

Методика измерения отношения сигнал/шум каналов с аналоговой и цифровой модуляцией приборами серии ИТ-08 и мини-ИТ

Отношение уровня радиосигнала к шуму, распределенному в канале телевизионного вещания (здесь и далее – «С/Ш») напрямую влияет на качество изображения программы, а также её звукового сопровождения в бытовых телевизионных приемниках. Поэтому, для обеспечения надлежащего качества сигнала на входе приемников необходим постоянный контроль С/Ш как на выходе головного оборудования, так и на всем протяжении распределительной сети до абонентского отвода. Непрерывный контроль С/Ш позволяет выявить следующие типовые проблемы оборудования: неисправность модуляторов, ухудшение параметров или выход из строя усилительного оборудования, оптических приемников и передатчиков. Также С/Ш позволяет судить об оптимальности выбранного режима работы оборудования.

Согласно ГОСТ Р 52023-2003 измерение С/Ш производится при отсутствии модуляции в измеряемом канале (п.7.3.9), что может быть исполнено только в период проведения пусконаладочных работ. В условиях непрерывной эксплуатации сети этой методикой измерения воспользоваться невозможно, поэтому в современных телевизионных измерителях применяются различные методы оценки С/Ш.

Измерительные приборы серии ИТ-08 и мини-ИТ производят измерение С/Ш в следующем порядке:

- 1) Производится измерение уровня радиосигнала изображения для канала с аналоговой модуляцией или фактического уровня мощности для канала с цифровой модуляцией.
- 2) Производится измерение уровня шума на частоте с наименьшим содержанием составляющих полезного сигнала.
- 3) Производится расчет отношения сигнал/шум по формуле:

$$C/Ш = U_c - U_{ш} - 10 * \lg(B_k / B_{визм}) - K_p, \text{ где}$$

С/Ш – отношение сигнал/шум [дБ],

U_c – уровень радиосигнала изображения для канала с аналоговой модуляцией или фактический уровень мощности для канала с цифровой модуляцией [дБмкВ],

U_ш – уровень шума на частоте с наименьшим содержанием составляющих полезного сигнала [дБмкВ],

B_k – ширина полосы частот канала изображения или ширина цифрового канала¹ [МГц],

B_{визм} – ширина полосы частот измерительного фильтра² [МГц],

K_p – поправочный коэффициент учитывающий коэффициент прямоугольности измерительного фильтра, а также разницу показаний измерителя в разных режимах измерения: квазипиковые значения и средние значения.

На рисунке 1 представлен спектр телевизионного канала стандарта SECAM D/K. На нем отмечена частота, на которой производится измерение уровня радиосигнала изображения (U_c), а также произведен выбор наиболее оптимальной частоты для измерения уровня шума (U_ш).

¹ 5,75 МГц для канала стандарта SECAM и 8 МГц для канала стандарта DVB

² 230 кГц для приборов серии ИТ-08 и мини-ИТ

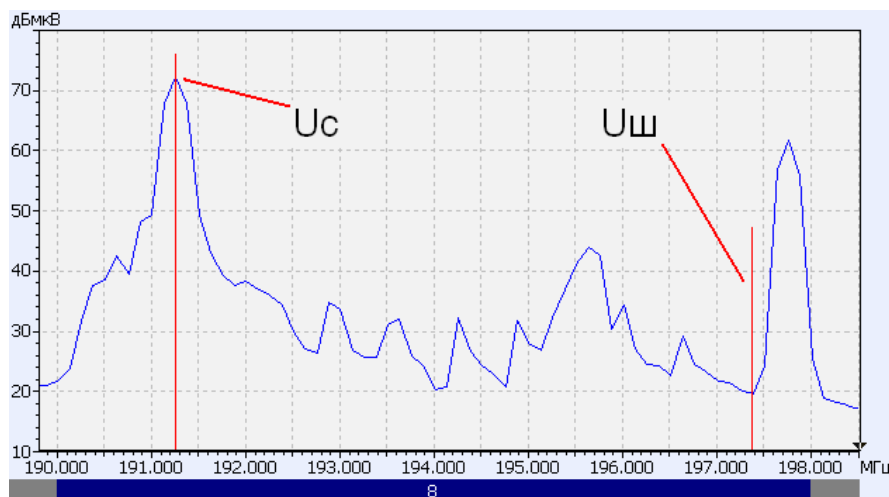


Рисунок 1

Аналогичный выбор может быть сделан для канала с цифровой модуляцией³ (рисунок 2).

