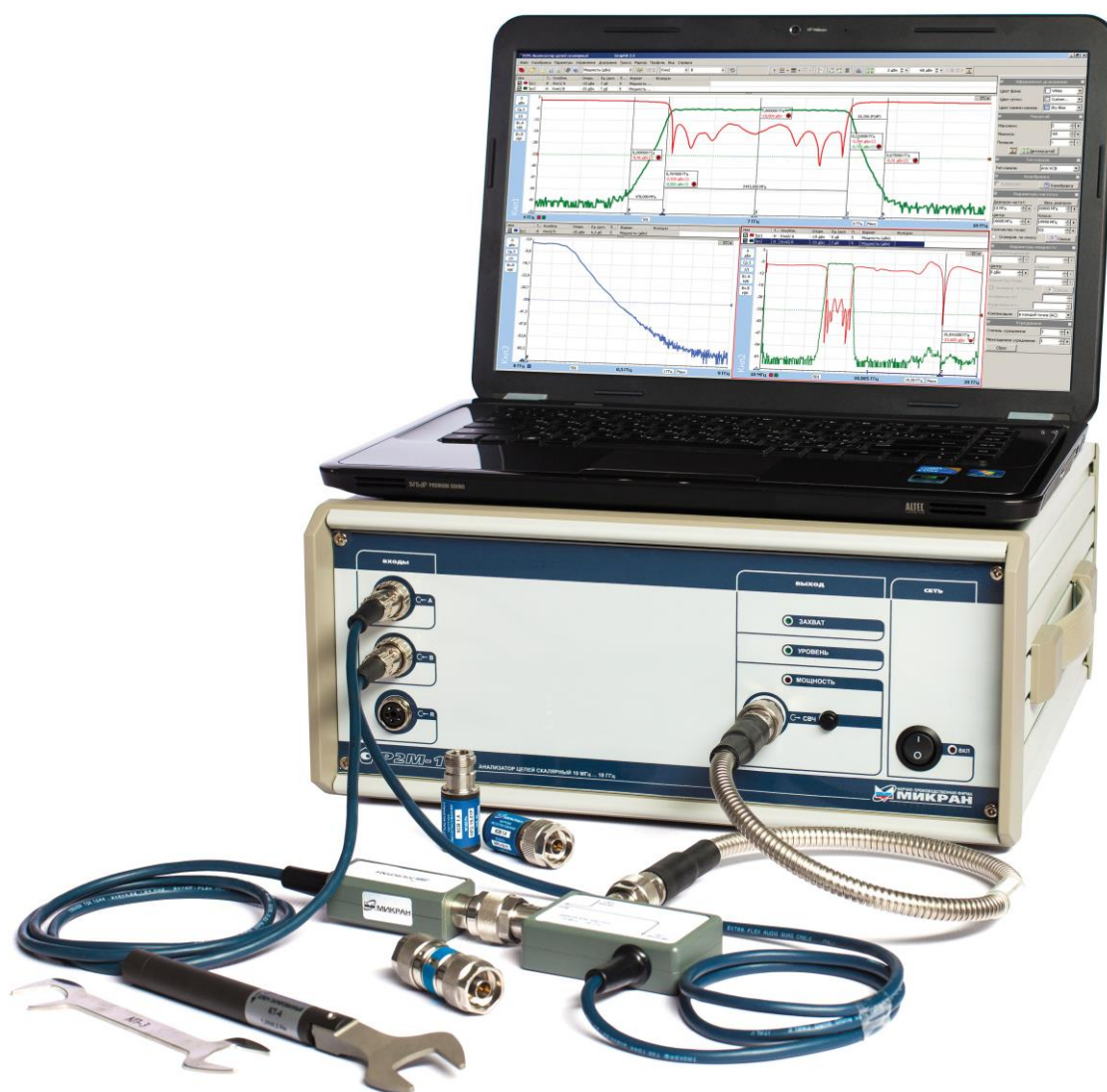


# ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СКАЛЯРНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ P2M



## ИЗМЕРЕНИЕ МОДУЛЕЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕДАЧИ И ОТРАЖЕНИЯ ПАССИВНЫХ И АКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ



Анализаторы цепей скалярные серии P2M (далее — анализаторы P2M) предназначены для измерений модуля коэффициента передачи (КП), модуля коэффициента отражения (КО), коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН), мощности и для формирования непрерывных гармонических сигналов. Дополнительные режимы работы анализатора P2M позволяют контролировать динамические характеристики, групповое время задержки, параметры устройств с преобразованием по частоте и параметры устройств в импульсном режиме.

Анализаторы P2M применяются для исследований, настройки, испытаний, контроля при производстве высокочастотных (ВЧ) и сверхвысокочастотных (СВЧ) устройств, используемых в радиоэлектронике, связи, радиолокации, измерительной технике.

Принцип действия анализаторов P2M основан на выделении высокочастотных электромагнитных волн (прошедшей через исследуемое устройство и отраженной от его портов), преобразовании их в низкочастотные напряжения, пропорциональные мощности этих волн, измерении напряжений и расчете модуля КП, модуля КО. Выделение и преобразование электромагнитных волн в низкочастотное напряжение производится с помощью детекторных головок и датчиков КСВ.

Управление анализатором P2M осуществляется с помощью внешнего персонального компьютера с установленным программным обеспечением «Graphit P2M», которое обрабатывает измеренные данные и обеспечивает отображение результатов измерений. Информационный обмен между анализатором P2M и персональным компьютером осуществляется по интерфейсу Ethernet.

Для описания и оценки качества СВЧ устройств применяется матрица рассеяния, элементы которой (S-параметры) описывают физические параметры рассеяния, рис. 1.



Рисунок 1. Графическая иллюстрация S-параметров двухпортового устройства.

S11 – характеристика отражения от первого порта;

S22 – характеристика отражения от второго порта;

S21 – характеристика передачи в прямом направлении;

S12 – характеристика передачи в обратном направлении.

Каждый S-параметр содержит информацию об амплитуде и фазе в соответствующем направлении. Скалярные анализаторы цепей позволяют проводить измерения только амплитуды сигнала (модуль S-параметров). Векторные анализаторы цепей позволяют проводить измерения амплитуды и фазы сигнала.

Для проведения измерений модулей коэффициентов отражения и передачи потребуется:

- Анализатор цепей скалярный серии P2M;
- Головка детекторная;
- Датчик КСВ;
- Нагрузка комбинированная коаксиальная КЗ/ХХ;
- Кабель СВЧ.

