

# Высококачественный интерфейс BNC 75 Ом для HDTV: измерение КСВН и потерь на отражение в полосе частот до 6 ГГц

Шарль ПОПУЛЕР (Charles POPULAIRE)

С введением в обиход видеосигналов высокой четкости, требующих передачи данных на скорости до 1,485 Гбит/с (1080i) и 2,97 Гбит/с (1080p), возникла потребность в соединителях BNC нового поколения, способных работать на значительно более высокой частоте по сравнению со стандартными соединителями этого типа. В соответствии со строгими стандартами индустрии телевидения высокой четкости (HDTV) новые 75-Ом соединители BNC Radiall имеют истинное волновое сопротивление 75 Ом, низкий КСВН и малые потери на отражение в полосе частот 0–6 ГГц.

## Введение

Расширение полосы частот с 3 до 6 ГГц вызывает вопросы касательно возможности адекватных испытаний соединителей. В этой статье показано, что калибровочный набор с волновым сопротивлением 75 Ом и номинальной полосой частот до 3 ГГц можно использовать для измерения КСВН в полосе частот до 6 ГГц.

Представленные на рынке 75-омные калибровочные наборы имеют номинальную полосу частот до 3 ГГц — это наибольшая частота, использовавшаяся ранее для целей вещания. Вместе с тем такие калибровочные наборы зачастую работоспособны на более высокой частоте. Мы намерены показать, что калибровочный набор Radiall с волновым сопротивлением 75 Ом дает надежные результаты в полосе частот до 6 ГГц.

В нашем методе сравниваются два эталона с низким КСВН и малыми потерями на отражение (коаксиальные линии с воздушным диэлектриком) в полосе частот 0–6 ГГц:

- С помощью калибровочного набора с волновым сопротивлением 50 Ом (при номинальной полосе частот до 18 ГГц) был измерен КСВН 50-Ом эталона.
- С помощью калибровочного набора с волновым сопротивлением 75 Ом (при номинальной полосе частот до 3 ГГц) был измерен КСВН 75-Ом эталона.

Сравнив КСВН двух эталонов, мы продемонстрируем пригодность калибровочного набора с волновым сопротивлением 75 Ом для измерения в полосе частот до 6 ГГц.

В заключение с помощью 75-Ом калибровочного набора будут сняты характеристики интерфейса BNC для HDTV с истинным волновым сопротивлением 75 Ом в полосе частот до 6 ГГц. В таблице приведены значения КСВН соединителя BNC для HDTV.

## Калибровочные измерения в динамическом режиме с волновым сопротивлением 50 и 75 Ом

Первые два калибровочных измерения были выполнены в полосе частот 0–6 ГГц с помощью двух коммерческих калибровочных комплектов для радиоизмерений в динамическом режиме:

- Набор с волновым сопротивлением 50 Ом и номинальной полосой частот до 18 ГГц.

Таблица. КСВН интерфейса и соединителей BNC для HDTV компании Radiall

Конфигурация соединителя	КСВН		
	От 0 Гц до 1,5 ГГц	1,5–3 ГГц	3–6 ГГц
Прямые кабельные соединители типа «штекер» и «гнездо»	1,05	1,12	1,25