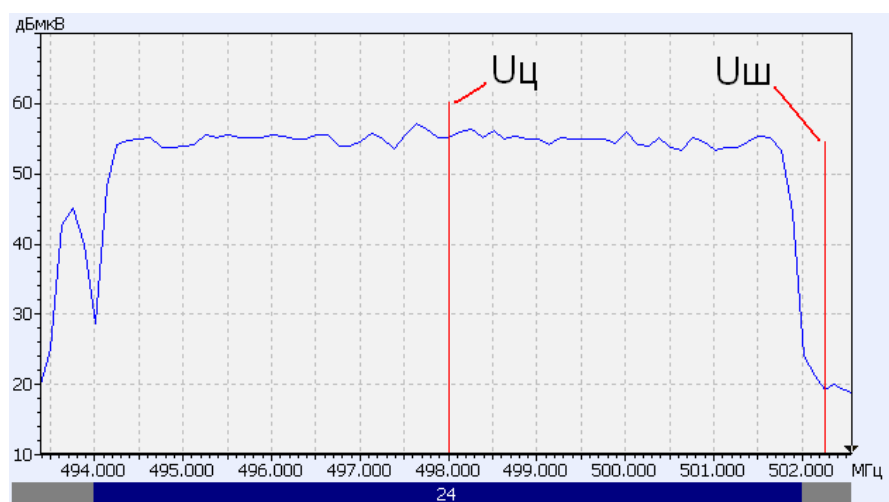


Рисунок 2

Одной из главных проблем представленного метода измерения С/Ш является выбор оптимальной частоты для измерения уровня шума. Для канала с аналоговой модуляцией частота измерения шума может быть выбрана в окрестности нижней граничной частоты канала, а также в диапазоне между частотой цветоразностных поднесущих и поднесущей канала монофонического звукового сопровождения. Для канала с цифровой модуляцией частота измерения шума может быть выбрана в окрестности нижней или верхней граничной частоты канала.

Существует ряд факторов препятствующих успешному выбору частоты измерения шума:

- 1) Для канала с аналоговой модуляцией (рисунок 3):
 - а. Наличие в канале стереофонического звукового сопровождения стандарта NICAM 728. В результате выбор частоты измерения шума в диапазоне между

³ Уровень канала с цифровой модуляцией для приборов серии ИТ-08 и мини-ИТ равен $U_{ц} + 8.1$ дБ при условии отсутствия неравномерности уровня в полосе частот канала

частотой цветоразностных поднесущих и поднесущей канала монофонического звукового сопровождения затруднен.

в. Недостаточное подавление нижней боковой полосы канала, недостаточное подавление внеполосного излучения модулятора левого смежного канала, наличие цифровой модуляции в левом смежном канале. В результате выбор частоты измерения шума в окрестности нижней граничной частоты канала затруднен.

