает состояние готовности программы к работе.

только запрос

Ответ

{0|1}

где 0 – программа не готова к работе, 1 – программа готова к работе

Кнопки

Нет

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.46 AFR:SYST:STAT:LOAD

SCPI команда

AFR:SYSTem:STATe:LOAD <string>

Описание

Загружает файл состояния программы.

Загружается настройка управления программой и параметры анализатора, включая данные калибровки.

нет запроса

Параметр

<string> имя файла, расширение *.sta

Кнопки

Описание оснастки > Загрузить настройки

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.47 AFR:SYST:STEP:COUN?

SCPI команда

AFR:SYSTem:STEP:COUNT?

Описание

Возвращает количество шагов измерений на вкладке **Измерение оснастки**.

только запрос

Ответ

<numeric>

Кнопки

Нет

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.48 AFR:SYST:STEP:DATA:DEL

SCPI команда

AFR:SYSTem:STEP<Step>:DATA:DELeTe

Описание

Удаляет данные измерения на шаге <Step>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует области **Измерение оснастки > Шаг <Step> > Удалить данные.**

нет запроса

Объект

Шаг измерения <Step>, кроме шага измерения параметров оснастки с ИУ.

<Step> = {1|2|...}

Кнопки

Нет

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.49 AFR:SYST:STEP:MEAS?

SCPI команда

AFR:SYST:STEP<Step>:MEASured?

Описание

Возвращает состояние завершенности конкретного шага измерений <Step>.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует области **Измерение оснастки > Шаг <Step>**.

только запрос

Объект

Шаг измерений <Step>,

<Step> = {1|2|...}

Ответ

{0|1}

где 0 – шаг не измерен, 1 – шаг успешно измерен

Кнопки

Нет

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.50 AFR:SYST:STEP:REF:APPR

SCPI команда

AFR:SYSTem:STEP<St>:REFlect:APPRoXimation {OFF|ON|0|1}

Описание

Устанавливает состояние флажка **Компенсация макс. сигнала с применением сплайн-аппроксимации**.

Измерение по 1xReflect. При включенном флажке максимальный сигнал фильтруется во временной области и сглаживается.

При выключенном – этот сигнал только фильтруется.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует флажку **Компенсация макс. сигнала с применением сплайн-аппроксимации** (см. п. [Измерение оснастки](#)).

нет запроса

Объект

Шаг измерений <Step>,

<Step> = {1|2|...}

Параметр

{ON|1} ВКЛ

{OFF|0} ВЫКЛ

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> из N > Компенсация макс. сигнала с применением сплайн-аппроксимации

N – максимальное количество шагов.

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.51 AFR:SYST:STEP:REF:OFFS

SCPI команда

AFR:SYSTem:STEP<Step>:REF:OFFS {OFF|ON|0|1}

Описание

Устанавливает режим смещения плоскости калибровки на шаге <Step>.

Измерение по 1xReflect. Для ввода значения смещения используется команда: [AFR:CALC:STEP:REF:OFFS](#).

нет запроса

Объект

Шаг измерений <Step>,

<Step> = {1|2|...}

Параметр

{ON|1} ВКЛ

{OFF|0} ВЫКЛ

Связанные команды

[AFR:CALC:STEP:REF:OFFS](#)

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> из N > Применить к оснастке смещение плоскости

N – максимальное количество шагов.

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.52 AFR:SYST:STEP:REF:OPEN

SCPI команда

AFR:SYSTem:STEP<Step>:REFlect:OPEN {OFF|ON|0|1}

Описание

Устанавливает измерение коэффициента отражения оснастки на шаге <Step> в режим холостого хода.

Измерение по 1xReflect. Для проведения измерений используется команда [AFR:CALC:STEP:REF:OPEN](#).

нет запроса

Объект

Шаг измерений <Step>,

<Step> = {1|2|...}

Параметр

{ON|1} ВКЛ

{OFF|0} ВЫКЛ

Связанные команды

[AFR:CALC:STEP:REFL:OPEN](#)

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> из N > 1xReflect > Холостой ход

N – максимальное количество шагов.

