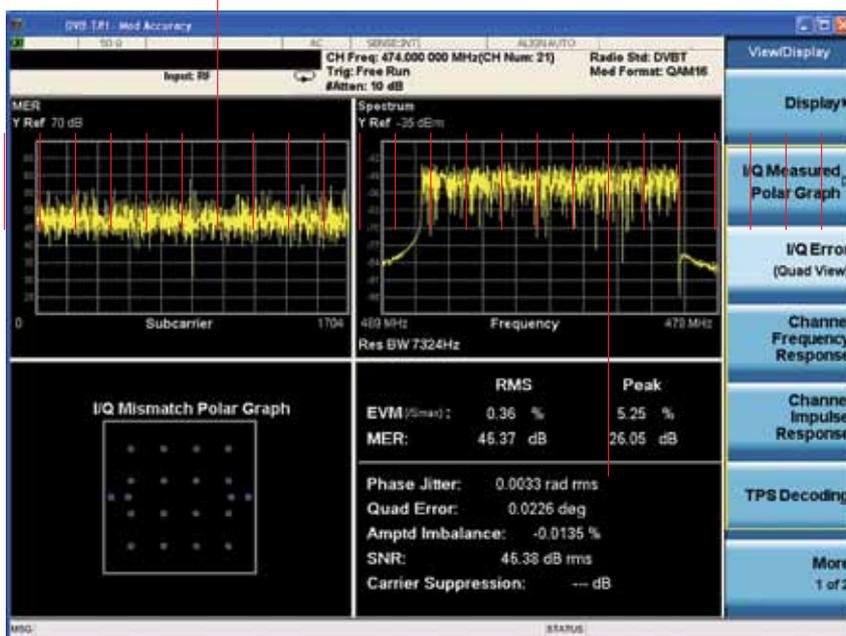


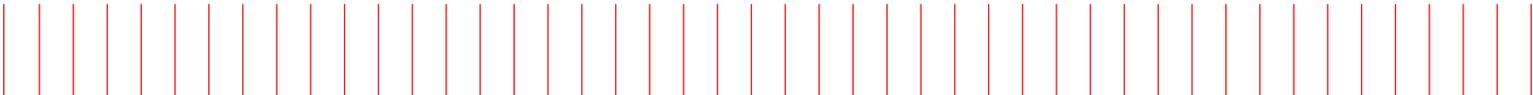
Keysight Technologies

Измерительные приложения N6153A и W6153A для DVB-T/H с поддержкой T2

Измерительные приложения серии X

Демонстрация основных возможностей





Введение

Данное руководство демонстрирует возможности измерительных приложений N6153A и W6153A, перечисленных на странице 2. Каждая демонстрация представляет краткое описание функций приложения и соответствующих операций, выполняемых на генераторе и/или анализаторе сигналов.

Подробнее об измерениях

Доступ ко всем определенным в стандарте DVB-T/H/T2 измерениям ВЧ параметров передатчика, а также к широкому диапазону дополнительных функций измерения и анализа открывается нажатием одной кнопки (табл. 1). Этими измерениями можно управлять дистанционно по шине IEC/IEEE или по локальной сети с помощью команд SCPI.

Измерения аналоговых параметров модуляции можно выполнять с помощью анализаторов сигналов PXA или MXA с установленным модулем VBIQ. Поддерживаемые измерения модулирующего сигнала включают качество модуляции, комплементарную интегральную функцию распределения мощности и параметры сигналов IQ.

Таблица 1. Однокнопочные измерения, предлагаемые измерительным приложением N/W6153A

Технология	DVB-T/H	DVB-T2
Измерительное приложение	N6153A-2FP, W6153A-2FP	N6153A-3FP, W6153A-3FP
Анализатор серии X	PXA, MXA, EXA, CXA	PXA, MXA, EXA, CXA
Измерения		
Мощность в канале	•	•
Ослабление в боковой полосе	•	•
Маска спектра с аналоговым ТВ в соседнем канале	•	•
Мощность в соседнем канале	•	•
Маска излучаемого спектра	•	•
Комплементарная интегральная функция распределения мощности	•	•
Паразитное излучение	•	•
Точность модуляции		
Среднеквадратическая амплитуда вектора ошибок, %	•	•
Пиковая амплитуда вектора ошибок, %	•	•
Положение пика амплитуды вектора ошибок	•	•
Среднеквадратический коэффициент ошибок модуляции, дБ	•	•
Пиковый коэффициент ошибок модуляции, дБ	•	•
Положение пика коэффициента ошибок модуляции	•	•
Среднеквадратическая ошибка амплитуды, %	•	•
Пиковая ошибка амплитуды, %	•	•
Положение пика ошибки амплитуды	•	•
Среднеквадратическая ошибка фазы, град.	•	•
Пиковая ошибка фазы, град.	•	•
Положение пика ошибки фазы	•	•
Погрешность частоты, Гц	•	•
Погрешность тактовой частоты, Гц	•	•
Мощность передачи, дБм	•	•
Разбаланс амплитуды	•	•
Квадратурная ошибка, град.	•	•
Фазовый джиттер, рад.	•	
Подавление несущей, дБ	•	
С/Ш, дБ	•	
Отношение мощности TPS, дБ	•	
Отношение мощности данных, дБ	•	
Зависимость коэффициента ошибок модуляции/амплитуды вектора ошибок от поднесущих/частоты	•	•
Коэффициент ошибок модуляции данных, дБ	•	•
Коэффициент ошибок модуляции пилот-сигнала/TPS, дБ	•	•
Коэффициент ошибок модуляции пилот-сигнала P2 / L1-Pre / L1-Post / пилот-сигнала Cont / пилот-сигнала Scat / пилот-сигнала FC		•
Зависимость амплитуды от поднесущих, дБ	•	•
Зависимость фазы от поднесущих, град.	•	•
Зависимость групповой задержки от поднесущих, нс	•	•
Импульсная характеристика канала, дБ	•	•
Результаты измерения коэффициента ошибок на бит	•	
Декодирование TPS	•	
Сигнализация L1		•
Мониторинг коэффициента ошибок модуляции	•	•

Подготовка демонстрации

Минимальные требования к оборудованию

В приведенной ниже демонстрации используются анализатор сигналов серии X и векторный генератор сигналов N5182A MXG. Наименования клавиш, заключенные в квадратные скобки [], соответствуют клавишам передней панели, а наименования, заключенные в фигурные скобки { }, соответствуют программным клавишам на дисплее.

Тип прибора или ПО	Номер модели	Необходимые опции
Векторный генератор сигналов MXG	N5182A (версия микропрограммного обеспечения A.01.20 или старше)	- 651, 652 или 654 – встроенный генератор модулирующего сигнала (30/60/125 Мвыб/с, 8 Мвыб) - 019 – расширение памяти генератора модулирующего сигнала до 64 Мвыб (рекомендуется)
ПО Signal Studio для цифрового видео	N7623B QFP или QTP Advanced DVBT/H/C/J.83 A/C N7623B ZFP или ZTP Advanced DVB-T2 (версия ПО: 2.2.7.0 или старше)	Посетите страницу N7623B Signal Studio и проверьте наличие новых версий www.keysight.com/find/signalstudio
Анализатор сигналов серии X	N9000A1, N9010A, N9020A или N9030A версия микропрограммного обеспечения A.07.xx или старше	Рекомендуется: - EA3 – электронный аттенуатор 3,6 ГГц - P0x – предусилитель - P0x (P03, P08 (P07 для CXA)) - B25 – полоса анализа 25 МГц (для расширения полосы анализа с 10 до 25 МГц) - BBA – входы аналогового сигнала IQ (для анализа аналогового модулирующего сигнала IQ) Необходимо: - 503, 508, 507 (EXA и CXA), 513 или 526–513 и 526 для CXA недоступны
Решение для цифрового видео DVB-T/H серии X	Только N6153A – N9010A, N9020A, N9030A W6153A – N9000A	Необходимо: - 2FP: измерительное приложение DVB-T/H, фиксированная бессрочная лицензия - 3FP: измерительное приложение DVB-T2, фиксированная бессрочная лицензия ИЛИ - 2TP: измерительное приложение DVB-T/H, переносимая лицензия - 3TP: измерительное приложение DVB-T2, переносимая лицензия
Управляющий ПК с ПО Signal Studio для цифрового видео ¹		С установленным ПО N7623B для создания и загрузки сигналов в Keysight MXG через GPIB или по сети (TCP/IP) – описание установки и настройки приведено в онлайн-овой документации.

