

# ИЗМЕРИТЕЛИ МОДУЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ И ОТРАЖЕНИЯ

Приборы серии Р2М

Дополнение к руководству по эксплуатации  
Программная опция  
«Измерения параметров устройств с преобразованием по частоте» (ПЧП)»  
Версия программного обеспечения «*Graphit 2.1rc9*»

ЖНКЮ.468166.001-02 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
4 Меры предосторожности.....	8
5 Схемы проведения измерений .....	9
6 Порядок работы .....	10
6.1 Измерение параметров умножителей (делителей) частоты .....	10
6.2 Измерение с синхронной перестройкой частоты сигнала и гетеродина	12
6.3 Измерение с фиксированной частотой гетеродина .....	15



Данное дополнение предназначено для ознакомления пользователя с опцией «Измерения параметров устройств с преобразованием по частоте» (ПЧП)» 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 параметров устройств с преобразованием по частоте» (ПЧП)» 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 При измерении параметров устройств с преобразованием по частоте частота зондирующего сигнала  $F_{зонд}$  не равна частоте измеряемого сигнала  $F_{вых}$ . Опция ПЧП программно производит коррекцию результатов измерений. Для корректировки результатов измерений используется значение частоты на выходе устройства  $F_{вых}$ , рассчитываемое по формуле:

$$F_{вых} = \frac{M}{D} \cdot F_{зонд} + F_{см}, \text{ МГц} \quad (1.1)$$

где  $M$  – множитель;

$D$  – делитель;

$F_{см}$  – смещение по частоте, МГц.

1.2 Существует 3 основных схемы измерения устройств с преобразованием по частоте:

- а) измерение параметров умножителей (делителей) частоты;
- б) измерения с синхронной перестройкой частоты сигнала и гетеродина (измерения на фиксированной промежуточной частоте (ПЧ));
- в) измерения параметров с фиксированной частотой гетеродина.

## 2 Дополнительное оборудование

2.1 Для проведения измерений устройств с преобразованием по частоте 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
Генератор СВЧ (рабочий диапазон частот и мощностей определяется схемой измерения; наличие цифровой системы синхронизации: задание условия формирования импульса на выходе синхронизации при установке заданной частоты и мощности, возможность перестройки на следующую частотную точку при поступлении импульса на вход синхронизации)	Используется в качестве сигнала гетеродина в схемах с синхронной перестройкой сигнала и гетеродина (обязательно наличие системы цифровой синхронизации) и с фиксированной частотой гетеродина (наличие системы цифровой синхронизации не обязательно)
Полосовой фильтр, фильтр высоких, низких частот (подавление сигнала вне полосы пропускания не менее 30 дБ; подавление сигнала в полосе пропускания не более 3 дБ; полоса, центральная частота, частота среза определяется схемой; полоса фильтра по уровню минус 3 дБ должна быть не менее 1 МГц)	Используется для измерения параметров на фиксированной промежуточной частоте (полосовой фильтр), при измерении параметров умножителей (делителей) и параметров устройств с расстройкой по частоте (фильтр высоких (низких) частот)
Соединительные переходы (КСВ с обеих сторон не более 1,15; коэффициент передачи не менее минус 1 дБ)	Используются для соединения устройств с различными типами соединителей
Защитные переходы («сейверы») (КСВ с обеих сторон не более 1,15; коэффициент передачи не менее минус 1 дБ)	Для защиты СВЧ соединителей от износа и повреждения
Соединительные кабели СВЧ (КСВ с обеих сторон не более 1,3; коэффициент передачи не менее минус 3 дБ)	Используются, при необходимости, для соединения СВЧ устройств между собой
Соединительные кабели (для подключения к разъёмам «СИНХР» кабель должен иметь соединитель BNC вилка	Используются для передачи управляющих сигналов с выхода «СИНХР» на гетеродин, и с выхода гетеродина на вход «СИНХР»

### 3 Органы управления и настройки

3.1 Для настройки параметров импульсных измерений используется па-



нель управления «Преобразование частоты» (рисунок 3.1).

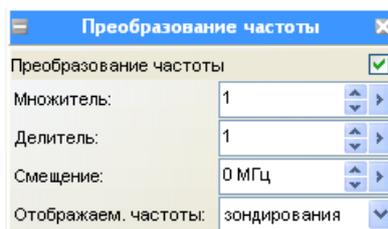


Рисунок 3.1 – Панель управления «Преобразование частоты»

3.2 По-умолчанию панель управления скрыта. Чтобы отобразить панель управления необходимо установить флажок «Преобразование частоты» в меню «Вид\ Панель управления» (рисунок 3.2).

