

# ИЗМЕРИТЕЛИ МОДУЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ И ОТРАЖЕНИЯ

Приборы серии Р2М

Дополнение к руководству по эксплуатации  
Программная опция  
«Измерения динамических характеристик» (ДИП)»  
Версия программного обеспечения «*Graphit 2.1rc9*»

ЖНКЮ.468166.001-01 РЭ

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

© Микран, 2010





## Содержание

1 Назначение и область применения, принцип работы.....	5
2 Дополнительное оборудование.....	5
3 Органы управления и настройки .....	6
3.4 Панель управления «Тип канала».....	7
3.5 Панель управления «Параметры измерения» .....	7
3.6 Панель управления «Параметры частоты».....	9
3.7 Панель управления «Параметры мощности» .....	9
4 Меры предосторожности.....	10
5 Схемы проведения измерений .....	11
6 Порядок работы .....	11
6.1 Измерение динамических характеристик.....	11
6.1.1 Прямые измерения .....	11
6.1.2 Измерения с опорным каналом.....	15
6.2 Измерение точки сжатия на 1 дБ.....	18
6.2.3 Прямые измерения .....	18
6.2.4 Измерения с опорным каналом.....	21



Данное дополнение предназначено для ознакомления пользователя с опцией «Измерения динамических характеристик» (ДИП)» и содержит описание опции, принцип работы и применения данной опции с приборами серии Р2М (далее Р2М) и программным обеспечением *Graphit* не ниже версии 2.1rc9 (далее ПО «*Graphit*»).

Опция «Измерения динамических характеристик» (ДИП)» работает в «индикаторном режиме», т.е. *погрешности измерений для данной опции не нормируются.*

**ВНИМАНИЕ: ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИЗМЕРЕНИЙ НЕ ДОПУСКАЕТСЯ НАРУШАТЬ УКАЗАННУЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ, А ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ДОЛЖНЫ ИМЕТЬ ПАРАМЕТРЫ НЕ ХУЖЕ, УКАЗАННЫХ В ТАБЛИЦЕ 2.1!**

Предприятие-изготовитель не несёт ответственность за неправильные действия пользователя, повлекшие за собой выход из строя или поломку каких-либо устройств и оборудования.



## 1 Назначение и область применения, принцип работы

1.1 Наличие системы АРМ (автоматической регулировки мощности) позволяет перейти от измерения в частотной области к измерению динамических характеристик. В данном режиме можно измерить зависимость мощности на выходе исследуемого устройства (ИУ) от мощности на его входе, точку сжатия коэффициента передачи по заданному уровню на фиксированной частоте или в диапазоне частот.

1.2 В режиме «ДИ» принцип работы Р2М заключается в изменении мощности на выходе «СВЧ» (входе ИУ) и измерении мощности на выходе ИУ на фиксированной частоте. Отображаемая на экране характеристика представляет собой зависимость мощности на выходе ИУ от мощности на его входе.

1.3 В режиме «Сжатие Р1» Р2М измеряет точку сжатия на 1 дБ в заданном диапазоне частот. Точка сжатия Р1 – значение измеряемой характеристики, при котором выполняется равенство (1.1):

$$\begin{aligned} P_{\text{ex}2} - P_{\text{ex}1} &= 1\text{дБ} \\ Y_{\text{вых}2} - Y_{\text{вых}1} &= 0\text{дБ} \end{aligned} \quad (1.1)$$

где  $P_{\text{ex}1}$ ,  $P_{\text{ex}2}$  – значения мощности на выходе Р2М (входе ИУ), дБм;  
 $Y_{\text{вх}1}$ ,  $Y_{\text{вх}2}$  – значения измеряемой характеристики, соответствующие  $P_{\text{ex}1}$  и  $P_{\text{ex}2}$ , дБ (дБм).

## 2 Дополнительное оборудование

2.1 Для проведения измерений динамических характеристик необходимо оборудование и дополнительная оснастка, не поставляемая с Р2М:

Т а б л и ц а 2.1 – Дополнительное оборудование

Дополнительное оборудование (характеристики)	Для чего используется
Аттенуаторы коаксиальные (КСВ соединителей не более 1,15; ослабление должно быть достаточным для ослабления максимальной мощности с выхода ИУ до значения максимально-допустимой мощности на входе детектора)	Используются для ослабления мощности, поступающей на вход детектора и согласования измерительного тракта



Дополнительное оборудование (характеристики)	Для чего используется
Соединительные переходы (КСВ соединителей не более 1,15; коэффициент передачи не менее минус 1 дБ)	Используются для соединения устройств с различными типами соединителей
Защитные переходы («сейверы») (КСВ соединителей не более 1,15; коэффициент передачи не менее минус 1 дБ)	Для защиты СВЧ соединителей от износа и повреждения
Дополнительный детектор	Используется при измерениях с «опорным каналом»
Направленный ответвитель (КСВ входа и выходов не более 1,15; развязка между выходными портами не менее 16 дБ)	
Делитель мощности (КСВ входа не более 1,25; КСВ выходов не более 1,60; коэффициент передачи $S_{21}=S_{31}=6$ дБ, коэффициент передачи $S_{32}=12$ дБ)	

### 3 Органы управления и настройки

3.1 Для настройки параметров динамических измерений используются панели управления «Тип канала», «Параметры измерения», «Параметры частоты» и «Параметры мощности» (рисунок 3.1).

