

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ВЕКТОРНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ P4226A «ПАНОРАМА»



ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ШУМА. ОПЦИЯ «ИКШ»



Измерение коэффициента шума. Опция «ИКШ»

Векторный анализатор цепей (ВАЦ) серии P4226 «Панорама» с опцией «ИКШ» позволяет проводить измерение коэффициента шума (КШ).

Существует два основных метода измерения коэффициента шума: метод прямого измерения шума (холодного источника) и метод Y – фактора (холодного \ горячего источника). Применяемый в ВАЦ алгоритм векторной коррекции (компенсации рассогласований между исследуемым устройством и измерителем), скалярной калибровки (измерение собственного коэффициента шума измерителя), векторной калибровки (исключение влияния выходного импеданса исследуемого устройства) повышает точность измерения.

Метод Y-фактора применяется в большинстве выпускаемых измерителей коэффициента шума. Такой метод подразумевает наличие генератора шума (ГШ) на входе измеряемого устройства во время проведения измерения. Такой метод, например, применяется в *измерителе коэффициента шума серии «Х5М»*.

В векторном анализаторе цепей «Панорама» применяется метод прямого измерения коэффициента шума с векторной коррекцией. Данный метод подразумевает наличие генератора шума только во время проведения калибровки, далее ГШ не участвует в процессе измерения. Метод позволяет повысить точность измерения коэффициента шума, переносить плоскость калибровки и выполнять несколько измерений за одно подключение к ВАЦ.

Для расчета коэффициента шума используется следующее отношение:

$$F = \frac{N_{out}^{DUT}}{N_0 \times |S_{21}|^2};$$

Где N_{out}^{DUT} – мощность шума на выходе исследуемого устройства (ИУ), выделяемая на нагрузке Z_0 (в полосе приёмника ВАЦ); N_0 – мощность теплового шума холодного (290° К) источника (в полосе приёмника ВАЦ); $|S_{21}|^2$ – коэффициент передачи мощности ИУ, нагруженного на Z_0 ; Z_0 – системный импеданс.

Измерение коэффициента шума в ВАЦ «Панорама» проводится дополнительно устанавливаемым шумовым приёмником.

Особенности использования опции ИКШ

- Диапазон рабочих частот 50 МГц ...26,5 ГГц.
- Диапазон измерения КШ 0...50 дБ.
- Диапазон измерения коэффициента передачи -40...60 дБ.
- Для измерения коэффициента шума, ИУ подключается ко второму порту ВАЦ. Для достижения максимальной точности и стабильности измерения коэффициента шума, между выходом ИУ и портом 2 ВАЦ должно быть наименьшее количество элементов, вызывающих дополнительные потери.
- Выход питания ГШ +28 В расположен на задней панели ВАЦ.
- Генератор шума рекомендуется использовать с ИОШТ (ENR) > 10 дБ.

Уровень мощности на выходе ИУ

- Для обеспечения наилучшей точности измерения коэффициента шума уровень выходной мощности ИУ должен быть на 15-20 дБ ниже точки сжатия используемого ИУ во время измерения S-параметров.
- Чтобы уменьшить дрожание коэффициента шума, уровень мощности на измерительном приемнике b2 (порт 2) должен быть выше -20 дБм во время измерения S-параметров, но не превышать уровень 0 дБм.
- Лучший способ контроля мощности на входе приемника b2 (порт 2) – это отображение измерительной трассы b2 (1->2).
- Для ИУ с коэффициентом усиления ниже 15 дБ используйте согласующий аттенюатор на выходе порта 1.
- Оптимизируйте измерительную схему таким образом, чтобы калибровка и измерения проводились при одних и тех же значениях выходной мощности аттенюаторов источника и приемника.

Усиление тракта шумового приемника

В ВАЦ предусмотрена возможность управления усилением тракта шумового приемника. Настройка усиления осуществляется исходя из суммы значений ожидаемого коэффициента усиления (КУ) и ожидаемого коэффициента шума (КШ). Условия выбора усиления:

- **Низкое**, если $60 \text{ дБ} > \text{КУ} + \text{КШ} > 45 \text{ дБ}$;
- **Высокое**, если $\text{КУ} + \text{КШ} < 45 \text{ дБ}$.

Информация может быть изменена без предварительного уведомления.

Реализация измерительного блока ВАЦ «Панорама» с опцией «ИКШ» представлена на рис 1.