1. В качестве управляющего ПК для установки ПО N7623B Signal Studio и загрузки сигналов в MXG через LAN или GPIB можно использовать анализаторы сигналов PXA/MXA/EXA/CXA серии Keysight X.

Полезный совет:

Обновите микропрограммное обеспечение прибора и прикладное программное обеспечение до последних версий, которые можно найти на страницах:

www.keysight.com/find/xseries_software

www.keysight.com/find/signalstudio

СХЕМА ДЕМОНСТРАЦИИ

Соедините ПК, анализатор серии X и генератор MXG

Соедините ПК (с установленным программным обеспечением Keysight N7623B Signal Studio для цифрового видео и библиотеками ввода/вывода Keysight) с генератором N5182A MXG через интерфейс GPIB или LAN. Выполните подключения согласно описанию, приведенному в руководстве на ПО Signal Studio, а затем проделайте следующее для подключения анализатора серии X (схема показана на рис. 1):

- А. Подключите выходной ВЧ порт MXG к входному ВЧ порту анализатора сигналов серии X
- В. Подключите выход MXG 10 МГц к входному порту опорной частоты анализатора сигналов серии X (на задней панели)

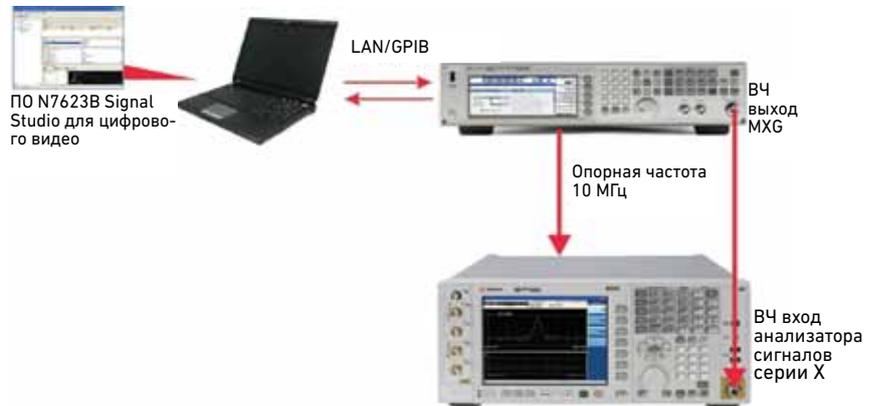


Рис. 1. Схема демонстрации

ДЕМОНСТРАЦИИ

Демонстрация 1

Настройка ПО Signal Studio для цифрового видео на создание сигналов DVB-T/H/T2

ПО Keysight N7623B Signal Studio для цифрового видео представляет собой приложение для операционной системы Windows®, которое упрощает создание стандартных или специальных сигналов DVB-T/H и DVB-T2. Созданные сигналы загружаются в векторный генератор сигналов MXG, который генерирует сигналы ВЧ или IQ.

Установите следующие параметры для испытательных сигналов DVB-T/H и DVB-T2:

Параметры DVB-T/H

Стандарт:	DVB-T
Частота:	474 МГц
Ширина канала:	8 МГц
Размер БПФ:	2 К
Тип модуляции:	16QAM
Альфа:	1
Защитный интервал (GI):	¼
Режим передачи:	Иерархический
Скорость кодирования HP/LP:	½

Параметры DVB-T2 (сигнал PLP)

Тип P1:	SISO
Частота:	474 МГц
Ширина канала:	8 МГц
Тип PAPR:	Без PAPR
Защитный интервал (GI):	1/128
Размер БПФ:	32 К
Пилотная последовательность:	PP7
Режим несущей:	Расширенный
Число символов данных:	7
Тип модуляции L1:	64QAM
Число фреймов на суперфрейм:	2

Параметры PLP

Формат модуляции:	256QAM
Поворот сигнального созвездия:	Включен
Тип FEC:	Нормальный (64 К)
Скорость кодирования LDPC:	3/5
Число блоков TI для чередования фреймов:	3
Число блоков FEC:	26

Операции	Нажатия клавиш
На MXG:	
Выполните предварительную установку	[Preset]
Проверьте IP адрес	[Utility] {I/O Config} {LAN Setup}
В ПО Signal Studio:	
Запустите Keysight Signal Studio для цифрового видео	Дважды щелкните на ярлыке Digital Video на рабочем столе или запустите программу через меню Пуск системы Windows.
Проверьте взаимодействие программы с прибором по GPIB или LAN (TCP/IP)	Для установки нового соединения щелкните в верхней части окна Signal Studio на меню {System}. Затем выберите {Run System Configuration Wizard}
Для генерации сигналов DVB-T/H:	
Выберите формат DVB-T/H	Щелкните в верхней части окна Signal Studio на меню {Format}. Затем выберите {DVB-T/H}
Настройте генератор сигналов следующим образом: центральная частота 474 МГц, амплитуда –20 дБм, ВЧ выход включен, АРУ включена.	Щелкните на Signal Generator в левой части меню Проводника. Номер модели прибора: N5162A/N5182A. Нажмите в верхней части зеленую кнопку [Preset]. Частота = 474 МГц, Амплитуда = –20 дБм, RF Выход = On, ALC = On
Проверьте настройки сигнала с верхнего уровня	Щелкните на Waveform Setup и проверьте основные настройки сигнала, установите общие параметры DVB-T/H следующим образом: Коэффициент передискретизации = 1, Зеркальный спектр = Выкл, Настройка квадратурного угла = 0 град, Баланс усиления I/Q = 0 дБ
Настройте испытательный сигнал для демонстрации	Щелкните на Carrier0 в Waveform Setup в левой части меню проводника. В правой части меню настройте параметры сигнала, который будет передаваться. На рис. 2 показаны параметры Signal Studio после настройки.
Для генерации сигналов DVB-T2:	
Выберите формат DVB-T2	Щелкните в верхней части окна Signal Studio на меню {Format}. Затем выберите {DVB-T2}
Настройте генератор сигналов следующим образом: центральная частота 474 МГц, амплитуда –20 дБм, ВЧ выход включен, АРУ включена.	Щелкните на Signal Generator в левой части меню Проводника. Номер модели прибора: N5162A/N5182A. Нажмите в верхней части зеленую кнопку [Preset]. Частота = 474 МГц, Амплитуда = –20 дБм, RF Выход = On, ALC = On
Проверьте настройки сигнала с верхнего уровня	Щелкните на Waveform Setup и проверьте основные настройки сигнала, установите общие параметры DVB-T2 следующим образом: Коэффициент передискретизации = 1, Зеркальный спектр = Выкл, Настройка квадратурного угла = 0 град, Баланс усиления I/Q = 0 дБ
Настройте общие параметры DVB-T2 для несущей 0	Щелкните на Carrier0 в Waveform Setup в левой части меню проводника. В правой части меню настройте параметры сигнала, который будет передаваться. Настройки Carrier0 должны выглядеть, как на рис. 3.
Настройте параметры PLP0	Щелкните на PLP0 в Carrier0 в левой части меню проводника. В правой части меню установите параметры в соответствии с параметрами исследуемого сигнала. Настройки PLP0 должны выглядеть, как на рис. 4.
Загрузите и сохраните параметры:	
Загрузите сигнал в MXG	Щелкните в верхней панели инструментов на  . Если возникнет ошибка, обратитесь в онлайн-справку ПО Signal Studio.
Сохраните файл сигнала для последующего использования	File > Save Setting File > DVB.scp (имя создаваемого файла)
Экспортируйте файл сигнала для последующего использования	File > Export Waveform Data > DVB.wfm (имя создаваемого файла)