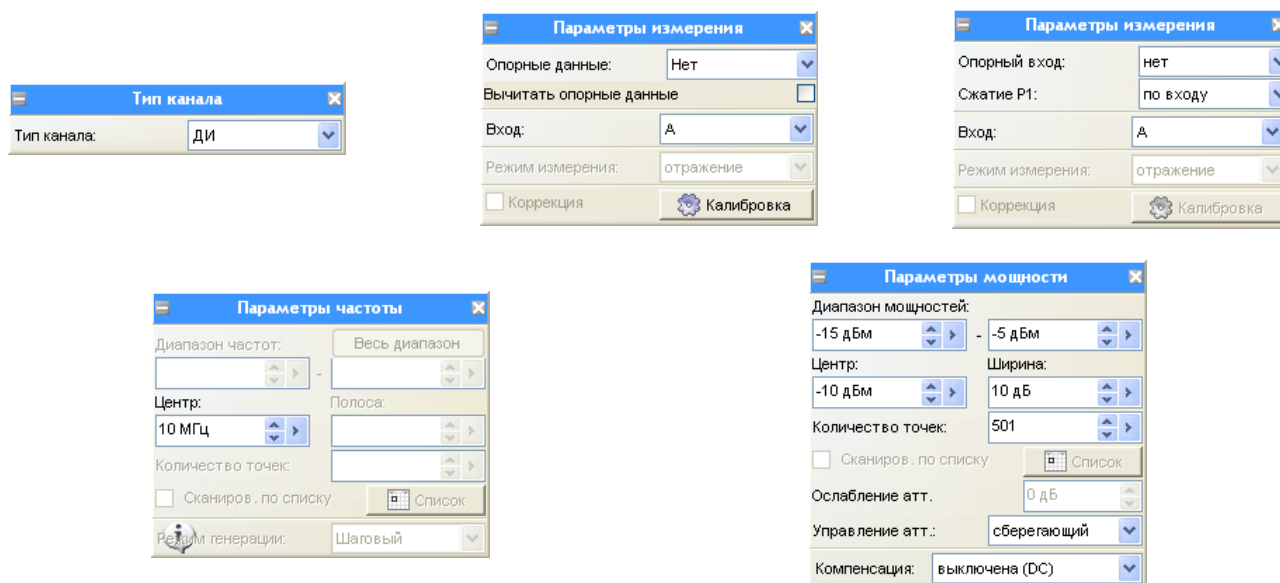


Рисунок 3.1 – Панели управления

3.2 По-умолчанию панель «Параметры измерения» имеет другой вид.



Чтобы привести панель управления «*Параметры измерения*» к виду, изображенному на рисунке 3.1 необходимо на панели управления «*Тип канала*» установить «*ДИ*» или «*Сжатие P1*».

3.3 На каждой панели имеются органы управления и задаются определённые параметры.

### 3.4 Панель управления «*Тип канала*»

3.4.1 Панель управления содержит единственное меню, которое устанавливает тип канала:

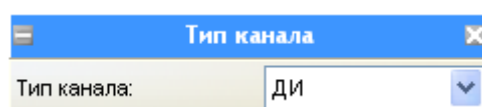


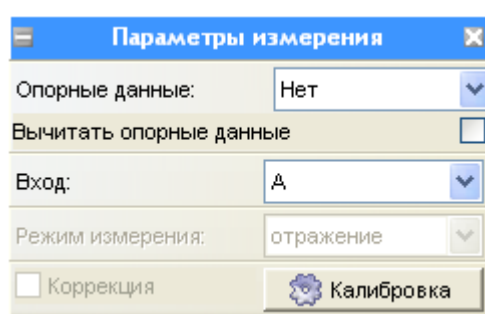
Рисунок 3.2 – Панель управления «*Тип канала*»

а) *АЧХ КСВ* – для измерения характеристик модулей коэффициентов передачи и отражения, мощности;

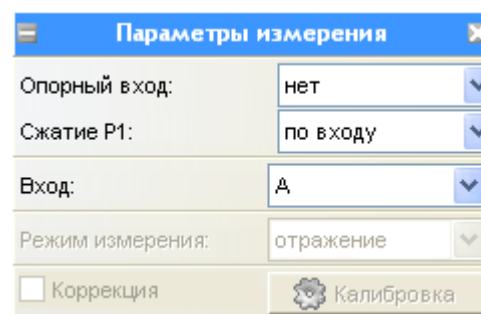
б) *ДИ* – для измерения динамических характеристик на фиксированной частоте;

в) *Сжатие P1* – для измерения точки сжатия на 1 дБ в диапазоне частот.

### 3.5 Панель управления «*Параметры измерения*»



(тип канала «*ДИ*»)



(тип канала «*Сжатие P1*»)

Рисунок 3.3 – «*Параметры измерения*»



3.5.1 На панели управления содержатся следующие органы управления и задаются следующие параметры:

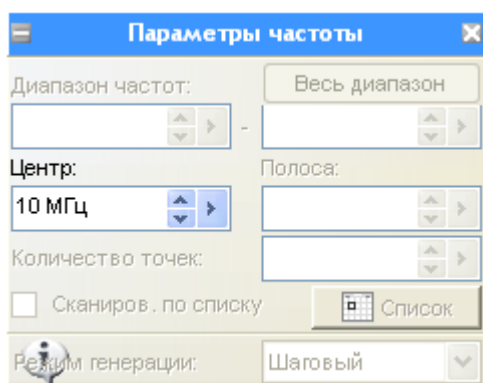
Т а б л и ц а 3.1 – Органы управления и параметры

Тип канала	Наименование органа управления или параметра	Выполняемая функция
«ДИ»	Меню « <i>Опорные данные</i> »	Выбирает источник опорных данных (корректировка данных по оси абсцисс – на оси отображается мощность, измеренная детектором при калибровке или на входе R)
«ДИ»	Флажок « <i>Вычитать опорные данные</i> »	Установка режима отображения, когда выводимая на экран характеристика является результатом разности измерения и опорных данных
«ДИ», «Сжатие P1»	Меню « <i>Вход</i> »	Выбирает вход, являющийся источником измеренных данных (A, B, R, A/R, B/R)
«ДИ»	Кнопка « <i>Калибровка</i> »	Вызывает мастер калибровки динамических измерений
«Сжатие P1»	Меню « <i>Опорный вход</i> »	Выбирает опорный вход (аналогично меню « <i>Опорные данные</i> » тип канала «ДИ»)
«Сжатие P1»	Меню « <i>Сжатие P1</i> »	Отображение характеристики с выхода P2M (входа ИУ) (значение « <i>по входу</i> ») или с выхода ИУ (значение « <i>по выходу</i> »)»