*Примечание:* Данный комплект необходим для проведения измерений, указанных в данной инструкции. Возможно изменение комплекта в зависимости от схемы измерения.

## Измерение модулей коэффициентов передачи и отражения пассивного устройства с помощью скалярного анализатора цепей

В качестве примера проведем измерение модулей коэффициентов передачи и отражения канала ответвления [направленного ответвителя серии HO16](#) по схеме, приведенной на рис. 2.

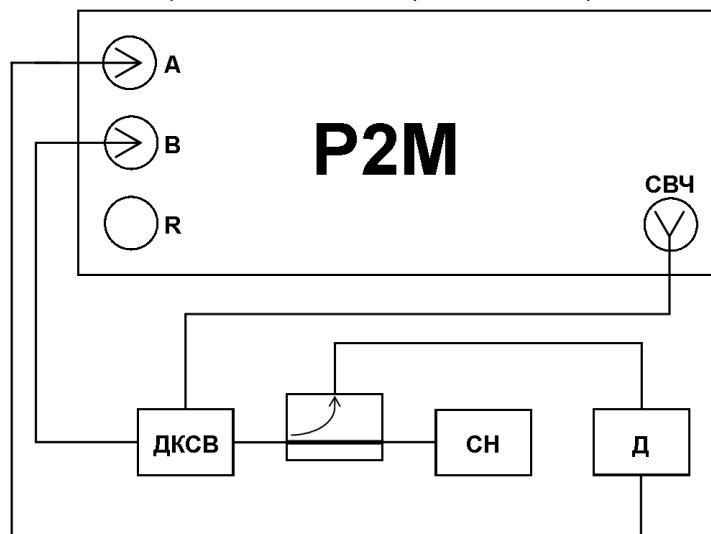


Рисунок 2. Общая схема измерения модулей КП и КО.

Д – детекторная головка; ДКСВ – датчик КСВ; СН – согласованная нагрузка.

1. Подготовить P2M к работе.
2. Запустить программное обеспечение Graphit.
3. Осуществить подключение к прибору, рис. 3.

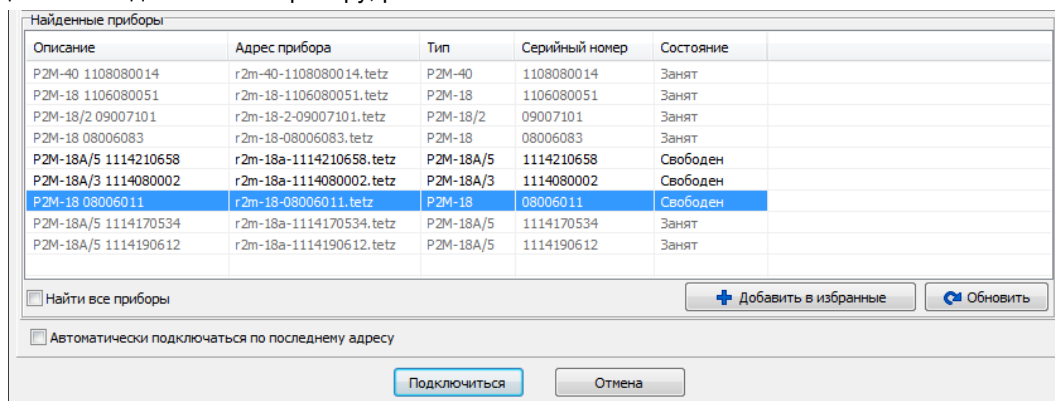
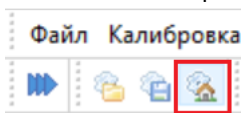


Рисунок 3. Подключение к P2M.

4. Сбросить настройки программного обеспечения Graphit по умолчанию, для этого нажать кнопку



«Восстановить начальные параметры» .

5. В панели управления «Параметры мощности» установить мощность зондирования, рис. 4. Несмотря на то, что проводится измерение пассивного устройства, следует помнить, что необходимо устанавливать мощность зондирования, учитывая максимально допустимый уровень входного сигнала для датчика КСВ и детекторной головки.

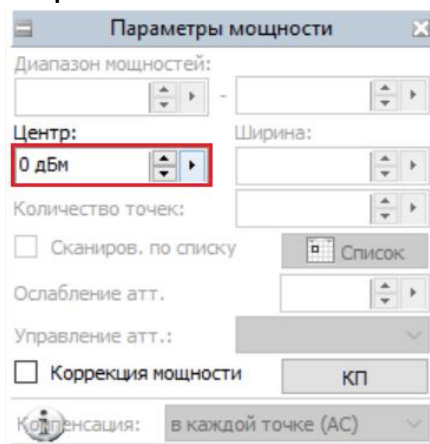


Рисунок 4. Задание мощности зондирования.

6. В панели управления «Параметры частоты» задать требуемый частотный диапазон измерения, рис. 5.

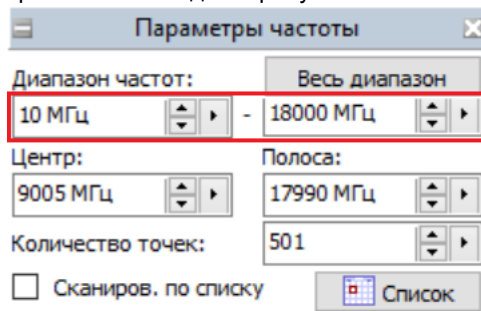


Рисунок 5. Задание частотного диапазона.

7. Создать измерительную трассу для модуля коэффициента отражения, для этого выбрать в главном меню *Диаграмма* -> *Создать измерительную трассу*. В списке трасс привязать трассу к каналу, соответствующему вашей схеме измерения.

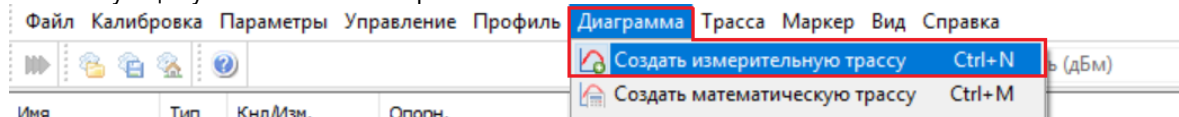


Рисунок 6. Создание измерительной трассы.

8. Задать детекторную характеристику для используемого датчика КСВ, для этого выбрать в главном меню *Параметры* -> *Детекторы и датчики КСВ...*

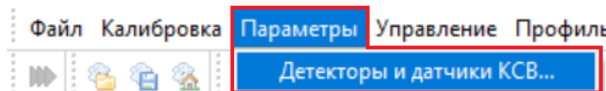


Рисунок 7. Выбор детекторной характеристики используемых устройств.