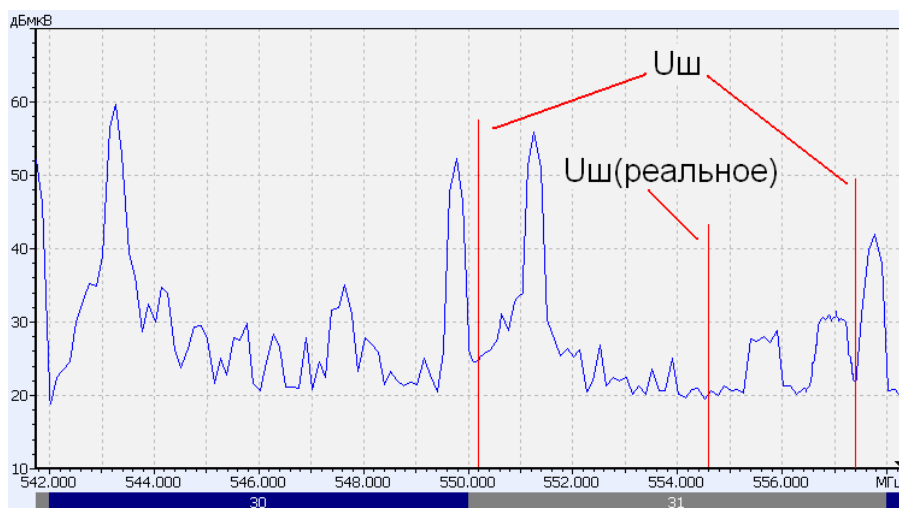


рисунок 3

2) Для канала с цифровой модуляцией (рисунок 4):

а. Проблема аналогичная описанной в пункте 1.а. В результате выбор частоты измерения шума в окрестности нижней граничной частоты канал затруднен.

в. Наличие в нижнем и (или) верхнем смежном канале цифровой модуляции. В результате выбор частоты измерения шума в окрестности левой и (или) правой граничной частоты канал затруднен.