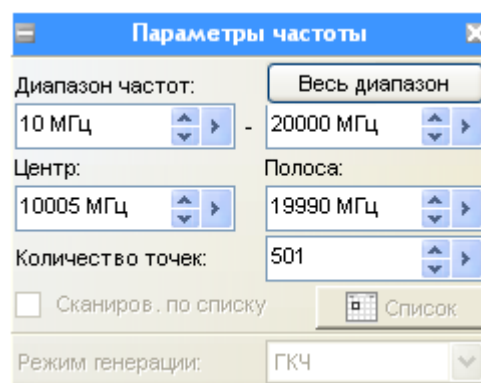




### 3.6 Панель управления «*Параметры частоты*»



(тип канала «*ДИ*»)



(тип канала «*Сжатие P1*»)

Рисунок 3.4 – «*Параметры измерения*»

3.6.1 При установке типа канала «*ДИ*» на панели управления задаётся частота измерения в поле «*Центр*».

3.6.2 При установке типа канала «*Сжатие P1*» на панели задаётся диапазон частот, в котором будет определяться точка сжатия на 1 дБ. Подробно о задании диапазона частот описано в части II руководства по эксплуатации Р2М.

### 3.7 Панель управления «*Параметры мощности*»

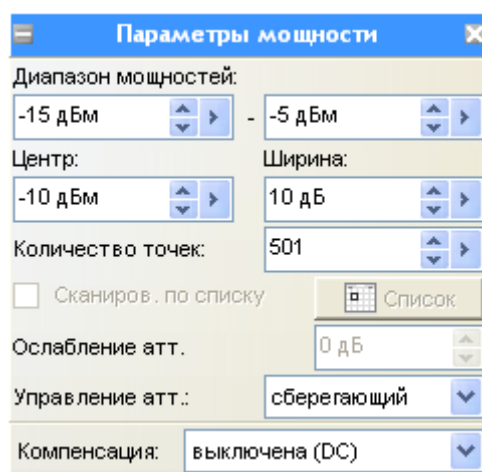


Рисунок 3.5 – Панели управления

3.7.1 На панели задаётся диапазон изменения мощности, количество точек сканирования по мощности, режим управления аттенюатором и др. Подробно об установке параметров мощности – задание диапазона, выборе режима



управления аттенуатором и другое описано в части II руководства по эксплуатации Р2М.

## 4 Меры предосторожности

4.1 При эксплуатации Р2М необходимо соблюдать меры предосторожности и требования безопасности, указанные в руководстве по эксплуатации.

4.2 При эксплуатации дополнительных устройств (усилителей, аттенуаторов и др.) необходимо соблюдать требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на них, а при отсутствии таковой, пользоваться указаниями, приведенными в руководстве по эксплуатации Р2М.

**ВНИМАНИЕ: ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВСЕХ ВИДОВ РАБОТ С Р2М И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ОБЯЗАТЕЛЬНО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТИСТАТИЧЕСКОГО БРАСЛЕТА, ПОДКЛЮЧЕННОГО К ШИНЕ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ!  
ВНИМАНИЕ: ВСЁ ОБОРУДОВАНИЕ ДОЛЖНО БЫТЬ ПОДКЛЮЧЕНО К ШИНЕ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ!**

4.3 Перед сочленением устройств необходимо проводить проверку присоединительных размеров, при необходимости, пользоваться защитными переходами («сейверами»). Сочленение устройств проводить по указаниям, приведенным в руководстве по эксплуатации Р2М.

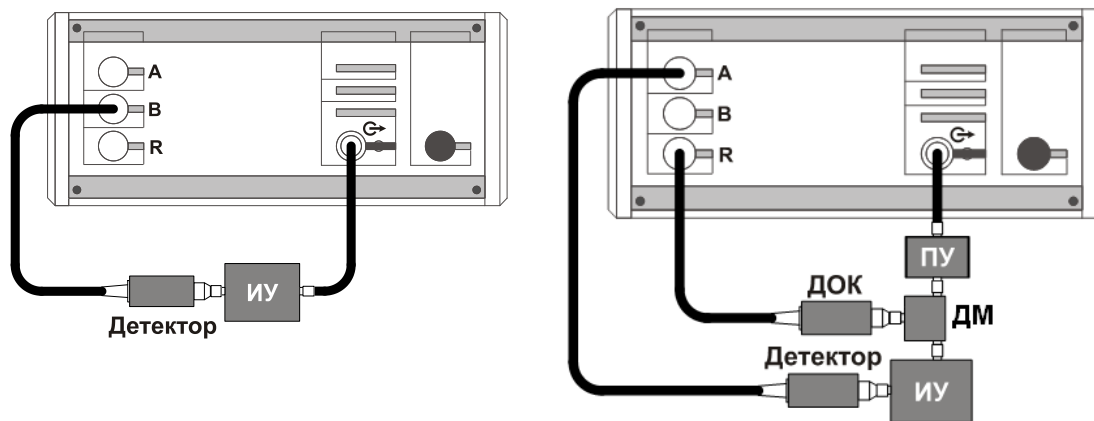
**ЗАПРЕЩАЕТСЯ СОЧЛЕНЯТЬ ДАТЧИК КСВ, ДЕТЕКТОР И ВЫХОД «СВЧ» Р2М С УСТРОЙСТВАМИ, У КОТОРЫХ БЫЛИ ОБНАРУЖЕНЫ НЕСООТВЕТСТВИЯ ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ. ЭТО МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ПОВРЕЖДЕНИЮ «СВЧ» СОЕДИНИТЕЛЕЙ.**

4.4 При измерении динамических характеристик необходимо, чтобы мощность, поступающая на вход ИУ была достаточной для определения требуемой характеристики и при этом мощность на входе детектора не превышала максимально-допустимой (см. руководство по эксплуатации Р2М и маркировку на детекторе).