9. Выбрать в главном меню *Калибровка* -> *Калибровка...* В окне «Мастер калибровки» выбрать «Модуль КО». Провести калибровку, поочередно подключая к СВЧ-выходу датчика КСВ меры XX (холостого хода) и КЗ (короткого замыкания) по схеме, приведенной на рис. 8, следуя указаниям Мастера калибровки, рис. 9.

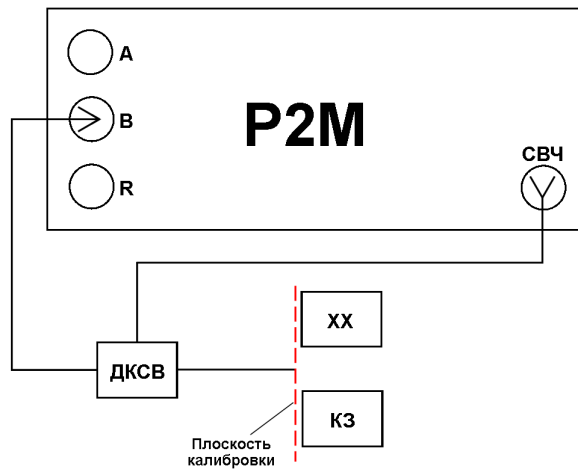


Рисунок 8. Проведение калибровки в режиме измерения модуля КО.

Имя	Тип	Кнл/Изм.	Опорн.	Ед./дел.	Поз.	Формат	Функции
<input checked="" type="checkbox"/> Трс1	И	Кнл1/В	-20 дБм	10 дБ	5	Мощность (дБм)	
<input checked="" type="checkbox"/> Трс2	И	Кнл1/А	-20 дБм	10 дБ	5	Мощность (дБм)	

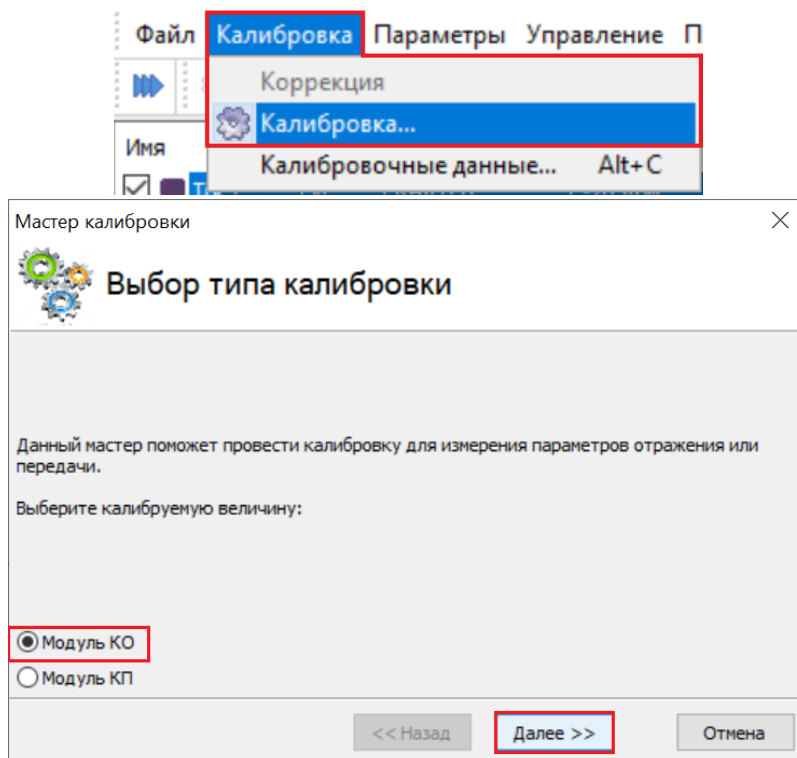


Рис. 9. Настройка параметров калибровки модуля КО.

10. Создать измерительную трассу для модуля коэффициента передачи, для этого выбрать в главном меню *Диаграмма* -> *Создать измерительную трассу....* В списке трасс привязать трассу к каналу, соответствующему вашей схеме измерения.

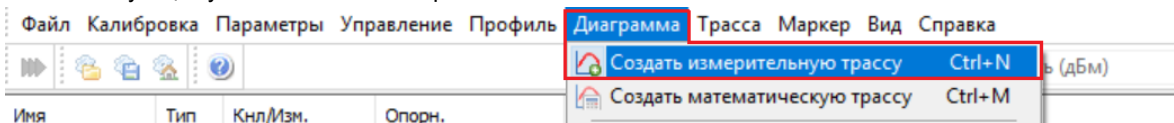


Рисунок 10. Создание измерительной трассы.

11. Задать детекторную характеристику для используемой детекторной головки, для этого выбрать в главном меню *Параметры* -> *Детекторы и датчики КСВ...*

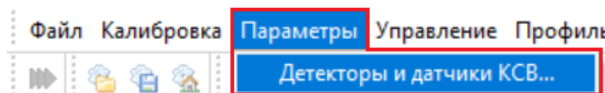


Рисунок 11. Выбор детекторной характеристики используемых устройств.

12. Далее выбрать в главном меню *Калибровка* -> *Калибровка...* В окне «Мастер калибровки» выбрать «Модуль КП». Подключить СВЧ-выход датчика КСВ к детекторной головке по схеме, приведенной на рис. 12, провести калибровку, следуя указаниям Мастера калибровки, рис. 13.

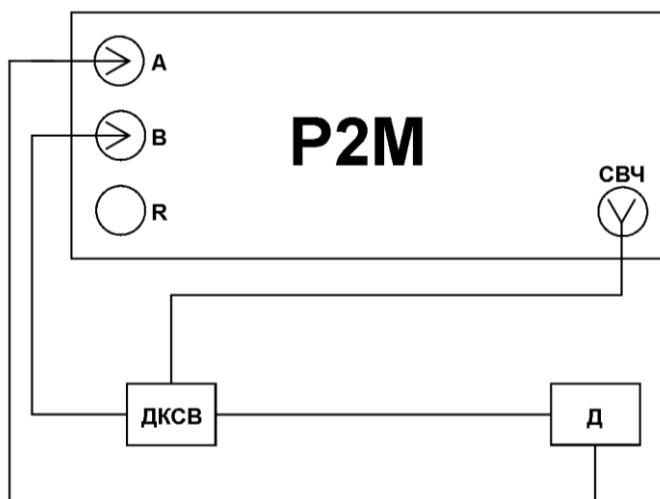


Рисунок 12. Проведение калибровки в режиме измерения модуля КП.