Рис. 2. Параметры сигнала DVB-T/H в ППО Keysight Signal Studio

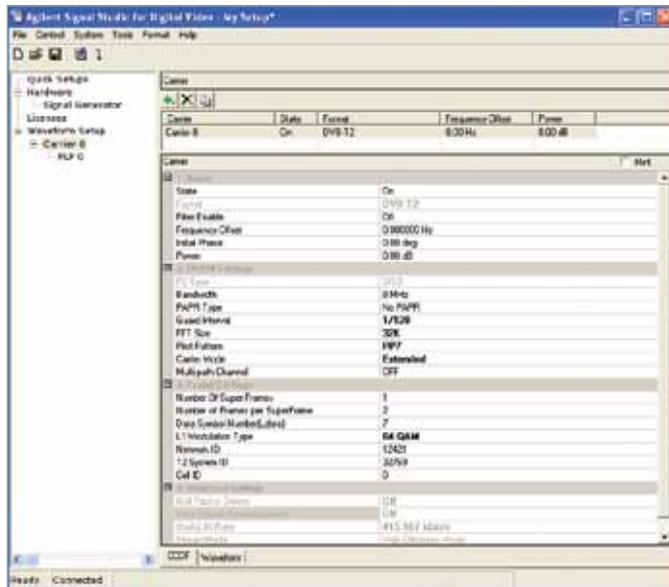


Рис. 3. Параметры Несущей 0 для сигнала DVB-T2

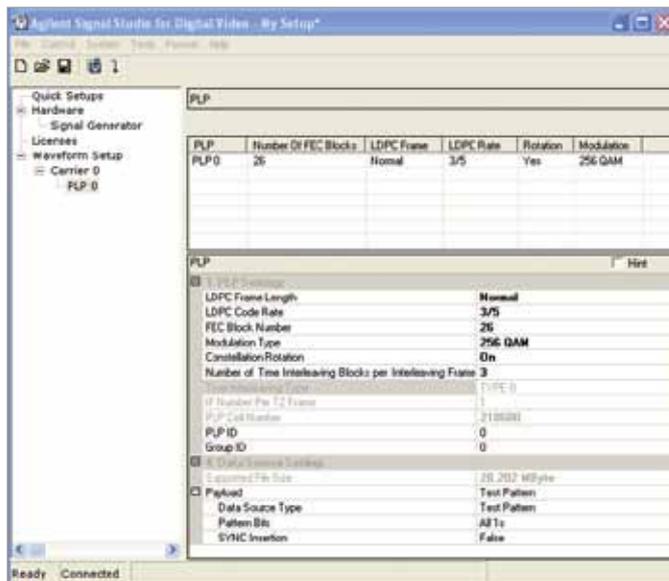


Рис. 4. Параметры PLP 0 для сигнала DVB-T2

Демонстрация 2

Мощность в канале

Измерение мощности в канале имеет три представления: ВЧ спектр, ослабление в боковой полосе и маска спектра.

Представление ВЧ спектра измеряет и показывает интегральную мощность в определенной полосе DVB-T/H/T2 и спектральную плотность мощности (PSD) в дБм/Гц или дБм/МГц.

Представление ослабления в боковой полосе используется для оценки линейности сигнала OFDM без учета маски спектра.

Представление маски спектра сравнивает входной сигнал с маской спектра, определенной в стандарте ETSI EN 300 744 для условий, когда в соседнем канале присутствует сигнал аналогового ТВ.

Операции	Нажатия клавиш
На анализаторе серии X:	
Выберите режим DVB-T/H с T2	[Mode] {DVB-T/H with T2}
Установите центральную частоту	[FREQ Channel] {Center Freq} {474} {MHz}
Выберите режим DVB-T и установите ширину канала	[Mode Setup] {Radio Std} {DVB-T} [Mode Setup] {Channel BW} {8 MHz}
Выберите измерение мощности в канале (стандартное измерение для ВЧ спектра)	[Meas] {Channel Power}
Переключитесь в представление ослабления в боковой полосе	[View/Display] {Shoulder Attenuation}



Рис. 5. Измерение мощности в канале с представлением ВЧ спектра

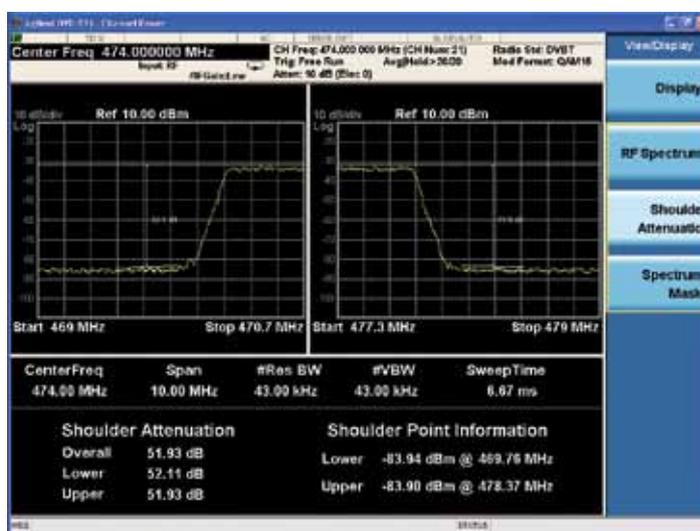


Рис. 6. Измерение мощности в канале с представлением ослабления в боковой полосе

Представление маски спектра

Динамический диапазон ВЧ выхода реального передатчика DVB-T/H с T2 обычно превышает динамический диапазон анализатора. Поэтому прямое измерение всегда дает ошибку и не отражает реального выходного ВЧ сигнала.

Существуют два метода измерения маски спектра ВЧ выхода передатчика.

Метод 1. Если передатчик DVB-T/H/T2 имеет выходной фильтр, используется схема измерения маски спектра, показанная на рис. 7.

Для измерения маски спектра нужно проделать три операции:

- А. Измерьте АЧХ выходного фильтра с помощью анализатора цепей или с помощью генератора и анализатора сигналов.
- В. Измерьте сигнал в точке А, как показано на рис. 7.
- С. Скорректируйте значение, полученное на шаге В, с учетом АЧХ фильтра, измеренной на шаге А.

Обычно поправочные данные представляются в виде таблицы частотной характеристики фильтра в дБ с несколькими значениями частоты в пределах диапазона.

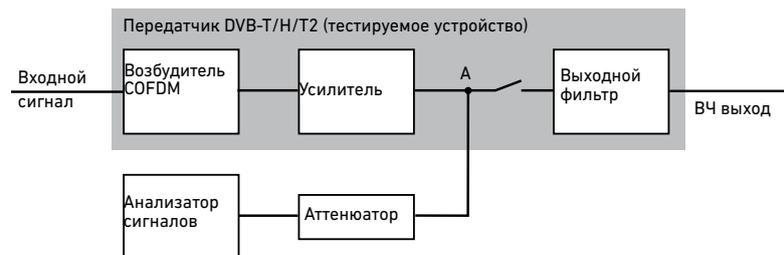


Рис. 7. Схема измерения маски спектра передатчика DVB-T/H/T² с выходным фильтром

Метод 2. Если передатчик не имеет выходного фильтра, к его выходу следует подключить внешний режекторный фильтр. Соответствующая схема измерения показана на рис. 8.

Для измерения маски спектра нужно проделать следующие операции:

- А. Измерьте АЧХ выходного фильтра с помощью анализатора цепей или с помощью генератора и анализатора сигналов.
- В. Измерьте сигнал в точке В, как показано на рис. 8.
- С. Скорректируйте значение, полученное на шаге В, с учетом АЧХ фильтра, измеренной на шаге А.

Обычно поправочные данные представляются в виде таблицы отрицательных значений частотной характеристики режекторного фильтра в дБ с несколькими значениями частоты в пределах диапазона.

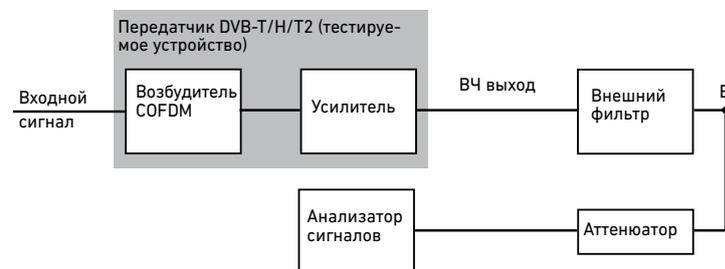


Рис. 8. Схема измерения маски спектра передатчика DVB-T/H/T² с внешним фильтром

Примечание. Если в представлении маски спектра полоса не равна 8 МГц, трасса маски не отображается и выводится сообщение «Результатов нет», поскольку в настоящий момент маска спектра для таких случаев в спецификациях не определена.

