

# ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ВЕКТОРНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ P4226 «ПАНОРАМА»



## ИМПУЛЬСНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ



## Импульсные измерения

**Векторный анализатор цепей (ВАЦ) серии P4226/P4213 «Панорама»** с опцией «ИИП» позволяет проводить измерения S-параметров, компрессии нелинейных устройств, устройств со смещением частоты в импульсном режиме.

Под импульсными измерениями понимается измерение цепей, работающих в импульсном режиме. ВАЦ зондирует измеряемое устройство непрерывным гармоническим сигналом, который модулируется внешним импульсным модулятором. Для управления модулятором или исследуемым устройством (ИУ) в составе P4226/P4213 имеется генератор импульсов, формирующий последовательность импульсов длительностью от 10 нс до 160 мс и периодом от 20 нс до 160 мс.

В ВАЦ «Панорама» возможны следующие варианты измерения устройств, работающих в импульсном режиме:

— **«Импульсный режим»:** измерение S-параметров за серию импульсов или в пределах одного импульса, в зависимости от длительности радиоимпульса и времени измерения, рис. 1.

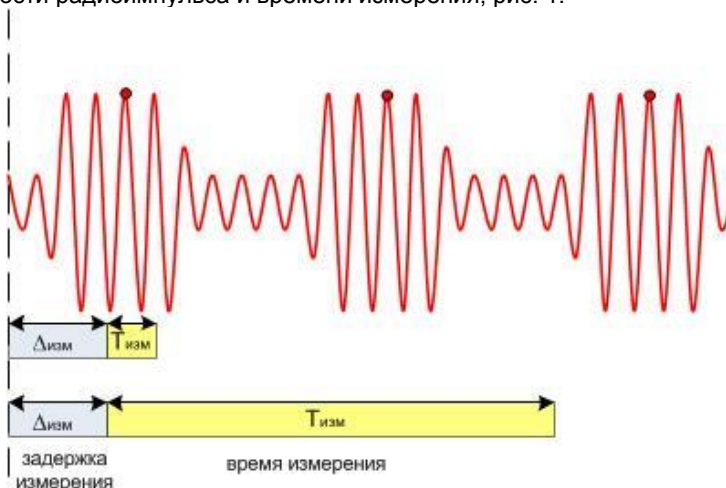


Рисунок 1. Измерение в импульсном режиме.

— **«Профиль импульса»:** измерение в «Импульсном режиме» с изменением задержки, рис. 2.

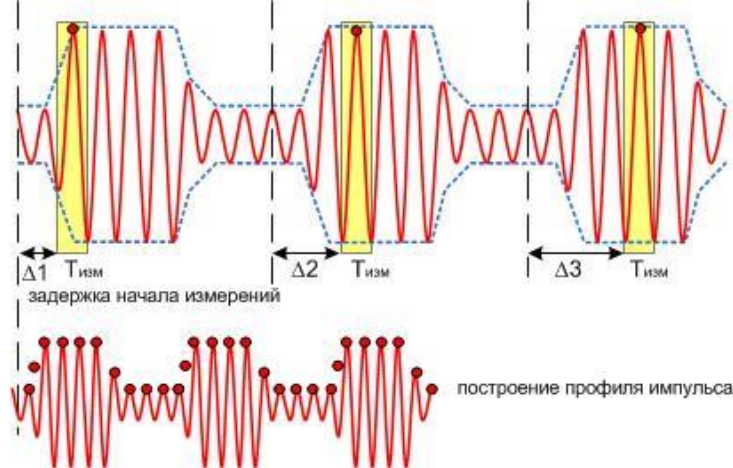


Рисунок 2. Измерение профиля импульса.

### Особенности использования опции «ИИП» для P4213:

- ВАЦ генерирует непрерывный гармонический сигнал.
- При нижней границе частотного диапазона 300 кГц...24 МГц минимальная длительность импульса 3,3 мкс.
- При нижней границе частотного диапазона 24 МГц...71 МГц минимальная длительность импульса 125 нс.
- При нижней границе частотного диапазона выше 71 МГц минимальная длительность импульса 50 нс.
- Выход синхронизации генератора импульсов находится на задней панели ВАЦ.
- «Вход синхронизации начала оцифровки – вход синхронизации» расположен на задней панели ВАЦ.

### Особенности использования опции «ИИП» для P4226:

- ВАЦ генерирует непрерывный гармонический сигнал.
- При нижней границе частотного диапазона 10 МГц и выше минимальная длительность импульса 50 нс.
- Выход синхронизации генератора импульсов находится на задней панели ВАЦ.

— «Вход синхронизации начала оцифровки – вход синхронизации» расположен на задней панели ВАЦ.

При измерении комплексные амплитуды сигналов измерительного и опорного трактов зануляются синхронно, и их отношение не изменится. Однако потеря части «полезных» отсчетов приведет к ухудшению отношения «сигнал/шум» на величину приблизительно равную скважности импульсов. Для компенсации потерь потребуется увеличить время измерения. Например, при длительности импульса равной 1 мкс и периоде повторения 10 мкс скважность импульсов равна  $10/1 = 10$ . Значит, отношение «сигнал/шум» ухудшится на 10 дБ, для компенсации этого необходимо в 10 раз увеличить время измерения.