Имя	Тип	Кнл/Мзм.	Опорн.	Ед./дел.	Поз.	Формат	Функции
Трс1	И	Кнл1/ В	-20 дБ	10 дБ	5	Модуль КО (дБ)	
Трс2	И	Кнл1/ А	-20 дБм	10 дБ	5	Мощность (дБм)	

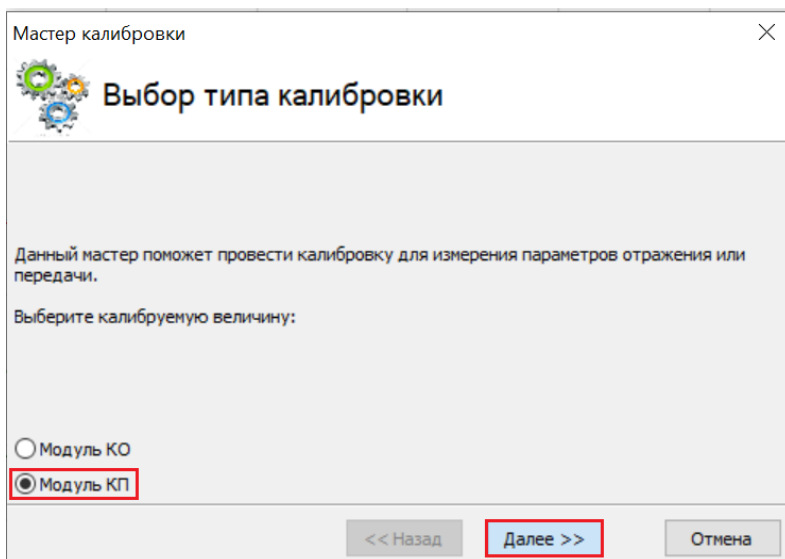
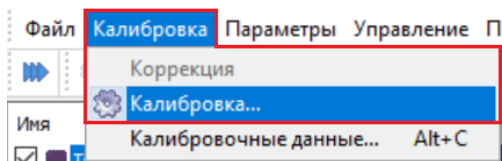


Рис. 13. Настройка параметров калибровки модуля КП.

13. Подключить измеряемое устройство, как показано на рис. 2.
14. Результаты измерений модуля коэффициента передачи устройства, использованного в качестве примера, приведены на рис. 14.

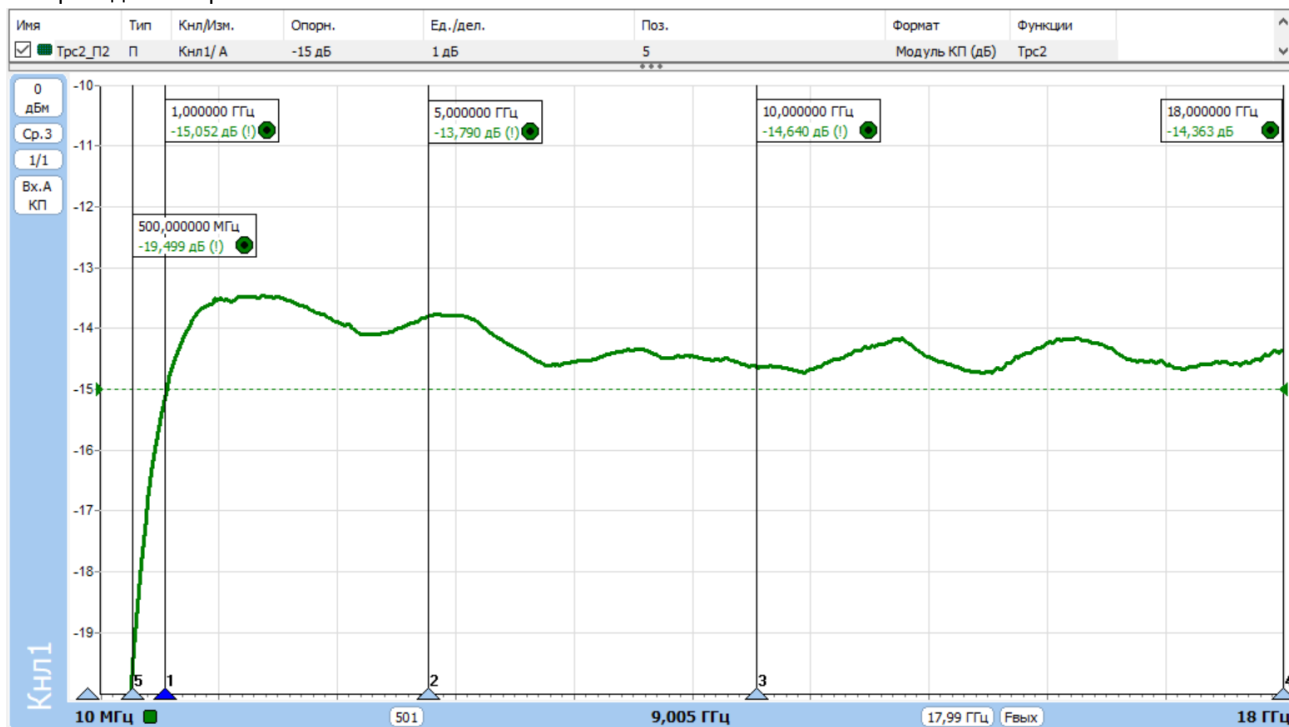


Рисунок 14. Результаты измерений модуля КП.

15. Результаты измерений модуля коэффициента отражения устройства, использованного в качестве примера, приведены на рис. 15.