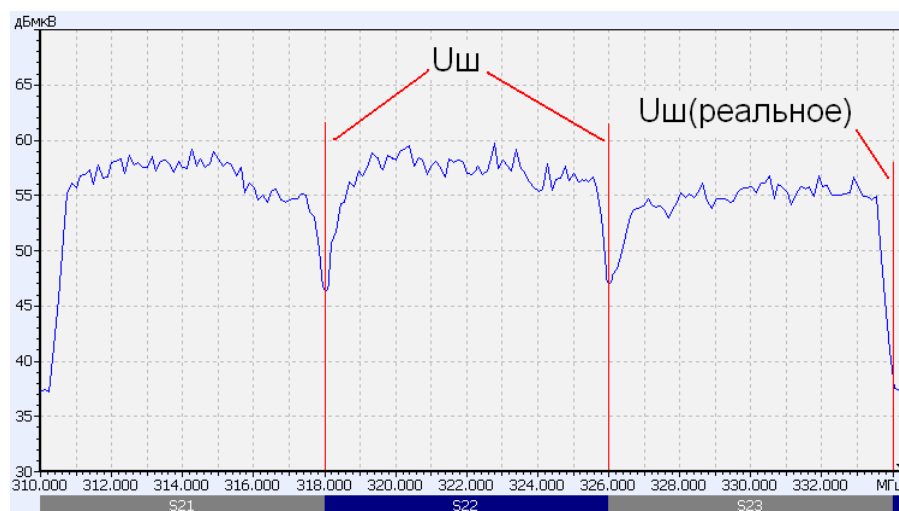


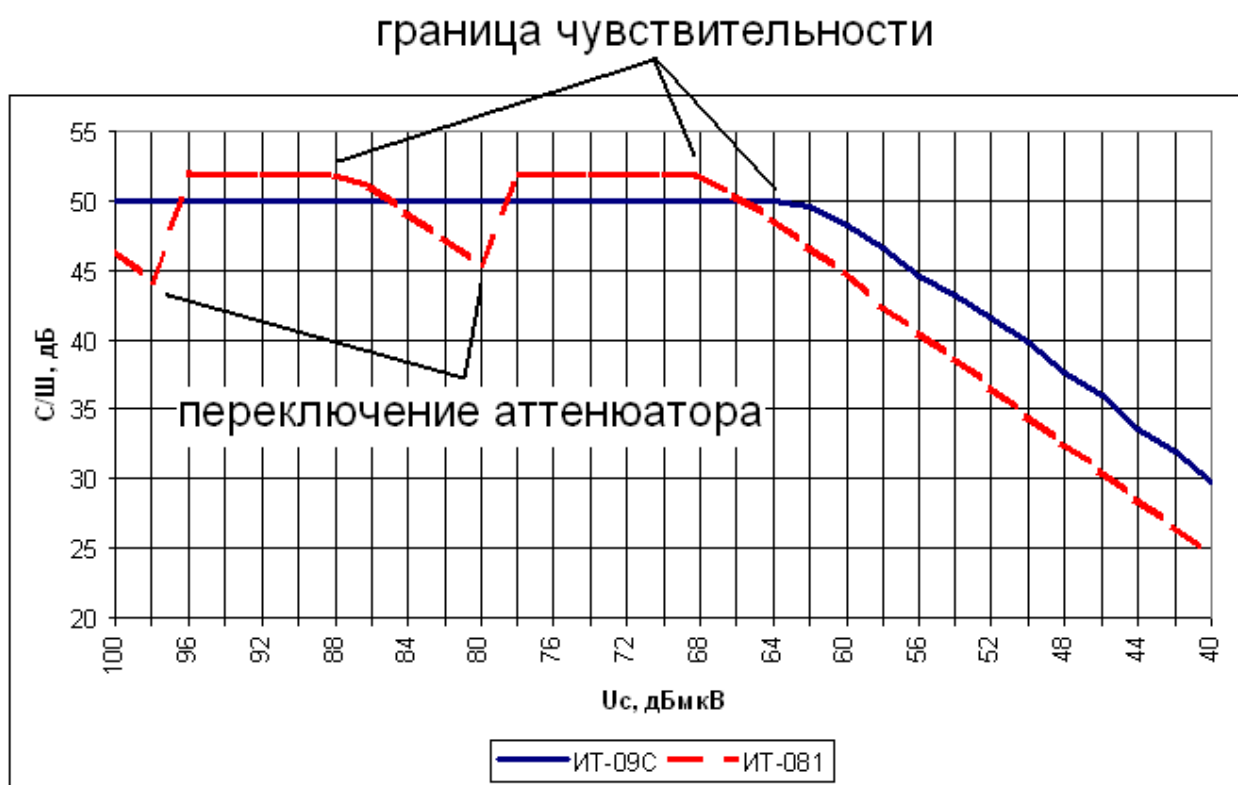
рисунок 4

Приборы серии ИТ-08 и мини-ИТ при работе без выбранного канального плана производят измерение шума либо на частоте, установленной по умолчанию для выбранной телевизионной системы, либо производят поиск оптимальной точки измерения

шума в режиме реального времени⁴. Этот режим работы не всегда может дать приемлемые результаты измерения С/Ш, поэтому рекомендуется использовать режим работы с канальным планом, в котором для каждого из каналов устанавливается индивидуально выбираемая частота измерения шума.

Измерительный прибор, как и абонентское оборудование, является приемником, который обладает рядом свойств, влияющих на результаты измерения С/Ш:

1) Чувствительность прибора. Характеризуется минимальным уровнем входного сигнала, с которым измеритель может работать. Прибор имеет собственный уровень шума, который может быть определен путем измерения уровня на интересующей частоте при отсутствии сигнала на входном разъеме. Если подать на вход прибора сигнал с уровнем ниже уровня шума прибора, то прибор все равно покажет свой собственный уровень шума. Получается, что для канала с уровнем шума ниже уровня собственных шумов прибора, прибор будет показывать не реальный уровень шума канала, а уровень собственных шумов. На рисунке 5 показана зависимость значения С/Ш приборов ИТ-081 и ИТ-09С от уровня канала с отношением сигнал/шум равным 60 дБ на входе прибора.



Показания прибора ИТ-09С можно применить и к другим приборам серии ИТ-08 а также мини-ИТ, кроме прибора ИТ-081. Показания прибора ИТ-081 отличаются от показаний других приборов в связи с тем, что в отличие от прибора ИТ-081 другие приборы серии ИТ-08 и мини-ИТ обладают встроенным усилителем на входе, что позволяет увеличить чувствительность прибора, а также шаговым аттенюатором, который позволяет использовать весь динамический диапазон тюнера при различных уровнях входного сигнала.

⁴ Более подробная информация об используемой точке измерения шума дана в руководстве по эксплуатации измерителя

Приведенной на рисунке 5 зависимостью можно пользоваться для определения максимального значения С/Ш, которое может измерить прибор, в зависимости от уровня входного сигнала. Например, для прибора ИТ-09С, при измерении канала с уровнем 56 дБмкВ прибор может достоверно измерить С/Ш канала, если реальное значение С/Ш канала находится в диапазоне от 0 до 45 дБ.

