Техническое описание (Data sheet) на русском языке

Maury ACE9000 — эмуляторы радиоканалов

Серия ACE9000 Advanced Channel Emulator: ACE9072, ACE9125, ACE9300 и ACE9600.



РИСУНОК 1. Эмулятор радиоканалов Maury ACE9000 — передняя панель

Содержание

Сравнение моделей ACE9000
Описание и назначение
Особенности и области применения
Масштабируемая архитектура
Моделируемые воздействия на радиолинию
Программное обеспечение моделирования
Преобразователи частоты
Технические характеристики
Режим моделирования канала (Link Mode)
Задержка, частотный сдвиг, ослабление и фаза
AWGN и Eb/N_0
Многолучевые замирания
Динамический режим
Управление, питание и конструкция

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

Сравнение моделей ACE9000

Параметр	ACE9072	ACE9125	ACE9300	ACE9600
Полоса пропускания РЧ-тракта (по уровню 1 дБ)	72 МГц	125 МГц	300 МГц	600 МГц
Центральная частота ПЧ	140 или 1125 МГц	1125 МГц	1125 МГц	1125 МГц
Число независимых симплексных каналов	1–4	1–4	1–4	1–4
Минимальная задержка на канал	7 мкс	7 мкс	7 мкс	7 мкс
Максимальная задержка при полной полосе	700 мс	700 мс	700 мс	700 мс
Максимальная задержка при уменьшенной полосе	1400 мс	1400 мс	1400 мс	1400 мс

Модели различаются прежде всего полосой пропускания. Возможность использования функций DSP, преобразователей частоты и дополнительных видов искажений зависит от комплектации.

Описание и назначение

ACE (Advanced Channel Emulator) — аппаратно-программная испытательная платформа на базе DSP, позволяющая в реальном времени вносить в радиосигнал различные виды искажений. Она предназначена для лабораторных испытаний беспроводных приёмников, радиостанций диапазонов ОВЧ и УВЧ (VHF/UHF), спутниковой аппаратуры полезной нагрузки, наземных стационарных и мобильных, а также бортовых приёмопередатчиков.

Платформа ACE не зависит от конкретного типа сигнала и выпускается с мгновенной полосой от 72 до 600 МГц. Дополнительные DSP-функции обеспечивают моделирование искажений радиолинии, многолучевого распространения в каналах мобильных цифровых приёмников, спутниковой полезной нагрузки и влияния аппаратных узлов.

ACE9000 является дальнейшим развитием серии эмуляторов спутниковых линий связи SLE компании dBm и поддерживает динамические файлы данных, созданные для SLE. Это позволяет перейти к более широкополосным и сложным сценариям испытаний с сохранением ранее подготовленных моделей.

Эмулятор воспроизводит задержки распространения с сохранением непрерывности фазы, плоские замирания, потери распространения, скачкообразную перестройку частоты, фазовый и доплеровский сдвиг. Это позволяет создавать реалистичные сценарии двусторонней связи для испытаний цифровых приёмников с замкнутым контуром обратной связи.

В одном шасси предусмотрено до четырёх независимых симплексных каналов. В зависимости от полосы используется промежуточная частота 140 или 1125 МГц. Для расширения рабочего

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

диапазона доступны внутренние перестраиваемые повышающие/понижающие преобразователи L-диапазона и внешние преобразователи диапазонов C, S, X, Ku и Ka.

Параметры испытаний вводятся с помощью цветного сенсорного дисплея передней панели, загружаются из внутренней памяти либо передаются через высокоскоростной интерфейс Ethernet. Энергонезависимая память для динамических файлов, конфигураций и конфиденциальных данных размещена на съёмной SD-карте. Её можно извлечь из прибора для соблюдения ограничений режимных и военных лабораторий.

DSP-подсистема обеспечивает опциональное моделирование многолучевых замираний по распределениям Рэлея, Райса и нормальному распределению — до 12 лучей на канал, — а также внесение цифрового аддитивного белого гауссовского шума (AWGN) с изменяемой занимаемой полосой.

Платформа допускает расширение функциями моделирования искажений, вносимых спутниковой полезной нагрузкой и аппаратными узлами: фильтрами IMUX и OMUX, программируемыми фазовым шумом и групповой задержкой, неравномерностью амплитудной характеристики, компрессией усиления, нелинейностью AM/AM и AM/PM, а также фильтрами промежуточной частоты.

Особенности и области применения

Основные особенности

- Моделирование радиолинии: задержка, доплеровский сдвиг, потери распространения, фазовый сдвиг и скачкообразная перестройка частоты.
- Многолучевые замирания — до 12 лучей на канал (дополнительная функция DSP).
- Аддитивный белый гауссовский шум AWGN (дополнительная функция DSP).
- Моделирование воздействий спутниковой полезной нагрузки: IMUX, OMUX, групповая задержка, неравномерность амплитудной характеристики, фазовый шум, нелинейности AM/AM и AM/PM, мешающие сигналы (дополнительные функции).
- Съёмная энергонезависимая память для использования в лабораториях с ограничениями на хранение данных.

Области применения

- Испытания наземных станций спутниковой связи.
- Испытания спутниковой полезной нагрузки.
- Комплексные стендовые испытания спутниковых систем.
- Испытания мобильных приёмопередатчиков.
- Испытания радиостанций UHF/VHF.
- Испытания беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).
- Моделирование атмосферных сцинтилляций и временной дисперсии задержки.
- Испытания радиолиний «спутник — стационарная/мобильная наземная станция» и «спутник — спутник».