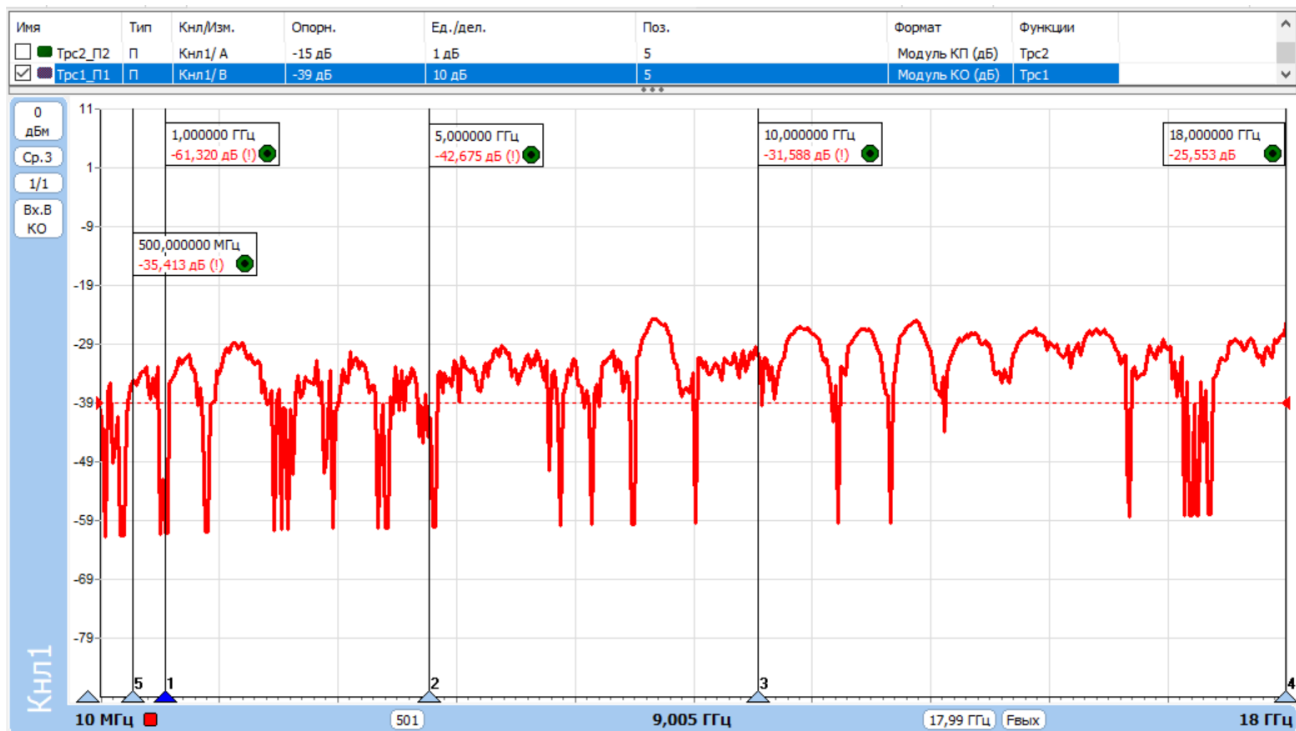


Рисунок 15. Результаты измерений модуля КО.



## Измерение модулей коэффициентов передачи и отражения активного устройства с помощью скалярного анализатора цепей

В качестве примера проведем измерение модулей коэффициентов передачи и отражения [сверхширокополосного малошумящего усилителя СВЧ-сигнала LNA20/2](#) по схеме, приведенной на рис. 16.

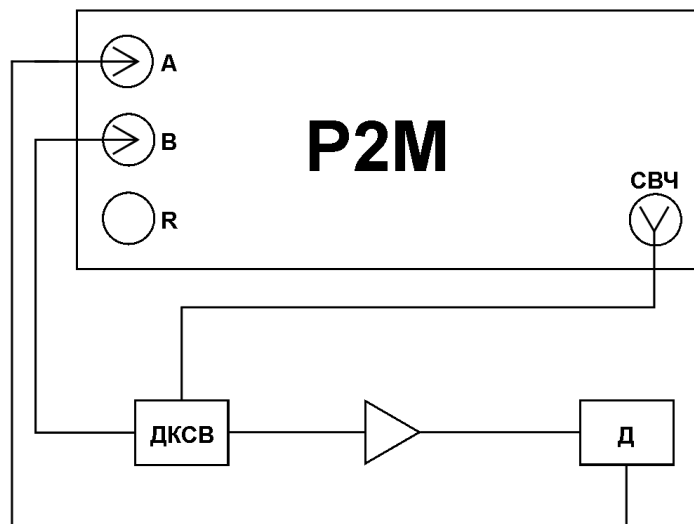


Рисунок 16. Общая схема измерения модулей КП и КО.

Д – детекторная головка; ДКСВ – датчик КСВ.

1. Подготовить P2M к работе.
2. Запустить программное обеспечение Graphit.
3. Осуществить подключение к прибору, рис. 17.

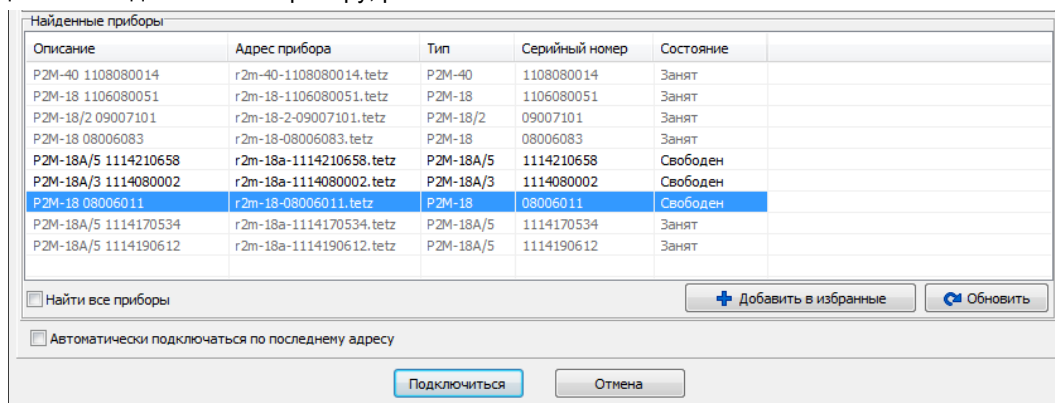
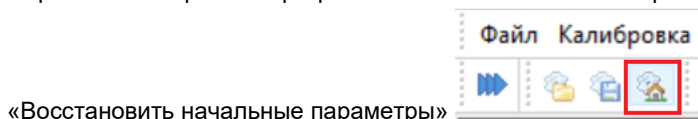


Рисунок 17. Подключение к P2M.

4. Сбросить настройки программного обеспечения Graphit по умолчанию, для этого нажать кнопку



5. В панели управления «Параметры мощности» установить мощность зондирования, рис. 18. **Следует помнить, что необходимо устанавливать мощность зондирования, учитывая максимально допустимый уровень входного сигнала для датчика КСВ и детекторной головки.**

При выборе значения мощности зондирования также важно учитывать технические характеристики измеряемого устройства. В нашем случае максимальная входная мощность LNA20 составляет  $-10$  дБм, а выходная мощность при сжатии на 1 дБ равна 13 дБм в худшей точке. Исходя из этого, задаём значение мощности равное  $-20$  дБм, при котором возможно получить максимальный КП.