При измерении прибором ИТ-081 сигнала с уровнем близким к границе переключения аттенюатора (80...86 дБмкВ и 98...104 дБмкВ), в случае, если показания С/Ш близки к максимальному допустимому значению, определяемому по приведенной зависимости, то рекомендуется произвести измерение в режиме с ручной установкой аттенюатора. Например, при измерении сигнала с уровнем 82 дБмкВ, если прибор показывает С/Ш близкое к 47 дБ, необходимо произвести измерение с установкой аттенюатора 0 дБ.

2) Разрешение прибора по перегрузке. Характеризуется суммарным значением мощности, при подаче которой на входной разъем прибора он может производить измерения, не внося искажений в измеряемый сигнал. Приборы серии ИТ-08 и мини-ИТ могут работать с суммарной мощностью до 140 дБмкВ (не более 120 дБмкВ в канале). В случае превышения этих значений измеряемое значение С/Ш может значительно ухудшиться.

Другим отрицательным фактором влияющим на достоверность результатов измерения С/Ш является высокая неравномерность уровня каналов. На рисунке 6 показана канальная диаграмма сигнала измеренного на выходе головной станции, формирующей 96 каналов с аналоговой модуляцией с С/Ш не менее 52 дБ. Для каждого из каналов приборы серии ИТ-08 и мини-ИТ покажут максимально возможное значение С/Ш (например 50 дБ для прибора ИТ-09С). Если группу каналов опустить по уровню на 10 дБ, как показано на рисунке 7, то для этих каналов приборы покажут С/Ш на уровне около 43 дБ. При этом реальное значение С/Ш этих каналов, как и прежде, не менее 52 дБ.



рисунок 6

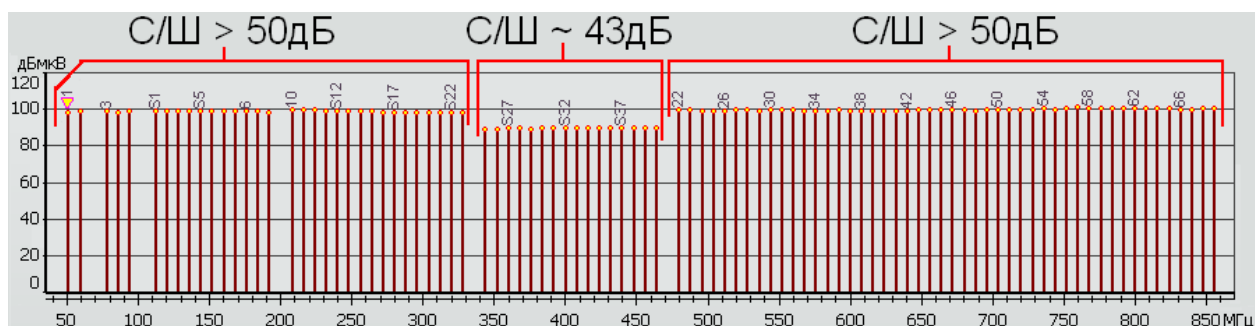


рисунок 7

В заключение, можно дать следующие рекомендации при проведении измерения С/Ш приборами серии ИТ-08 и мини-ИТ:

- 1) Рекомендуется производить измерения с использованием канального плана, созданного в автоматическом режиме.
- 2) Для каналов с цифровой модуляцией DVB в большинстве случаев измерение С/Ш не представляется возможным. Поэтому рекомендуется измерять значение MER, которое численно равно С/Ш канала при отсутствии нелинейных искажений.
- 3) В случае получения неудовлетворительных результатов измерения С/Ш необходимо произвести следующие действия:
 - a. убедиться, что уровень канала не находится значительно ниже порога чувствительности прибора (см. рисунок 5)
 - b. убедиться, что отсутствует высокая неравномерность уровня каналов
 - c. используя результаты измерения спектра канала выбрать оптимальную точку измерения шума вручную и установить её для измерения в канальном плане.