Техническое описание (Data sheet) на русском языке

AKMETEX -ATSLCS - серия эмуляторов радиоканала

Содержание

Общие сведения
ATSLCS2000B — сверхширокополосный эмулятор радиоканалов
- Обзор
- Особенности
- Области применения
- Технические характеристики ATSLCS2000B
- Варианты комплектации ATSLCS2000B

ATSLCS01 — многоканальный эмулятор радиоканалов
- Обзор
- Особенности
- Области применения
- Технические характеристики ATSLCS01
- Модификации и варианты комплектации ATSLCS01

SignalPro — программное обеспечение генерации сигналов
Результаты испытаний моделей радиоканалов

Эмуляторы радиоканалов

ATSLCS2000B — сверхширокополосный эмулятор радиоканалов

ATSLCS01 — многоканальный эмулятор радиоканалов

Общие сведения

Беспроводная связь в основном охватывает два сценария: фиксированную и мобильную связь. При фиксированной связи условия распространения радиоволн обычно относительно стабильны, а параметры радиоканала в основном остаются постоянными; такой канал называют каналом с постоянными параметрами. В мобильной связи передатчик и приёмник находятся в относительном движении, вследствие чего условия распространения существенно меняются и радиоканал приобретает характеристики динамических замираний, то есть становится каналом с изменяющимися параметрами.

Изменяющийся во времени многолучевой характер радиоканала приводит к колебаниям уровня принимаемого сигнала — многолучевым замираниям. В частотной области выделяют плоские и частотно-селективные замирания, а во временной — медленные и быстрые. Анализ показывает, что в процессе связи на принимаемый сигнал главным образом влияют следующие факторы:

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

- Потери при распространении (потери в тракте, path loss): в основном зависят от расстояния между передатчиком и приёмником.
- Эффект затенения: при движении мобильной станции крупные здания и другие объекты перекрывают пути распространения радиоволн и создают в зоне приёма области частичного затенения электромагнитного поля. Это одна из основных причин медленных замираний при распространении радиоволн в системах мобильной связи.
- Многолучевое распространение: компоненты радиосигнала проходят различные пути, поступают на приёмник в разное время и складываются с различными фазами, вызывая динамические изменения исходного сигнала. Многолучевое распространение — важная причина быстрых замираний.
- Эффект Доплера: скорость и направление движения мобильного объекта вызывают доплеровское смещение частоты принимаемого сигнала. При многолучевом распространении формируется доплеровское расширение спектра, вызывающее случайные частотные изменения сигнала.
- Метеорологическое ослабление: ослабление сигнала под действием атмосферных факторов, включая поглощение атмосферными газами, дождевое ослабление, ослабление в облаках и тумане, а также тропосферные мерцания.

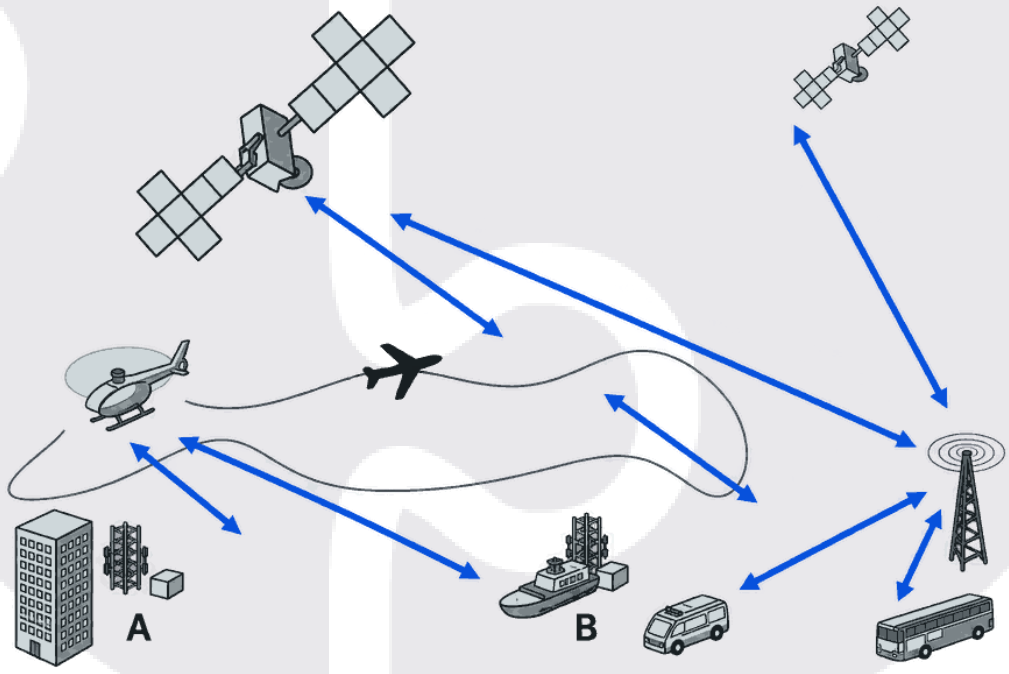


Рисунок 1. Схема распространения радиосигналов в условиях различных сценариев связи

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

ATSLCS2000B — сверхширокополосный эмулятор радиоканалов

Обзор

Сверхширокополосный эмулятор радиоканалов АКМЕТЕХ — высокопроизводительный прибор, предназначенный для моделирования радиоканалов с очень большой полосой пропускания, сверхдлительными задержками и сверхвысокими скоростями движения. Поддерживает классические модели потерь при распространении и замираний крупного и мелкого масштаба, функции моделирования динамического доплеровского смещения частоты и доплеровского смещения тактовой частоты кода, затенения вращающимися лопастями и метеорологического ослабления.

Позволяет моделировать условия радиосвязи между спутниками и наземными станциями, летательными аппаратами, наземными терминалами и другими объектами, выполнять проверку проектных решений и оценку характеристик спутниковых систем связи без необходимости запуска спутника. Это позволяет существенно сократить затраты на исследования и разработки, повысить их эффективность, а также выявлять и устранять потенциальные проблемы до ввода системы в эксплуатацию.



Рисунок 2. ATSLCS2000B — сверхширокополосный эмулятор радиоканалов

Особенности

- Мгновенная полоса радиочастотного тракта — до 2 ГГц.
- Максимальная задержка распространения — 1,6 с.
- Максимальный доплеровский сдвиг частоты — ±8 МГц.
- Моделирование динамического доплеровского сдвига частоты и сдвига тактовой частоты кода.
- Классические модели потерь при распространении и замираний крупного и мелкого масштаба.

Области применения

- Моделирование спутниковых линий связи.
- Тестирование производительности сетей связи.
- Разработка оборудования беспроводной связи.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

- Исследование ключевых технологий передачи сигналов связи.
- Учения по сетевому противоборству.