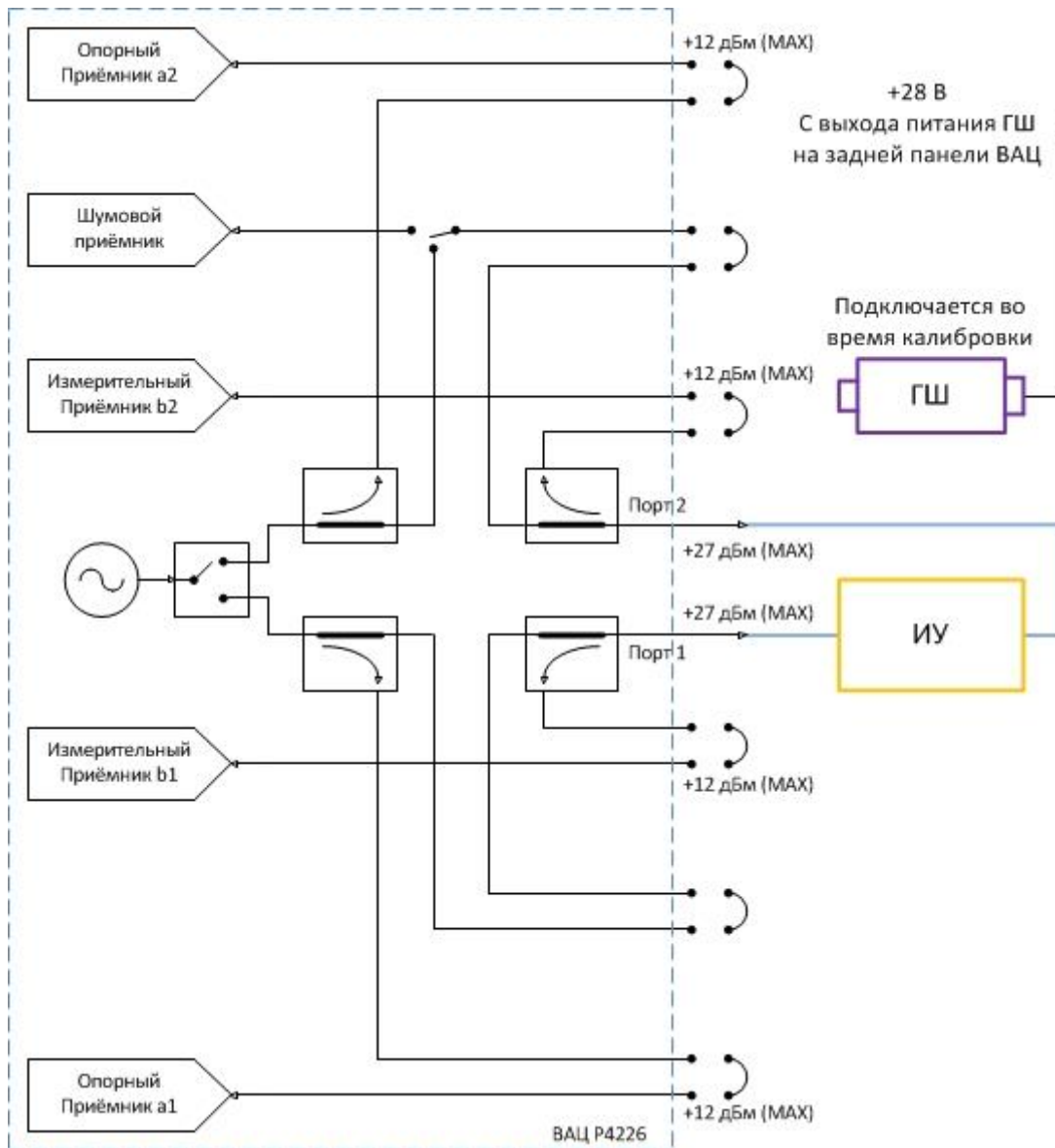


Рис. 1. Реализация измерительного блока ВАЦ «Панорама» с опцией «ИКШ» для измерения коэффициента шума

Для проведения измерения коэффициента шума потребуется:

- Векторный анализатор цепей «Панорама» с опцией «ИКШ»;
- Набор калибровочных мер или электронный калибратор;
- Набор кабельных сборок.

Измерение коэффициента шума усилителя со скалярной калибровкой

Пример 1.

Проведем измерение коэффициента шума (SNF), коэффициента передачи (S_{21}), S_{11} , S_{22} , развязку (S_{12}) усилителя «LNA20/1» производства компании «Микран». Частотный диапазон при измерении (RF) = 50 МГц... 20 ГГц, мощность зондирования – 15 дБм. Ожидаемый КУ = 33 дБ, ожидаемый КШ = 6 дБ. Технические характеристики усилителя приведены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики усилителя «LNA20/1» производства компании «Микран».

Диапазон рабочих частот	10 МГц ... 20 ГГц			
	10 МГц ... 2 ГГц	2 ... 6 ГГц	6 ... 14 ГГц	14 ... 20 ГГц
Усиление (S_{21}), дБ	≥ 30	≥ 27	≥ 30	≥ 33
Коэффициент шума (NF), дБ	6	4	3	6
Выходная мощность, при сжатии на 1 дБ (P1дБ), дБм	14	13	12	12
Возвратные потери (S_{11}), дБ	≤ -14			
Возвратные потери (S_{22}), дБ	≤ -12			

Для проведения калибровки будем использовать генератор шума «ГШМ20» производства компании «Микран».

1. Подготовить ВАЦ к работе;
2. Запустить программное обеспечение Graphit;
3. Осуществить подключение к прибору (рис. 2);

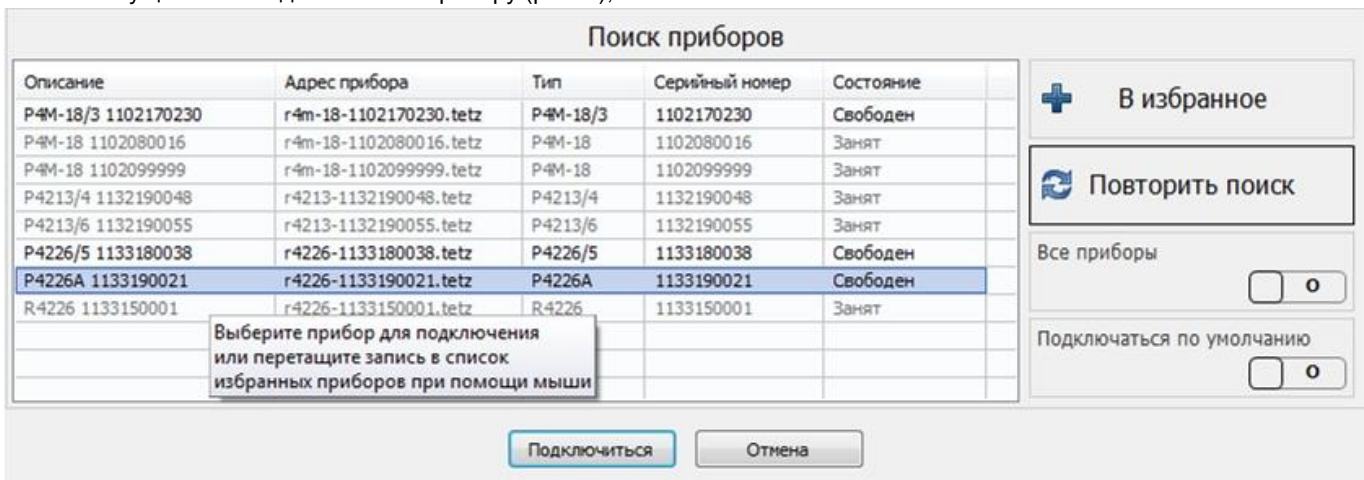



Рис. 2. Подключение к ВАЦ

4. Сбросить настройки программного обеспечения Graphit по умолчанию, для этого нажать кнопку  «Восстановить начальные параметры»;
5. В панели управления «Мощность» установить мощность зондирования – 15 дБм. При установке мощности зондирования необходимо учитывать ожидаемый коэффициент усиления (КУ) измеряемого устройства, чтобы приёмник оставался в линейном режиме работы. В случае необходимости устанавливать ослабление сигнала, попадающего на второй измерительный приёмник b2. Для этого в ВАЦ с опцией «ИКШ» установлены встроенные аттенюаторы, расширяющие динамический диапазон. В нашем случае необходимо дополнительное ослабление зондирующего и принимаемого сигнала, для этого необходимо установить ручное управление аттенюаторами, 10 дБ аттенюатор генератора первого порта и 20 дБ аттенюатор приёмника второго порта (рис 3);