Схемы для измерения устройств, работающих в импульсном режиме, представлены на рис. 3 - 6.

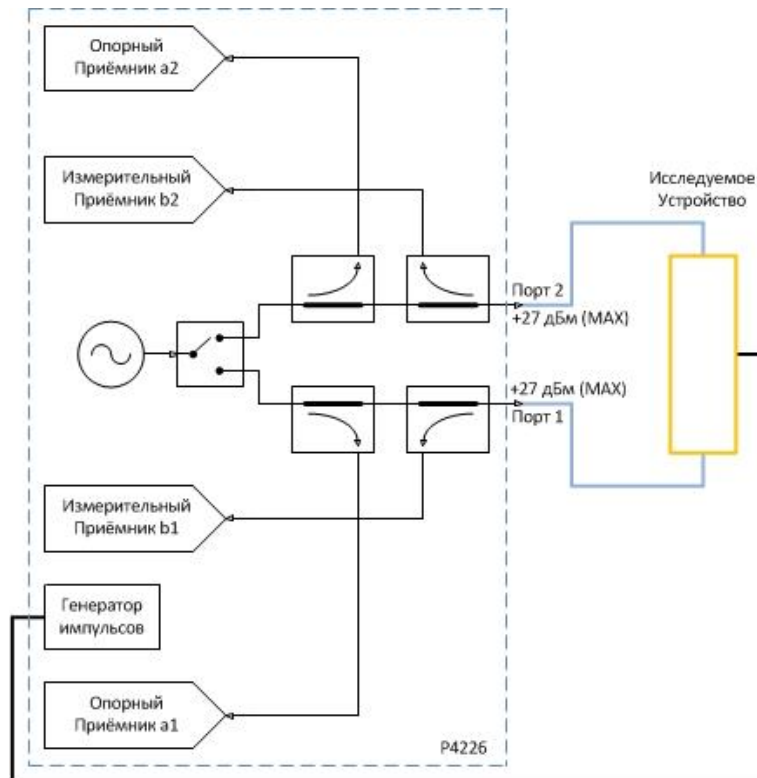


Рисунок 3. Схема измерения с модуляцией в ИУ.

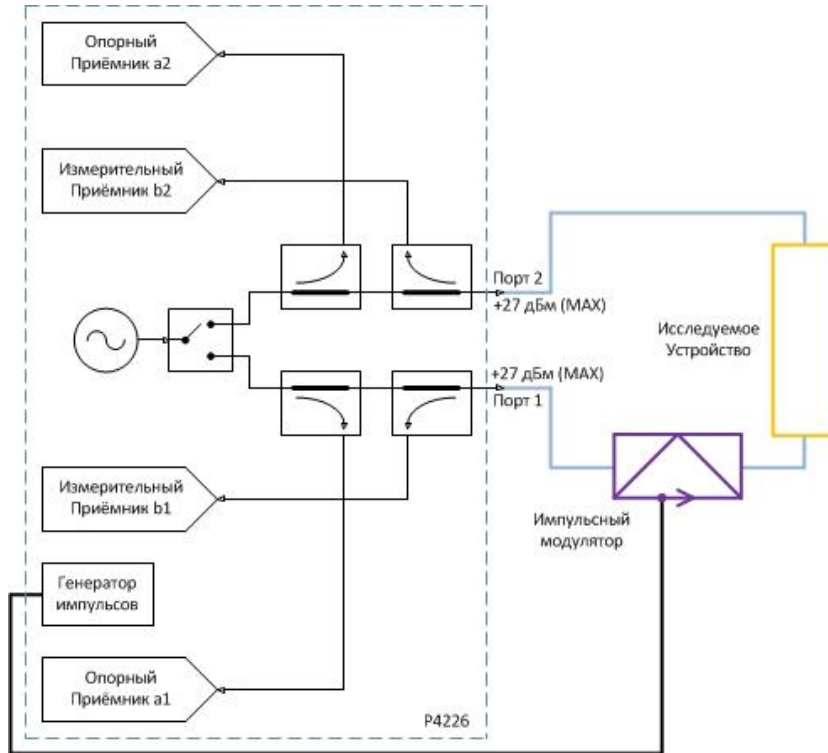


Рисунок 4. Схема измерения с модуляцией зондирующего сигнала.