Технические характеристики ATSLCS2000B

Наименование параметра	Значение
Количество физических каналов	1 / 2
Частотный диапазон	0,2–18 ГГц / 40 ГГц; предусмотрено расширение до 67 ГГц
Полоса моделирования в реальном времени	1 ГГц / 2 ГГц
Мощность входного сигнала	от −50 до +15 дБм
Мощность выходного сигнала	от −110 до +10 дБм
Разрешение установки выходной мощности	0,5 дБ
Точность выходной мощности	±1 дБ
Неравномерность в полосе	не более ±1 дБ (полоса 2 ГГц)
Фазовый шум	Ниже 18 ГГц: ≤ −100 дБн/Гц при отстройке 1 кГц; ≤ −105 дБн/Гц при 10 кГц.18–40 ГГц: ≤ −98 дБн/Гц при 1 кГц; ≤ −102 дБн/Гц при 10 кГц.
Доплеровский сдвиг частоты	Максимум ±8 МГц, шаг 1 Гц
Модели доплеровского сдвига частоты	Треугольная, пилообразная, синусоидальная и косинусоидальная, пользовательская модели
Задержка распространения	2,5 мкс – 1,6 с; разрешение 0,1 нс
Доплеровское смещение тактовой частоты кода	Поддерживается моделирование доплеровского смещения тактовой частоты кода
Моделирование динамической задержки	Постоянная, треугольная, пилообразная, синусоидальная и косинусоидальная модели; поддерживается импорт параметров STK
EVM	Ухудшение ≤ 2 % при 750 MSPS; ухудшение ≤ 1,5 % при 350 MSPS

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Потери при распространении и теневые замирания	Свободное пространство (Friis), логнормальное распределение (Log-normal), Окумура–Хата (Okumura/Hata), IEEE 802.16d, модель с точкой излома, пользовательские модели
Мелкомасштабные замирания	Постоянный канал, Рэлей (Rayleigh), Райс (Rice), Накагами (Nakagami), Сузуки (Suzuki), чистый доплеровский спектр, плоский, круговой, гауссовский, Баттерворт (Butterworth), пользовательские модели и другие
Модели метеорологического ослабления	Модели атмосферного ослабления, дождевого ослабления, ослабления в облаках и тумане, тропосферных мерцаний и соответствующие параметры для заданной полосы частот
Модель затенения вращающимися лопастями	Период затенения: 30–100 мс, шаг 0,1 мс; доля времени затенения: 20–40 %, шаг 0,1 %
Побочные составляющие выходного сигнала при преобразовании частоты	≤ −50 дБн
Подавление гармоник выходного сигнала	≤ −45 дБн
КСВН входных и выходных портов	< 2
Внутренний генератор помех (опция)	Однотональная, шумовая, многотональная, узкополосная, широкополосная, гребенчатая, импульсная и пользовательская помехи
Сохранение настроек	После отключения питания и последующего включения восстанавливается последняя конфигурация параметров
Дистанционное управление	Ethernet 1000 Мбит/с; дистанционное управление и команды конфигурирования
Входные/выходные разъёмы	Панельные разъёмы типа N или 2,92 мм (K)
Габариты (Ш × В × Г)	446 × 181 × 574 мм
Потребляемая мощность	≤ 300 Вт

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Варианты комплектации ATSLCS2000B

Модель / опция	Описание
Стандартная комплектация	
ATSLCS2000B	Основной блок сверхширокополосного эмулятора радиоканалов
	Кабель питания
Принадлежности (опционально)	
	Транспортировочный кейс
Вариант числа каналов (выбрать один из двух)	
Одноканальная конфигурация	1 приёмный и 1 передающий канал
Двухканальная конфигурация	2 приёмных и 2 передающих канала
Опции полосы (выбрать одну из двух)	
-B2000	Максимальная полоса 2000 МГц
-B1000	Максимальная полоса 1000 МГц
Опции задержки (выбрать одну из двух)	
-8G	Максимальная задержка 800 мс
-16G	Максимальная задержка 1,6 с
Опции разрешения задержки (выбрать одну из двух)	
-DWI	Разрешение задержки 10 нс
-DWD	Разрешение задержки 0,1 нс
Опции гарантийного обслуживания (выбрать одну из двух)	
-EW03	Гарантия 3 года
-EW05	Гарантия 5 лет
Программные опции (опционально)	
-SignalPro	Программное обеспечение генерации сигналов

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Радиочастотные опции (опционально, выбрать одну из трёх)	
-UDC18	0,2–18 ГГц
-UDC1840	18–40 ГГц
-UDC0240	0,2–40 ГГц
Опция внешнего преобразователя частоты	
-UDC67	Внешний преобразователь частоты для расширения до 67 ГГц (можно выбрать при условии выбора одной из радиочастотных опций)

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

ATSLCS01 — многоканальный эмулятор радиоканалов

Обзор

При распространении радиоволн неизбежно проявляется влияние радиоканала. Для проверки работоспособности радиосистем и оценки преимуществ технических решений необходимо проводить полноценные испытания. Однако натурные испытания имеют ряд недостатков: зависимость от погодных условий, высокая стоимость и низкая повторяемость. Эмуляторы радиоканалов позволяют воспроизводить условия распространения радиоволн в лаборатории и проверять характеристики передачи радиооборудования, значительно снижая затраты труда и материальных ресурсов на полевые испытания. Кроме того, они позволяют воспроизводить испытательные сценарии и выявленные проблемы независимо от изменений реальной среды.

Многоканальный эмулятор радиоканалов АКМЕТЕХ — высокопроизводительная система для моделирования многоканальных соединений, MIMO, большой полосы, сверхдлительных задержек, сверхвысоких скоростей движения и динамически изменяющихся сценариев. Поддерживает до 64 каналов и суммарно до 2048 каналов замираний, классические модели потерь при распространении и замираний крупного и мелкого масштаба, динамическое обновление параметров, моделирование доплеровского смещения тактовой частоты кода, затенения вращающимися лопастями и метеорологического ослабления. Предназначен для исследований ключевых технологий, разработки оборудования, оценки производительности и испытаний многоузловых сетей, сетей сотовой связи, спутниковой связи и тактических сетей.



Рисунок 3. ATSLCS01 — многоканальный эмулятор радиоканалов

Особенности

- До 48 лучей (многолучевых компонентов).
- До 2048 каналов замираний в сумме.
- Сетевое взаимодействие до 64 беспроводных устройств.
- Минимальная задержка — 2,5 мкс.
- Проверенные стандартные модели радиоканалов, включая комплексные модели ITU и городские модели связи «точка–точка».

Области применения

- Моделирование крупномасштабных сетей.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

- Тестирование производительности сетей связи.
- Моделирование спутниковых линий связи.
- MIMO OTA.

Технические характеристики ATSLCS01

Наименование параметра	Значение
Радиочастотные каналы	До 64 каналов (порты полнодуплексные)
Частотный диапазон	1 МГц – 6 ГГц
Точность установки частоты	10^{-7}
Количество гетеродинов	Независимые гетеродины приёма и передачи для каждого RF-порта: устройство с 8 портами обеспечивает 16 гетеродинов, с 64 портами — до 128 гетеродинов
Количество каналов замираний	До 2048
Типы замираний	Постоянный канал, Рэлей, Райс, Накагами, плоский, с куполообразным спектром, гауссовский, двойной гауссовский, LOGNORMAL, Сузуки, чистый доплеровский, Баттерворт и другие; параметры настраиваются пользователем
Максимальное число многолучевых компонентов на один канал замираний	До 48
Диапазон моделируемой задержки	2,5 мкс – 1 с
Разрешение задержки	4 нс
Диапазон мощности входного сигнала	от −40 до +30 дБм
Диапазон мощности выходного сигнала	от 0 до −120 дБм
Разрешение установки выходной мощности	Шаг 0,1 дБ
Точность установки выходной мощности	±1 дБ

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Полоса радиоканала	До 500 МГц
Негармонические побочные составляющие выходного сигнала	≤ −50 дБн
EVM	Ухудшение ≤ 1 % при 350 Msym/s
Уровень собственных шумов	Не выше −162 дБм/Гц
Развязка между каналами	135 дБ
КСВН входных/выходных портов	< 1,6
Моделирование помех AWGN и CW	AWGN, CW, гребенчатый спектр, импульсные помехи и другие
Доплеровский сдвиг частоты	±6 МГц, шаг 0,1 Гц
Модели доплеровского сдвига частоты	Треугольная, пилообразная, синусоидальная и косинусоидальная, пользовательская модели
Моделирование кодового доплеровского сдвига	Поддерживается
Импорт параметров орбит из STK	Поддерживается
Пользовательское динамическое моделирование	Поддерживается; максимальная частота обновления > 1 кГц
Скорость изменения динамической задержки	Максимум 2 мкс/мс, что соответствует скорости 600 км/с
Скорость обновления динамических параметров	На уровне миллисекунд
Импорт пользовательских моделей радиоканала	Поддерживается
Относительные потери при распространении	0–110 дБ
Крупномасштабные замирания	Свободное пространство (Friis), логнормальное распределение (Log-normal), Окумура–Хата (Okumura/Hata), IEEE 802.16d, модель с точкой излома, пользовательская модель