3.3 Для разблокировки панели необходимо в ней установить флажок «Преобразование частоты» (рисунок 3.1).

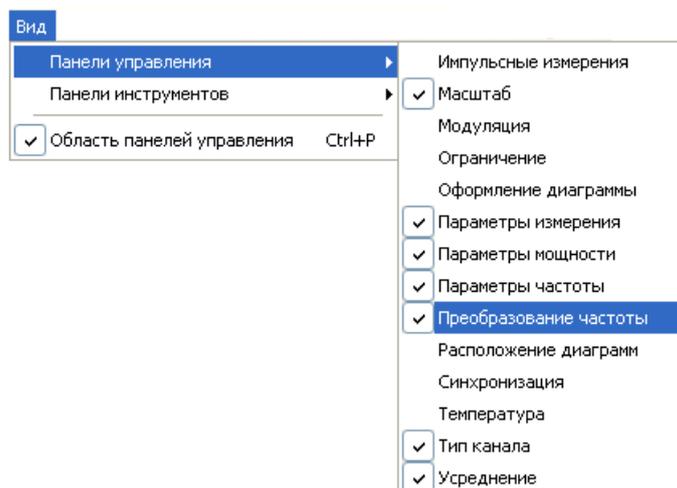


Рисунок 3.2 – Отображение панели управления

3.4 На панели управления имеются следующие органы управления и задаются следующие параметры:

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

Наименование	Выполняемая функция
Флажок «Преобразование частоты»	Включает функцию преобразования частот и активирует панель управления
Поле ввода «Множитель»	Поле задания коэффициента $M$ (множителя) в формуле (1.1)
Поле ввода «Делитель»	Поле задания коэффициента $D$ (делителя) в формуле (1.1)



Наименование	Выполняемая функция
Поле ввода «Смещение»	Поле задания коэффициента $F_{см}$ (частота смещения) в формуле (1.1)
Меню «Отображаемые частоты»	Задаёт частоты, отображаемые по оси абсцисс (частоты зондирования или частоты на выходе устройства)

## 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 (синтезаторов, генераторов 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 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ 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, приведённым 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 Мощность, поступающая на вход преобразователя частоты должна быть достаточной, для осуществления преобразования.

4.5 Следует учитывать, что диапазон входных и выходных (преобразованных) частот ИУ должны находиться в пределах диапазона рабочих частот Р2М.

4.6 Мощность, поступающая на вход датчика КСВ или детектора, не должна превышать максимально-допустимой для данных устройств (см. руко-



водство по эксплуатации Р2М и маркировку на устройствах).

## 5 Схемы проведения измерений

5.1 Схемы проведения измерений изображены на рисунках 5.1 – 5.3.

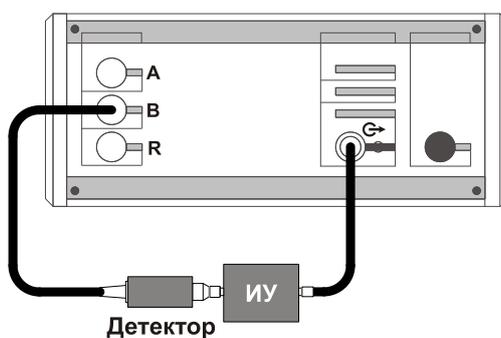
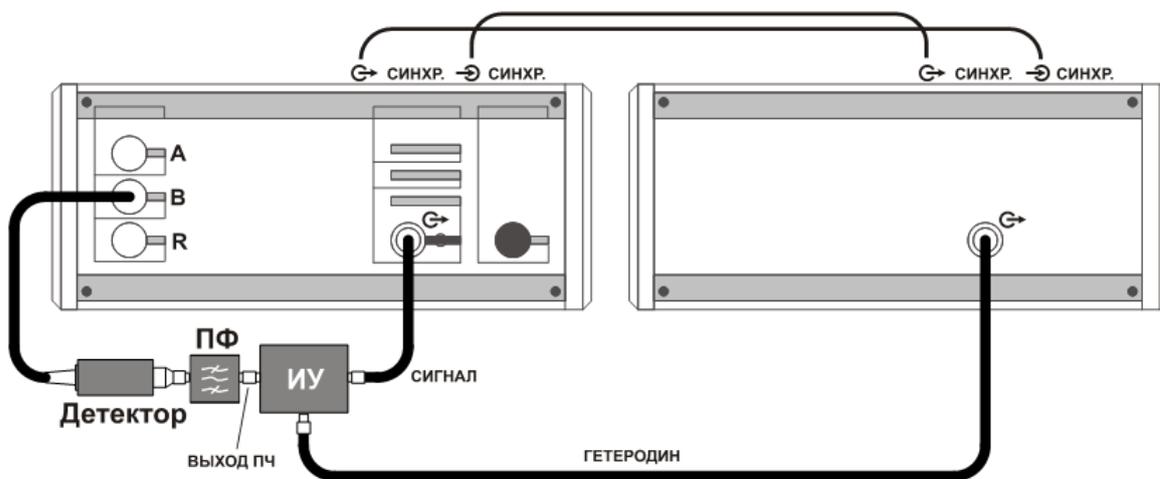