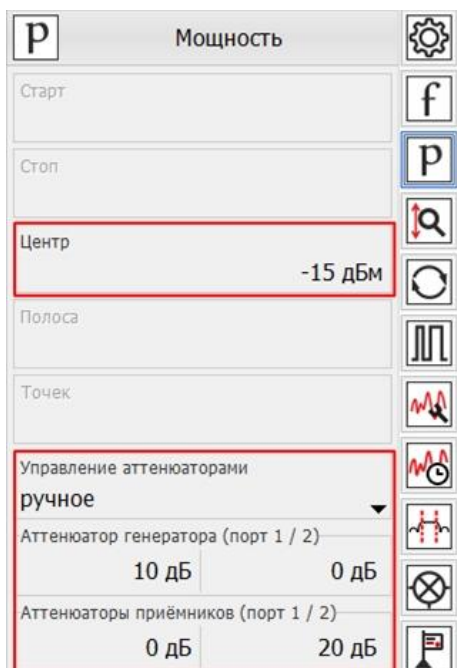


Рис. 3. Задание мощности зондирования и установка дополнительного ослабления с помощью внутренних аттенюаторов

6. Задать частотный диапазон измерения коэффициента шума (50 МГц ...20 ГГц) (рис. 4);

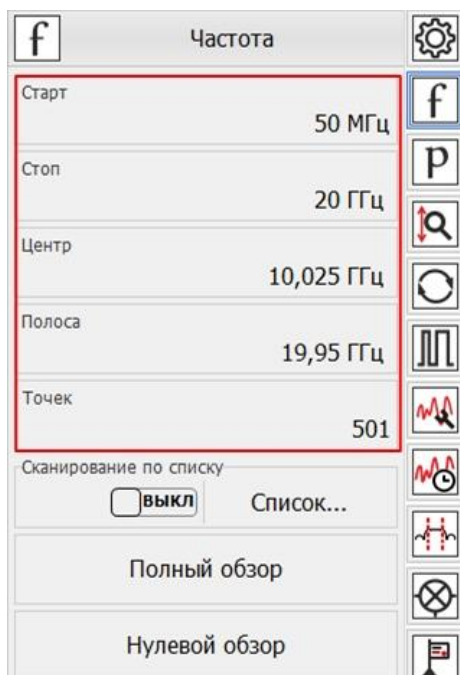


Рис. 4. Задание частотного диапазона.

7. Создать измерительную трассу для измерения КШ (рис. 5).

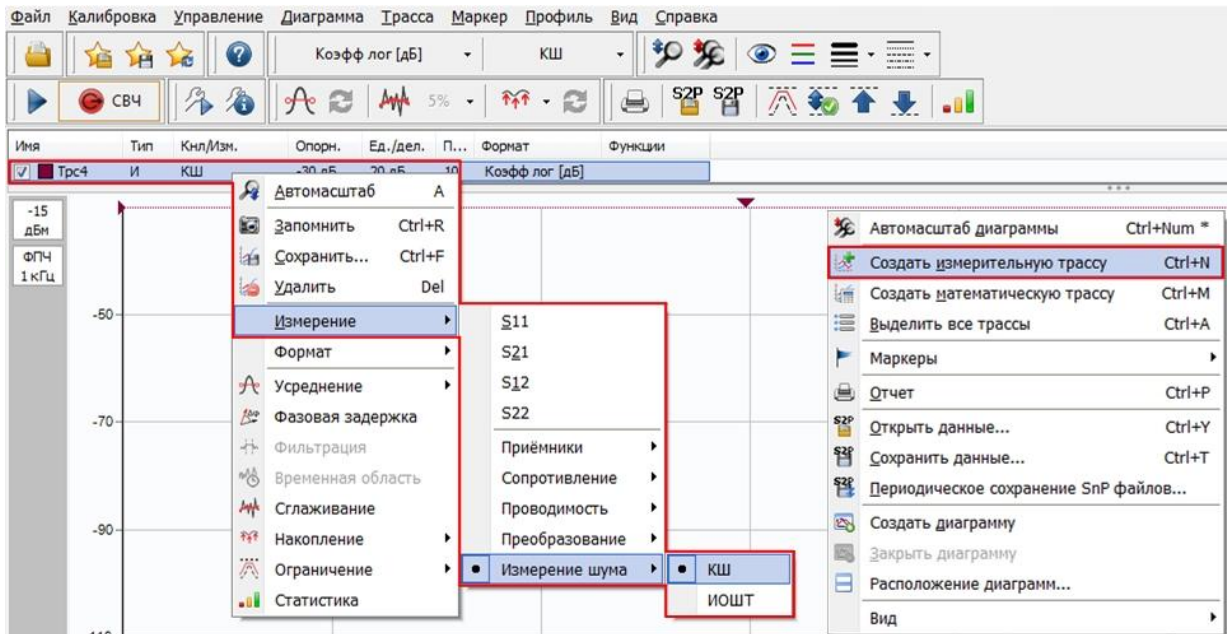


Рис. 5. Создание измерительной трассы для коэффициента шума КШ

- Выбрать в главном меню *Калибровка* -> *Мастер калибровки*. В окне «*Параметры калибровки*» в поле «*Тип калибровки*» выбрать пункт «*Двухпортовая с измерением КШ (порт 2)*». В поле «*Характеристика ГШ*» задать файл, содержащий таблицу значений ENR (Excess Noise Ratio – избыточный коэффициент шума) используемого генератора шума. Фильтр ПЧ определяет время измерения в каждой точке и уровень шума приёмного тракта шумового приёмника. Значение в поле «*Усиление тракта*» подобрать исходя из соображений, приведенных в пункте «*Усиление тракта шумового приемника*». Настройка параметров калибровки для нашего примера изображена на рис 6. Мастер калибровки предложит подключить к измерительному порту ГШ, нагрузки ХХ, КЗ, СН к первому порту и ко второму порту, меру на проход. Провести калибровку, руководствуясь мастером калибровки.