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Метеорологическое ослабление	Поддерживается: ослабление в атмосфере, облаках и тумане, дождевое ослабление, тропосферные мерцания
Вход внешней опорной частоты	10 МГц
Выход внутренней опорной частоты	10 МГц
Разъём синхронного запуска	Поддерживается
Внешний интерфейс дистанционного управления	Ethernet 1000 Мбит/с; дистанционное управление и команды конфигурирования

Модификации и варианты комплектации ATSLCS01

Модель / опция	**Описание**
Стандартная комплектация	
ATSLCS01A	Основной блок эмулятора радиоканалов с 8/16 каналами
ATSLCS01B	Основной блок эмулятора радиоканалов с 32 каналами
ATSLCS01C	Основной блок эмулятора радиоканалов с 64 каналами
	Кабель питания
Принадлежности (опционально)	
	Транспортировочный кейс
Опции каналов (выбрать одну из четырёх)	
-RF08	8 каналов
-RF16	16 каналов
-RF32	32 канала
-RF64	64 канала
Опции полосы (выбрать одну из трёх)	
-B125	Максимальная полоса 125 МГц
-B250	Максимальная полоса 250 МГц

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

-B500	Максимальная полоса 500 МГц
Опции задержки (выбрать одну из двух)	
-8G	Максимальная задержка 800 мс
-16G	Максимальная задержка 1,6 с
Опции разрешения задержки (выбрать одну из двух)	
-DWI	Разрешение задержки 10 нс
-DWD	Разрешение задержки 0,1 нс
Опции гарантийного обслуживания (выбрать одну из двух)	
-EW03	Гарантия 3 года
-EW05	Гарантия 5 лет
Программные опции (опционально)	
-SignalPro	Программное обеспечение генерации сигналов
-XY	Модель затенения вращающимися лопастями
-MUX filter	Моделирование нелинейных искажений
-Large Scale	Модели крупномасштабных замираний
Варианты радиочастотных портов (выбрать один из двух)	
-RF1	Совмещённый приёмопередающий порт
-RF2	Совмещённый приёмопередающий порт и раздельные порты приёма/передачи
Опции расширения частотного диапазона (опционально)	
-UDC18	0,2–18 ГГц
-UDC1840	18–40 ГГц
-UDC0240	0,2–40 ГГц

Тел: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

SignalPro — программное обеспечение генерации сигналов

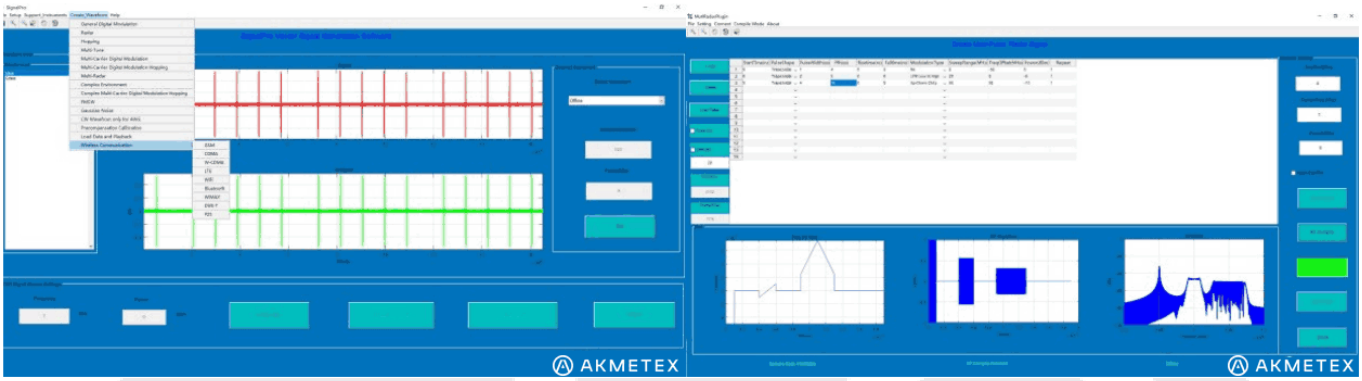


Рисунок 4. Интерфейс программного обеспечения SignalPro для генерации сигналов

Интерфейс программного обеспечения SignalPro для генерации сигналов

По мере увеличения разнообразия видов и сложности методов модуляции формирование сигналов для стандартных испытаний и испытаний с проверкой запаса по параметрам быстро, точно и удобно требует всё больше времени и усилий инженеров-испытателей. Чтобы специалисты могли сосредоточиться на проведении испытаний, а не на создании тестовых сигналов, АКМЕТЕХ предлагает SignalPro — высокоинтегрированное программное обеспечение для генерации и редактирования радиочастотных, промежуточных и комплексных базовых сигналов (RF/IF/IQ), поддерживающее различные типы сигналов и формирование сложной электромагнитной обстановки.

Основные возможности SignalPro — программного обеспечения расширенной генерации и редактирования сигналов RF/IF/IQ:

Генерация различных цифровых и аналоговых модулированных сигналов общего назначения:

- Генерация цифровых модулированных многонесущих сигналов с независимыми настройками каждой несущей.
- Генерация радиолокационных сигналов различных типов и сигналов многоцелевых радиолокационных систем.
- Генерация однотональных и многотональных сигналов.
- Генерация сигналов радиолокаторов с непрерывным частотно-модулированным излучением (FMCW).
- Генерация гауссовского белого шума.
- Генерация сигналов сложной электромагнитной обстановки.
- Генерация многонесущих цифровых модулированных сигналов с перестройкой частоты.
- Внесение ошибок квадратуры, дисбаланса I/Q и временного сдвига между компонентами I и Q.
- Воспроизведение IQ/IF/RF; импорт и воспроизведение осциллограмм, записанных осциллографом (*.wfm), данных анализатора спектра реального времени (*.tiq), текстовых данных (*.txt), а также данных MATLAB (*.mat).

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Программное обеспечение позволяет формировать сложные модулированные сигналы заполнением полей параметров: пользователю не требуется знать внутренние механизмы формирования сигнала — достаточно задать основные параметры и сформировать нужную осциллограмму одним действием. В интерфейсе наглядно отображаются результаты моделирования создаваемого сигнала во временной, частотной и модуляционной областях. Процесс генерации прост и нагляден, сокращает затраты времени и трудоёмкость работы испытателей и повышает эффективность тестирования.