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.53 AFR:SYST:STEP:REF:SHOR

SCPI команда

AFR:SYST:STEP<Step>:REF:SHORT {OFF|ON|0|1}

Описание

Устанавливает измерение коэффициента отражения оснастки на шаге <Step> в режим короткого замыкания.

Измерение по 1xReflect. Для проведения измерений используется команда [AFR:CALC:STEP:REF:SHOR](#).

нет запроса

Объект

Шаг измерений <Step>,

<Step> = {1|2|...}

Параметр

{ON|1} ВКЛ

{OFF|0} ВЫКЛ

Связанные команды

[AFR:CALC:STEP:REF:SHOR](#)

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> из N > 1xReflect > Короткое замыкание

N – максимальное количество шагов.

Перейти в [AFR:SYSTEM](#)

9.3.4.54 AFR:SYST:STEP:THRU:OFFS

SCPI команда

AFR:SYSTem:STEP<Step>:THRU:OFFSet {OFF|ON|0|1}

Описание

Устанавливает ручной ввод смещения плоскости калибровки на шаге <Step>.

Измерение по 2xThrough. Для установки значений смещения каждой оснастки используется команда [AFR:CALC:STEP:THRU:OFFS](#).

Установка ручного ввода отключает автоматическое определение смещения плоскости калибровки, если определение было ранее включено командой [AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS 1](#).

Выполнение команды игнорируется, если на шаге <Step> не были проведены измерения. Узнать состояние шага <Step> можно командой [AFR:SYST:STEP:MEAS?](#)

нет запроса

Объект

Шаг измерений <Step>,

<Step> = {1|2|...}

Параметр

{ON|1} ВКЛ

{OFF|0} ВЫКЛ

Связанные команды

[AFR:CALC:STEP:THRU:OFFS](#)

[AFR:SYST:STEP:MEAS?](#)

Кнопки

**Измерение оснастки > Шаг <Step> из N > 2xThrough (измерение на проход) >
Применить к оснастке F1/F2 смещение плоскости**

F1 – название левой оснастки, F2 – название правой оснастки, N – максимальное количество шагов.

Перейти в [AFR:SYSTEM](#)

9.3.4.55 AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS

SCPI команда

AFR:SYSTem:STEP<St>:THRU: REFOFFSet {OFF|ON|0|1}

Описание

Устанавливает автоматическое смещение плоскости калибровки на шаге <Step>.

Измерение по 2xThrough. Установка автоматического режима отключает ручной ввод смещения плоскости калибровки, если ранее режим был включен командой [AFR:SYST:STEP:THRU:OFFS 1](#).

Выполнение команды игнорируется, если на шаге <Step> не были проведены измерения. Узнать состояние шага <Step> можно командой [AFR:SYST:STEP:MEAS?](#)

нет запроса

Объект

Шаг измерений <Step>,

<Step> = {1|2|...}

Параметр

{ON|1} ВКЛ

{OFF|0} ВЫКЛ

Связанные команды

[AFR:SYST:STEP:THRU:OFFS](#)

[AFR:SYST:STEP>:MEAS?](#)

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> 1 из 1 > 2xThrough > Применить к оснастке F1/F2 смещение плоскости, используя 1xReflect

F1 – название левой оснастки, F2 – название правой оснастки, N – максимальное количество шагов.

Перейти в [AFR:SYSTEM](#)

9.3.4.56 AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS:OPEN

SCPI команда

AFR:SYSTem:STEP<St>:THRU: REFOFFSet:OPEN {OFF|ON|0|1}

Описание

Устанавливает измерение коэффициентов отражения на шаге <Step> в режим холостого хода. Используется для автоматического определения значений смещения плоскости калибровки.

Измерение по 2xThrough. Для проведения измерений используется команда [AFR:CALC:STEP:THRU:REFOFFS:OPEN](#).

нет запроса

Объект

Шаг измерений <Step>,

<Step> = {1|2|...}

Параметр

{ON|1} ВКЛ

{OFF|0} ВЫКЛ

Связанные команды

[AFR:CALC:STEP:THRU:REFOFFS:OPEN](#)

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> 1 из 1 > 2xThrough > Применить к оснастке F1/F2 смещение плоскости, используя 1xReflect > Холостой ход

F1 – название левой оснастки, F2 – название правой оснастки, N – максимальное количество шагов.