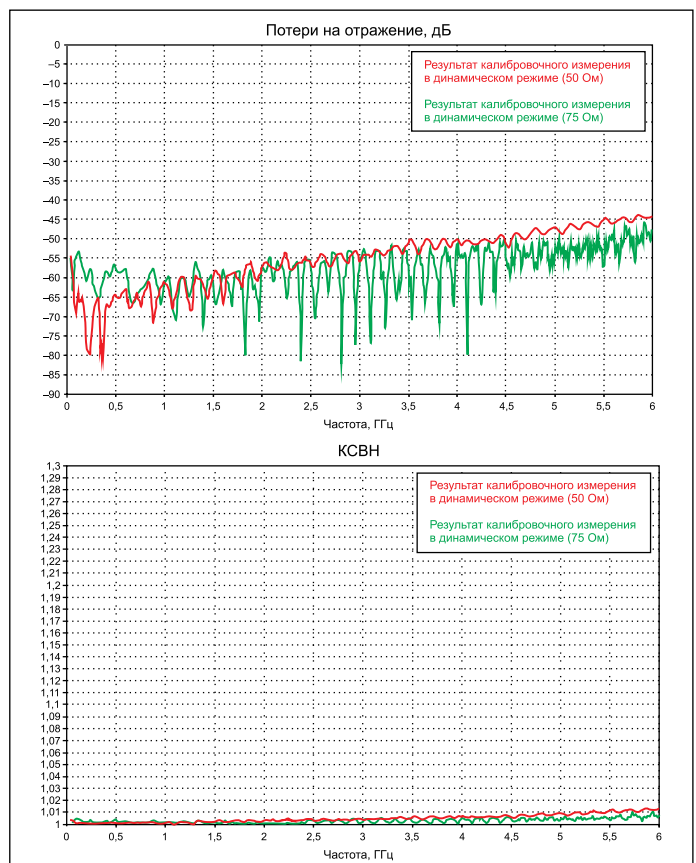


Рис. 1. Результаты калибровочных измерений в динамическом режиме

- Набор с волновым сопротивлением 75 Ом и номинальной полосой частот до 3 ГГц.

Уровень ниже  $-50$  дБ в полосе 0–3 ГГц и  $-40$  дБ в полосе 3–6 ГГц в динамическом режиме приемлем для снятия электрических характеристик в нашем случае (в зависимости от технических характеристик). Результаты приведены на рис. 1.

Результаты калибровочных измерений в динамическом режиме при волновом сопротивлении 50 и 75 Ом близки, и в обоих случаях потери на отражение оказываются ниже  $-45$  дБ, а КСВН — ниже 1,01 во всей полосе частот от 0 до 6 ГГц. При измерении коэффициента применялась высокоуровневая поправка, обусловленная наличием соединительного компонента между портом VNA и калибровочной пластиной.

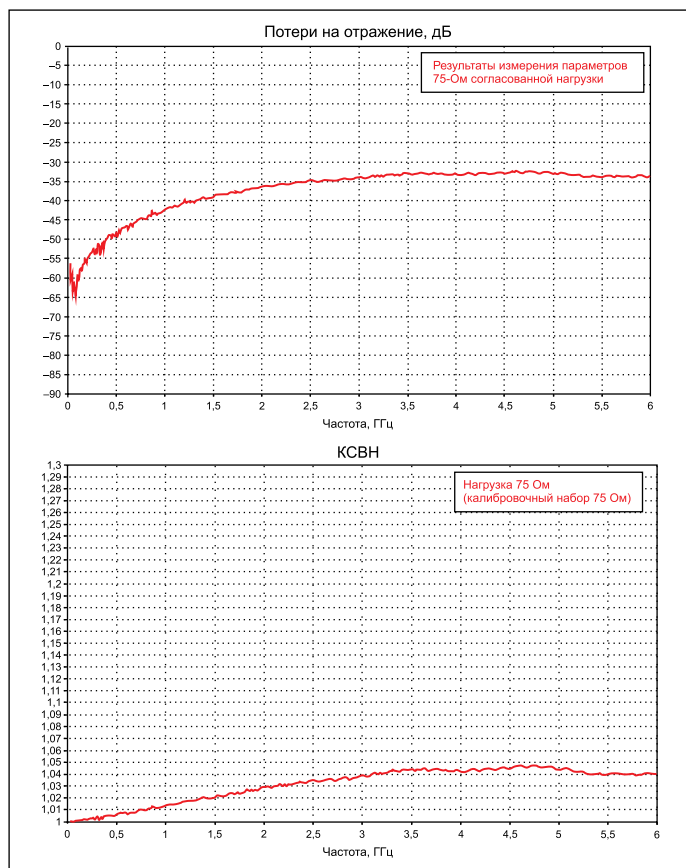


Рис. 2. Измерение параметров 75-Ом согласованной нагрузки с помощью калибровочного набора с волновым сопротивлением 75 Ом