Результаты испытаний моделей радиоканалов



Рисунок 5. Результат испытания затенения вращающимися лопастями (без ослабления, период изменения 200 мс)

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

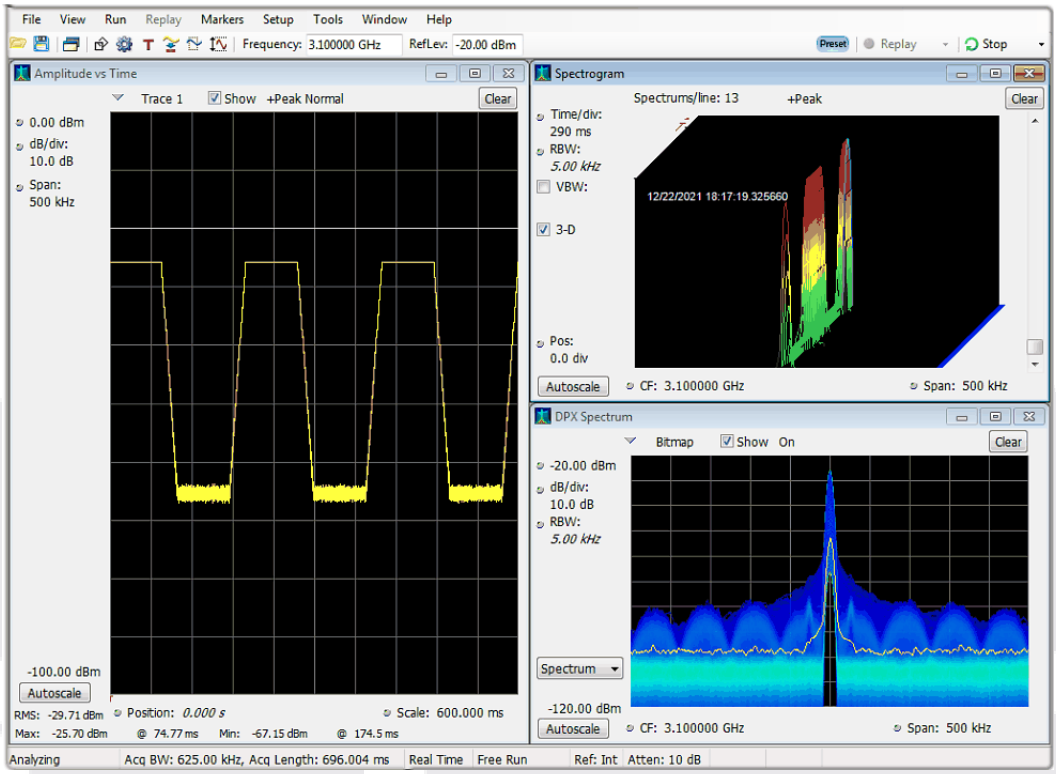


Рисунок 6. Доплеровский сдвиг частоты (водопадная диаграмма синусоидальной модели, смещение 1 кГц)

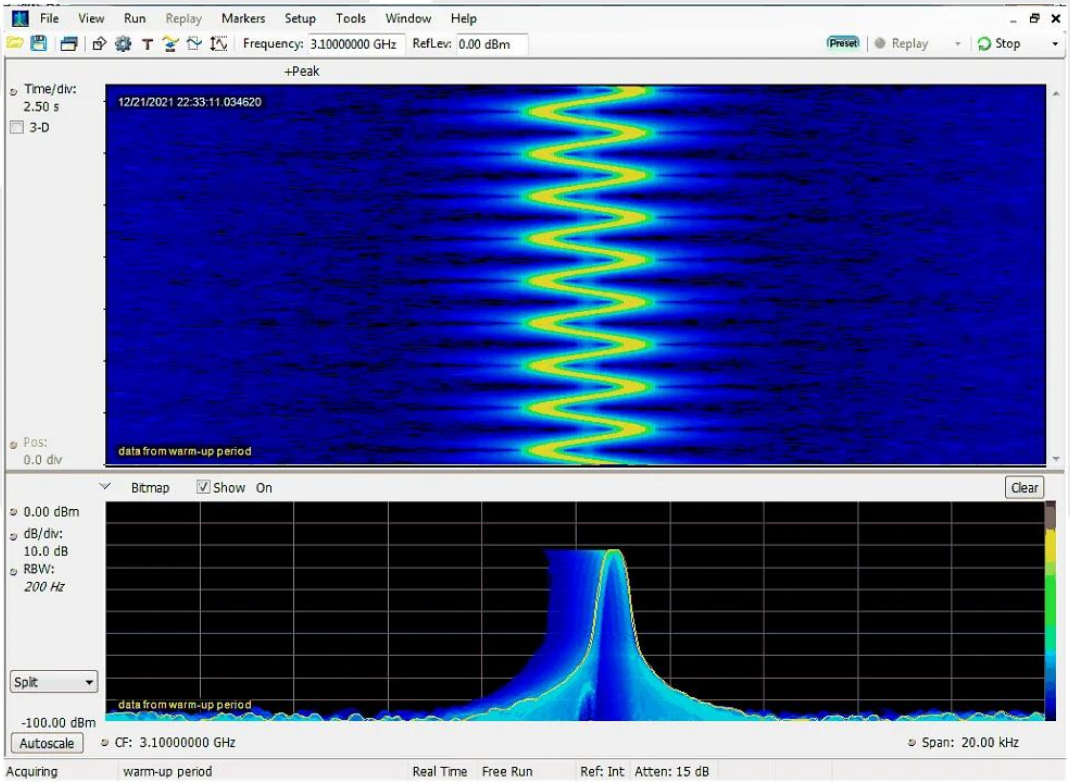


Рисунок 7. Доплеровский сдвиг частоты (трёхмерный график синусоидальной модели, смещение 1 кГц)

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

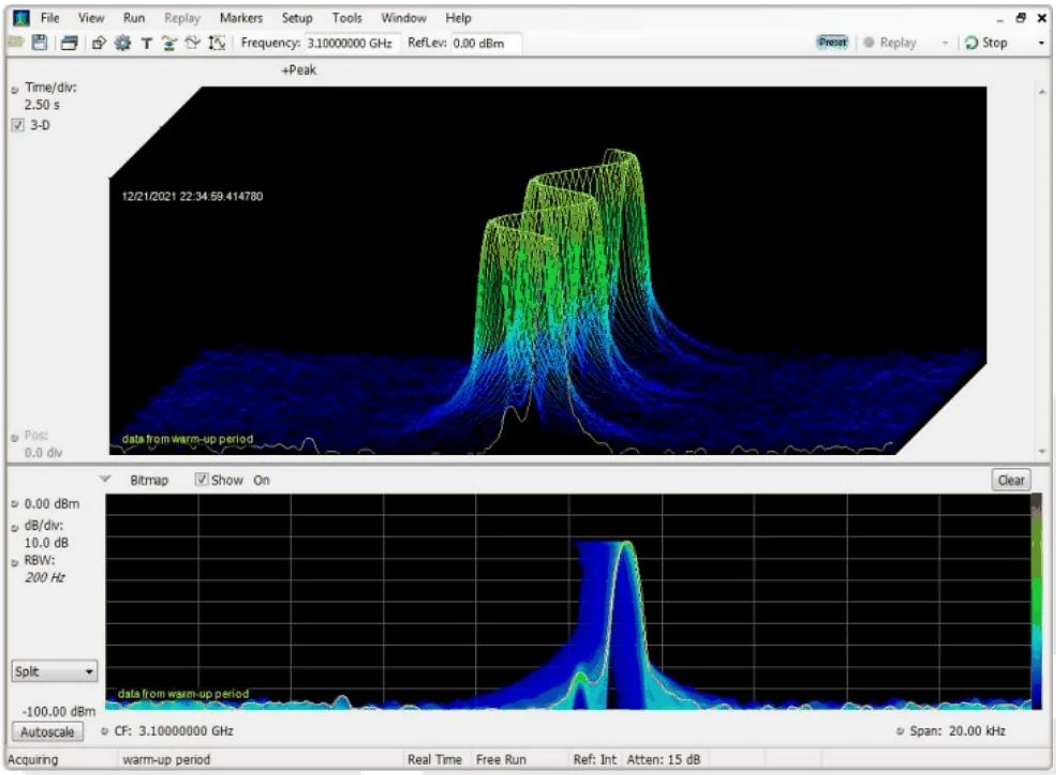


Рисунок 8. Доплеровский сдвиг частоты (водопадная диаграмма синусоидальной модели, смещение 1 МГц)