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.57 AFR:SYST:STEP:THRU:REFOFFS:SHOR

SCPI команда

AFR:SYSTem:STEP<St>:THRU:REFOFFSet:SHORt {OFF|ON|0|1}

Описание

Устанавливает измерение коэффициентов отражения на шаге <Step> в режим короткого замыкания. Используется для автоматического определения значений смещения плоскости калибровки.

Измерение по 2xThrough. Для проведения измерений используется команда [AFR:CALC:STEP:THRU:REFOFFS:SHOR](#).

нет запроса

Объект

Шаг измерения <Step>,

<Step> = {1|2|...}

Параметр

{ON|1} ВКЛ

{OFF|0} ВЫКЛ

Связанные команды

[AFR:CALC:STEP:THRU:REFOFFS:SHORt](#)

Кнопки

Измерение оснастки > Шаг <Step> 1 из 1 > 2xThrough > Применить к оснастке F1/F2 смещение плоскости, используя 1xReflect > Короткое замыкание

F1 – название левой оснастки, F2 – название правой оснастки, N – максимальное количество шагов.

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.58 AFR:SYST:STEP:TYPE?

SCPI команда

AFR:SYSTem:STEP<Step>:TYPE?

Описание

Возвращает тип шага <Step> в соответствии со схемой измерений:

1xReflect (отражение), 2xThrough (передача), ИУ (измерение параметров оснастки с ИУ).

только запрос

Объект

Шаг измерений <Step>,

<Step> = {1|2|...}

Ответ

{REFLECTION|TRANSMISSION|DUT}

Кнопки

Нет

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.59 AFR:SYST:VNA:DEF

SCPI команда

AFR:SYSTem:VNA:DEFault

Описание

Устанавливает значение IP-адреса и порта подключения к анализатору по умолчанию.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует области **Настройки сетевого удаленного управления** (см. п. [Настройки](#)).

нет запроса

Кнопки

Настройки > По умолчанию

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.60 AFR:SYST:VNA:IP

SCPI команда

AFR:SYSTem:VNA:IP <string>

AFR:SYSTem:VNA:IP?

Описание

Устанавливает или считывает IP-адрес подключения к анализатору.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует области **Настройки сетевого удаленного управления** (см. п. [Настройки](#)).

команда/запрос

Параметр

<string> IP-адрес анализатора

Ответ

Кнопки

Настройки > IP

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.61 AFR:SYST:VNA:PORT

SCPI команда

AFR:SYSTem:VNA:PORT <numeric>

AFR:SYSTem:VNA:PORT?

Описание

Устанавливает или считывает номер порта подключения к анализатору.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует области **Настройки сетевого удаленного управления** (см. п. [Настройки](#)).

команда/запрос

Параметр

<numeric> номер порта анализатора

Ответ

<numeric>

Кнопки

Настройки > Порт

Назад в [AFR:SYSTem](#)

9.3.4.62 AFR:SYST:ZCON:TYPE

SCPI команда

AFR:SYSTem:ZCONversion:TYPE <char>

AFR:SYSTem:ZCONversion:TYPE?

Описание

Устанавливает или считывает положение переключателя Установить опорный импеданс Z0. Функции вычисления и преобразования импеданса доступны только в режиме видеосигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ – Соответствует переключателю **Установить опорный импеданс Z0** (см. п. [Параметры анализатора](#)).

команда/запрос

Параметр

<char> импеданс, используемый для преобразования S-параметров:

FIXTure – импеданс оснастки

SYSTem – системный импеданс анализатора

USer – введенное пользователем значение импеданса

Ответ

{FIXT|SYST|US|NONE}

Кнопки

Параметры анализатора > Установить опорный импеданс Zo

Перейти в [AFR:SYSTem](#)

9.3.5 Примеры программ

Для удаленного управления программой Исключение оснастки необходимо установить настройки, указанные в п. [Системные установки](#).