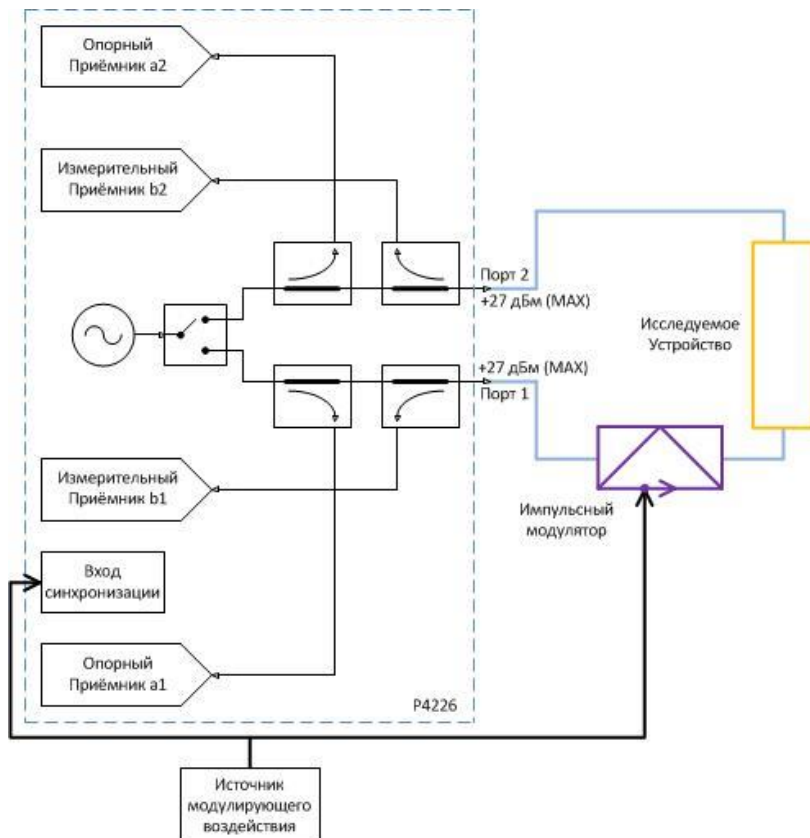


Рисунок 5. Схема измерения с внешним источником модулирующего воздействия.

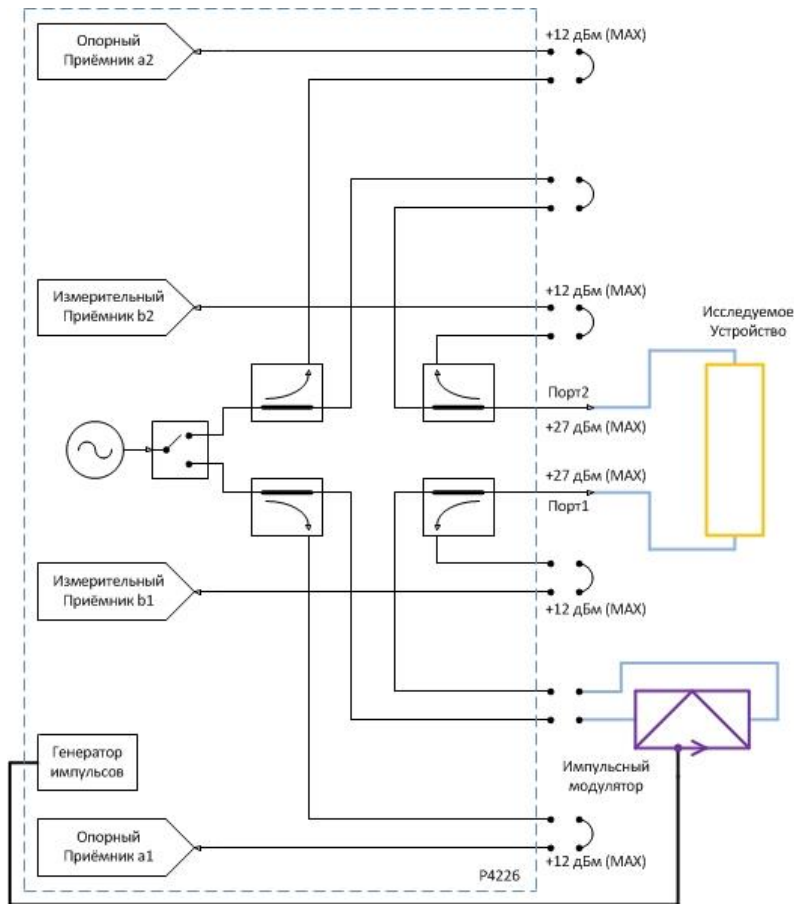


Рисунок 6. Схема измерения с модуляцией зондирующего сигнала с использованием опции «ДПА».

Рассмотрим сигнал ПЧ после модуляции. Пусть генератор импульсов формирует импульсы длительностью  $\tau_{\text{имп}}$  с периодом  $T_{\text{имп}}$ , тогда модулированные сигналы примут вид, представленный на рис. 7.