## 5 Схемы проведения измерений

5.1.1 Динамические измерения можно проводить напрямую или с использованием опорного канала R (рисунок 5.1).



(прямые измерения)

(измерения с опорным каналом)

ДОК – детектор опорного канала; ПУ – предусилитель; ДМ – делитель мощности

Рисунок 5.1 – Схемы измерений

5.1.2 Измерения с опорным каналом проводят для отслеживания флуктуаций мощности и их учёта, а также для частичного согласования радиоизмерительного канала. Такие измерения, обычно, проводят для устройств с большой входной мощностью, для работы которых требуется наличие предусилителя (рисунок 5.1). Для проведения измерений с опорным каналом требуется наличие второго детектора (ДОК на рисунке 5.1).

## 6 Порядок работы

### 6.1 Измерение динамических характеристик

#### 6.1.1 Прямые измерения

6.1.1.1 В данном пункте описана последовательность измерений динамических характеристик (прямых измерений). В качестве ИУ используется усилитель мощности. Последовательность измерений представлена на примере измерения динамической характеристики ИУ (зависимости мощности на выходе ИУ



от мощности на его входе).

**6.1.1.2 Для измерения динамической характеристики выполнить:**

- а) подготовить ИУ и Р2М согласно их эксплуатационной документации, включить и выдержать приборы и оборудование в течение времени установления рабочего режима;
- б) установить ПО «*Graphit*», если оно не было установлено ранее;
- в) собрать схему, согласно рисунка 6.1;

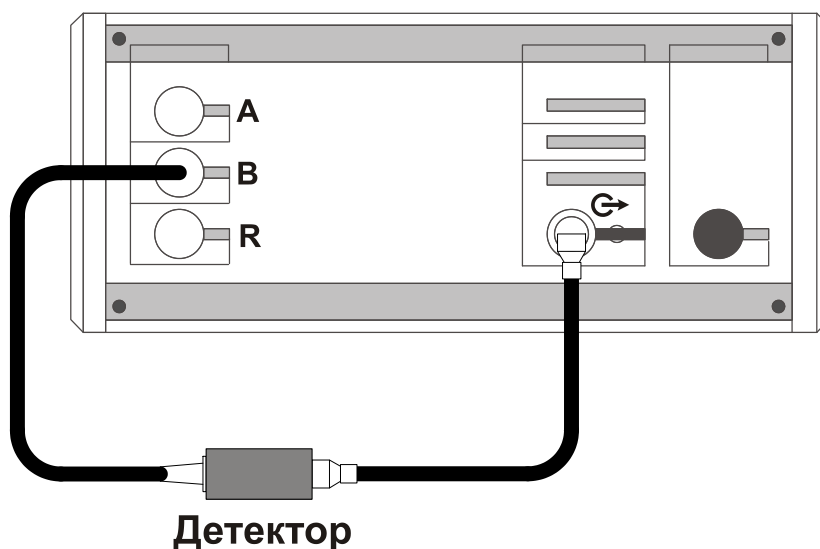


Рисунок 6.1 – Схема калибровки

- г) запустить ПО и подключиться к Р2М, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации;
- д) на панели управления «*Тип канала*» установить «*ДИ*»;
- е) установить необходимые параметры измерения (частоту, диапазон мощностей, количество точек и др.), пользуясь указаниями руководства по эксплуатации Р2М;
- ж) на панели управления «*Параметры измерения*» в меню «*Опорные данные*» установить «*Нет*»; в меню «*Вход*» – «*В*»; нажать кнопку «*Калибровка*»;
- з) провести калибровку, следуя указаниям мастера;
- и) собрать схему согласно рисунка 6.2;

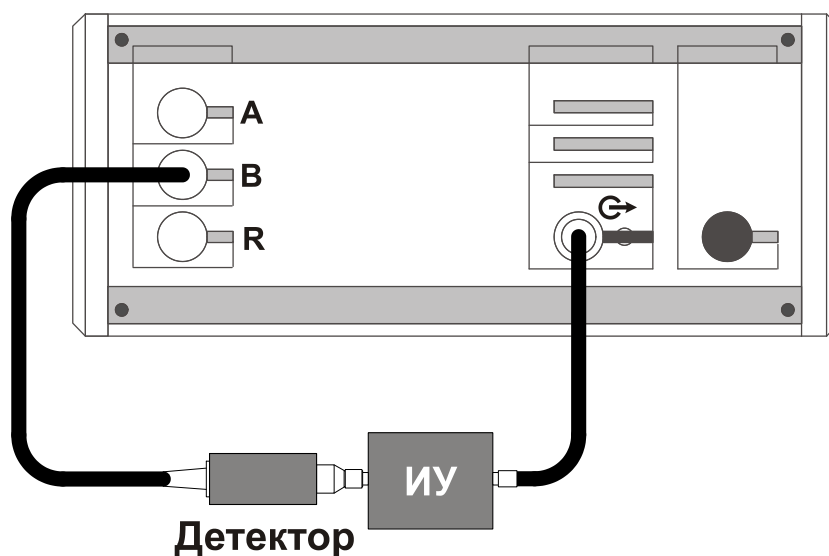


Рисунок 6.2 – Схема измерения

к) запустить измерения, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации Р2М, провести измерения;

По-умолчанию в качестве опорных данных ничего не используется – значения, отображаемые по оси абсцисс, соответствуют диапазону мощности, заданному пользователем на панели управления «*Параметры мощности*». Если в качестве опорных данных используется калибровка, то на оси абсцисс отображаются данные, измеренные при калибровке, т.е. отображается мощность, измеренная на входе детектора при калибровке (рисунок 6.4).