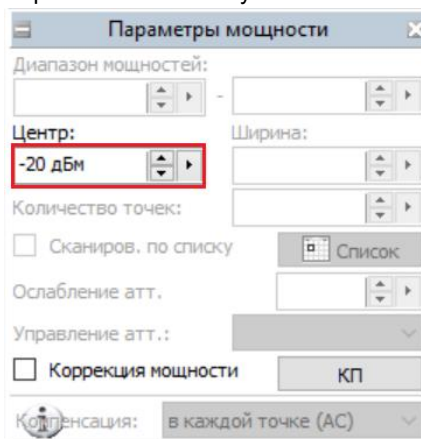


Рисунок 18. Задание мощности зондирования.

6. В панели управления «Параметры частоты» задать требуемый частотный диапазон измерения, рис. 19.

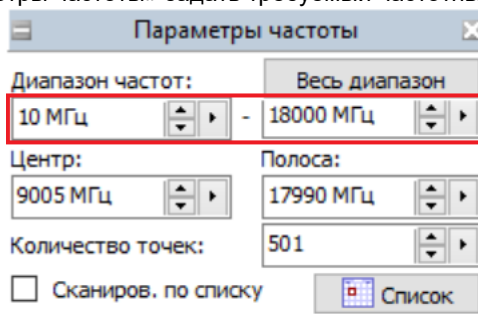


Рисунок 19. Задание частотного диапазона.

7. Создать измерительную трассу для модуля коэффициента отражения, для этого выбрать в главном меню *Диаграмма* -> *Создать измерительную трассу*. В списке трасс привязать трассу к каналу, соответствующему вашей схеме измерения.

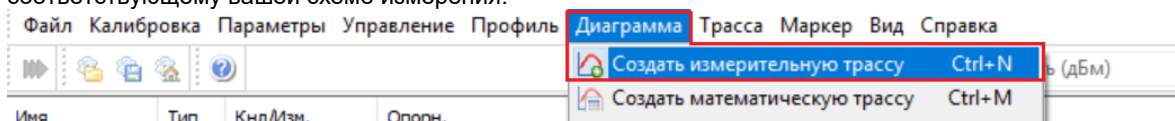


Рисунок 20. Создание измерительной трассы.

8. Задать детекторную характеристику для используемого датчика КСВ, для этого выбрать в главном меню *Параметры* -> *Детекторы и датчики КСВ...*

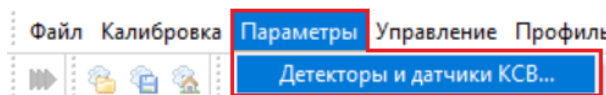


Рисунок 21. Выбор детекторной характеристики используемых устройств.

9. Выбрать в главном меню *Калибровка* -> *Калибровка...* В окне «Мастер калибровки» выбрать «Модуль КО». Провести калибровку, поочередно подключая к СВЧ-выходу датчика КСВ меры XX (холостого хода) и КЗ (короткого замыкания) по схеме, приведенной на рис. 22, следуя указаниям Мастера калибровки, рис. 23;

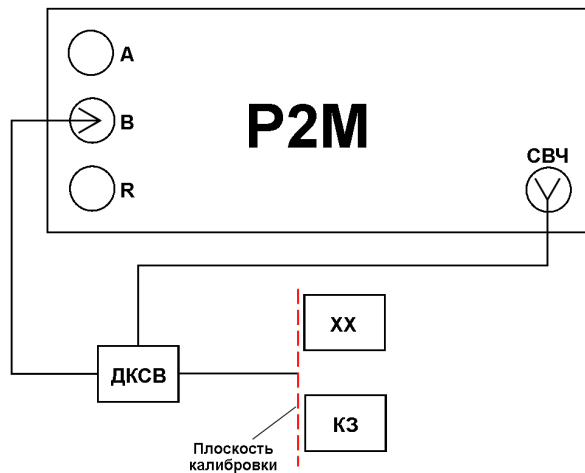


Рисунок 22. Проведение калибровки в режиме измерения модуля КО.

Имя	Тип	Кнл/Изм.	Опорн.	Ед./дел.	Поз.	Формат	Функции
<input checked="" type="checkbox"/> Трс1	И	Кнл1/В	-20 дБн	10 дБ	5	Мощность (дБн)	
<input checked="" type="checkbox"/> Трс2	И	Кнл1/А	-20 дБн	10 дБ	5	Мощность (дБн)	

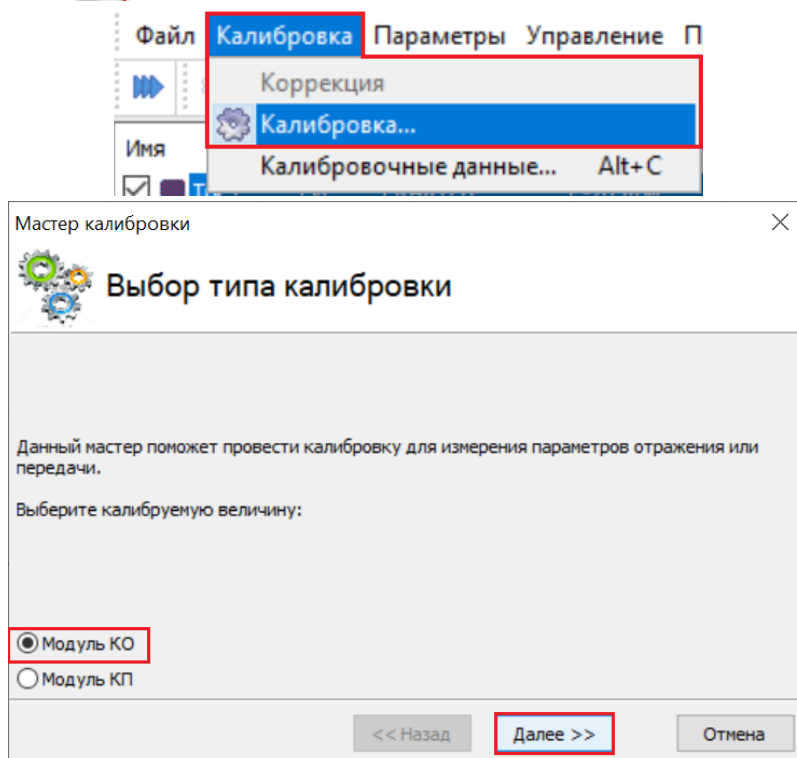


Рис. 23. Настройка параметров калибровки модуля КО.