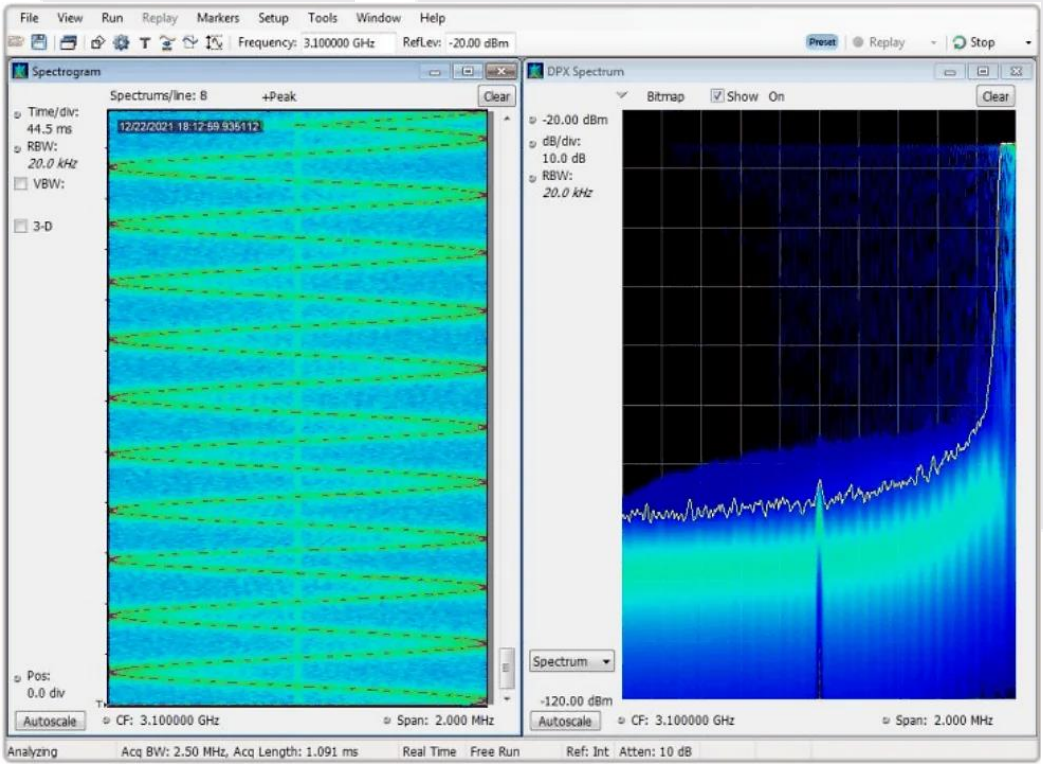


Рисунок 9. Доплеровский сдвиг частоты (водопадная диаграмма треугольной модели, смещение 1 МГц)

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

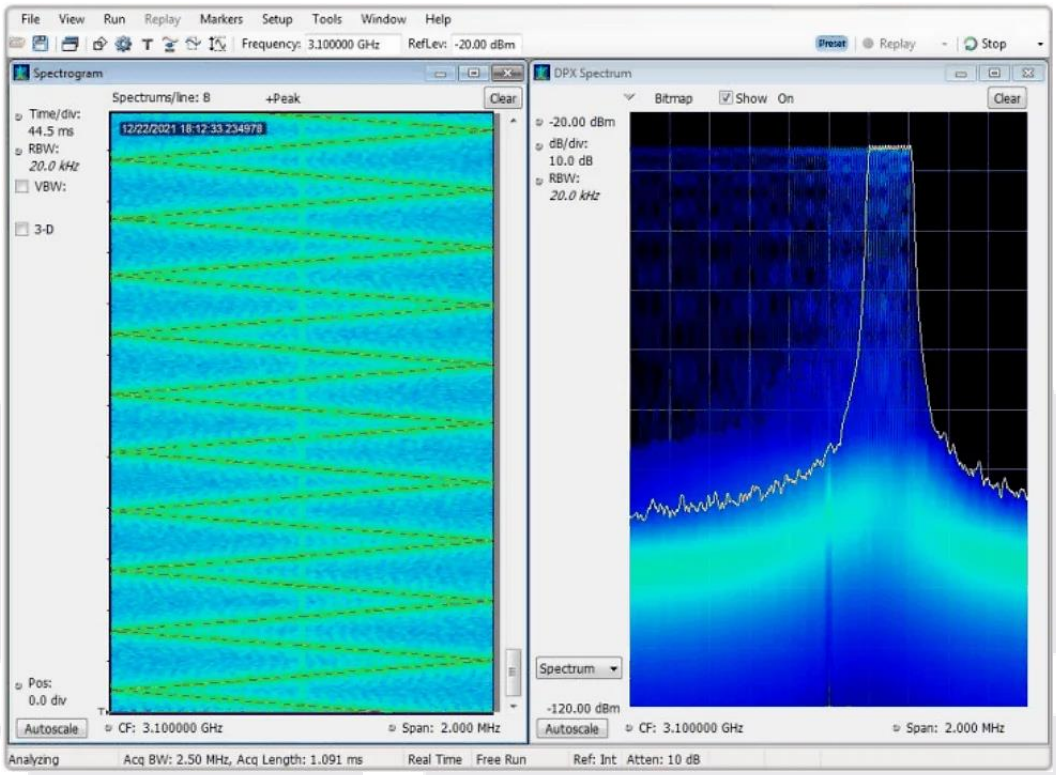


Рисунок 10. Доплеровское смещение тактовой частоты кода

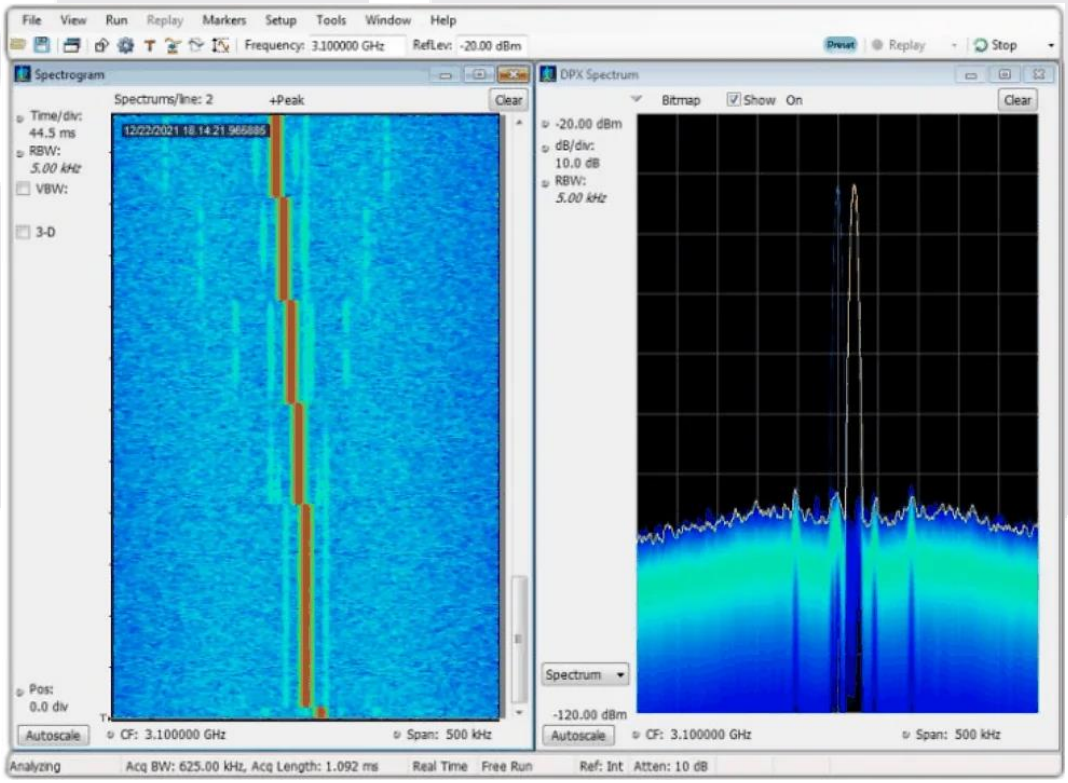


Рисунок 11. Баттерворт (максимальное доплеровское расширение 1 МГц)