На рисунке 6.4 приведены измерения динамической характеристики усилителя мощности по схеме, изображенной на рисунке 6.3, в диапазоне от минус 20 до +15 дБм. В качестве опорных данных использовалась калибровка, поэтому значения по оси абсцисс немного отличаются от диапазона мощностей, установленных пользователем. Атенюатор используется в схеме для подавления мощности с выхода ИУ.

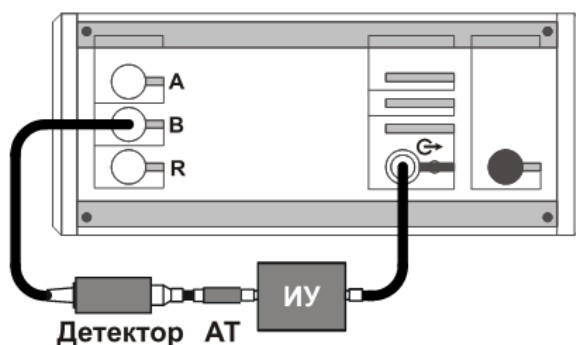


Рисунок 6.3 – Схема измерения

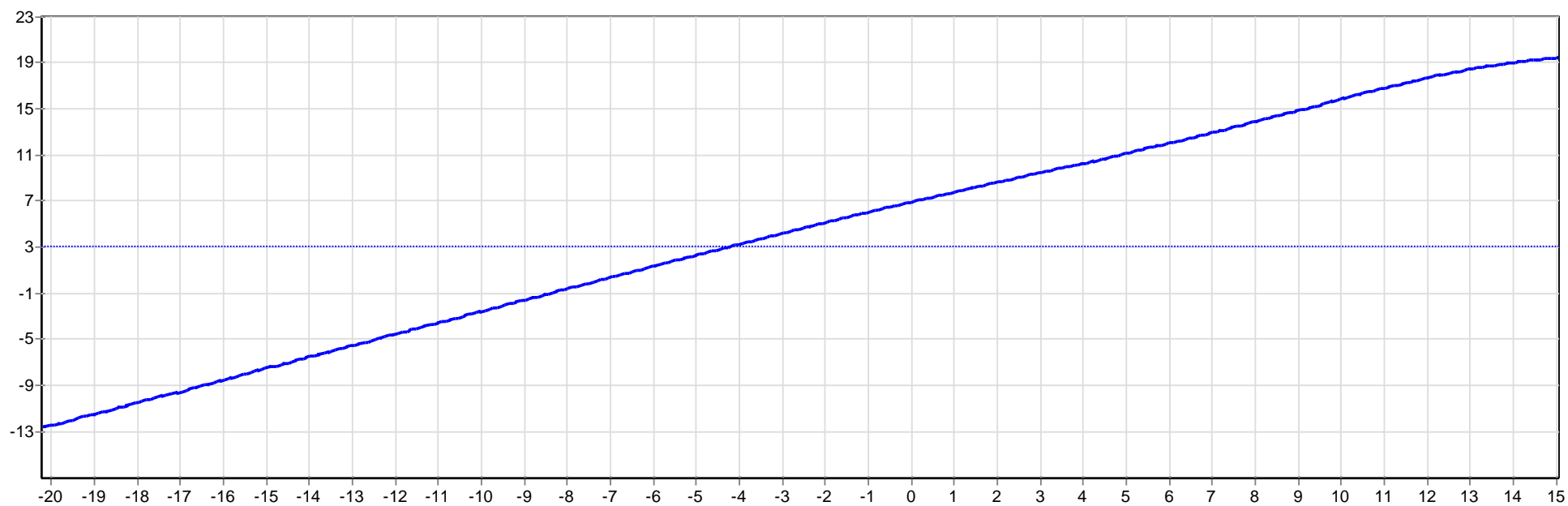


Рисунок 6.4 – Результат измерения усилителя мощности



л) разобрать схему измерения, при необходимости выключить приборы и оборудование, пользуясь указаниями эксплуатационной документации на них.

## 6.1.2 Измерения с опорным каналом

6.1.2.1 В данном пункте описана последовательность измерений динамических характеристик с опорным каналом. В качестве ИУ используется мощный усилитель, для его «раскачки» используется предусилитель. Последовательность измерений представлена на примере измерения модуля коэффициента передачи ИУ от мощности на его входе.

6.1.2.2 Для измерений также потребуется дополнительный детектор, аттенюатор и делитель мощности с параметрами, не хуже указанных в таблице 2.1.

6.1.2.3 **Для измерения динамической характеристики выполнить:**

а) подготовить ИУ и Р2М согласно их эксплуатационной документации, включить и выдержать приборы и оборудование в течение времени установления рабочего режима;

б) установить ПО «*Graphit*», если оно не было установлено ранее;

в) собрать схему, согласно рисунка 6.5;