Данная программа демонстрирует удаленное управление Исключением оснастки с помощью языка программирования Python 3.

```
import socket
import sys

def runQuery(client, command):
    client.send(bytes(command, encoding='raw_unicode_escape'))
    return client.recv(4096).decode("utf-8")

def runCommand(client, command):
    client.send(bytes(command, encoding='raw_unicode_escape'))

HOST = '127.0.0.1'
PORT = 5026

client = socket.socket()
client.connect((HOST,PORT))

isReady = True if (runQuery(client, 'AFR:SYST:READ?\n') == '1\n') else False
if (not isReady):
    print('Plugin not ready')
    client.close()
    sys.exit()
```

```

stepCount = int(runQuery(client, 'AFR:SYST:STEP:COUN?\n'))
for step in range(1, stepCount + 1):
    type = runQuery(client, 'AFR:SYST:STEP{:}:TYPE?\n'.format(step))
    print(type)

if (type == 'TRANSMISSION\n'):
    runCommand(client, 'AFR:CALC:STEP{:}:THRU\n'.format(step))

    runCommand(client, 'AFR:SYST:STEP{:}:THRU:OFFS ON\n'.format(step))
    runCommand(client, 'AFR:CALC:STEP{:}:THRU:OFFS
100,200\n'.format(step))
elif (type == 'REFLECT\n'):
    runCommand(client, 'AFR:SYST:STEP{:}:REF:APPR
ON\n'.format(step))
    runCommand(client, 'AFR:SYST:STEP{:}:REF:OPEN
ON\n'.format(step))
    runCommand(client, 'AFR:CALC:STEP{:}:REF:OPEN\n'.format(step))

```

```

        runCommand(client, 'AFR:SYST:STEP{}:REF:SHOR
ON\n'.format(step))
        runCommand(client, 'AFR:CALC:STEP{}:REF:SHOR\n'.format(step))
    elif (type == 'DUT\n'):
        runCommand(client, 'AFR:CALC:STEP{}:DUT\n'.format(step))

runCommand(client, 'AFR:CALC:STEP{}:THRU\n'.format(stepCount + 1))
print(runQuery(client, 'AFR:SYST:ERR?\n'))runCommand(client,
'AFR:SYST:CORRECT:SAVE \"C:/Users/User/Desktop/File\"\n')

runQuery(client, '*OPC?\n')
client.close()

```

Описание программы:

1. Подключает библиотеки, которые будут использованы в коде программы.

```

import socket
import sys

```

Библиотека `socket` необходима для взаимодействия с TCP-сервером. Библиотека `sys` используется для взаимодействия с интерпретатором Python.

2. Объявляет вспомогательные функции, позволяющие повторное использование кода взаимодействия с сервером.

```

def runQuery(client, command):
    client.send(bytes(command, encoding='raw_unicode_escape'))
    return client.recv(4096).decode("utf-8")

def runCommand(client, command):

```

```
client.send(bytes(command, encoding='raw_unicode_escape'))
```

Функция `runQuery(client, command)` получает на вход сокет и команду. Команда преобразуется из строки в массив байт. Массив отправляется серверу с помощью сокета. Затем сокет ждет ответ от сервера. Для этого используется метод сокета `recv()`. Методу сокета `recv()` необходимо указать число байт, которое будет получено от сервера, например 4096. Далее полученный результат преобразуется в строку.

Функция `runCommand(client, command)` также получает на вход сокет и команду. Команда преобразуется из строки в массив байт, который затем отправляется серверу с помощью сокета. Функция `runCommand(client, command)` результат от сервера не получает.

3. Сохраняет IP-адрес сервера (127.0.0.1) и используемый для подключения порт (5026) в переменные. Далее создает сокет, который подключится к серверу по указанному IP-адресу и порту.

```
HOST = '127.0.0.1'
PORT = 5026

client = socket.socket()
client.connect((HOST,PORT))
```

4. Отправляет серверу команду `'AFR:SYST:READ?\n'`, которая запрашивает состояние подключения программы к Анализатору. Если ответ равен 1, то есть программа подключена к Анализатору, то записывает в переменную значение `True`.