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

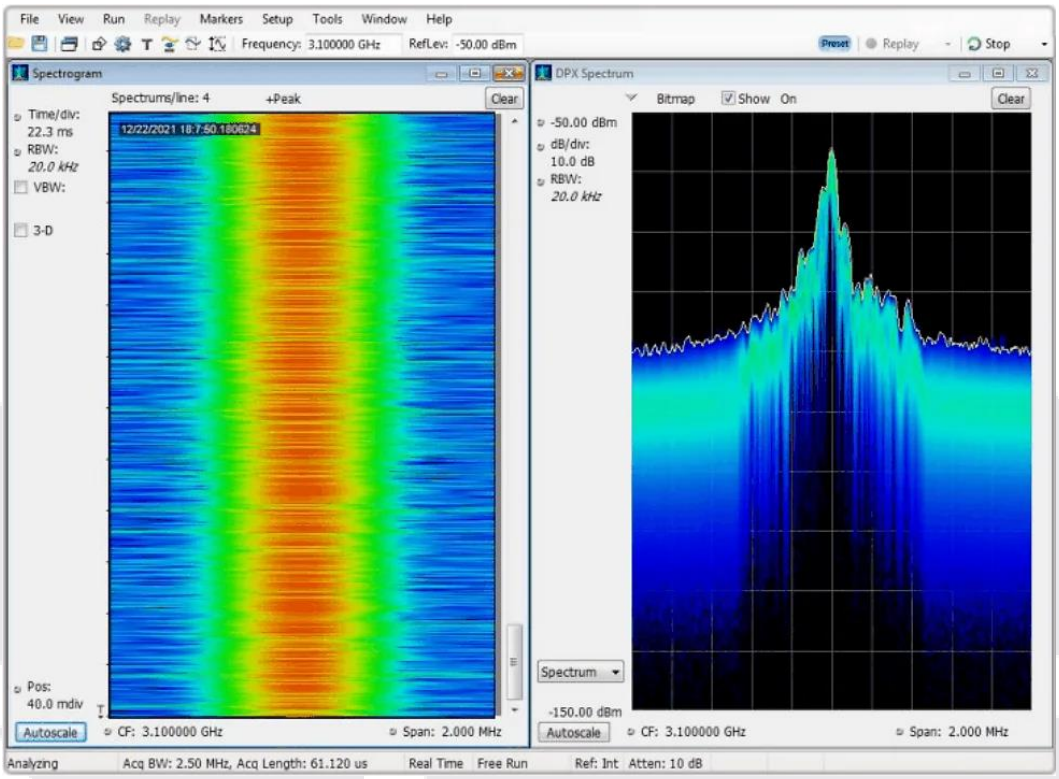


Рисунок 12. Результат испытания гауссовского распределения (максимальное доплеровское расширение 1 МГц)

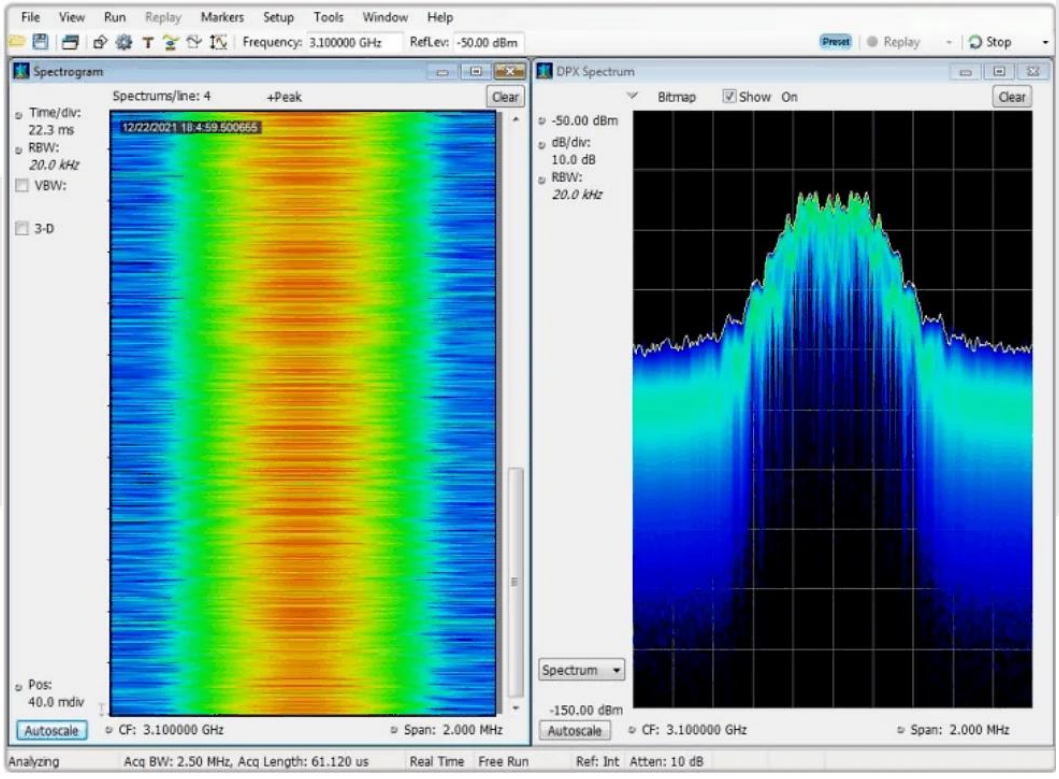


Рисунок 13. Результат испытания распределения Накагами (максимальное доплеровское расширение 1 МГц)