Возможно проведение калибровки с использованием автоматического калибратора;

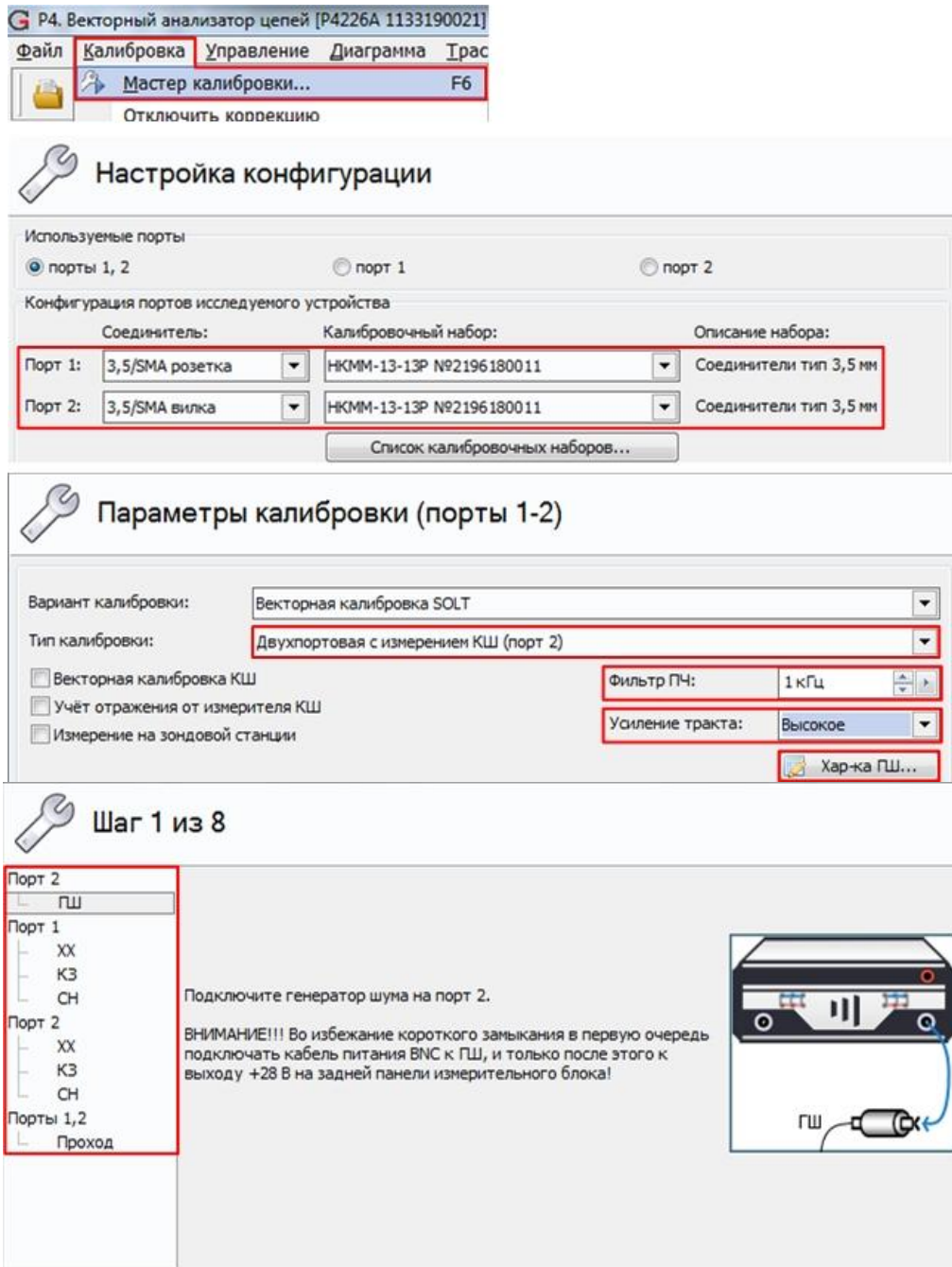


Рис. 6. Настройка параметров калибровки

9. Подключить исследуемое устройство между портами ВАЦ, как изображено на рис 1.
10. Результаты измерения приведены на рис 7 и рис 8.