Рисунок 5.1 – Умножители (делители) частоты



ПФ – полосовой фильтр

Рисунок 5.2 – Синхронная перестройка частоты сигнала и гетеродина

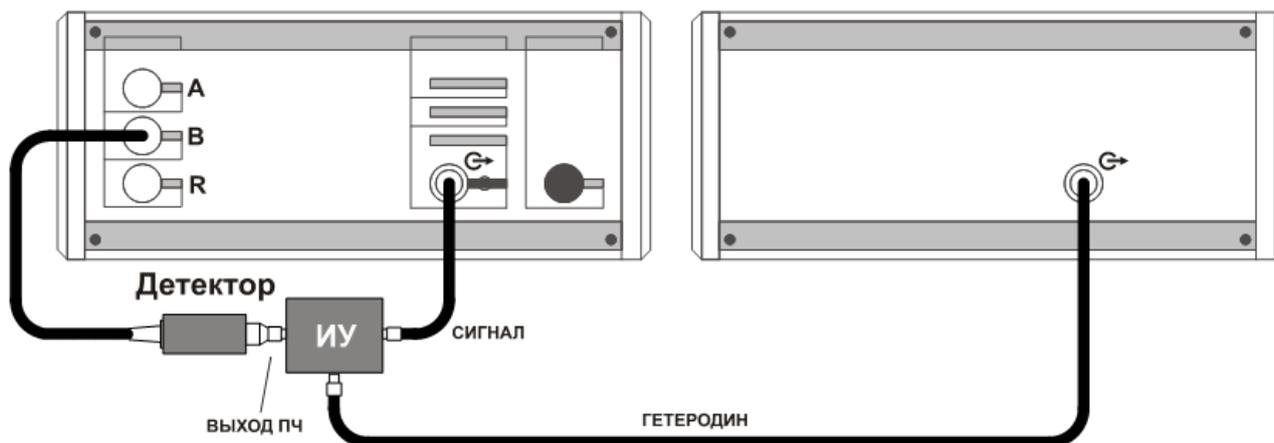


Рисунок 5.3 – Измерение с фиксированной частотой гетеродина

5.2 Детектор является широкополосным устройством и принимает все сигналы в диапазоне рабочих частот, поэтому при работе ИУ в нелинейном режиме или при высоком относительном уровне побочных составляющих (менее 20 дБн; смесители, умножители, низкая фильтрация в конвертере), необходимо на вход детектора устанавливать селективный фильтр.

## 6 Порядок работы

### 6.1 Измерение параметров умножителей (делителей) частоты

6.1.1 В данном пункте описана последовательность измерений параметров умножителей (делителей) частоты.

6.1.2 По выходу умножителей (делителей) частоты измеряется два параметра: коэффициент преобразования и абсолютная мощность.

6.1.3 Последовательность действий при измерениях мощности аналогична измерению коэффициента преобразования, отличие заключается только в том, что для измерения мощности калибровка не проводится.