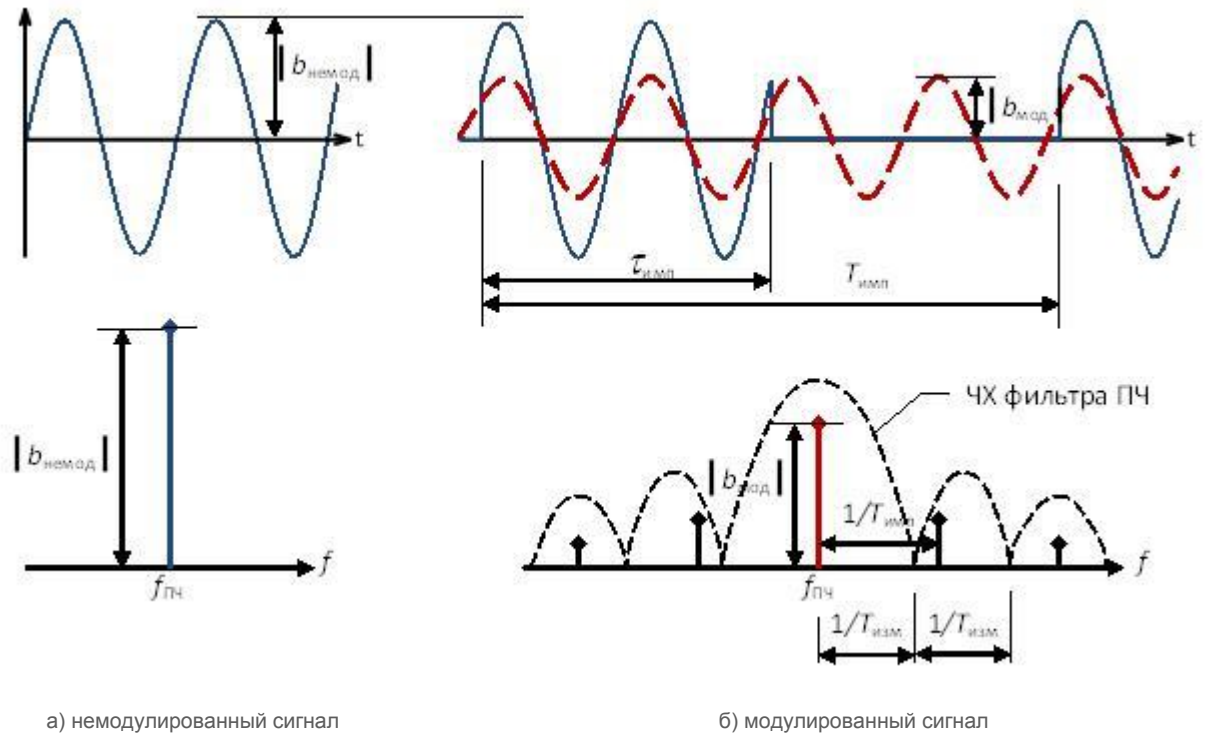


Рисунок 7. Временные диаграммы и спектры сигналов.

В результате импульсной модуляции амплитуда сигнала, проходящего на ПЧ, уменьшится приблизительно в скажность импульсного сигнала раз:

$$b_{\text{мод}} \approx b_{\text{немод}} \cdot \frac{\tau_{\text{имп}}}{T_{\text{имп}}}$$

или

$$b_{\text{мод}} = b_{\text{немод}} \cdot \frac{\tau_{\text{имп}}}{T_{\text{имп}}} \text{ без учёта или при отсутствии переходных процессов.}$$

Начальная фаза в результате импульсной модуляции не изменяется.

### Измерение S-параметров устройства в импульсном режиме

Проведем измерение коэффициента передачи (S21) импульсного модулятора, работающего в диапазоне частот 100 МГц ...20 ГГц, имеющего длительность фронта нарастания 100 нс. Частотный диапазон, используемый при измерении 100 МГц ... 20 ГГц. Мощность зондирования 0 дБм. Время импульса 2 мкс, период 4 мкс.

1. Подготовить ВАЦ к работе.
2. Запустить программное обеспечение **Graphit**.
3. Подключиться к прибору, рис. 8.

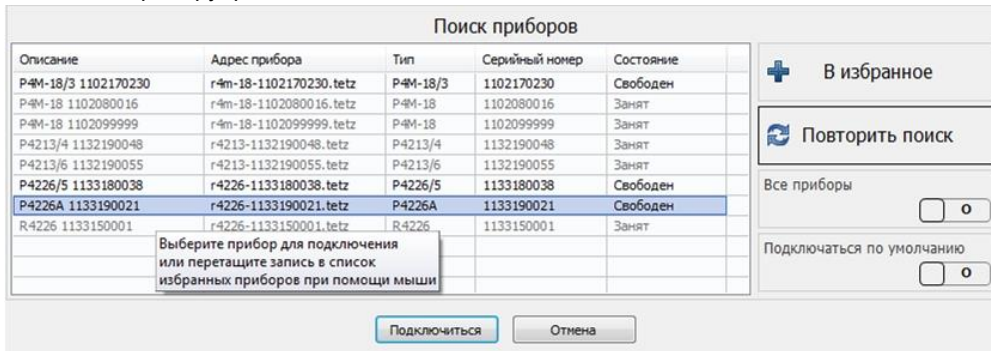


Рисунок 8. Подключение к ВАЦ.

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



«Восстановить начальные параметры»

5. В панели управление «Мощность» установить мощность зондирования – 0 дБм, рис. 9. При установке мощности зондирования необходимо учитывать, что измерительные и опорные приёмники должны оставаться в линейном режиме работы, при необходимости можно использовать внешние или внутренние аттенюаторы.

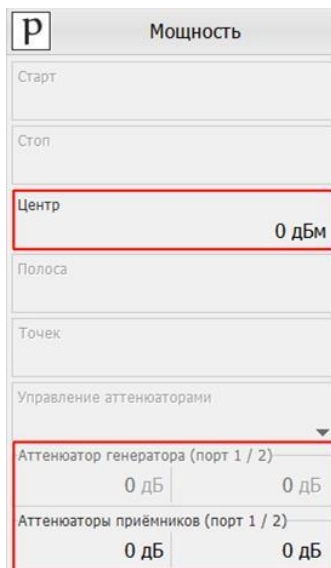


Рисунок 9. Установка мощности зондирования.