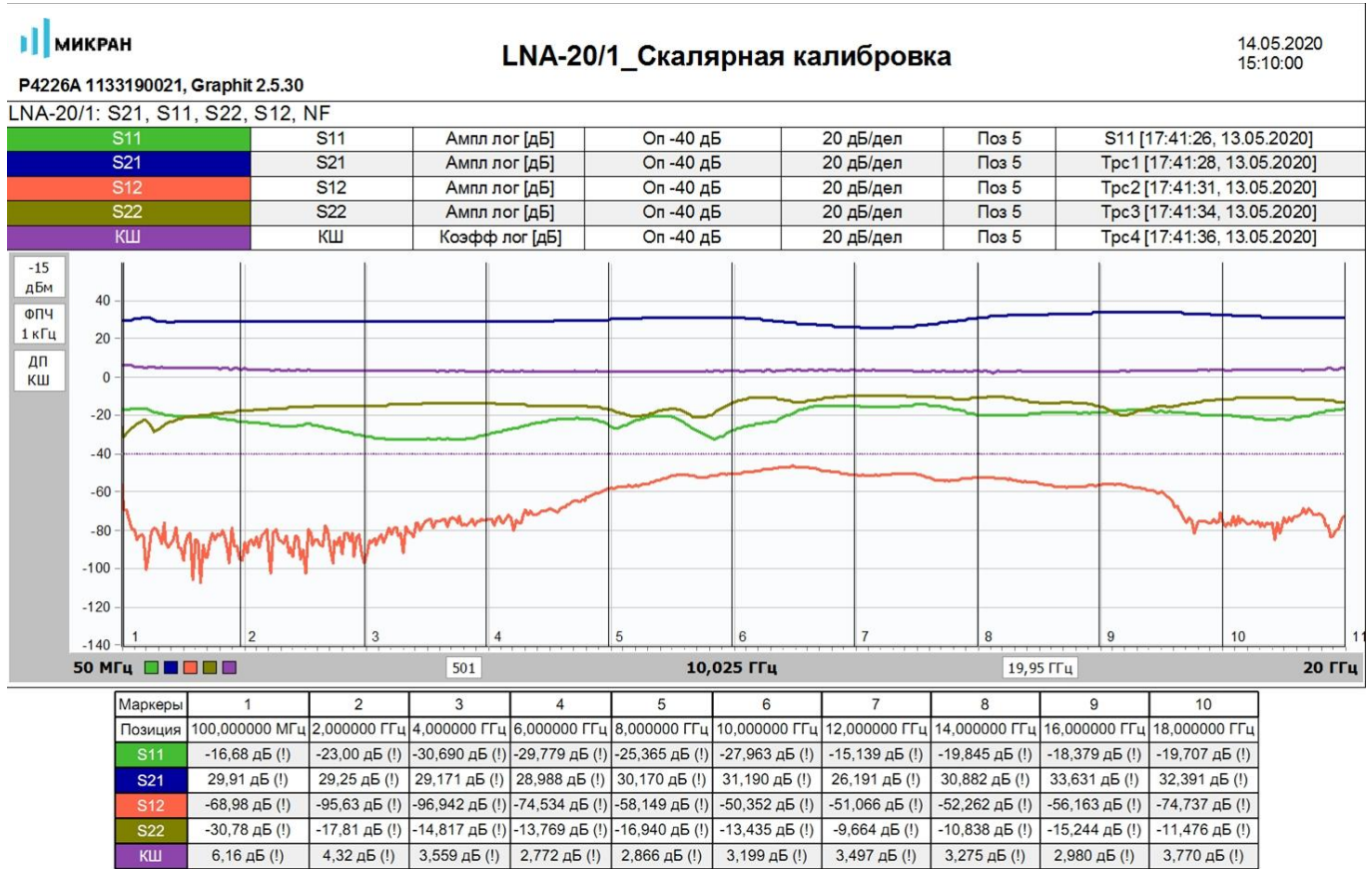


Рис. 7. Результаты измерения коэффициента шума S₁₁, S₂₁, S₁₂, S₂₂ «LNA20/1» со скалярной калибровкой

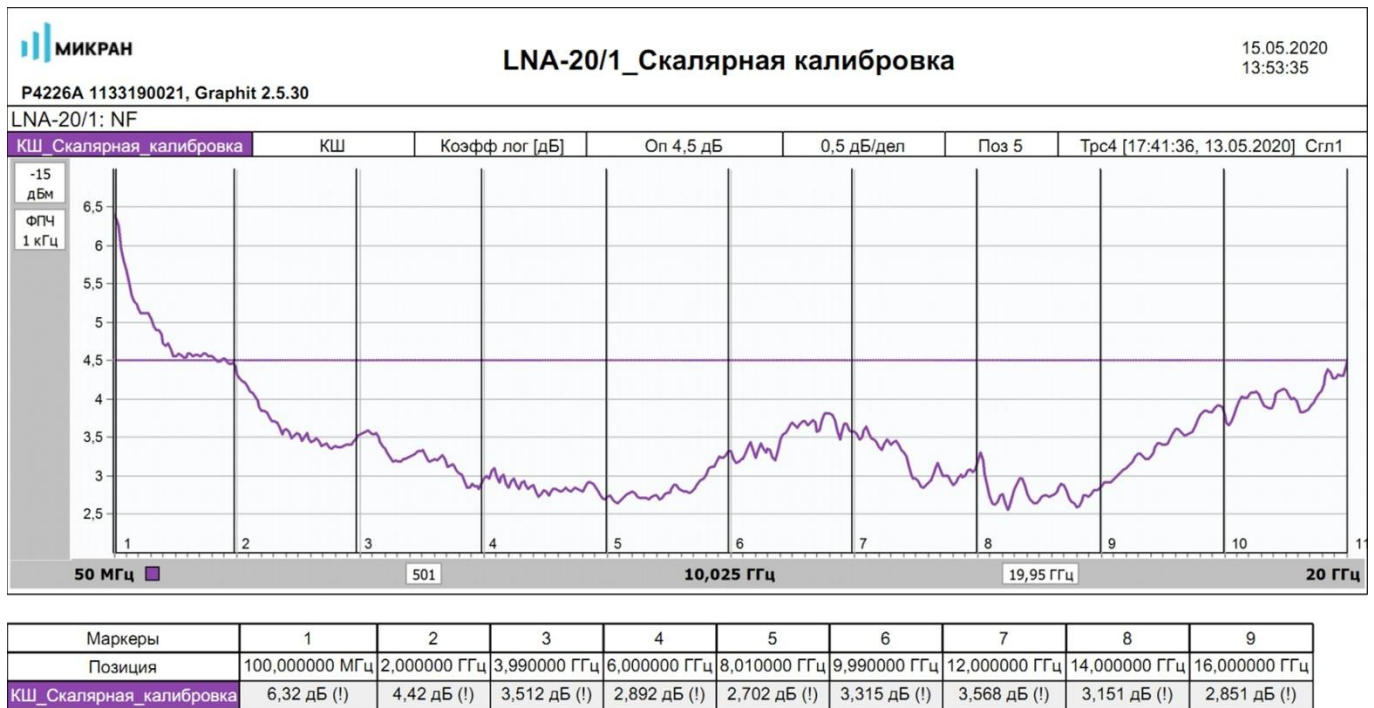


Рис. 8. Результаты измерения коэффициента шума «LNA20/1» со скалярной калибровкой

Измерение коэффициента шума усилителя с векторной калибровкой

Измерение коэффициента шума с векторной коррекцией позволяет учитывать отражение от ГШ. При КУ измеряемого устройства меньше 20 дБ рассогласование оказывает значительное влияние. Векторная калибровка рекомендуется для ИУ с коэффициентом усиления меньше 20 дБ.