6.1.4 **Для измерения коэффициента преобразования умножителя частоты 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 измерений, согласно рисунка 6.1;

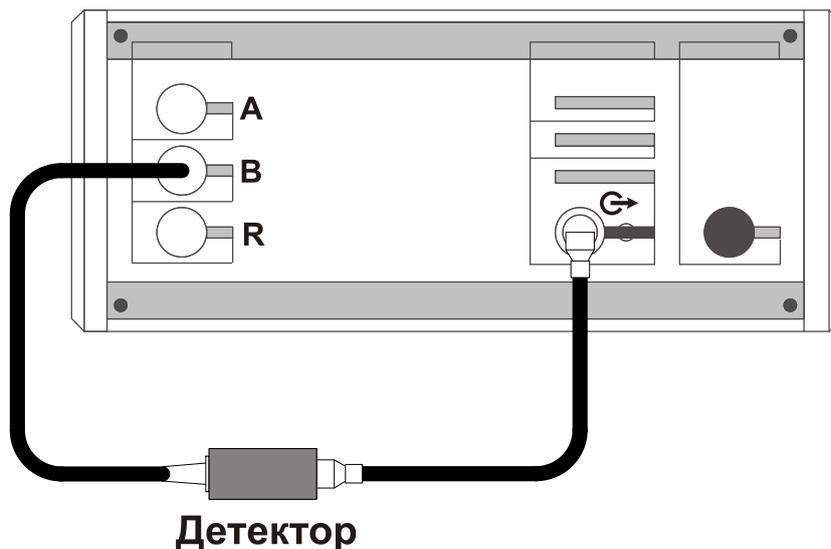


Рисунок 6.1 – Схема калибровки

г) запустить ПО и подключиться к P2M, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации;

д) установить необходимые параметры измерения (частоту, мощность, количество точек и др.);

е) снять флажок «Преобразование частоты» на панели управления «Преобразование частоты»;

ж) на панели управления «Параметры измерения» в меню «Режим измерения» установить «Модуль КП», в меню «Вход» – «B»; нажать кнопку «Калибровка»;

з) провести калибровку, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации P2M;

и) установить на панели управления «Преобразование частоты» флажок «Преобразование частоты»;

к) в поле ввода «Множитель» задать коэффициент, соответствующий номеру гармоники (например, для удвоителя коэффициент будет равен «2», для утроителя – «3»), в поле ввода «Делитель» – 1, в поле ввода «Смещение» – 0;

л) собрать схему согласно рисунка 6.2;

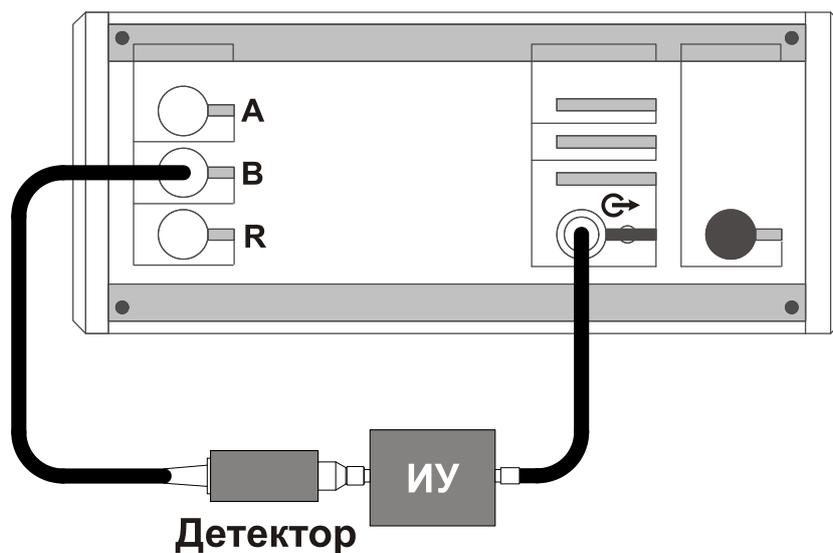


Рисунок 6.2 – Схема измерения

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

При измерениях с данными установками получится следующий результат: на экране будет отображаться коэффициент преобразования умножителя, определяемый как отношение мощности, измеренной при калибровке, к мощности, полученной при измерении на выходе ИУ. Частоты, отображаемые по оси абсцисс – частоты зондирования (на входе ИУ), чтобы по оси абсцисс отображались частоты на выходе ИУ (преобразованные), необходимо в меню «*Отобраем. частоты*» установить «*преобразованные*».

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

## 6.2 Измерение с синхронной перестройкой частоты сигнала и гетеродина

6.2.1 В данном пункте описана последовательность измерений с синхронной перестройкой частоты сигнала и гетеродина.