Операции	Нажатия клавиш
На анализаторе серии X:	
Выберите представление маски спектра	[View/Display] {Spectrum Mask}
Введите значение ослабления (для реального передатчика DVB-T)	[Input/Output] {External Gain} {Ext Preamp}
Вызовите или отредактируйте таблицу поправок	[Input/Output] {More 1 of 2} {Corrections} {Edit} или [Recall] {Data}
Включите коррекцию	[Input/Output] {More 1 of 2} {Corrections} {On}

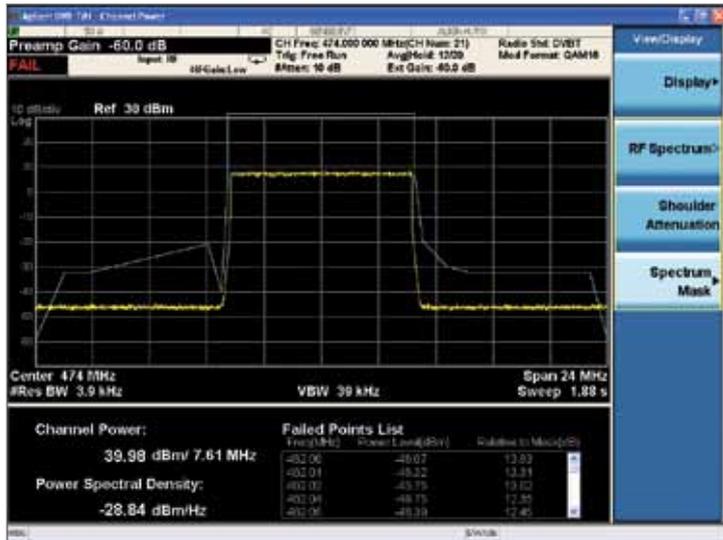


Рис. 9. Измерение мощности в канале с помощью представления маски спектра до коррекции амплитуды

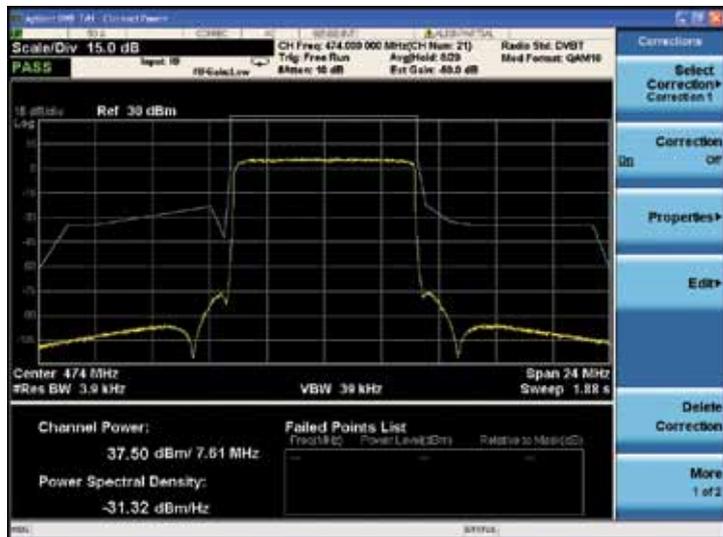


Рис. 10. Измерение мощности в канале с помощью представления маски спектра после коррекции амплитуды

Демонстрация 3

Мощность в соседнем канале (ACP)

Функция измерения мощности в соседнем канале позволяет измерять и отображать мощность в одном или нескольких каналах передачи. Текстовое окно показывает общую мощность в определенной полосе несущей с заданными отстройками частоты с обеих сторон от частоты несущей. Результаты измерения ACP должны выглядеть примерно так, как показано на рис. 11.

Операции	Нажатия клавиш
На анализаторе серии X в режиме DVB-T/H с T2:	
Установите центральную частоту	[FREQ Channel] {Center Freq} {474} (MHz)
Выберите режим DVB-T и установите ширину канала	[Mode Setup] (Radio Std) {DVB-T} [Mode Setup] {Channel BW} {8 MHz}
Выберите измерение мощности в соседнем канале	[Meas] {ACP}
Сравните результаты измерения, полученные при включенной и выключенной коррекции шума (по умолчанию она отключена). Лучшее значение ACP получается при включенной коррекции шума (рис. 11).	[Meas Setup] {More 1 of 2} {Noise Correction On}

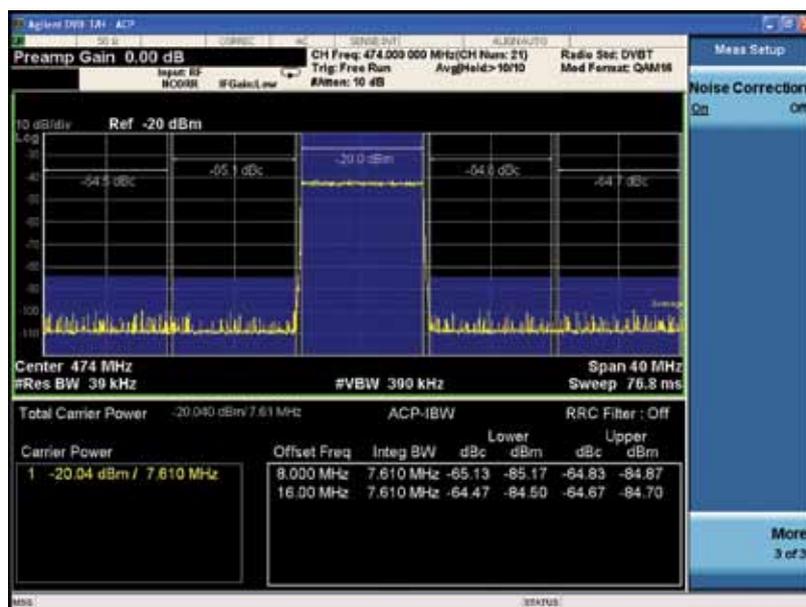


Рис. 11. Измерение ACP с включенной коррекцией шума

Демонстрация 4

Комплементарная интегральная функция распределения мощности

Комплементарная интегральная функция распределения мощности (CCDF) представляет собой статистический метод, используемый для интерпретации отношения пиковой мощности к средней мощности шумоподобных сигналов с цифровой модуляцией. Это основной параметр, используемый для проектирования усилителей передатчиков DVB-T/H/T2, который особенно сложно реализовать, поскольку усилитель должен справляться с высокими отношениями пиковой мощности к средней, сохраняя при этом малое значение коэффициента утечки мощности в соседний канал.

Операции	Нажатия клавиш
На анализаторе серии X в режиме DVB-T/H с T2:	
Установите центральную частоту	[FREQ Channel] {Center Freq} {474} {MHz}
Выберите тестируемый радиостандарт и ширину канала	[Mode Setup] {Radio Std} {DVB-T} [Mode Setup] {Channel BW} {8 MHz}
Активируйте измерение комплементарной интегральной функции распределения мощности	[Meas] {Power Stat CCDF}
Сохраните эталонную трассу	[Trace/Detector] {Store Ref Trace}
Включите эталонную трассу	[Trace/Detector] {Ref Trace On}



Рис. 12. Измерение комплементарной интегральной функции распределения мощности

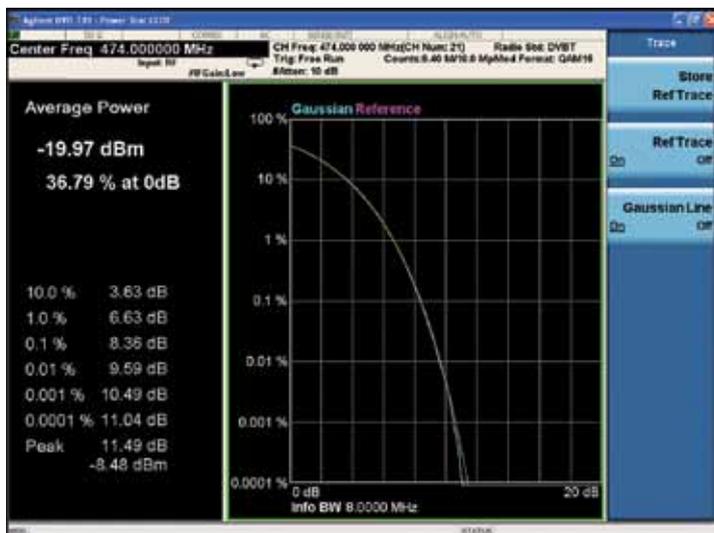


Рис. 13. Измерение комплементарной интегральной функции распределения мощности с эталонной трассой

Демонстрация 5

Маска излучаемого спектра

Измерение маски излучаемого спектра (SEM) позволяет сравнить общий уровень мощности в пределах определенной полосы несущей и заданной отстройкой в обе стороны от несущей частоты с уровнями, допускаемыми стандартом в присутствии сигнала цифрового ТВ в соседнем канале. Это измерение используется при проектировании усилителей передатчиков DVB-T/H/T2 и является ключевым измерением, определяющим линейность усилителя и другие характеристики при проверке на соответствие самым строгим системным требованиям.

Подробное пояснение измерения маски излучаемого спектра приведено в разделе с описанием измерения мощности в канале и представления маски спектра.