Проверяет состояние подключения. Если подключение отсутствует, то выводит сообщение `Plugin is not ready`. Далее закрывает соединение сокета и завершает выполнение программы.

```
isReady = True if (run_query(client, 'AFR:SYST:READ?\n') == '1\n') else False
if (not isReady):
    print('Plugin is not ready')
    client.close()
    sys.exit()
```

5. Получает количество шагов измерения с помощью команды 'AFR:SYST:STEP:COUN?\n'. Далее для каждого шага, начиная с первого, получает его тип, вызвав команду 'AFR:SYST:STEP{}:TYPE?\n'. Для записи значений в строку команды используется метод format(). Передав в данный метод номер шага, запишет его на месте фигурных скобок. Аналогичным способом шаг измерения записывается и в остальные команды.

```
stepCount = int(runQuery(client, 'AFR:SYST:STEP:COUN?\n'))
for step in range(1, stepCount + 1):
    type = runQuery(client, 'AFR:SYST:STEP{}:TYPE?\n'.format(step))
```

6. При условии тип шага измерения 'TRANSMISSION' выполняет измерение S-параметров двух оснасток с помощью команды 'AFR:CALC:STEP{}:THRU\n'. Затем активирует режим смещения плоскости калибровки с помощью команды 'AFR:SYST:STEP{}:THRU:OFFS ON\n'. После активации режима можно установить значения смещений командой 'AFR:CALC:STEP{}:THRU:OFFS 100,200\n'. В качестве параметров передает необходимые значения смещения, заданные в пикосекундах, например 100 и 200.

```
if (type == 'TRANSMISSION\n'):
    runCommand(client, 'AFR:CALC:STEP{}:THRU\n'.format(step))

    runCommand(client, 'AFR:SYST:STEP{}:THRU:OFFS ON\n'.format(step))
    runCommand(client, 'AFR:CALC:STEP{}:THRU:OFFS
100,200\n'.format(step))
```

7. При условии тип шага 'REFLECT\n' выполняет команду 'AFR:SYST:STEP{}:REF:APPR ON\n', которая включает фильтрацию и сглаживание максимального сигнала.

После активирует режим измерение коэффициента отражения оснастки на втором шаге в состоянии холостого хода с помощью команды 'AFR:SYST:STEP{}:REF:OPEN ON\n'. Когда режим активирован, можно измерить коэффициенты отражения оснастки с помощью команды 'AFR:CALC:STEP{}:REF:OPEN\n'.

Затем активирует режим измерение коэффициента отражения оснастки на втором шаге в состоянии короткого замыкания с помощью команды 'AFR:SYST:STEP{}:REF:SHOR ON\n'. Когда режим активирован, можно измерить

коэффициенты отражения оснастки с помощью команды 'AFR:CALC:STEP{}:REF:SHOR\n'.

```
elif (type == 'REFLECT\n'):  
    runCommand(client, 'AFR:SYST:STEP{}:REF:APPR ON\n'.format(step))  
  
    runCommand(client, 'AFR:SYST:STEP{}:REF:OPEN ON\n'.format(step))  
    runCommand(client, 'AFR:CALC:STEP{}:REF:OPEN\n'.format(step))  
  
    runCommand(client, 'AFR:SYST:STEP{}:REF:SHOR ON\n'.format(step))  
    runCommand(client, 'AFR:CALC:STEP{}:REF:SHOR\n'.format(step))
```

8. При условии тип шага 'DUT\n выполняет измерение входного и выходного коэффициента отражения оснастки с исследуемым устройством с помощью команды 'AFR:CALC:STEP{}:DUT\n'.

```
elif (type == 'DUT\n'):  
    runCommand(client, 'AFR:CALC:STEP{}:DUT\n'.format(step))
```

9. При выполнении команды для несуществующего шага можно вызвать команду 'AFR:SYST:ERR?\n' и получить код ошибки. Выведем полученное значение на экран.

```
runCommand(client, 'AFR:CALC:STEP{}:THRU\n'.format(stepCount + 1))  
print(runQuery(client, 'AFR:SYST:ERR?\n'))
```

10. Сохраняет результаты используя команду 'AFR:SYST:CORRECT:SAVE\n"C:/Users/User/Desktop/File"\n', указав путь файла.

```
run_command(client, 'AFR:SYST:CORRECT:SAVE\n"C:/Users/User/Desktop/File"\n')
```

11. При помощи команды '*OPC?\n' ожидает завершения всех запрошенных команд. Выполняет перед закрытием соединения сокета, чтобы убедиться в выполнении завершения всех команд.

```
run_query(client, '*OPC?\n')
```



```
client.close()
```

10 Возможные неисправности и способы их устранения

В разделе описано устранение возможных неисправностей, возникающих при работе с программой:

- программа "Исключение оснастки" находится в ожидании подключения анализатора, в то время как анализатор не подключается (см. п. [В ожидании анализатора](#));
- программе не удается найти файл лицензии, невозможно подтверждение лицензии программы (см. п. [Файл лицензии не найден](#)).