Пример 2.

Проведем измерение коэффициента шума (SNF), коэффициента передачи (S_{21}), S_{11} , S_{22} , развязку (S_{12}) усилителя «LNA20/1» производства компании «Микран». Частотный диапазон при измерении (RF) = 50 МГц ... 20 ГГц, мощность зондирования – 15 дБм. Ожидаемый КУ = 33 дБ, ожидаемый КШ = 6 дБ. Технические характеристики усилителя приведены в таблице 2.

Таблица 2. Технические характеристики усилителя «LNA20/1» производства компании «Микран»

Диапазон рабочих частот	10 МГц ... 20 ГГц			
	10 МГц ... 2 ГГц	2 ... 6 ГГц	6 ... 14 ГГц	14 ... 20 ГГц
Усиление (S_{21}), дБ	≥ 30	≥ 27	≥ 30	≥ 33
Коэффициент шума (NF), дБ	6	4	3	6
Выходная мощность, при сжатии на 1 дБ (P1дБ), дБм	14	13	12	12
Возвратные потери (S_{11}), дБ	≤ -14			
Возвратные потери (S_{22}), дБ	≤ -12			

Для проведения калибровки будем использовать генератор шума «ГШМ20» производства компании «Микран».

1. Повторить пункты 1-7 указанные в предыдущем примере;
2. Выбрать в главном меню *Калибровка* -> *Мастер калибровки*. В окне «Параметры калибровки» в поле «Тип калибровки» выбрать пункт «Двухпортовая с измерением КШ (порт 2)». В поле «Характеристика ГШ» задать файл, содержащий таблицу значений ENR (Excess Noise Ratio – избыточный коэффициент шума) используемого генератора шума. Фильтр ПЧ определяет время измерения в каждой точке и уровень шума приемного тракта шумового приемника. Значение в поле «Усиление тракта» подобрать исходя из соображений, приведенных в пункте «Усиление тракта шумового приемника». Настройка параметров калибровки для нашего примера изображена на рис 9. Мастер калибровки предложит подключить к измерительному порту ГШ, нагрузки XX, K3, CH к первому порту и ко второму порту, меру на проход. Также мастер калибровки предложит подключить ко второму порту ВАЦ пять произвольных нагрузок. Произвольными нагрузками послужат устройства с существенно разным согласованием. Рекомендуется использовать нагрузки из набора калибровочных мер XX, K3, CH, четвертой и пятой мерой послужат XX, K3 соединенные с портом ВАЦ через аттенуатор небольшого номинала (3...10 дБ). Провести калибровку, руководствуясь мастером калибровки.

Возможно проведение калибровки с использованием автоматического калибратора.

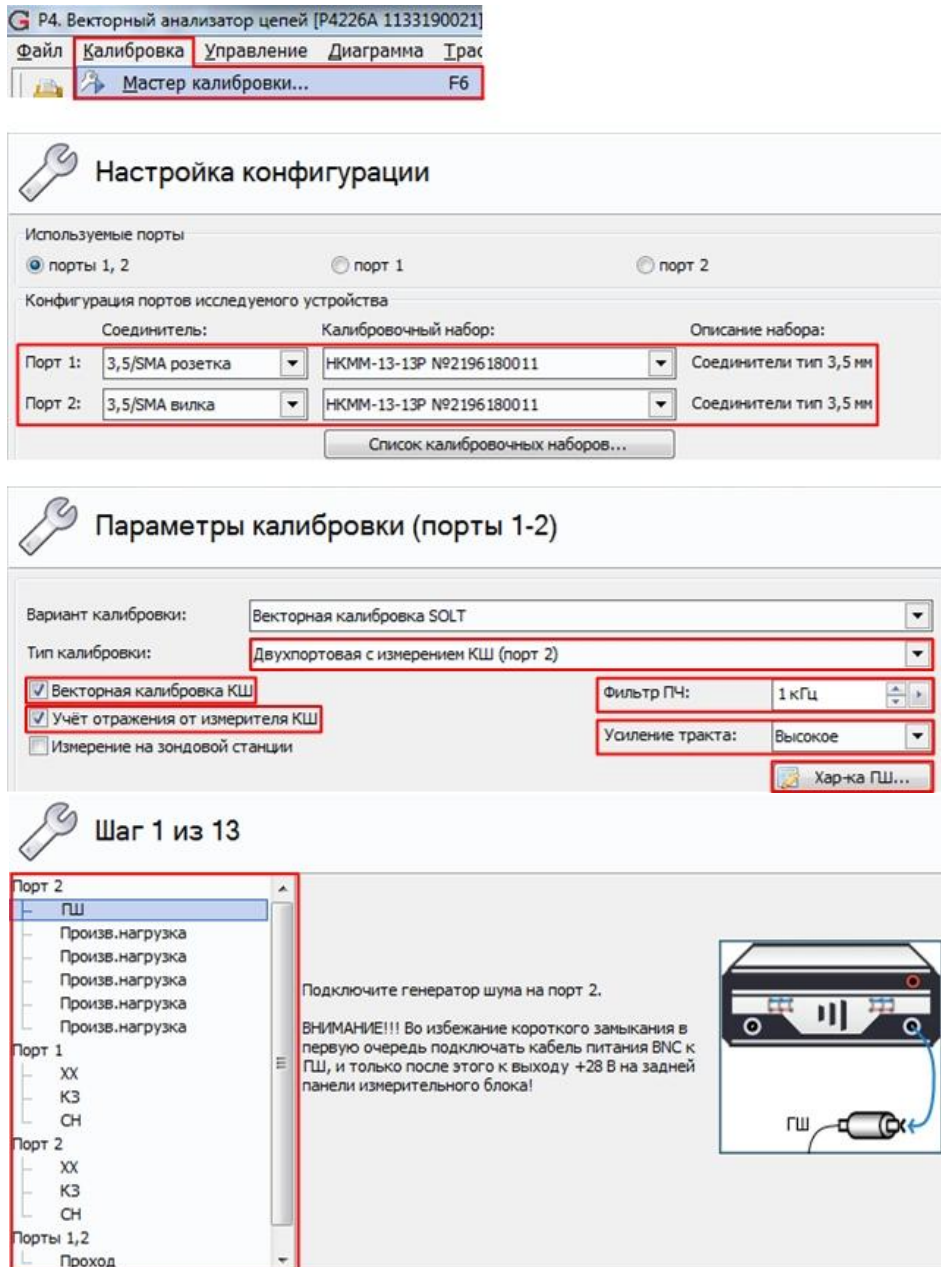


Рис. 9. Настройка параметров калибровки

3. Подключить исследуемое устройство между портами ВАЦ, как изображено на рис 1.
4. Результаты измерения приведены на рис 10 и рис 11.