6.2.2 По выходу устройств с преобразованием по частоте измеряется два параметра: коэффициент преобразования и абсолютная мощность.

6.2.3 Последовательность действий при измерениях мощности аналогична измерению коэффициента преобразования, отличие заключается только в том, что для измерения мощности калибровка не проводится.

### 6.2.4 Для измерения коэффициента преобразования выполнить:

а) подготовить ИУ и Р2М согласно их эксплуатационной документации, включить и выдержать приборы и оборудование в течение времени установле-



ния рабочего режима;

б) подготовить к работе генератор (источник сигнала гетеродина) согласно эксплуатационной документации на него;

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

г) собрать схему, согласно рисунка 6.3;

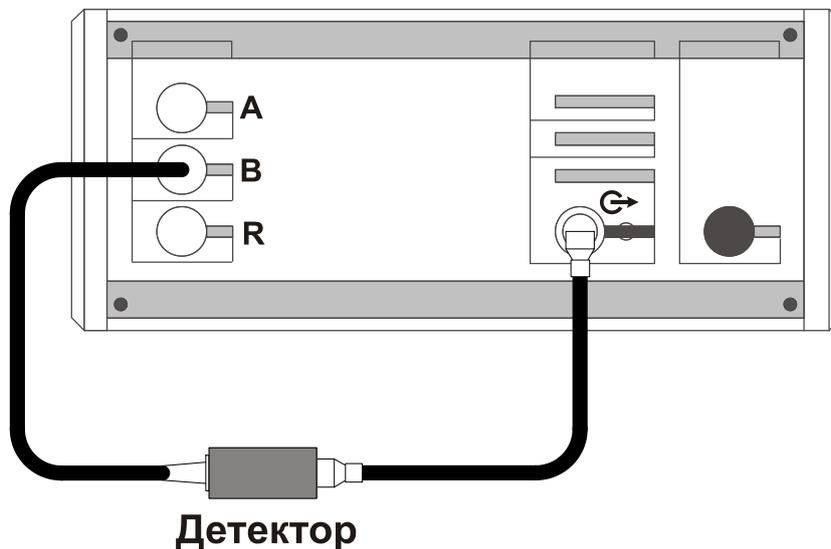


Рисунок 6.3 – Схема калибровки

д) запустить ПО и подключиться к P2M, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации;

е) установить необходимые параметры измерения (частоту, мощность, количество точек и др.);

ж) снять флажок «*Преобразование частоты*» на панели управления «*Преобразование частоты*»;

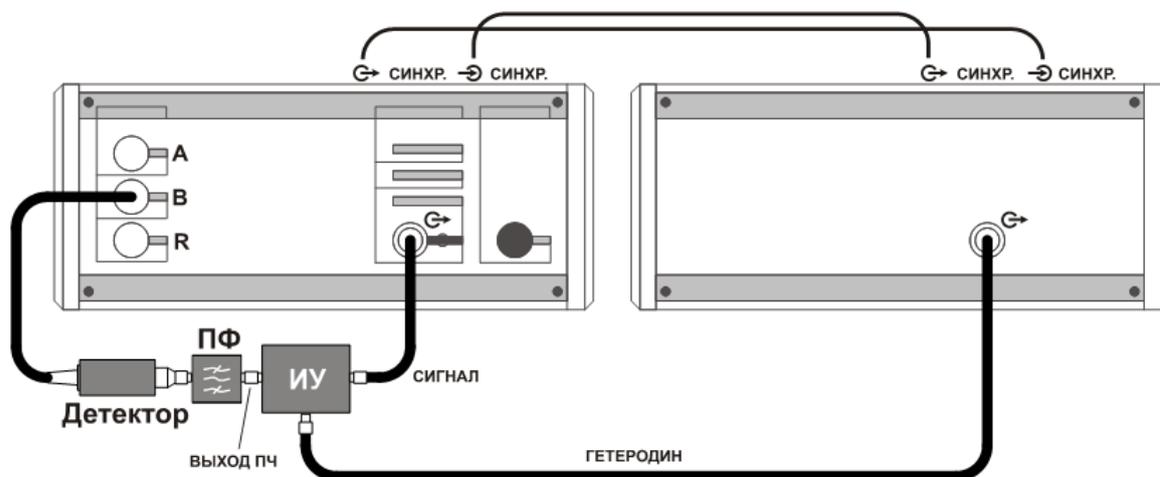
з) на панели управления «*Параметры измерения*» в меню «*Режим измерения*» установить «*Модуль КП*», в меню «*Вход*» – «*B*»; нажать кнопку «*Калибровка*»;