Примечание. Если при измерении маски излучаемого спектра полоса не равна 7 или 8 МГц, трасса маски отображается в виде горизонтальной линии в верхней части экрана. После этого трассу маски можно отобразить в ручном режиме командами [Meas Setup] {Offset/Limit}.

Примечание. Если не указано особо, нужно использовать сценарий измерения передаваемого сигнала вне предельных режимов работы; сценарий с предельными режимами работы используется, если телевизионные каналы соседствуют с другими службами (с передатчиками малой мощности или с приемными каналами, чувствительными к помехам).

Операции	Нажатия клавиш
На анализаторе серии X в режиме DVB-T/H с T2:	
Установите центральную частоту	[FREQ Channel] {Center Freq} {474} {MHz}
Выберите тестируемый радиостандарт и ширину канала	[Mode Setup] {Radio Std} {DVB-T} [Mode Setup] {Channel BW} {8 MHz}
Активируйте измерение маски излучаемого спектра (по умолчанию используется сценарий вне предельных режимов)	[Meas] {Spectrum Emission Mask}
Введите значение ослабления (для реального передатчика DVB-T)	[Input/Output] {External Gain} {Ext Preamp}
Вызовите или отредактируйте таблицу поправок	[Input/Output] {More 1 of 2} {Corrections} {Edit} или [Recall] {Data}
Включите коррекцию	[Input/Output] {More 1 of 2} {Corrections} {On}
Измерьте маску излучаемого спектра в сценарии с предельными режимами	[Meas Setup] {Limit Type} {Critical}

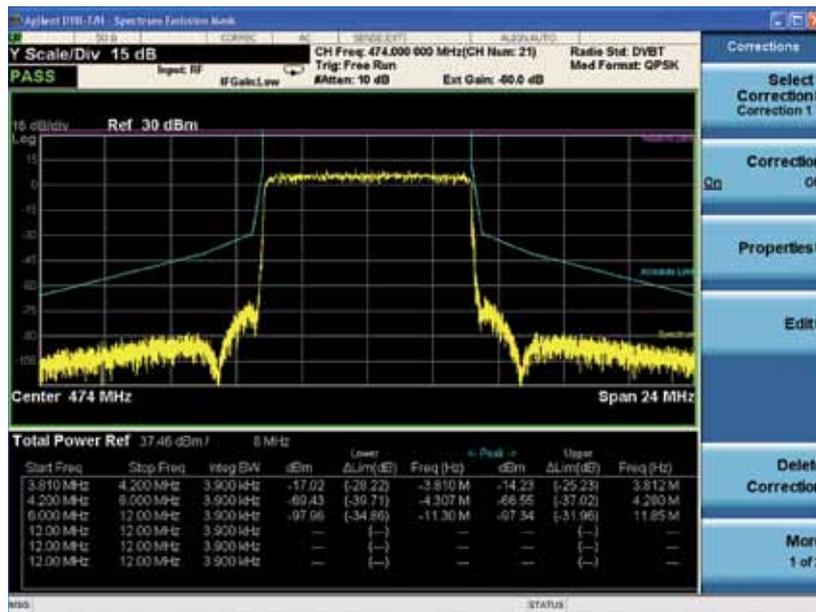


Рис. 14. Измерение маски излучаемого спектра в сценарии вне предельных режимов после коррекции амплитуды

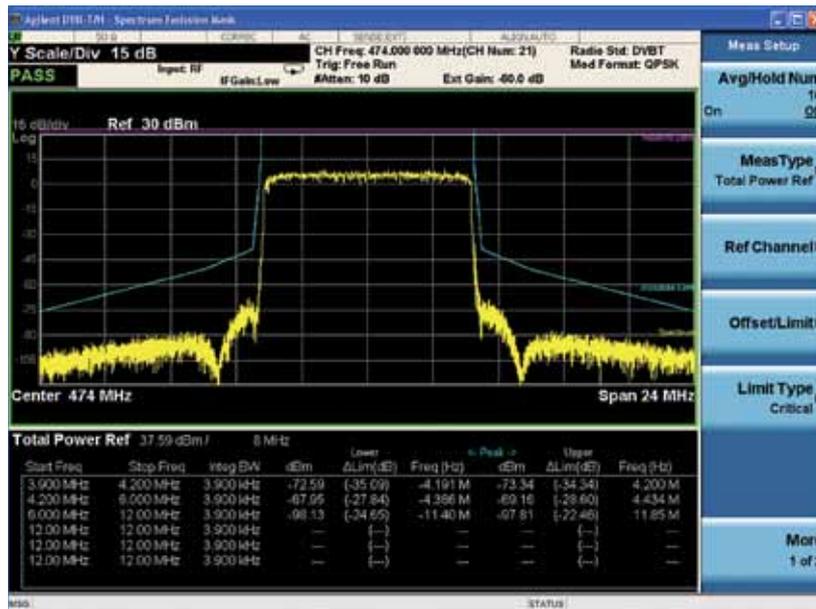


Рис. 15. Измерение маски излучаемого спектра в сценарии с предельными режимами после коррекции амплитуды

Демонстрация 6

Точность модуляции DVB-T/H

Измерение точности и качества модуляции необходимо в соответствии с требованиями к тестированию, определенными в стандарте DVB-T/H, для гарантии правильной работы передатчиков. Измерения амплитуды вектора ошибки (EVM) и коэффициента ошибок модуляции (MER) определены в DVB-T/H для описания общего ухудшения сигнала, включая шум, помехи или искажения на входе декодера стандартного приемника, для оценки способности приемника правильно декодировать сигнал. Параметр EVM используется для оценки качества модуляции и широко применяется в цифровой связи. MER представляет разность между измеренными и теоретическими положениями точек сигнального созвездия, что характеризует шум, помехи и искажения сигнала. Обычно MER используется в широковещательных приложениях. Значения MER и EVM можно вывести одно из другого.

Функция измерения точности модуляции DVB-T/H в анализаторах серии Keysight X предлагает множество методов измерения ошибок передатчика DVB-T/H. Можно измерять EVM, MER, ошибку амплитуды, ошибку фазы и многие другие параметры.

Доступные представления и трассы в режиме измерения точности модуляции:

- Представление **измерения IQ в полярных координатах** (рис. 16): представление измеренных данных IQ выбранных поднесущих
 - Метрики результатов (слева)
 - Полярная диаграмма измерения IQ (справа)
- Представление **ошибки I/Q** (рис. 17): представление рассчитанного вектора ошибки между соответствующими точками символов в измеренном и эталонном сигналах I/Q
 - Представление зависимости MER/EVM от поднесущей/ частоты (вверху слева)
 - Спектр (вверху справа)
 - Полярная диаграмма измерения IQ (внизу слева)
 - Метрики результатов (внизу справа)
- Представление **АЧХ канала** (рис. 18):
 - Зависимость амплитуды от поднесущей (вверху)
 - Зависимость фазы от поднесущей (в центре)
 - Зависимость групповой задержки от поднесущей (внизу)
- Представление **импульсной характеристики канала** (рис. 19): представление состояния канала, состоящее из двух окон:
 - Таблица пиковых значений (слева)
 - Зависимость амплитуды от времени (справа)
- Представление **декодирования TPS** (рис. 20): график декодирования TPS показывает исходные биты TPS и информацию, извлеченную из TPS.
- Представление **результатов измерения BER** (рис. 21): сводка результатов BER в автономном режиме
- Представление **мониторинга MER** (рис. 22): мониторинг результатов MER во времени с регистрацией подробной информации и необработанных данных для ошибок MER
- Представление **метрик результатов** (рис. 23): сводка метрик всех результатов

Примечание 1. Если выполняется измерение точности модуляции DVB-T2, кнопки DVB-T и DVB-H становятся серыми. В этом случае перед изменением радиостандарта нужно переключиться на другое измерение.

Примечание 2. Чтобы отобразить значения подавления несущих в представлении ошибки I/Q, установите режим рассогласования I/Q в значение **{Std}** с помощью кнопок **[Meas Setup] {Advanced} {I/Q Mismatch} {Std}**.

Примечание 3. Окно таблицы пиковых значений в представлении импульсной характеристики канала очень полезно для идентификации наличия многолучевого распространения в канале. На рис. 24 показан пример канала с четырехлучевым распространением с соответствующими задержками 0, 10, 20 и 30 мкс.