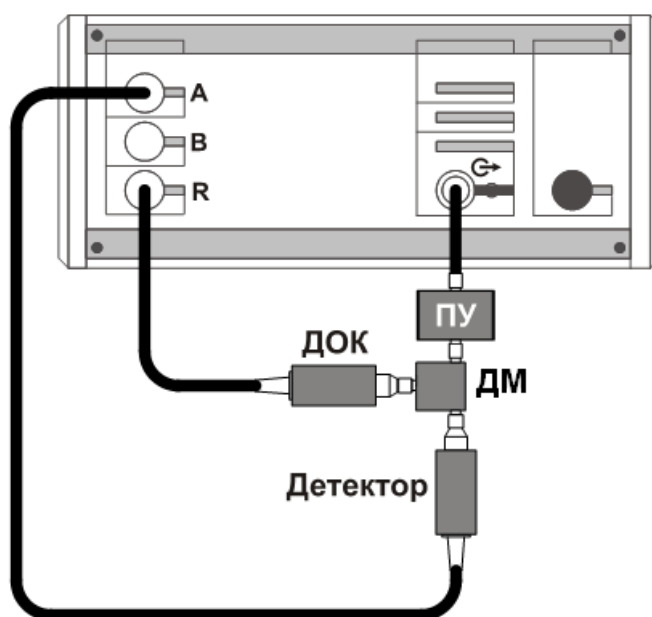


Рисунок 6.5 – Схема калибровки

г) запустить ПО и подключиться к Р2М, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации;

д) на панели управления «*Тип канала*» установить «*ДИ*»;

е) установить необходимые параметры измерения (частоту, диапазон мощностей, количество точек и др.), пользуясь указаниями руководства по экс-



платации Р2М;

ж) на панели управления «*Параметры измерения*» в меню «*Опорные данные*» установить «*Нет*»; в меню «*Вход*» – «*A*»; нажать кнопку «*Калибровка*»;

з) провести калибровку, следуя указаниям мастера;

и) собрать схему согласно рисунка 6.6, при необходимости на выход ИУ установить аттенюатор с известным ослаблением;

к) на панели управления «*Параметры измерения*» в меню «*Опорные данные*» установить «*Вход R*»; в меню «*Вход*» – «*A/R*»;

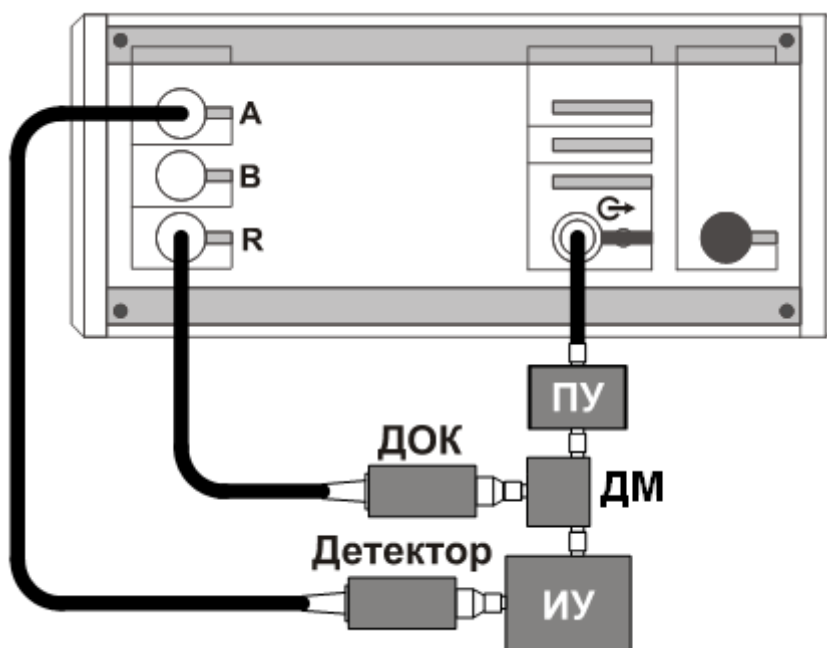


Рисунок 6.6 – Схема измерения

л) запустить измерения, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации Р2М, провести измерения;

Результат измерения представлен на рисунке 6.7. На рисунке представлен график зависимости коэффициента передачи ИУ от мощности на его входе (отношение мощности на входе «*A*» к мощности на входе «*R*» Р2М). По оси абсцисс отображается мощность на входе ИУ, а не на выходе Р2М (опорные данные «*Вход R*»). Уходы мощности, связанные с работой системы АРМ Р2М, уходами параметров предусилителя и др. не скажутся на результате измерений, а значение по оси абсцисс будет откорректировано.

При измерениях полагается, что мощность в делителе делится поровну и на вход ИУ и вход ДОК приходят равные мощности.