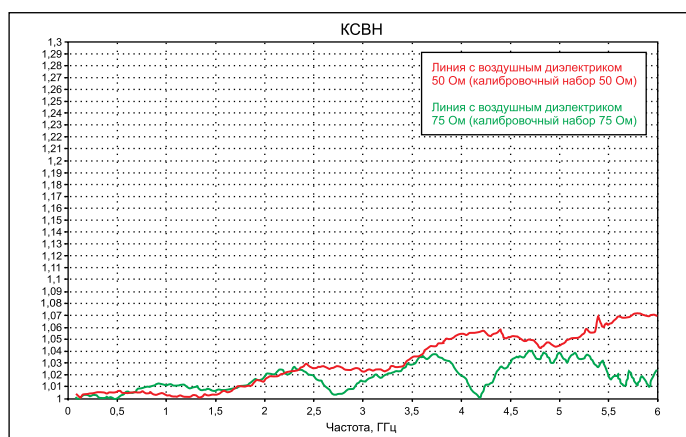


Рис. 4. Результаты измерения КСВН коаксиальных линий с воздушным диэлектриком с волновым сопротивлением 50 и 75 Ом с помощью 50- и 75-омного калибровочного набора

## Измерение параметров 75-Ом согласованной нагрузки с помощью калибровочного набора с волновым сопротивлением 75 Ом

Чтобы убедиться в том, что калибровка, выполненная с использованием калибровочного набора с волновым сопротивлением 75 Ом, пригодна для измерений в полосе частот до 6 ГГц, с помощью того же набора были измерены параметры 75-Ом согласованной нагрузки. На рис. 2 показаны результаты измерения потерь на отражение и КСВН для согласованной нагрузки.

КСВН согласованной нагрузки оказывается ниже 1,1 в полосе частот от 0 до 6 ГГц. Измеренное значение соответствует номинальным характеристикам исследуемой согласованной нагрузки в этой полосе частот.

## Измерение параметров коаксиальных линий с воздушным диэлектриком с волновым сопротивлением 50 и 75 Ом

Используя калибровочные наборы с волновым сопротивлением 50 и 75 Ом, нам удалось сравнить электрические характеристики двух эталонных коаксиальных линий с воздушным диэлектриком (50 и 75 Ом) (рис. 3) в полосе частот до 6 ГГц. В результате была подтверждена работоспособность 75-Ом калибровочного набора в полосе частот до 6 ГГц.

Измерение параметров двух линий проводилось с использованием калибровочных наборов, имеющих волновое сопротивление 50 и 75 Ом. Учитывая разницу в геометрических параметрах 50- и 75-Ом линий, а также разброс результатов измерений, КСВН ли-



Рис. 3. Коаксиальные линии с воздушным диэлектриком с волновым сопротивлением 50 и 75 Ом

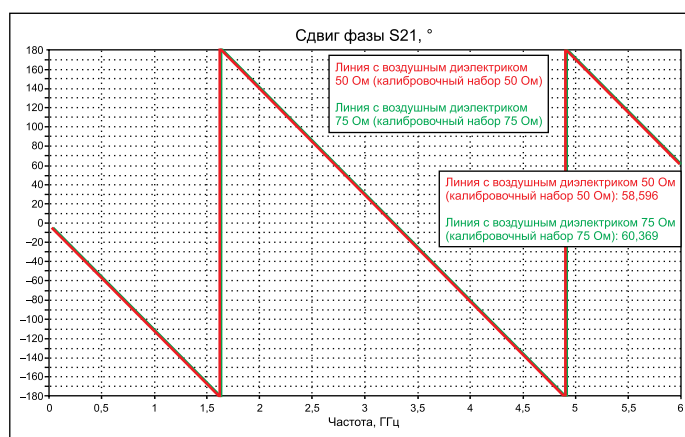


Рис. 5. Результаты измерения сдвига фазы коаксиальных линий с воздушным диэлектриком с волновым сопротивлением 50 и 75 Ом с помощью 50- и 75-омного калибровочного набора