6. В панели управления «**Частота**» задать частотный диапазон измерения (100 МГц ...20 ГГц), рис. 10.

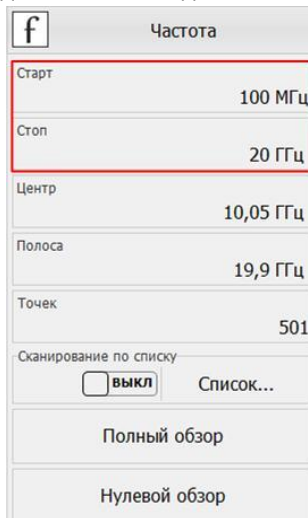


Рисунок 10. Задание частотного диапазона измерения.

7. Калибровка S-параметров производится в непрерывном режиме работы прибора с импульсным модулятором или без него. Рекомендуем проводить калибровку с импульсным модулятором в непрерывном режиме работы, чтобы исключить влияние его S-параметров (обратите внимание, в нашем примере проводим измерение импульсного модулятора, поэтому мы проводим калибровку без него). Выбрать в главном меню *Калибровка* -> *Мастер калибровки*. В окне «**Параметры калибровки**» в поле «**Вариант калибровки**» выбрать пункт «**Векторная калибровка SOLT**», в поле «**Тип калибровки**» выбрать пункт «**Двухпортовая (порт 1-2)**». Далее провести калибровку, следуя указаниям мастера калибровки, рис. 11. При проведении калибровки с импульсным модулятором необходимо перевести его в режим «**Включён**». Для этого в панели управления «**Синхронизация**» установить режим синхровыхода ВАЦ «**не используется**», рис. 12. О режиме работы импульсного модулятора можно судить по нескорректированным S-параметрам, при необходимости инвертировать выход синхронизации.

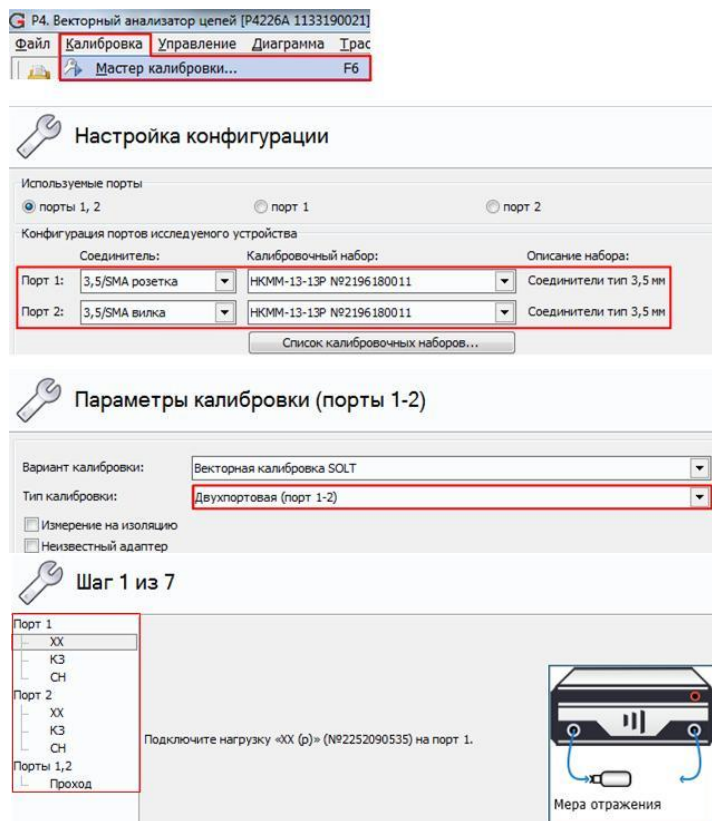


Рисунок 11. Мастер калибровки S-параметров.



Синхронизация

Синхровыход  
не используется

Инверсия синхровыхода  выкл

Синхровыход  
не используется

Инверсия синхровыхода  выкл

Длительность импульса 10 мкс

Синхроген. (высокий/низкий уровень)  
2 мкс 2 мкс

Опорный генератор  
автовывбор 10 МГц

Дополнительно...

Рисунок 12. Настройка режима работы импульсного модулятора для проведения калибровки.

8. В панели управления «Синхронизация» установить следующие параметры: в строке «Синхровыход» – транс. синхрогенератор (при необходимости включить инверсию синхровыхода), в строке «Синхроген. (высокий/низкий уровень)» – длительность высокого и низкого уровня импульсного сигнала (в нашем примере установим длительность высокого уровня сигнала – 2 мкс, низкого уровня – 2 мкс, рис. 13).

Синхронизация

Синхровыход  
не используется

Инверсия синхровыхода  выкл

Синхровыход  
транс. синхрогенератор

Инверсия синхровыхода  вкл

Длительность импульса 10 мкс

Синхроген. (высокий/низкий уровень)  
2 мкс 2 мкс

Опорный генератор  
автовывбор 10 МГц

Дополнительно...