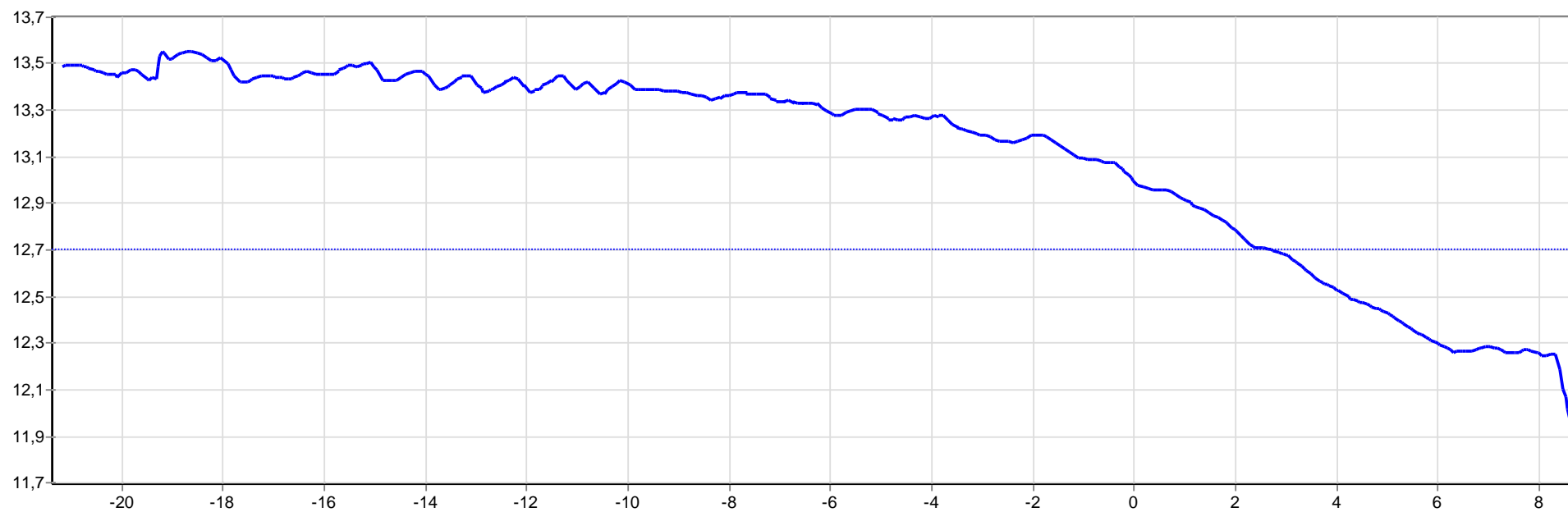


Рисунок 6.7 – Результат измерения



м) разобрать схему измерения, при необходимости выключить приборы и оборудование, пользуясь указаниями эксплуатационной документации на них.

## 6.2 Измерение точки сжатия на 1 дБ

6.2.1 В приборах серии Р2М реализовано измерение точки сжатия характеристики на 1 дБ в диапазоне частот. Принцип работы Р2М в данном режиме заключается в измерении точки сжатия на 1 дБ сначала в одной частотной точке, затем в другой и так во всём заданном диапазоне частот. Выводимая на экран характеристика представляет собой мощность (или отношение мощностей) на выходе (или входе ИУ), при которой выполняется равенство (1.1).

6.2.2 Измерения характеристики можно проводить как напрямую (прямые измерения), так и с опорным каналом.

### 6.2.3 Прямые измерения

6.2.3.1 В данном пункте описана последовательность измерений точки сжатия на 1 дБ («Сжатие Р1») без использования опорного канала (прямые измерения). В качестве ИУ используется усилитель мощности. Последовательность измерений представлена на примере измерения точки сжатия на 1 дБ ИУ в диапазоне частот.

**6.2.3.2 Для измерения точки сжатия на 1 дБ выполнить:**

а) подготовить ИУ и Р2М согласно их эксплуатационной документации, включить и выдержать приборы и оборудование в течение времени установления рабочего режима;

б) установить ПО «*Graphit*», если оно не было установлено ранее;

в) собрать схему, согласно рисунка 6.8;

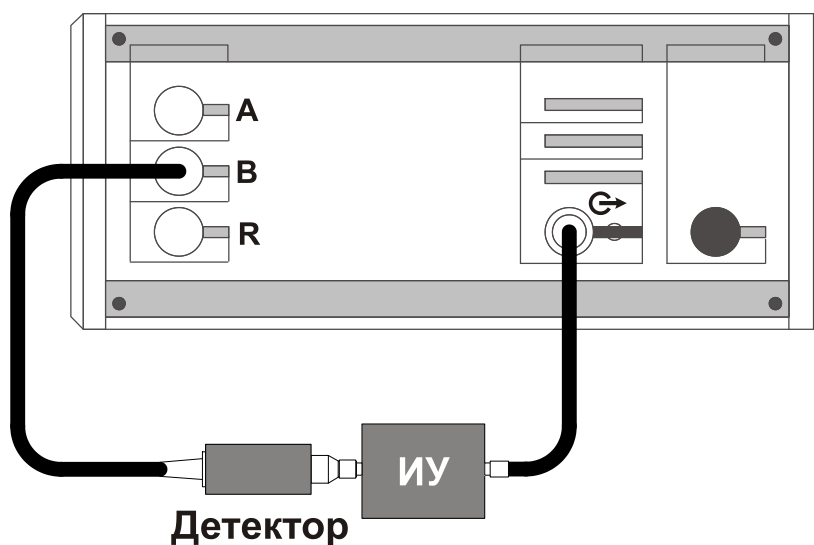


Рисунок 6.8 – Схема измерения

г) запустить ПО и подключиться к Р2М, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации;

д) на панели управления «Тип канала» установить «Сжатие P1»;

е) установить необходимые параметры измерения (диапазон частот, диапазон мощностей, количество точек и др.), пользуясь указаниями руководства по эксплуатации Р2М;

ж) на панели управления «Параметры измерения» в меню «Опорный вход» установить «Нет»; в меню «Сжатие P1» – «по входу»; в меню «Вход» – «B»;

з) запустить измерения, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации Р2М, провести измерения;

Результат измерения представлен на рисунке 6.9. На рисунке представлен график зависимости точки сжатия на 1 дБ в диапазоне частот от 100 до 20 000 МГц при сканировании по мощности в диапазоне от минус 20 до 10 дБм. По оси абсцисс отображаются частоты, заданные пользователем. По оси ординат отображается мощность на выходе Р2М (на входе ИУ) («Сжатие P1» – «по входу»). Для того чтобы отобразить мощность на выходе ИУ (на входе детектора) необходимо на панели управления «Параметры измерения» в меню «Сжатие P1» установить «по выходу».

Выброс характеристики в районе 15 000 МГц указывает на то, что сжатие на 1 дБ в данной точке не было определено, поэтому отображается максимальная мощность, поступившая на вход ИУ.