10. Создать измерительную трассу для модуля коэффициента передачи, для этого выбрать в главном меню *Диаграмма* -> *Создать измерительную трассу*.... В списке трасс привязать трассу к каналу, соответствующему вашей схеме измерения.

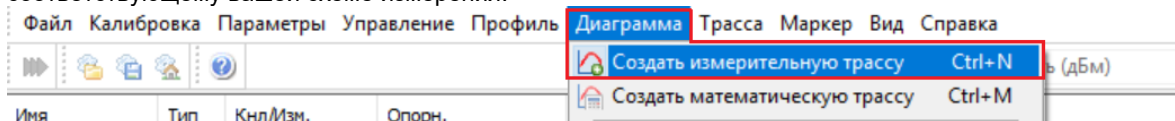


Рисунок 24. Создание измерительной трассы.

11. Задать детекторную характеристику для используемой детекторной головки, для этого выбрать в главном меню *Параметры* -> *Детекторы и датчики КСВ*...

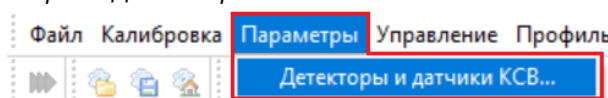


Рисунок 25. Выбор детекторной характеристики используемых устройств.

12. Далее выбрать в главном меню *Калибровка* -> *Калибровка*... В окне «Мастер калибровки» выбрать «Модуль КП». Подключить СВЧ-выход датчика КСВ к детекторной головке по схеме, приведенной на рис. 26, провести калибровку, следуя указаниям Мастера калибровки, рис. 27.

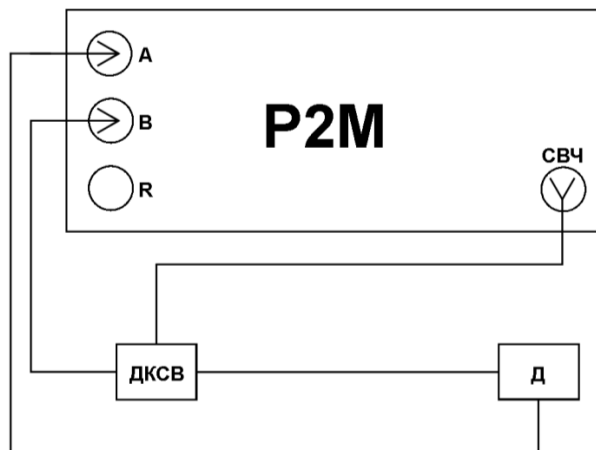


Рисунок 26. Проведение калибровки в режиме измерения модуля КП.

Имя	Тип	Кнл/Мзм.	Опорн.	Ед./дел.	Поз.	Формат	Функции
<input checked="" type="checkbox"/> Трс1	И	Кнл1/В	-20 дБ	10 дБ	5	Модуль КО (дБ)	
<input checked="" type="checkbox"/> Трс2	И	Кнл1/А	-20 дБм	10 дБ	5	Мощность (дБм)	

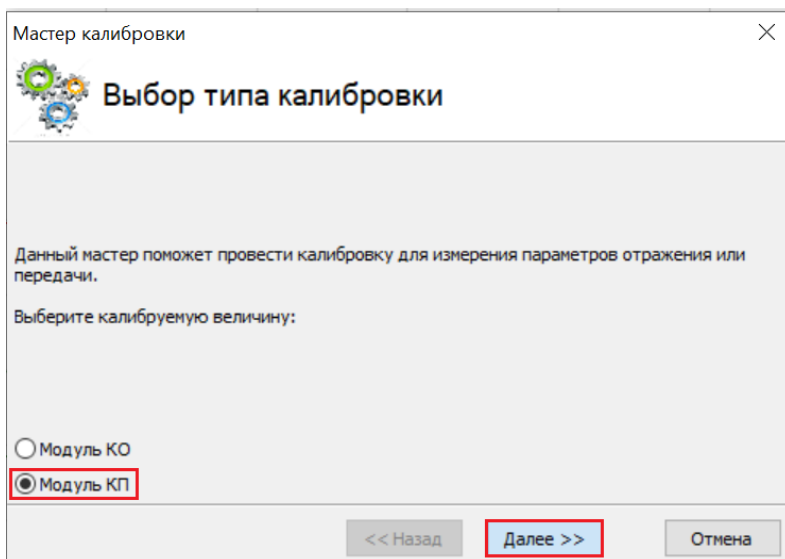
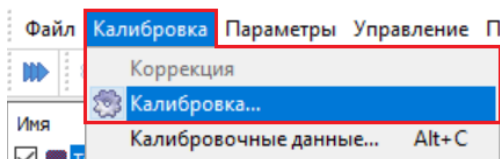


Рис. 27. Настройка параметров калибровки модуля КП.

13. Подключить измеряемое устройство, как показано на рис. 16.
14. Результаты измерений модуля коэффициента передачи устройства, использованного в качестве примера, приведены на рис. 28.