Рисунок 13. Настройка длительности высокого и низкого уровня импульсного сигнала.

9. Собрать измерительную схему, изображенную на рис. 3.

10. Для повышения точности импульсных измерений следует избавиться от переходных процессов. Для этого применяется **блок зануления в «Импульсном режиме»**, который обнуляет отсчёты сигнала на заданном интервале времени с заданной задержкой от переднего фронта импульсного сигнала, рис. 14;

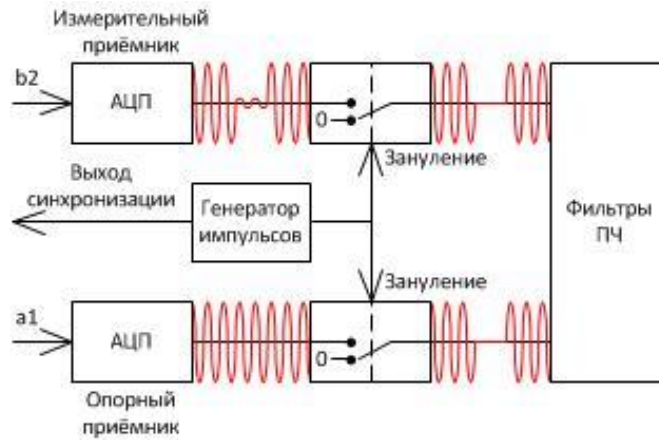


Рисунок 14. Зануление отсчётов ПЧ.

Поле ввода «Длительность окна» задаётся  $t_{незан}$  – длительность интервала, в котором сигнал не зануляется. Вводимые значения  $t_{незан}$  округляются до кратного 0,05 мкс ( $1/(20 \text{ МГц})$ ) – период сигнала ПЧ – и ограничиваются диапазоном  $0,05 \div 650 \text{ мкс}$ .

Поле ввода «Старт обзора» содержит  $\Delta_{незан}$  – задержку интервала незануления от переднего фронта модулирующего импульса. Задержка измерения  $\Delta_{изм}$  задаётся равной значению «Старт обзора».

Довольно сложно определить параметры зануления. Можно предложить задать  $t_{незан}$ , равное длительности импульса за вычетом предположительной длительности времени переходных процессов. Затем подобрать задержку так, чтобы достичь максимума измеряемого коэффициента передачи.

Время измерения  $T_{изм}$  непосредственно не задаётся. Вместо этого задаётся полоса фильтра ПЧ, связанная со временем измерения выражением:  $T_{изм} [\text{мс}] = 0,89 / f_{ПЧ} [\text{кГц}]$ .

В режиме «Авто ПЧ» полоса фильтра ПЧ выбирается такой, чтобы время измерения было в целое число раз больше (или равно) периоду импульсов:  $T_{изм} = n \cdot T_{имп}$ . Такой режим может быть полезен только если время измерения многократно превышает период импульсов. Спектр достаточно длинной серии радиоимпульсов имеет линейчатый характер. При выполнении условия  $T_{изм} = n \cdot T_{имп}$  «нули» частотной характеристики фильтра ПЧ будут совпадать по частоте с боковыми составляющими спектра серии радиоимпульсов. В результате будет происходить так называемое «спектральное зануление» мешающих составляющих.

**Для точного определения параметров импульсного сигнала рекомендуем перед началом измерений в импульсном режиме провести измерения профиля импульса.**

11. Во вкладке «Импульсные измерения» установить режим «Профиль импульса».

12. Измерение профиля импульса проводится на фиксированной частоте. Установить частоту, на которой будут проводиться измерения профиля импульса, рис. 15.

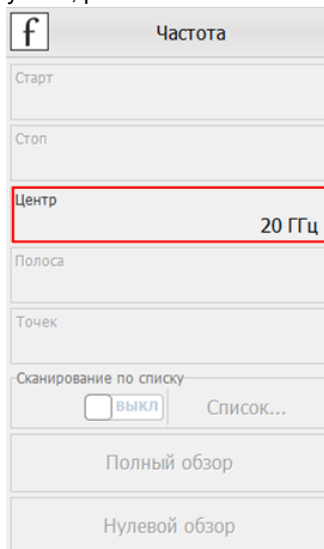


Рисунок 15. Установка частоты для измерения в режиме «Профиль импульса».

13. Во вкладке «Импульсные измерения» установить режим «Профиль импульса» и задать следующие параметры: **длительность окна** (подобрать исходя из длительности фронта измеряемого устройства). Для примера мы выбрали длительность окна 50 нс (минимальное значение для ВАЦ), так как измеряемое устройство имеет длительность фронта около 100 нс, **старт обзора** 0 нс, **стоп обзора** (подобрать исходя из длительности

импульса, в нашем случае – 2,5 мкс), шаг (10 нс – минимальное значение для ВАЦ), рис. 16. Количество точек устанавливается автоматически по формуле (Стоп обзора – старт обзора)/Шаг, данный параметр влияет на время измерения.