ПРИМЕЧАНИЕ Если проблему не удастся решить с помощью рекомендаций в этом разделе, обратитесь на предприятие-изготовитель.

10.1 В ожидании анализатора

Программа "Исключение оснастки" находится в ожидании подключения анализатора, в то время как анализатор не подключается.

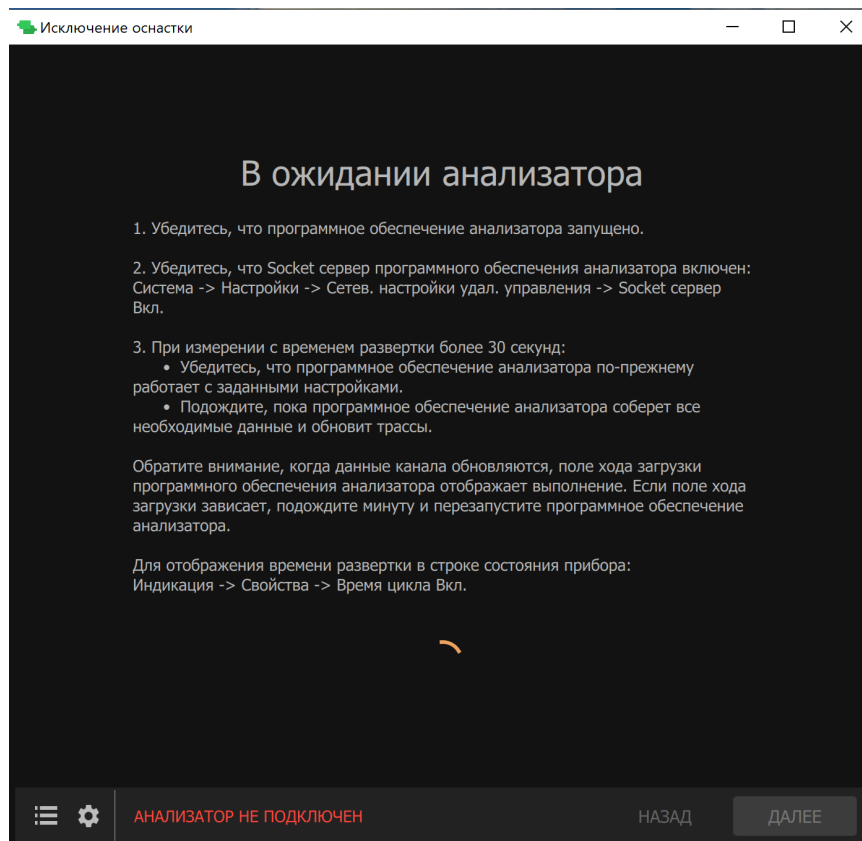


Рисунок 58 – Пример окна программы, если анализатор не подключен

Решение

1. Убедитесь, что программное обеспечение анализатора запущено. Статусная строка в программном обеспечении анализатора должна отображать статус **Готов**.
2. Убедитесь, что Socket-сервер программного обеспечения анализатора включен. Чтобы включить Socket-сервер, нажмите следующую последовательность кнопок в программном обеспечении анализатора:
Система > Настройки > Сетев. настройки удал. Управления > Socket сервер > ВКЛ
3. Убедитесь, что настройки Socket-сервера корректны и одинаковы как в программе "Исключение оснастки", так и в программном обеспечении анализатора. Чтобы просмотреть настройки Socket-сервера анализатора, нажмите следующую последовательность кнопок:
Система > Сетев. настройки удал. Управления
4. Если проблема не устранена, выключите все имеющиеся анализаторы, перезагрузите компьютер, а затем включите только тот анализатор,

который хотите использовать. Включите анализатор и запустите программу "Исключение оснастки".