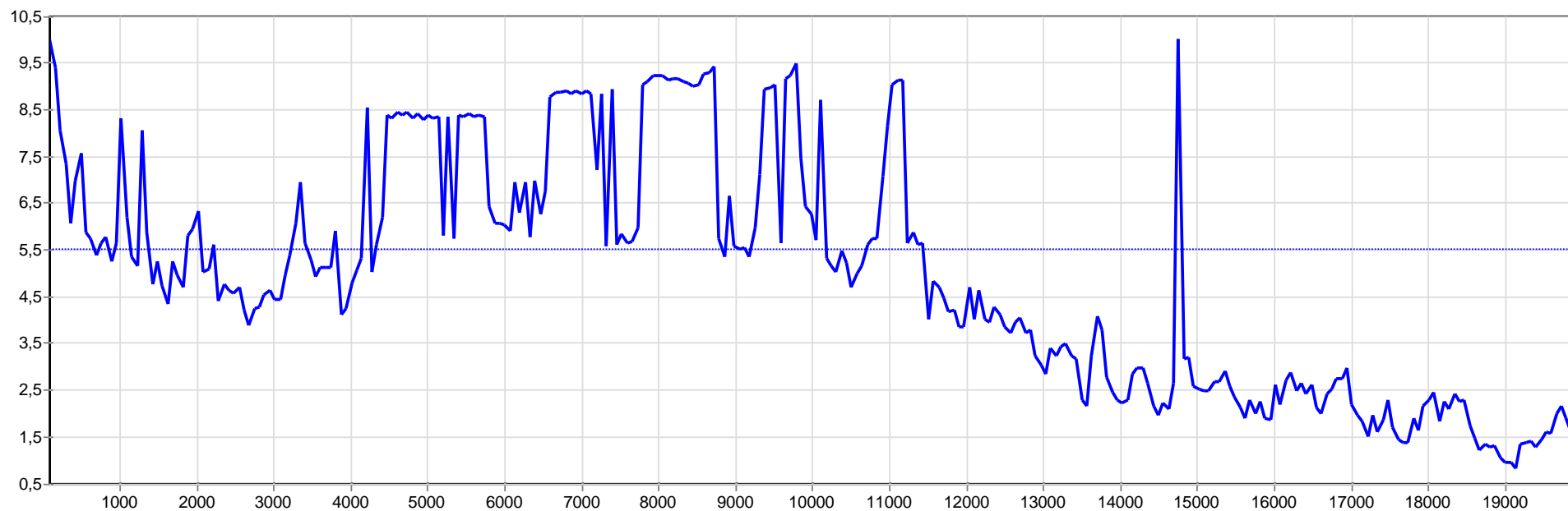


Рисунок 6.9 – Результат измерения



и) разобрать схему измерения, при необходимости выключить приборы и оборудование, пользуясь указаниями эксплуатационной документации на них.

## 6.2.4 Измерения с опорным каналом

6.2.4.1 В данном пункте описана последовательность измерений точки сжатия на 1 дБ («Сжатие P1») с использования опорного канала. В качестве ИУ используется мощный усилитель, для его «раскачки» используется предусилитель. Последовательность измерений представлена на примере измерения точки сжатия на 1 дБ ИУ в диапазоне частот.

6.2.4.2 Для измерения точки сжатия на 1 дБ выполнить:

а) подготовить ИУ и Р2М согласно их эксплуатационной документации, включить и выдержать приборы и оборудование в течение времени установления рабочего режима;

б) установить ПО «Graphit», если оно не было установлено ранее;

в) собрать схему, согласно рисунка 6.10;

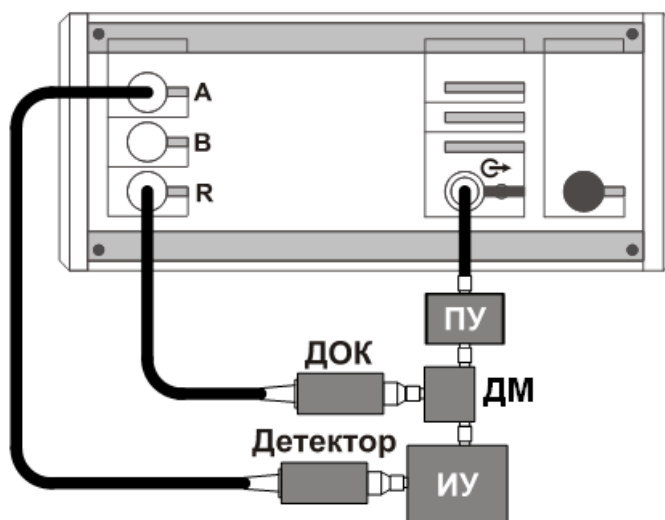


Рисунок 6.10 – Схема измерения

г) запустить ПО и подключиться к Р2М, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации;

д) на панели управления «Тип канала» установить «Сжатие P1»;

е) установить необходимые параметры измерения (диапазон частот, диапазон мощностей, количество точек и др.), пользуясь указаниями руководства по эксплуатации Р2М;

ж) на панели управления «Параметры измерения» в меню «Опорный вход» установить «R»; в меню «Сжатие P1» – «по выходу»; в меню «Вход» – «A» (для измерения мощности) или «A/R» (для измерения точки сжатия на 1 дБ модуля коэффициента передачи);



з) запустить измерения, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации Р2М, провести измерения;

При проведении измерений по данным установкам результат будет следующий: на экране будет отображаться точка сжатия на 1 дБ, измеренная в заданном диапазоне частот. По оси абсцисс будет отображаться заданный диапазон частот, а по оси ординат мощность на выходе ИУ (на входе «А») или коэффициент передачи (отношение мощностей, измеренных на входах «А» и «R»), при которых выполнилось равенство (1.1).

Чтобы отобразить на графике мощность по входу ИУ, необходимо на панели управления «*Параметры измерения*» в меню «*Сжатие P1*» установить «*по выходу*», а в меню «*Вход*» установить «А».

и) разобрать схему измерения, при необходимости выключить приборы и оборудование, пользуясь указаниями эксплуатационной документации на них.