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

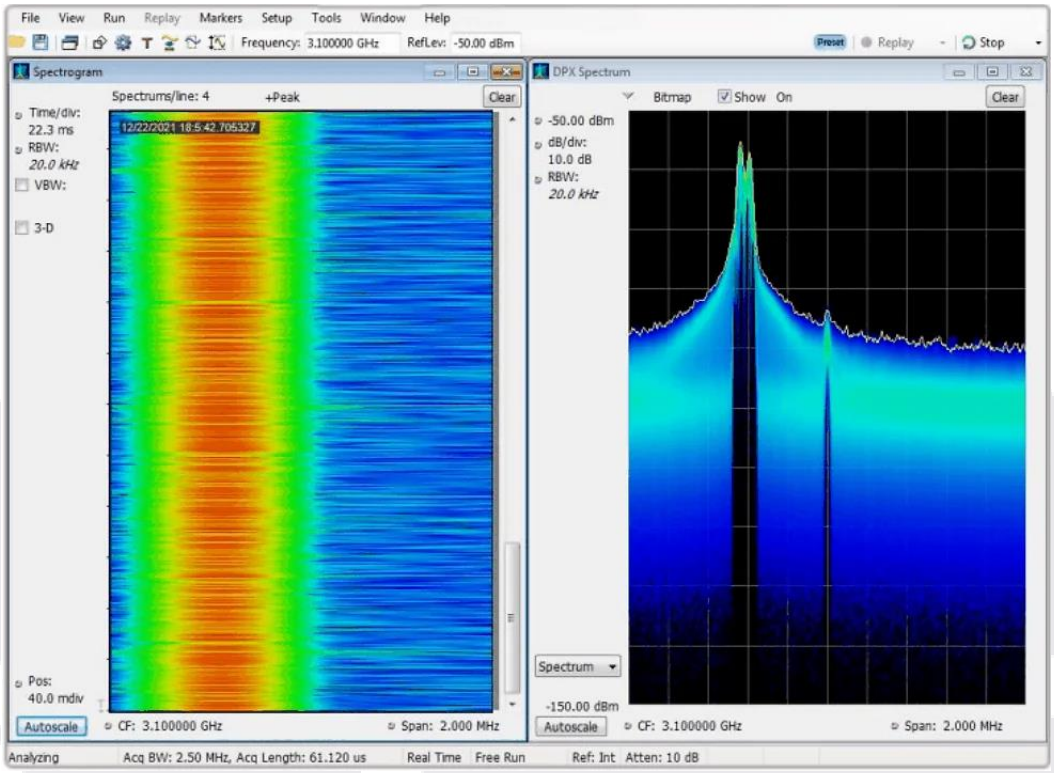


Рисунок 14. Результат испытания плоского спектрального распределения (максимальное доплеровское расширение 1 МГц)

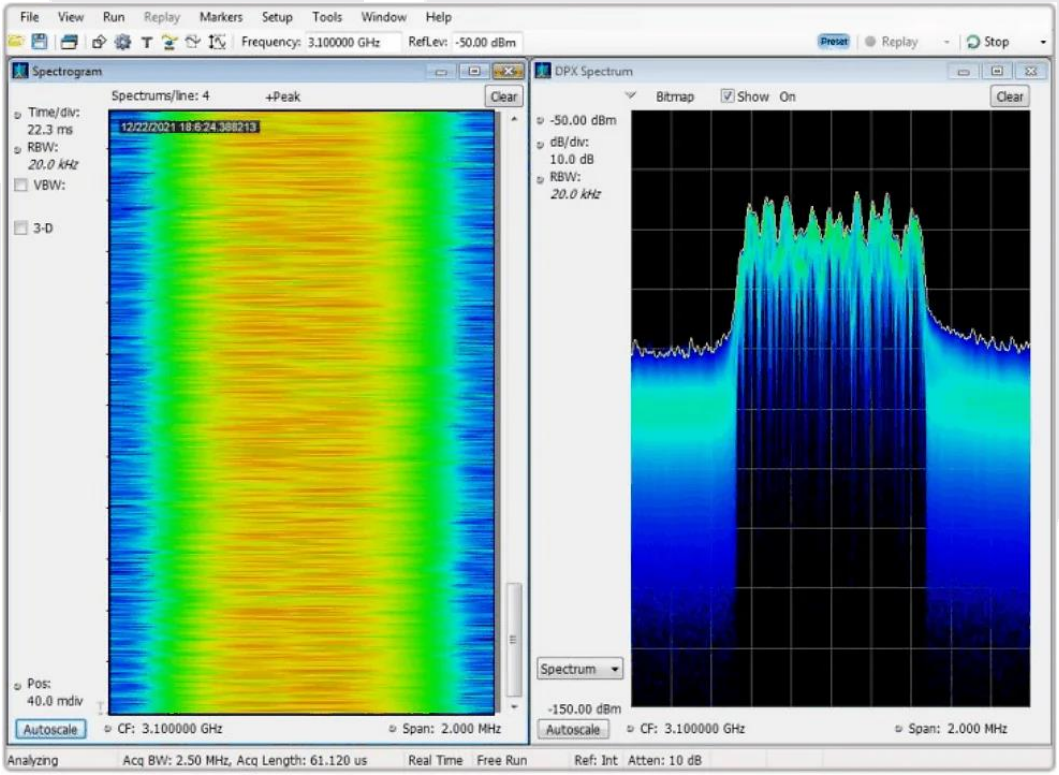


Рисунок 15. Результат испытания кругового спектрального распределения (максимальное доплеровское расширение 1 МГц)

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

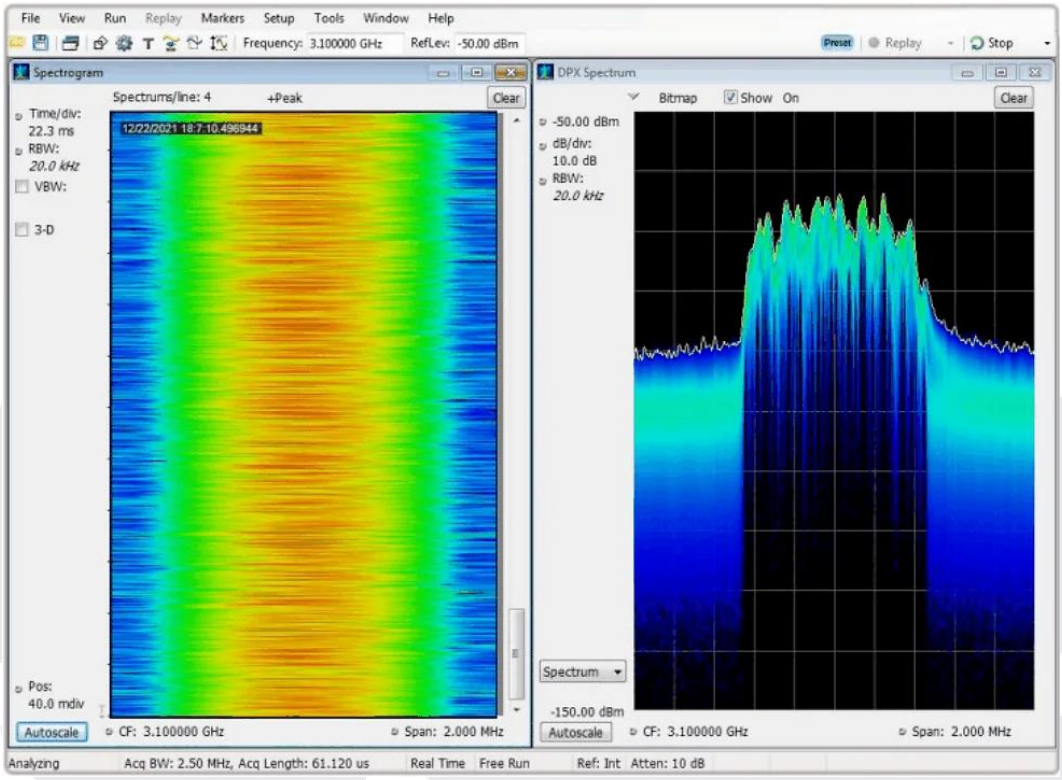


Рисунок 16. Результат испытания распределения Рэлея (максимальное доплеровское расширение 1 МГц)