и) провести калибровку, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации P2M;

к) установить на панели управления «*Преобразование частоты*» флажок «*Преобразование частоты*»;

л) в поле ввода «*Множитель*» задать коэффициент «0», в поле ввода «*Делитель*» – 1, в поле ввода «*Смещение*» ввести значение промежуточной частоты, на которой будут проводиться измерения;

м) собрать схему согласно рисунка 6.4, соединить с помощью кабелей вход и выход синхронизации P2M с выходом и входом синхронизации гетеродина соответственно;



ПФ – полосовой фильтр

Рисунок 6.4 – Синхронная перестройка частоты сигнала и гетеродина

н) на панели «Синхронизация» установить следующие параметры: «Синхровыход» – «след. точка», при необходимости задать длительность выходного импульса в поле «Длительность»; «Синхровход» – «начало измерения»;

о) в параметрах управления гетеродина установить условие генерации импульса на синхровыход, соответствующее установке частоты и мощности; и перестройку на следующую частотную точку при приходе импульса на вход синхронизации;

#### Примечания:

1 При использовании прибора типа Р2М в качестве гетеродина параметры задаются на панели управления «Синхронизация»: «Синхровход» – «след. точка», «Синхровыход» – «захват ФАПЧ».

2 При использовании прибора типа Г7М в качестве гетеродина параметры задаются на панели управления «Управление» в меню «Режим запуска» – «Внешний», в меню «Момент запуска» – «Следующая точка» и на панели «Синхронизация» в меню «Режим синхровыхода» – «Захват ФАПЧ/АРМ».

п) запустить сначала гетеродин, затем запустить измерения на Р2М, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации Р2М, провести измерения;

**ВНИМАНИЕ: НЕ ИЗМЕНЯЙТЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЗАПУСКА И ОСТАНОВКИ УСТРОЙСТВ. ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЗАПУСКА ИЛИ ОСТАНОВКИ УСТРОЙСТВ ИЗМЕРЕНИЯ БУДУТ ПРОВОДИТЬСЯ НЕКОРРЕКТНО!**



При измерениях с данными установками получится следующий результат: на экране будет отображаться коэффициент преобразования ИУ, определяемый как отношение мощности, измеренной при калибровке, к мощности, полученной при измерении на выходе ИУ. Частоты, отображаемые по оси абсцисс – частоты зондирования (на входе ИУ), чтобы по оси абсцисс отображались частоты на выходе ИУ (преобразованные), необходимо в меню «*Отображ. частоты*» установить «*преобразованные*».

р) разобрать схему измерения, при необходимости выключить приборы (сначала Р2М, затем гетеродин) и оборудование, пользуясь указаниями эксплуатационной документации на них.

### 6.3 Измерение с фиксированной частотой гетеродина

6.3.1 В данном пункте описана последовательность измерений с фиксированной частотой гетеродина.

6.3.2 По выходу устройств с преобразованием по частоте измеряется два параметра: коэффициент преобразования и абсолютная мощность.

6.3.3 Последовательность действий при измерениях мощности аналогична измерению коэффициента преобразования, отличие заключается только в том, что для измерения мощности калибровка не проводится.

6.3.4 **Для измерения коэффициента преобразования выполнить:**

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

б) подготовить к работе генератор (источник сигнала гетеродина) согласно эксплуатационной документации на него;

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

г) собрать схему, согласно рисунка 6.5;