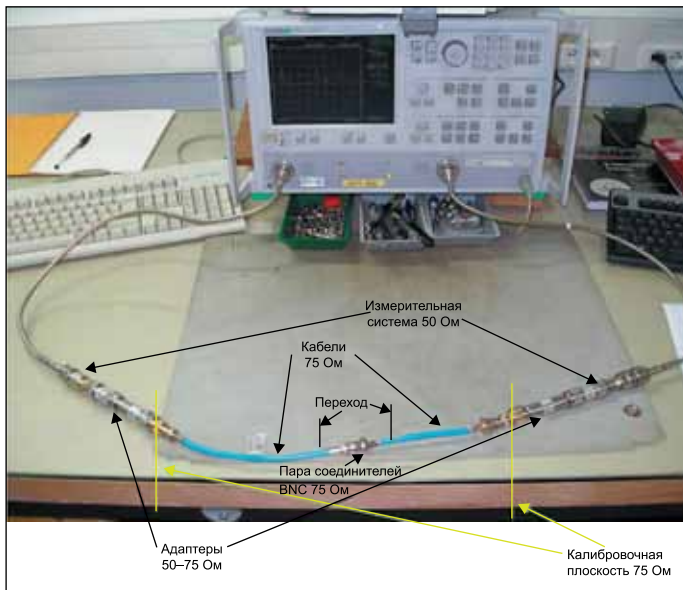


Рис. 6. Измерение параметров соединителя BNC для HDTV с помощью рефлектометра временной области

ний с воздушным диэлектриком оказывается ниже 1,1, как показано на рис. 4. И мы можем заключить, что измеренные значения КСВН сравнимы. Две исследуемые линии имеют КСВН ниже 1,1 в полосе частот до 6 ГГц.

Обратите внимание на то, что КСВН двух линий очень близки в рассматриваемой полосе частот. Что не менее важно, свыше 99,8% энергии проходит через разъем, а отражается всего 0,2%.

Чтобы продемонстрировать, что калибровка при 75 Ом дает ту же самую калибровочную плоскость, что и при 50 Ом, на рис. 5 показаны результаты измерения сдвига фазы при 50 и 75 Ом. Можно видеть, что максимальная разность фаз между двумя воздушными линиями не превышает  $2^\circ$  на частоте 6 ГГц. При использовании обоих калибровочных наборов измерения проводились с одинаковой фазой.

По итогам нашего сравнения КСВН и сдвига фазы двух линий можно сделать вывод, что калибровочный набор с волновым сопротивлением 75 Ом так же пригоден для измерений, как и калибровочный набор с волновым сопротивлением 50 Ом.

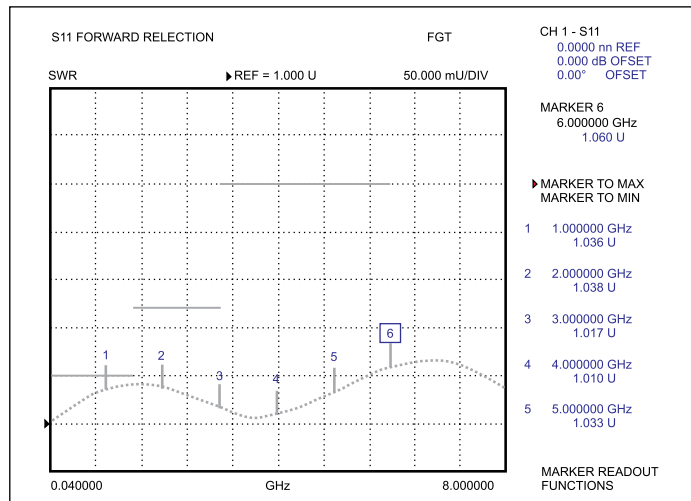


Рис. 7. Измерение КСВН соединителя BNC для HDTV

### Измерение параметров прямых соединителей типа «штекер» и «гнездо»

При измерениях на рефлектометре временной области мы не можем изолировать два соединителя BNC для HDTV, показанные на рис. 6.

На рис. 7 видно, что КСВН во всей полосе частот составляет менее 1,06, что обеспечивает достаточный запас при передаче HDTV-сигнала.

### Заключение

В этой статье мы показали, как проверить пригодность калибровочного набора для использования в полосе частот, превышающей номинальную. Основная мысль заключалась в том, чтобы проверить характеристики этого калибровочного набора путем оценки электрических характеристик известных эталонов, измеренных с его помощью.

Результаты выполненных измерений подтверждают, что наш коммерческий калибровочный комплект с волновым сопротивлением 75 Ом пригоден для снятия характеристик СВЧ-компонентов в полосе частот до 6 ГГц. Хотя этот набор можно использовать для испытаний, полученные результаты будут справедливы для худшего случая: характеристики испытуемого изделия будут выше измеренных значений. ■