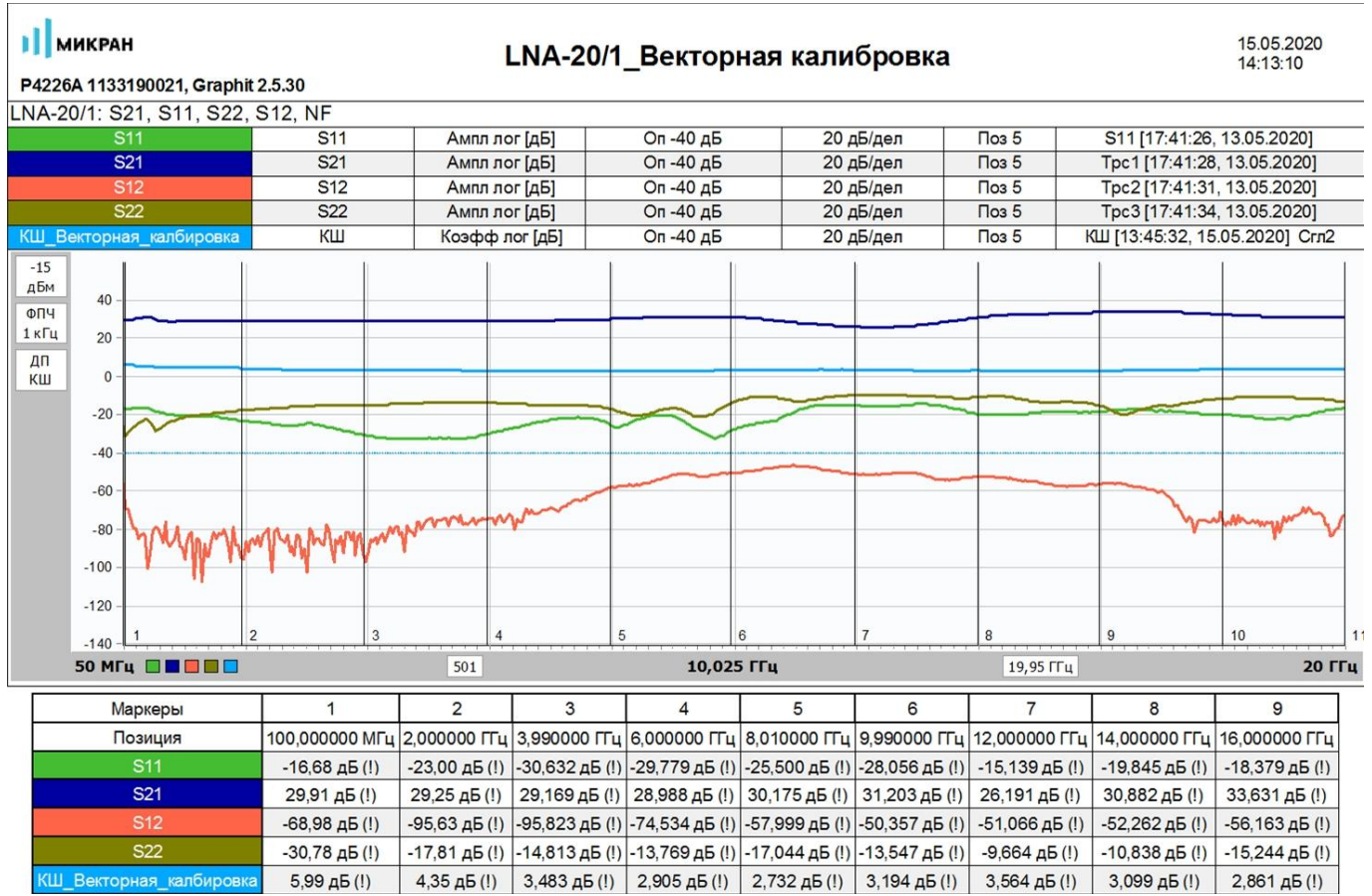


Рис. 10. Результаты измерения коэффициента шума, S₁₁, S₂₁, S₁₂, S₂₂ «LNA20/1» со скалярной калибровкой



Рис. 11. Результаты измерения коэффициента шума «LNA20/1» со скалярной калибровкой

Измерения на зондовой станции

ВАЦ P4226A «Панорама» предоставляет возможность проведения измерений S-параметров, коэффициента шума на зондовой станции со скалярной и векторной калибровкой. Для проведения измерения необходимо:

1. повторить пункты 1-7 указанные в первом примере;
2. выбрать в главном меню Калибровка -> Мастер калибровки. В окне «Параметры калибровки» в поле «Тип калибровки» выбрать пункт «Двухпортовая с измерением КШ (порт 2)». В поле «Характеристика ГШ» задать файл, содержащий таблицу значений ENR (Excess Noise Ratio – избыточный коэффициент шума) используемого генератора шума. Фильтр ПЧ определяет время измерения в каждой точке и уровень шума приёмного тракта шумового приёмника. Значение в поле «Усиление тракта» подобрать исходя из соображений, приведенных в пункте «Усиление тракта шумового приемника». Настройка параметров калибровки изображена на рис 12. Первые 6 пунктов, предложенные мастером калибровки (ГШ, произвольные и известные нагрузки), позволяют сформировать плоскость калибровки КШ в коаксиальном тракте (в том сечении, в котором есть возможность подключить ГШ). Оставшиеся пункты мастера калибровки выполняются уже на зондах, с использованием нагрузок на пластине, тем самым формируется плоскость калибровки S-параметров в сечении зондов, и осуществляется перенос плоскости калибровки КШ в сечение зондов (рис. 13).