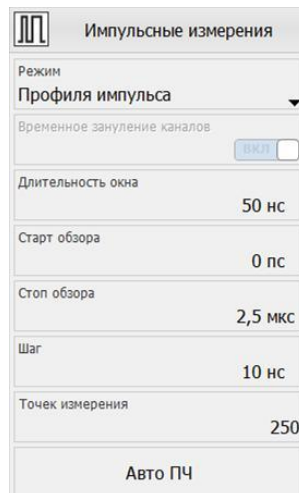


Рисунок 16. Задание временных параметров для измерения в режиме «Профиль импульса».

14. Результат измерения профиля импульса приведен на рис. 17. Измерения корректно проводить после окончания переходных процессов и установления рабочего режима. В нашем примере задержка от переднего фронта модулирующего импульса до установления рабочего режима составляет 473 нс. Окончание импульса происходит через 1,777 мкс после установления рабочего режима.

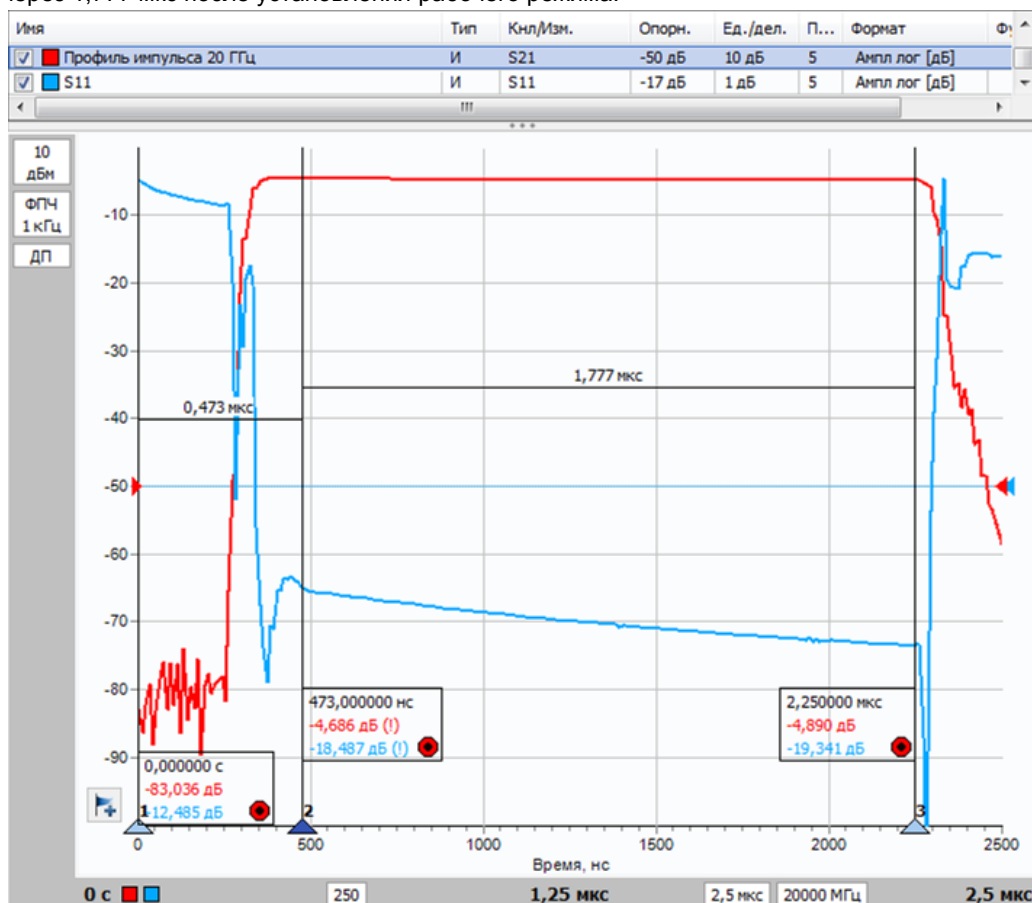


Рисунок 17. Результат измерения в режиме «Профиль импульса».

15. Во вкладке «Импульсные измерения» задать режим «Импульсный». Воспользоваться параметрами, полученными в результате измерения профиля импульса. В нашем примере старт обзора – 473нс (задержка,

связанная со временем реакции цепи и переходными процессами), длительность окна – 1,78 мкс (время, в течение которого присутствует импульсный сигнал), рис. 20.

**Импульсные измерения**

Режим  
**Импульсный**

Временное зануление каналов  **вкл**

Длительность окна **1,78 мкс**

Старт обзора **473 нс**

Стоп обзора **2,5 мкс**

Шаг **10 нс**

Точек измерения **250**

**Авто ПЧ**

Рисунок 20. Задание временных параметров для измерения в режиме «Импульсный».

16. Результаты измерения устройства в непрерывном, импульсном режиме с использованием внутреннего и внешнего источника импульсного сигнала совпадают, что свидетельствует о корректности измерений, рис. 21.