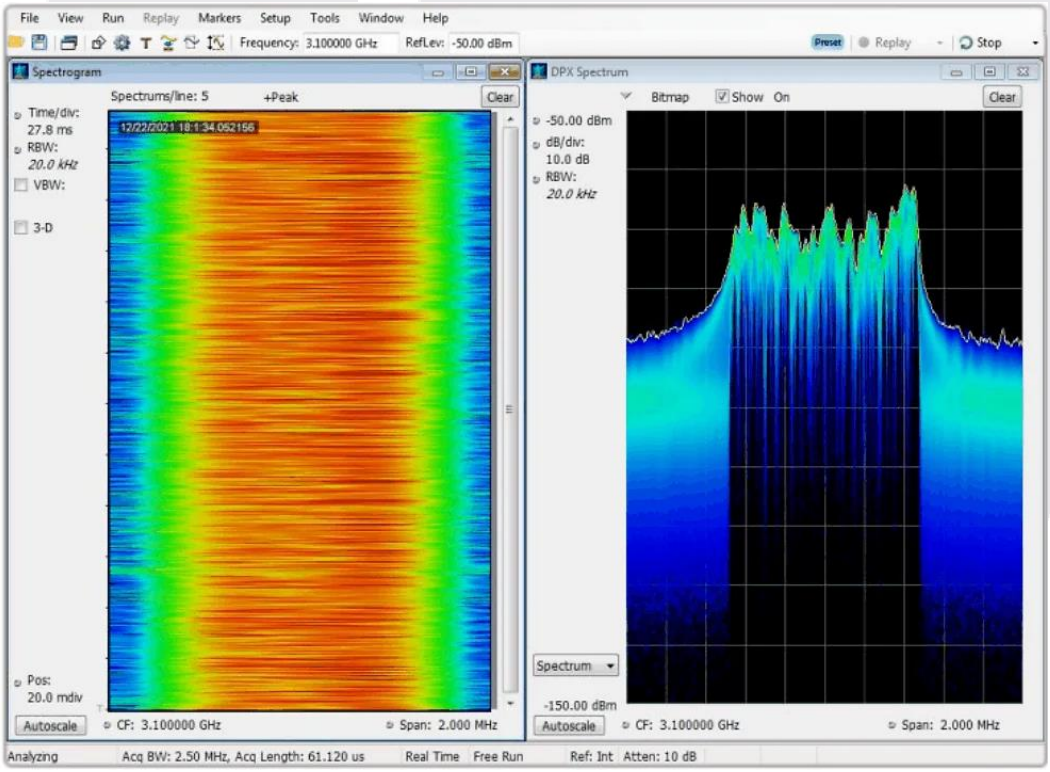


Рисунок 17. Результат испытания распределения Райса (максимальное доплеровское расширение 1 МГц)

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

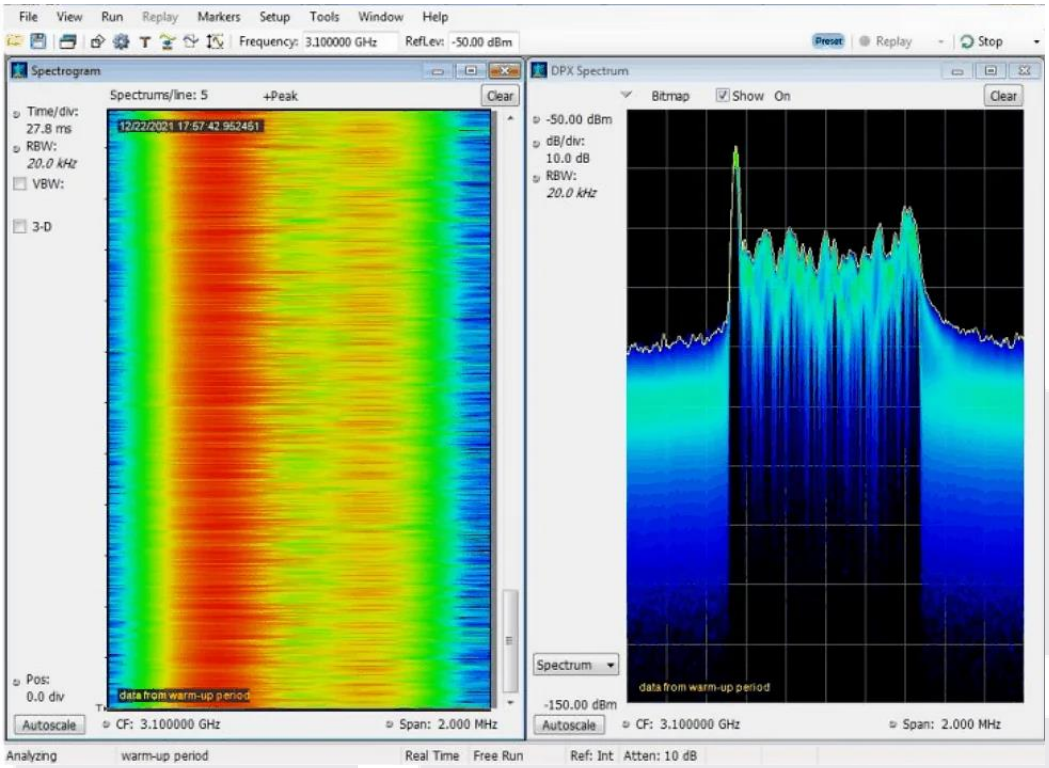


Рисунок 18. Результат испытания логнормального распределения (начальное расстояние 1, конечное расстояние 100)

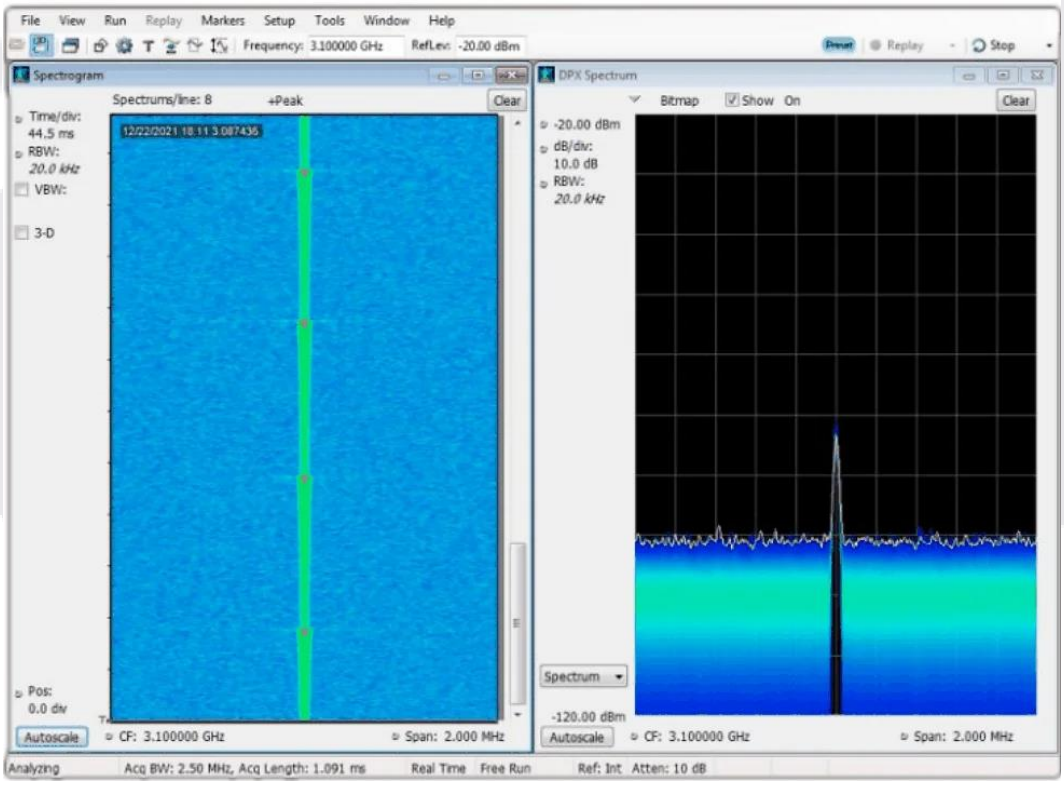


Рисунок 19. Результат испытания задержки (задержка 1 с)

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.