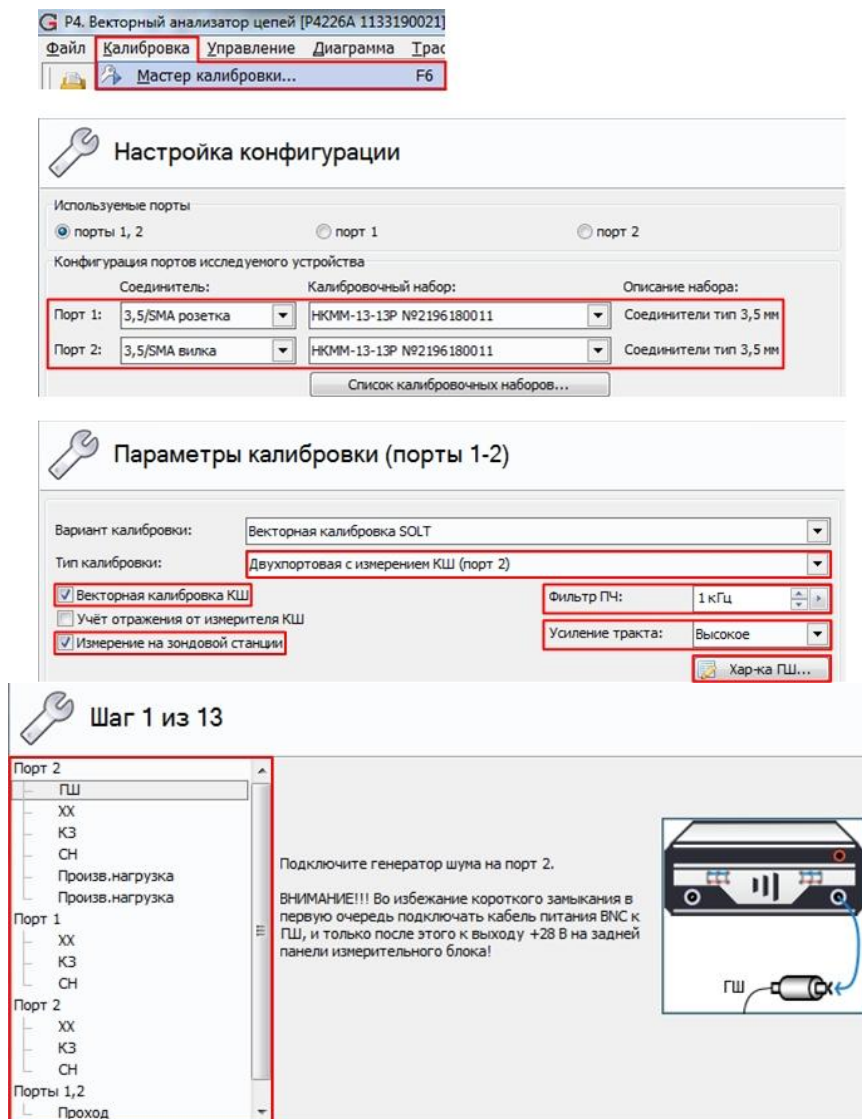


Рис. 12. Настройка мастера калибровки

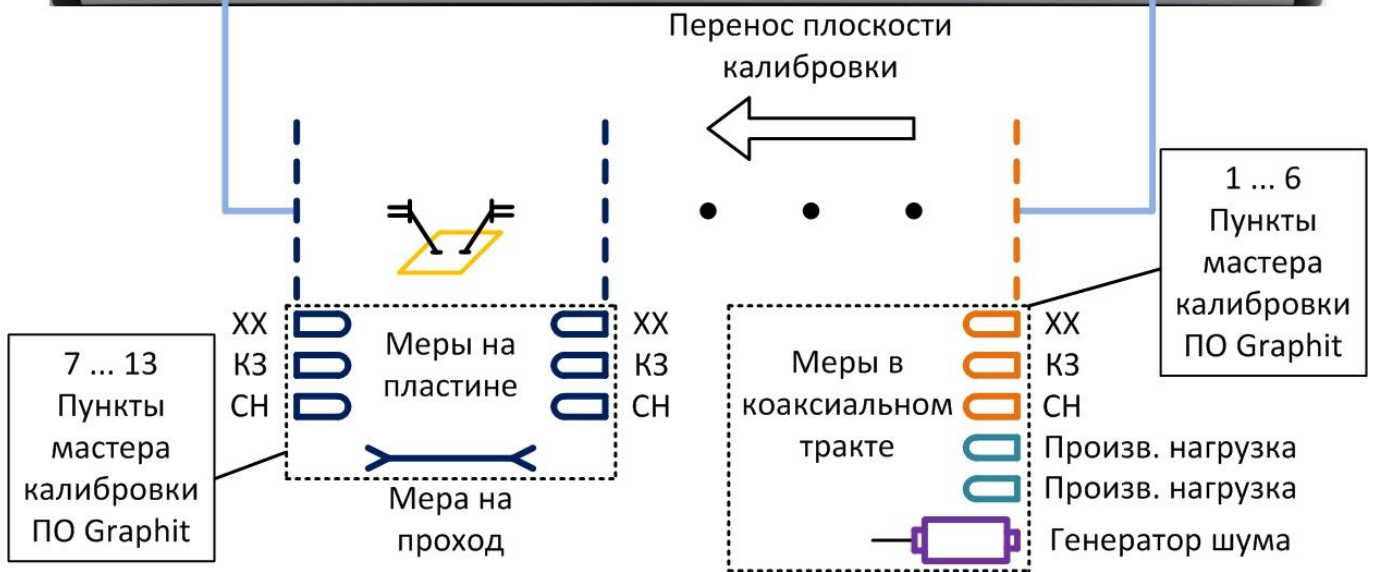


Рис.13. Схема проведения калибровки на пластине.