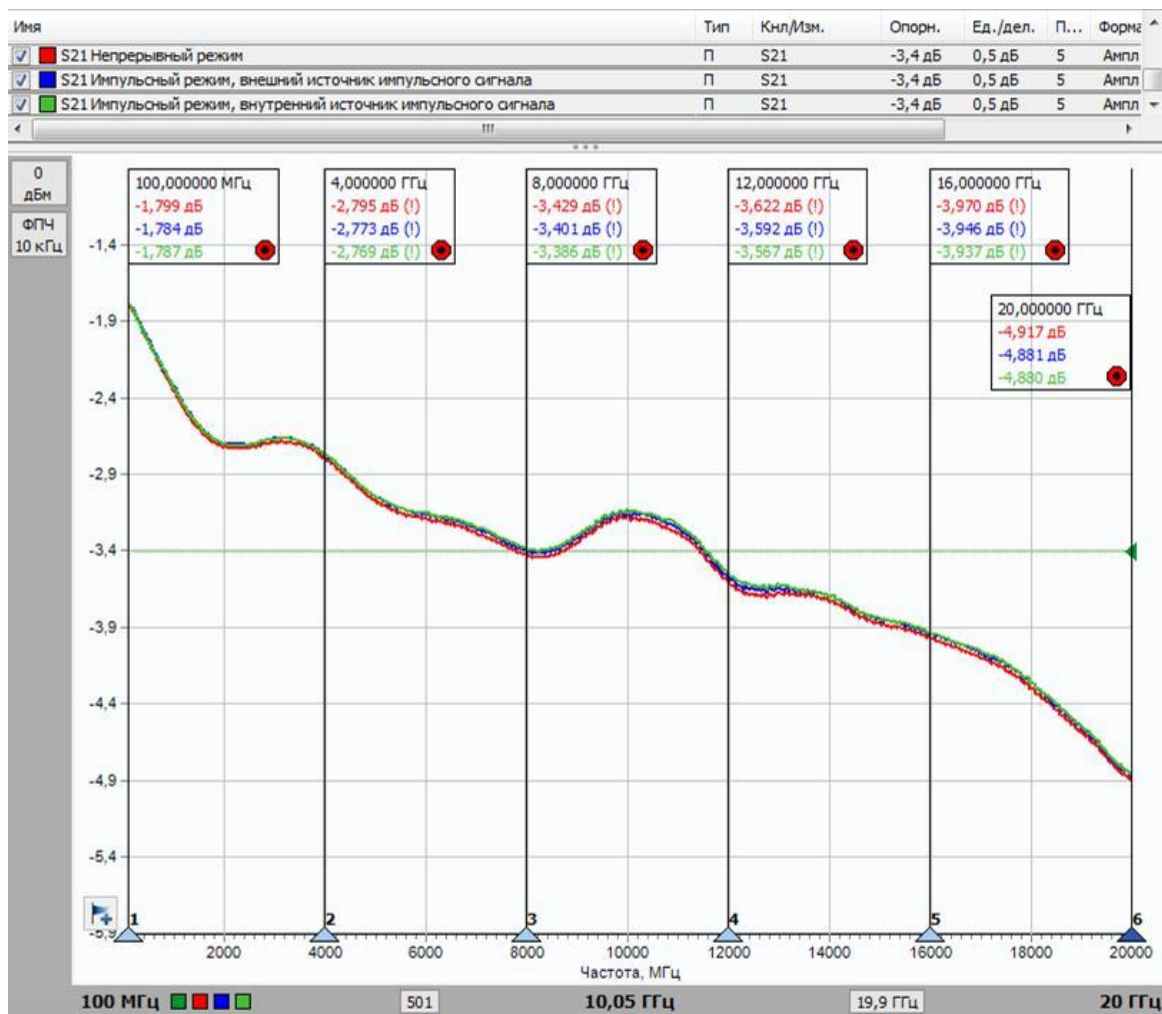


Рисунок 21. Результаты измерения S-параметров в «Импульсном» и «Непрерывном» режиме.

Информация может быть изменена без предварительного уведомления.

## Проведение измерения профиля импульса при использовании внешнего источника модулирующего сигнала

1. В панели «Синхронизация» задать режим синхровхода «Начало оцифровки», рис. 18, при необходимости включить инверсию. Подключить к входу синхронизации ВАЦ источник модулирующего сигнала, рис. 19.

2. При работе с внешним источником модулирующего сигнала необходимо обеспечить общую опорную частоту ВАЦ и источника модулирующего сигнала. Для этого подключить сигнал опорной частоты внешнего источника модулирующего сигнала к входу ОГ →/выходу ОГ ← на задней панели ВАЦ, рис. 19. Если используется вход ОГ →, в ПО Graphit задать внешний источник опорного сигнала, рис. 18.

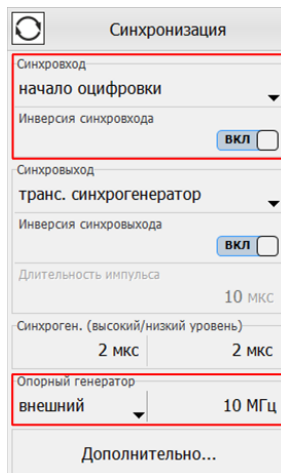


Рисунок 18. Задание параметров синхронизации при использовании внешнего источника модулирующего сигнала.



Рисунок 19. Задняя панель ВАЦ «Панорама».

3. Собрать измерительную схему, изображенную на рис. 5. Провести измерение профиля импульса для уточнения параметров импульсного сигнала, как было описано выше, при условии использования внешнего источника модулирующего сигнала.