ПРИМЕЧАНИЕ Для получения подробной информации о работе анализатора см. п. "Сетевые настройки" в руководстве по эксплуатации на анализатор.

10.2 Файл лицензии не найден

Программе не удается найти файл лицензии.

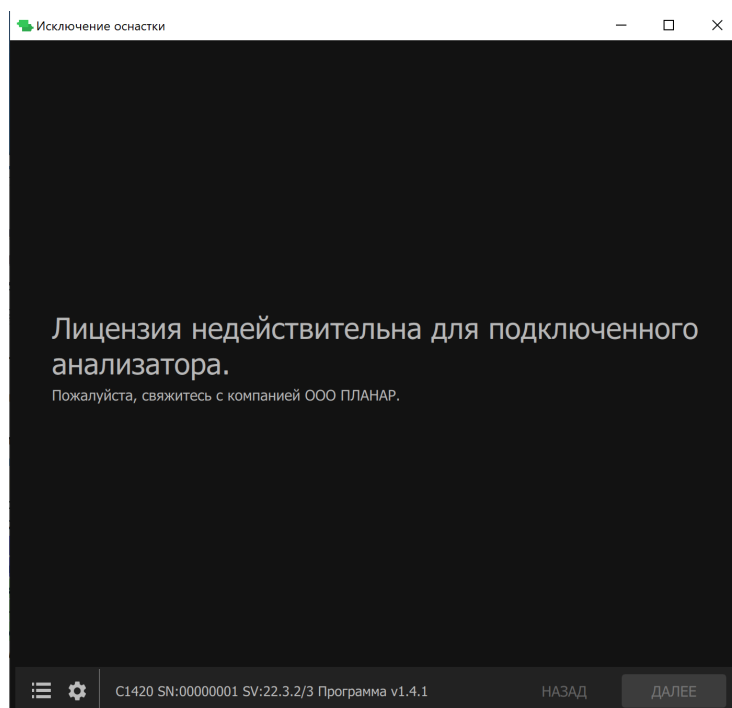


Рисунок 59 – Файл лицензии не найден

Решение

1. Программа "Исключение оснастки" требует покупки лицензии. Для покупки обратитесь на предприятие-изготовитель.
2. Убедитесь, что файл лицензии расположен в той же папке, что и исполняемый файл программы "Исключение оснастки" (см. п. [Установка файла лицензии](#)).
3. Убедитесь, что серийный номер подключенного анализатора соответствует лицензии.
4. Убедитесь, что срок действия лицензии не истек.
5. Убедитесь, что подключение к интернету установлено.

ПРИМЕЧАНИЕ Информация о лицензии доступна в настройках программы (см. п. [Лицензия](#)).

11 Сокращения

Приставки

| Обозначение | Приставка |
|-------------|---------------------|
| мк | микро (10^{-6}) |
| м | милли (10^{-3}) |
| к | кило (10^3) |
| М | мега (10^6) |
| Г | гига (10^9) |

Единицы измерения

| Обозначение | Единицы измерения |
|-------------|----------------------|
| Ω | ом |
| дБ | децибел |
| дБм, дБмВт | децибел на милливатт |
| Вт | ватт |
| Ф | фарада |
| Гн | генри |
| Гц | герц |
| м | метр |
| сек | секунда |
| В | вольт |

Сокращения

| | |
|-------------|--|
| АКМ | модуль автоматической калибровки |
| ВАЦ (VNA) | векторный анализатор цепей (Vector Network Analyzer) |
| ИУ | исследуемое устройство |
| КЗ (Short) | короткое замыкание |
| ПЧ | промежуточная частота |
| ПК | персональный компьютер |
| РЧ | радиочастота |
| ХХ (Open) | холостой ход |
| LRL | Line-Reflect-Line калибровка |
| SCPI | стандартные команды для программируемых приборов |
| S-параметры | параметры рассеяния линейной электрической цепи |
| SOLT | Short-Open-Load-Through калибровка |
| SOLR | Short-Open-Load-Reciprocal калибровка |
| TRL | Thru-Reflect-Line калибровка |
| USB | (Universal Serial Bus) последовательный интерфейс для подключения периферийных устройств |