Примечание 4. Если в представлении мониторинга MER включена граничная линия (**Meas Setup, More 1 of 2, MER Monitor**) и текущее значение MER оказывается меньше этого предела, соответствующие необработанные данные IQ для этого измерения сохраняются в директории «D:\userdata\DVB-TH\gawdata» и могут использоваться буфером захвата анализатора сигналов серии X для дальнейшего исследования. Кроме того, в процессе мониторинга создается файл журнала, включающий все значения MER, информацию о времени и путь к данным ошибки, который сохраняется в директории «D:\userdata\DVB-TH».

Операции	Нажатия клавиш
На анализаторе серии X в режиме DVB-T/H с T2:	
Установите центральную частоту	[FREQ Channel] {Center Freq} {474} {MHz}
Выберите тестируемый радиостандарт и ширину канала	[Mode Setup] {Radio Std} {DVB-T} [Mode Setup] {Channel BW} {8 MHz}
Активируйте измерение точности модуляции	[Meas] {DVB-T/H Mod Accuracy}
Выберите опцию демодуляции	[Mode Setup] {Auto Detect}
Выведите полярное представление измеренных данных I/Q и количественные показатели (рис. 16)	[View/Display] {IQ Measured Polar Graph}
Переключитесь в представление ошибки I/Q (рис. 17)	[View/Display] {I/Q Error (Quad View)}
Выведите АЧХ канала (рис. 18)	[View/Display] {Channel Frequency Response} [Meas Setup] {Advanced} {Equalization On}
Выведите импульсную характеристику канала и включите выравнивание (рис. 19)	[View/Display] {Channel Impulse Response} [Meas Setup] {Advanced} {Equalization On}
Выведите декодирование TPS (рис. 20)	[View/Display] {TPS Decoding}
Выведите результаты BER (рис. 21)	[View/Display] {More 1 of 2} {BER Results}
Выведите результаты мониторинга MER (рис. 22)	[View/Display] {More 1 of 2} {MER Monitor}
Выведите метрики результатов (рис. 23)	[View/Display] {More 1 of 2} {Result Metrics}



Рис. 16. Измерение точности модуляции с представлением измерения I/Q в полярных координатах

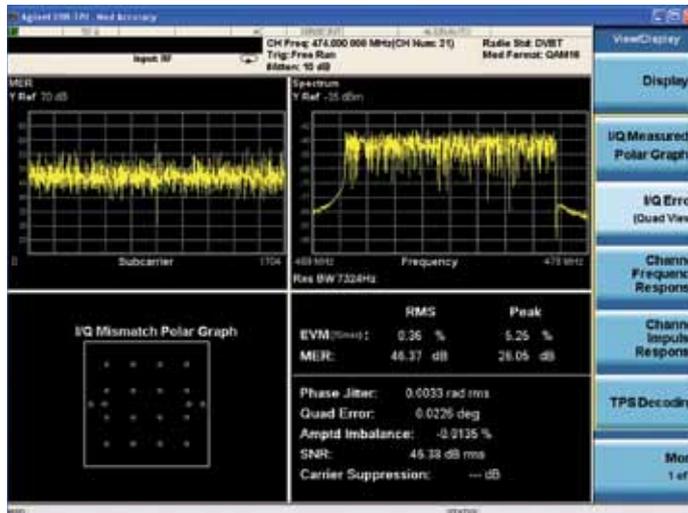


Рис. 17. Измерение точности модуляции с представлением ошибки I/Q

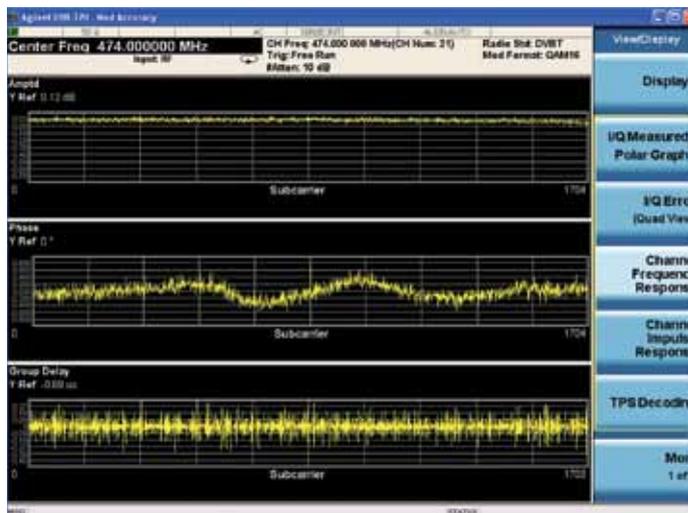


Рис. 18. Измерение точности модуляции с представлением АЧХ канала

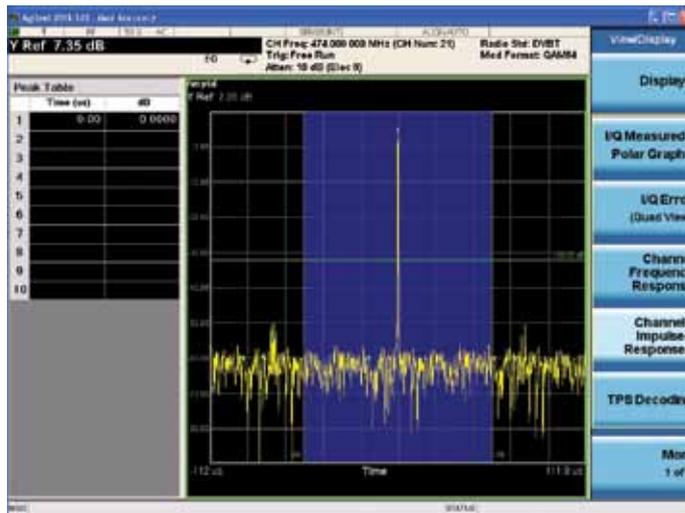


Рис. 19. Измерение точности модуляции с представлением импульсной характеристики канала