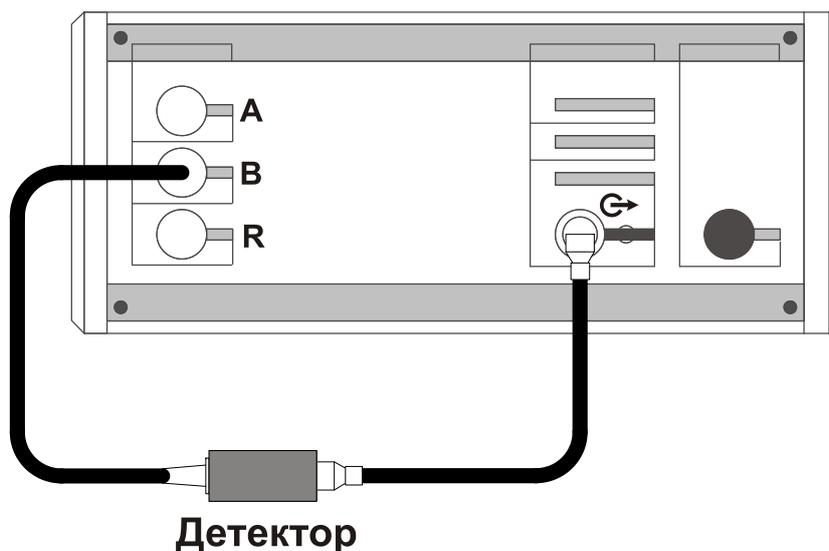


Рисунок 6.5 – Схема калибровки

- д) запустить ПО и подключиться к Р2М, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации;
- е) установить необходимые параметры измерения (частоту, мощность, количество точек и др.);
- ж) снять флажок «Преобразование частоты» на панели управления «Преобразование частоты»;
- з) на панели управления «Параметры измерения» в меню «Режим измерения» установить «Модуль КП», в меню «Вход» – «В»; нажать кнопку «Калибровка»;
- и) провести калибровку, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации Р2М;
- к) установить на панели управления «Преобразование частоты» флажок «Преобразование частоты»;
- л) в поле ввода «Множитель» задать коэффициент «1», в поле ввода «Делитель» – 1, в поле ввода «Смещение» ввести значение частоты гетеродина со знаком «-» (минус) при преобразовании «вниз» и со знаком «+» (плюс) при преобразовании «вверх»;
- м) собрать схему согласно рисунка 6.6;

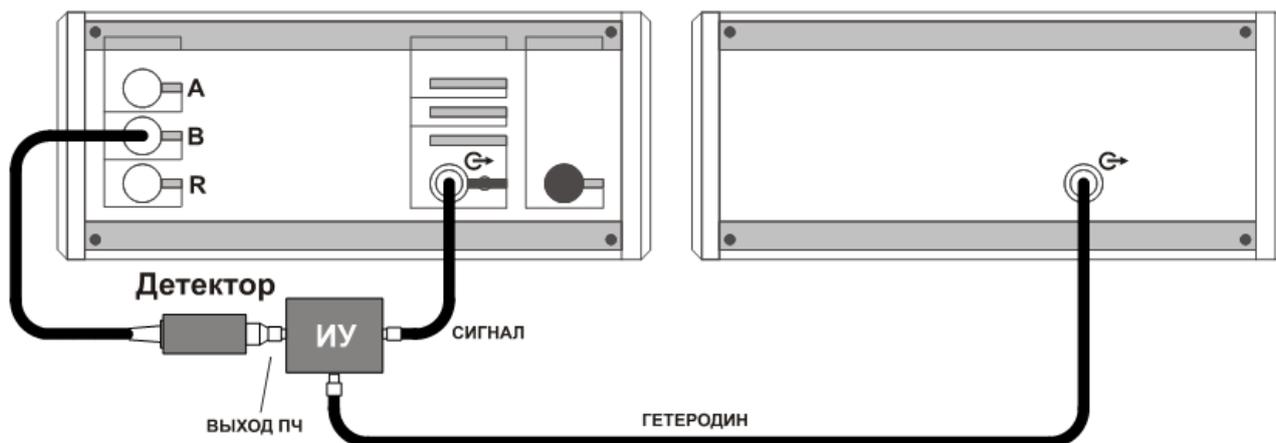


Рисунок 6.6 – Измерение с фиксированной частотой гетеродина

н) запустить сначала гетеродин, затем запустить измерения на Р2М, пользуясь указаниями руководства по эксплуатации Р2М, провести измерения;

При измерениях с данными установками получится следующий результат: на экране будет отображаться коэффициент преобразования ИУ, определяемый как отношение мощности, измеренной при калибровке, к мощности, полученной при измерении на выходе ИУ. Частоты, отображаемые по оси абсцисс – частоты зондирования (на входе ИУ), чтобы по оси абсцисс отображались частоты на выходе ИУ (преобразованные), необходимо в меню «*Отображ. частоты*» установить «*преобразованные*».

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