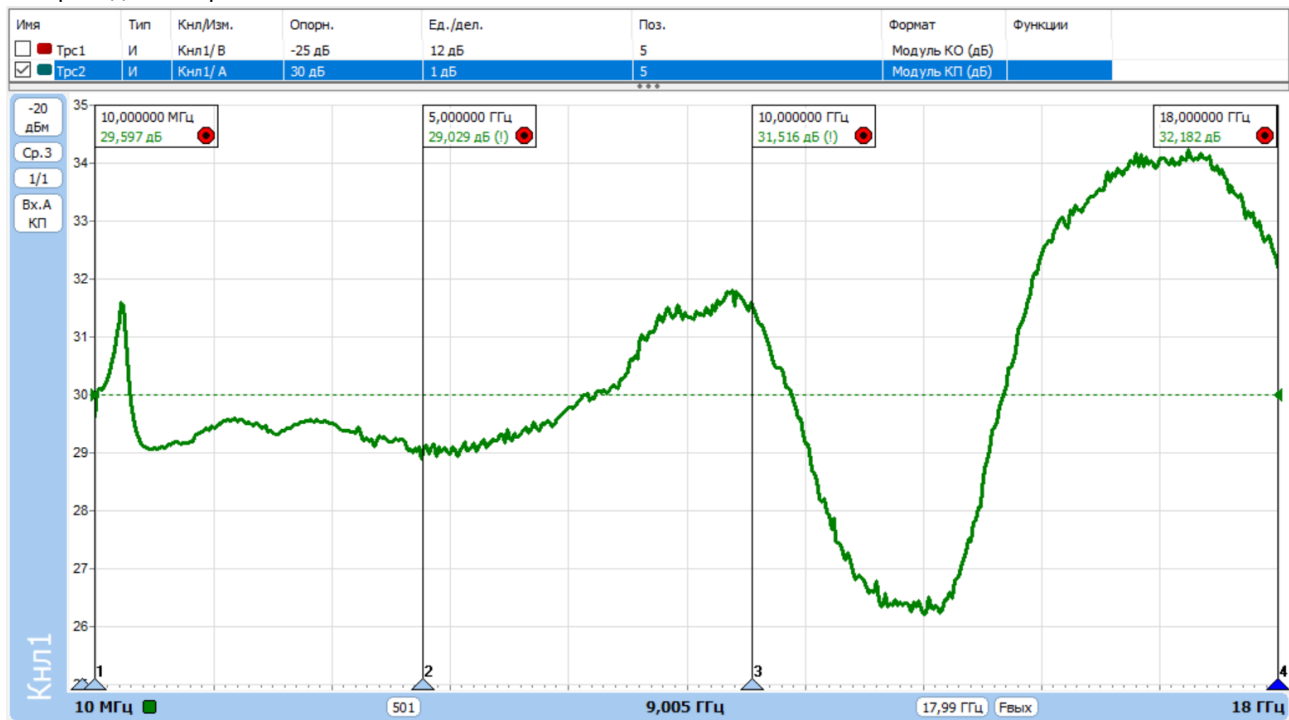


Рисунок 28. Результаты измерений модуля КП.

Информация может быть изменена без предварительного уведомления.

15. Результаты измерений модуля коэффициента отражения от входа устройства, использованного в качестве примера, приведены на рис. 29.

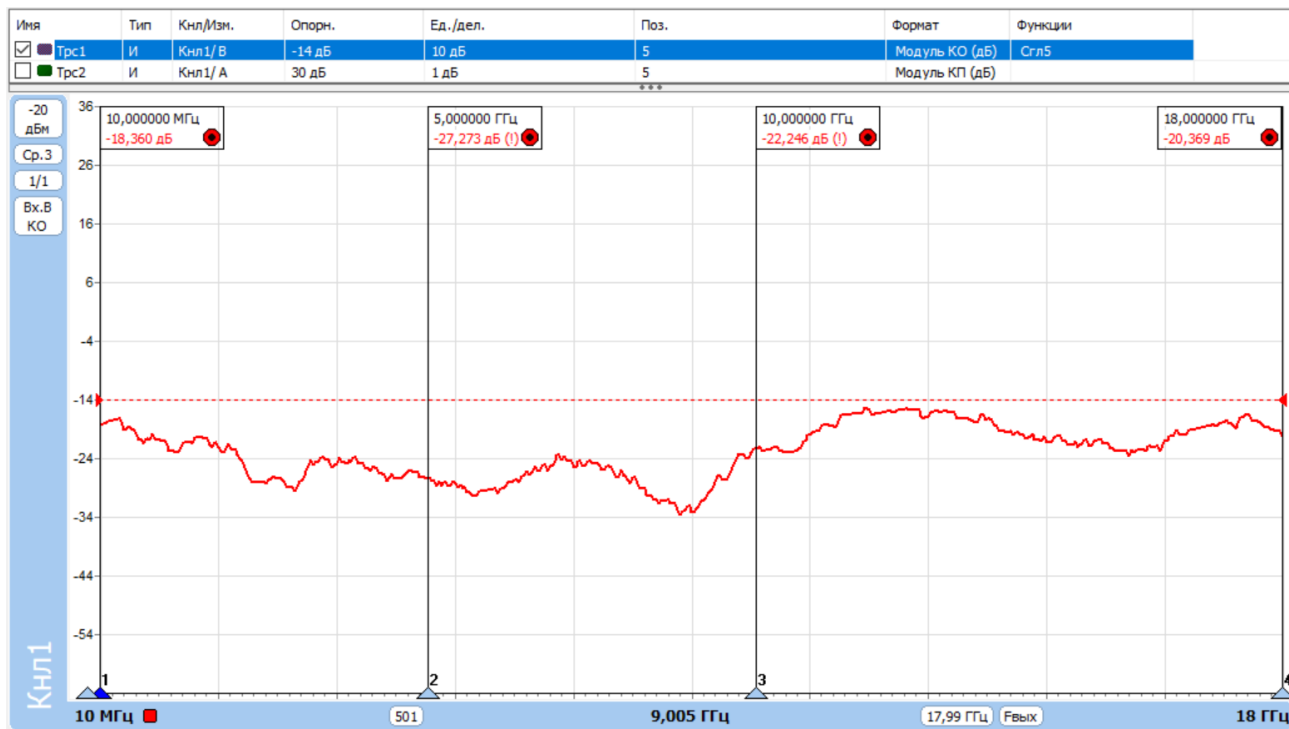


Рисунок 29. Результаты измерений модуля КО.

Ввиду того, что измеряемое устройство является активным, для измерения модуля коэффициента отражения от выхода и изоляции необходимо подключить измеряемое устройство, как показано на рис. 30. И провести измерения аналогично вышеуказанным.

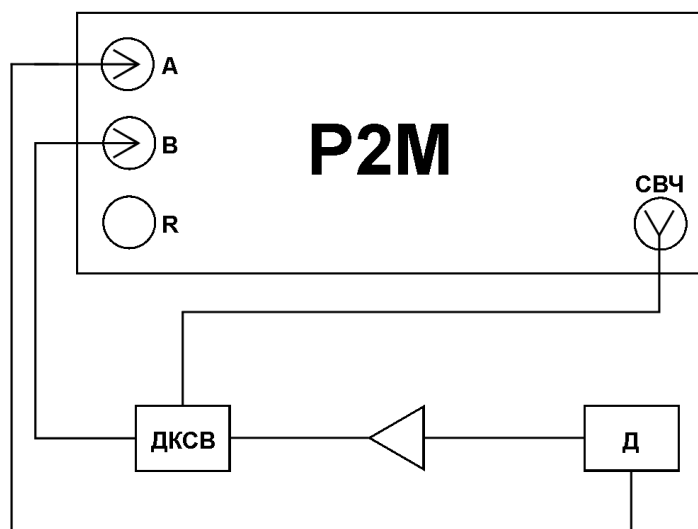


Рисунок 30 Общая схема измерения модуля КО и изоляции.

Д – детекторная головка; ДКСВ – датчик КСВ.