Рис. 20. Измерение точности модуляции с представлением декодирования TPS



Рис. 21. Измерение точности модуляции с представлением результатов BER

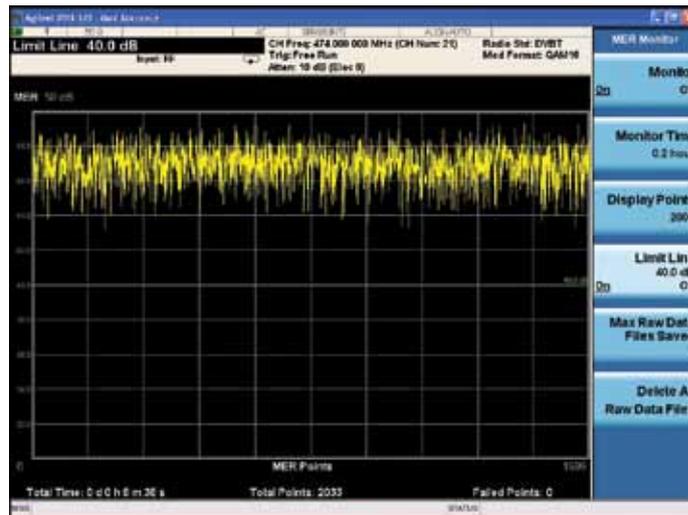


Рис. 22. Представление мониторинга MER

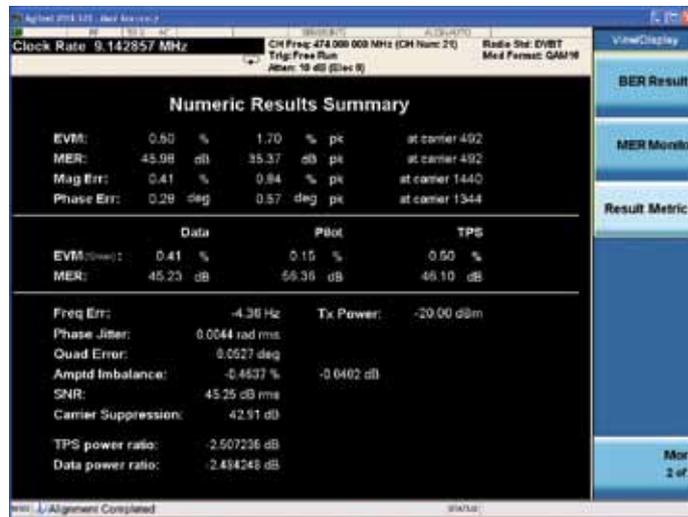


Рис. 23. Измерение точности модуляции с представлением метрик результатов

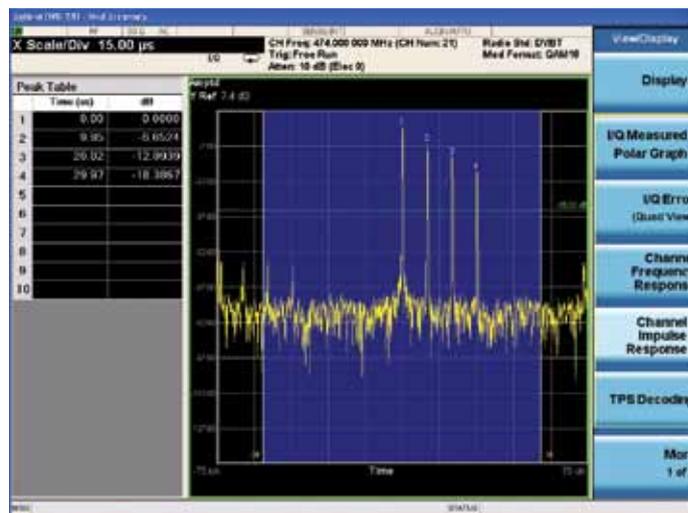


Рис. 24. Канал с четырехлучевым распространением

Демонстрация 7

Точность модуляции DVB-T2

Функция измерения точности модуляции DVB-T2 позволяет демодулировать сигналы DVB-T2, с измерением таких характеристик, как MER, EVM, ошибка амплитуды, ошибка фазы, информация о сигнализации L1 и т.п. Параметры демодуляции входного сигнала DVB-T2 могут определяться прибором автоматически по данным сигнализации L1 или могут устанавливаться вручную.

В процессе демодуляции в качестве точки отсчета для синхронизации и демодуляции сигналов DVB-T2 используется внутренний запуск с периодом, равным частоте фреймов DVB-T2.

Доступные представления и трассы в режиме измерения точности модуляции DVB-T2:

- Представление **измерения I/Q в полярных координатах** (рис. 25): представление измеренных данных I/Q для выбранных поднесущих и индекса PLP.
 - Метрики результатов (слева): рассчитаны по общим данным
 - Полярная диаграмма измерения I/Q (справа): сигнальное созвездие для указанного диапазона поднесущей и PLP ID
- Представление **ошибки I/Q** (рис. 26): представление рассчитанного вектора ошибки между соответствующими точками символов в измеренном и эталонном сигналах I/Q
 - Представление зависимости MER/EVM от поднесущей/частоты (вверху слева): рассчитана по общим данным
 - Результаты декодирования сигнализации L1 (вверху справа)
 - Полярная диаграмма измерения I/Q (внизу слева): сигнальное созвездие для указанного индекса PLP
 - Метрики результатов (внизу справа): сводка результатов, рассчитанных для указанного индекса PLP
- Представление **АЧХ канала** (рис. 27):
 - Зависимость амплитуды от поднесущей (вверху)
 - Зависимость фазы от поднесущей (в центре)
 - Зависимость групповой задержки от поднесущей (внизу)
- Представление **импульсной характеристики канала** (рис. 28): представление состояния канала, состоящее из двух окон:
 - Таблица пиковых значений (слева)
 - Импульсная характеристика канала (справа)
- **Представление сигнализации L1** (рис. 29)
- Представление **мониторинга MER** (рис. 30): мониторинг результатов MER во времени с регистрацией подробной информации и необработанных данных для ошибок MER
- Представление **метрик результатов** (рис. 31): сводка метрик всех результатов

Примечание 1. Если выполняется измерение точности модуляции DVB-T/H, кнопка DVB-T2 становится серой. В этом случае перед изменением радиостандарта нужно переключиться на другое измерение.

Примечание 2. В правом нижнем окне представления ошибки IQ пиковые значения EVM, MER, ошибки амплитуды и ошибки фазы отображаются как «---», поскольку в текущем PLP используется поворот сигнального созвездия.

Примечание 3. Если в представлении монитора MER включена граничная линия (Meas Setup, More 1 of 2, MER Monitor) и текущее значение MER оказывается меньше этого предела, соответствующие необработанные данные IQ для этого измерения сохраняются в директории «D:\userdata\DVB-T2\rawdata» и могут использоваться буфером захвата анализатора сигналов серии X для дальнейшего исследования. Кроме того, в процессе мониторинга создается файл журнала, включающий все значения MER, информацию о времени и путь к данным ошибки, который сохраняется в директории «D:\userdata\DVB-T2».

Операции	Нажатия клавиш
На анализаторе серии X в режиме DVB-T/H с T2:	
Установите центральную частоту	[FREQ Channel] {Center Freq} {474} {MHz}
Выберите тестируемый радиостандарт и ширину канала	[Mode Setup] {Radio Std} {DVB-T} [Mode Setup] {Channel BW} {8 MHz}
Активируйте измерение точности модуляции DVB-T2	[Meas] {DVB-T2 Mod Accuracy}
Настройте прибор на автоматическое определение параметров демодуляции	[Meas Setup] {Auto Detect} {On}
Синхронизируйте начало фрейма T2 входного сигнала DVB-T2 с внутренним периодическим запуском анализатора сигналов	[Meas Setup] {Sync Frame Now}
Выведите полярное представление измеренных данных I/Q (рис. 25)	[View/Display] {IQ Measured Polar Graph}
Выведите результаты измерения ошибки I/Q и укажите индекс PLP для просмотра (рис. 26)	[View/Display] {I/Q Error (Quad View)}
Выведите АЧХ канала (рис. 27)	[View/Display] {Channel Frequency Response}
Выведите импульсную характеристику канала и включите выравнивание (рис. 28)	[View/Display] {Channel Impulse Response} [Meas Setup] {Advanced} {Equalization On}
Выведите информацию о сигнализации L1 (рис. 29)	[View/Display] {L1 Signalling}
Выведите результаты мониторинга MER (рис. 30)	[View/Display] {More 1 of 2} {MER Monitor}
Выведите метрики результатов (рис. 31)	[View/Display] {More 1 of 2} {Result Metrics}



Рис. 25. Представление измерения I/Q в полярных координатах



Рис. 29. Представление сигнализации L1

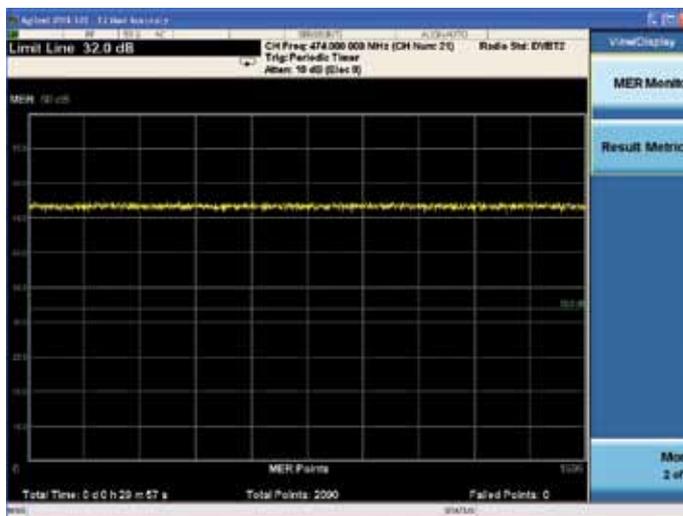


Рис. 30. Представление мониторинга MER



Рис. 31. Представление метрик результатов

Демонстрация 8

Паразитные излучения

Функция измерения паразитных излучений идентифицирует и определяет уровень мощности паразитных излучений в частотных диапазонах, определенных в стандарте ETSI EN 302 296. Это измерение может показать способность передатчика ограничивать помехи, вызванные нежелательным влиянием этого передатчика на другие системы, работающие на частотах, отличных от частоты несущей.

В анализаторах Keysight PXA/MXA/EXA/CXA пользователь может сам настраивать диапазон частот, в котором выполняется поиск паразитных составляющих, и в результирующей таблице может отображаться до 200 паразитных составляющих.

Примечание. Ошибочная точка на рис. 32 соответствует реальному передаваемому сигналу с центральной частотой 474 МГц. Чтобы такого не возникало, можно настроить диапазон таблицы так, чтобы исключить полосу частот, содержащую передаваемый сигнал, или включить фильтр между передатчиком и приборами, чтобы подавить нежелательный сигнал.

Примечание. Граничное значение может изменяться в зависимости от средней мощности передатчика. Поэтому перед измерением паразитных излучений, установите среднюю мощность передатчика с помощью [Meas Setup] {CH Mean Power}.

Операции	Нажатия клавиш
На анализаторе серии X в режиме DVB-T/H с T2:	
Установите центральную частоту	[FREQ Channel] {Center Freq} {474} {MHz}
Выберите тестируемый радиостандарт и ширину канала	[Mode Setup] {Radio Std} {DVB-T} [Mode Setup] {Channel BW} {8 MHz}
Активируйте маски излучаемого спектра	[Meas] {Spectrum Emissions}
Установите среднюю мощность передатчика	[Meas Setup] {CH Mean Power}
При необходимости отредактируйте таблицу диапазона	[Meas Setup] {Range Table}



Рис. 32. Измерение паразитных излучений

Демонстрация 9

Мониторинг спектра

Функция мониторинга спектра используется в качестве быстрого и удобного средства контроля всех спектральных составляющих. И хотя представление спектра в этом режиме очень напоминает режим анализатора спектра, функциональность его существенно ограничена с целью упрощения работы. Основное назначение этого измерения в том, чтобы показать спектр.

Операции	Нажатия клавиш
На анализаторе серии X в режиме DVB-T/H с T2:	
Установите центральную частоту	[FREQ Channel] {Center Freq} {474} {MHz}
Выберите тестируемый радиостандарт и ширину канала	[Mode Setup] {Radio Std} {DVB-T} [Mode Setup] {Channel BW} {8 MHz}
Активируйте мониторинг спектра	[Meas] {Monitor Spectrum}

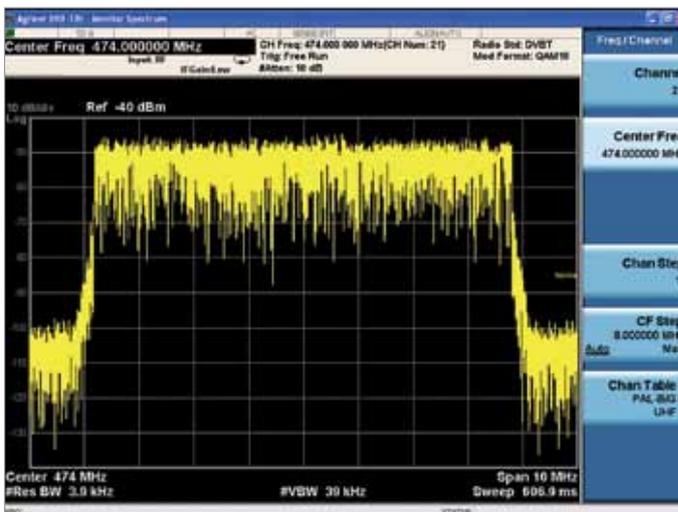


Рис. 33. Измерение сигнала с представлением ВЧ огибающей

Демонстрация 10

Осциллограмма IQ

Измерение осциллограммы сигнала является измерением общего назначения, предназначенным для исследования формы входного сигнала во временной области. Кроме того, это измерение выводит окно сигнала IQ, которое показывает зависимость уровня модулирующих сигналов I и Q от времени. Измерение осциллограммы можно использовать и для точных универсальных измерений мощности.

Операции	Нажатия клавиш
На анализаторе серии X в режиме DVB-T/H с T2:	
Установите центральную частоту	[FREQ Channel] {Center Freq} {474} {MHz}
Выберите тестируемый радиостандарт и ширину канала	[Mode Setup] {Radio Std} {DVB-T} [Mode Setup] {Channel BW} {8 MHz}
Активируйте измерение осциллограммы IQ (по умолчанию ВЧ огибающая)	[Meas] {IQ Waveform}
Исследуйте форму сигнала IQ	[View/Display] {I/Q Waveform}

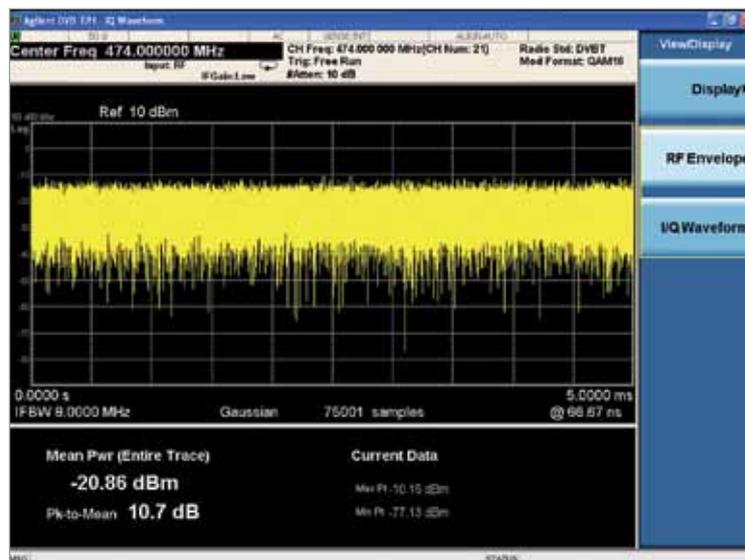


Рис. 34. Измерение сигнала с представлением ВЧ огибающей

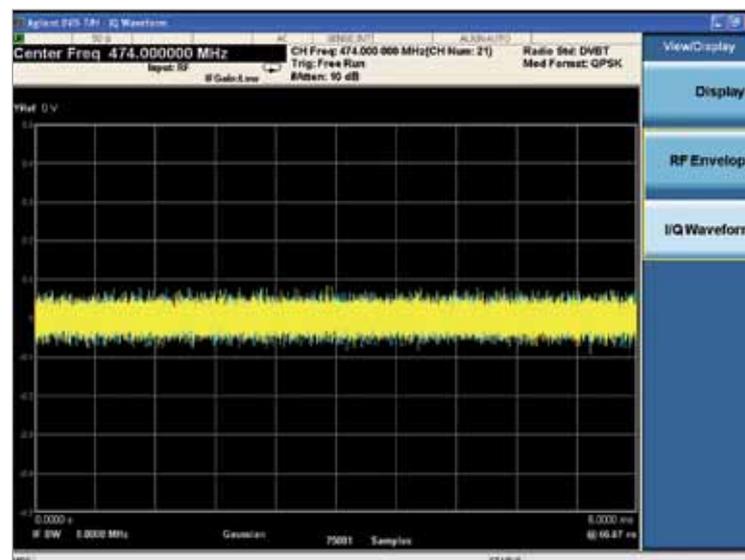


Рис. 35. Измерение сигнала с представлением сигнала I/Q

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight
Персонализированное представление наиболее важной для Вас информации.



www.lxistandard.org
LXI представляет собой сетевой интерфейс, пришедший на смену интерфейсу GPIB и обеспечивающий более быстрый и эффективный обмен данными. Компания Keysight входит в число основателей консорциума LXI.



<http://www.pxisa.org>
PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) – это формат модульного высокопроизводительного вычислительного и контрольно-измерительного оборудования, предназначенного для работы в жестких производственных условиях.



Трехлетняя гарантия
www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty
Keysight обеспечивает высочайшее качество продукции и снижение общей стоимости владения. Единственный производитель контрольно-измерительного оборудования, который предлагает стандартную трехлетнюю гарантию на все свое оборудование.



Планы Технической Поддержки Keysight
www.keysight.com/find/AssurancePlans
До пяти лет поддержки без непредвиденных расходов гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.



www.keysight.com/quality
Система управления качеством Keysight Electronic Measurement Group сертифицирована DEKRA по ISO 9001:2008

Торговые партнеры компании Keysight
www.keysight.com/find/channelpartners
Получите двойную выгоду: богатый опыт и широкий выбор продуктов Keysight в сочетании с удобствами, предлагаемыми торговыми партнерами.

www.keysight.com/find/n6153a

Интернет-ресурсы

Страница приложения:
www.keysight.com/find/n6153a and
www.keysight.com/find/w6153a
Анализаторы сигналов серии X:
www.keysight.com/find/X-Series
Измерительные приложения серии X:
www.keysight.com/find/X-Series_Apps
Таблица решений для цифрового видео
www.keysight.com/find/digitalvideo
Программное обеспечение Signal Studio:
www.keysight.com/find/SignalStudio
Генераторы сигналов:
www.keysight.com/find/sg

Российское отделение

Keysight Technologies

115054, Москва, Космодамианская наб.,
52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973954
8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902
e-mail: tmo_russia@keysight.com

www.keysight.ru

Сервисный Центр
Keysight Technologies в России
115054, Москва, Космодамианская наб.,
52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973930
Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: tmo_russia@keysight.com

(BP-05-19-14)