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

Масштабируемая архитектура

До четырёх шасси с четырьмя каналами в каждом можно объединить в синхронизированную систему общей ёмкостью до 16 каналов. Высокоскоростная цифровая шина обеспечивает временную синхронизацию и корреляцию между любыми многолучевыми компонентами каналов в любом шасси. Управление осуществляется через высокоскоростной LAN или цветной сенсорный дисплей передней панели.

Моделируемые воздействия на радиолинию

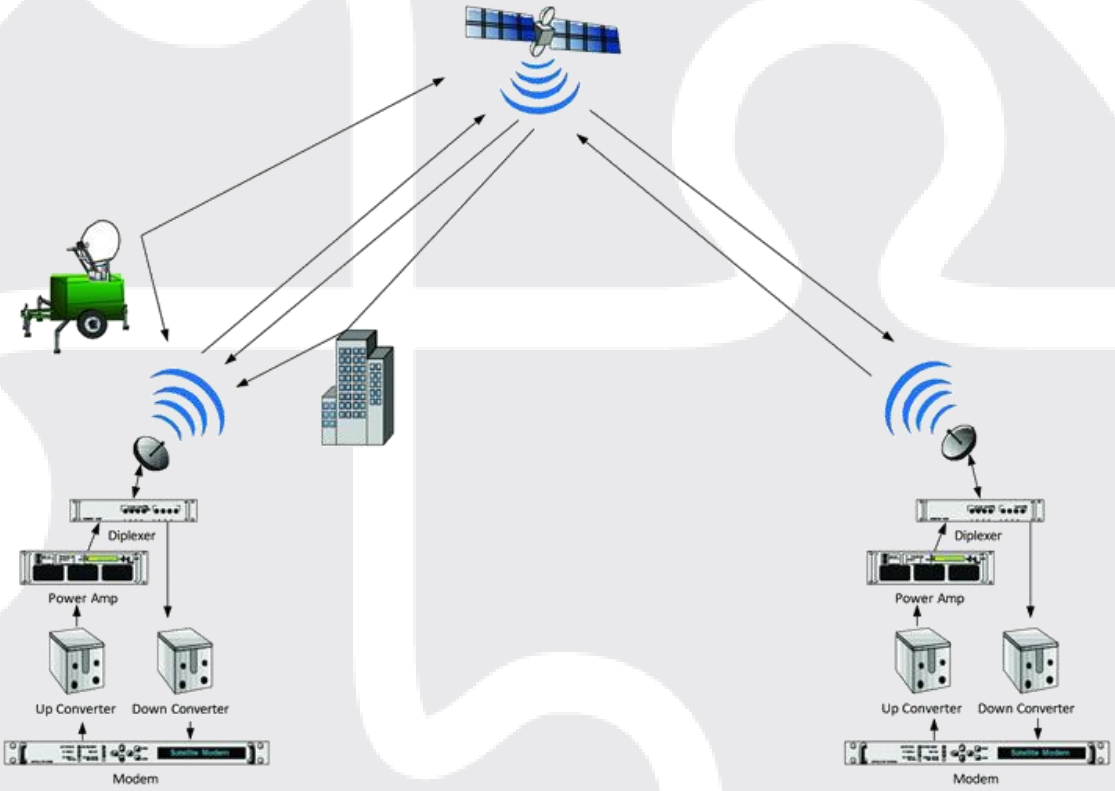

РИСУНОК 2. Типичные источники искажений радиолинии и воздействия аппаратных узлов

Источник воздействия	Моделируемые эффекты
Бортовая аппаратура	Фазовый шум; групповая задержка; неравномерность амплитудной характеристики; преобразование AM/PM; амплитудная компрессия; коэффициент шума.
Распространение в свободном пространстве	Задержка; многолучевость; доплеровский сдвиг; AWGN; потери в свободном пространстве и атмосфере; ионосферные возмущения.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

Антенны MIMO	Корреляция путей; разброс задержек; доплеровское рассеяние; пространственное разнесение; поляризация.
Наземная аппаратура	Фазовый шум; групповая задержка; неравномерность амплитудной характеристики; AM/PM; амплитудная компрессия; коэффициент шума.
Внешние источники	Мешающие радиоизлучения.

Дополнительные DSP-пакеты для моделирования влияния спутниковой полезной нагрузки и наземной аппаратуры подбираются для конкретной конфигурации ACE9000.

Программное обеспечение моделирования

SATGEN II — программное обеспечение для моделирования спутниковых орбит, формирующее файлы параметров радиолиний в формате ACE9000. Графический интерфейс позволяет определять интервалы прямой радиовидимости между приёмопередатчиками.

Для каждого канала можно задать до восьми приёмопередатчиков: стационарных наземных станций, наземных транспортных средств, судов и самолётов. Подвижные объекты перемещаются по заданным траекториям с изменяемой скоростью. SATGEN II поддерживает моделирование произвольных спутниковых орбит и формирует файлы задержки, доплеровского сдвига и потерь распространения.

Модель потерь учитывает затухание в атмосферных газах как функцию частоты, температуры и влажности в дополнение к потерям в свободном пространстве.

ACE9000 также может принимать файлы, сформированные в Analytical Graphics STK, для моделирования радиосвязи между спутниками, связи с БПЛА и другими движущимися объектами, включая суда и подвижные командные пункты.



РИСУНОК 3. Программное моделирование сценариев радиосвязи и подготовка файлов параметров канала

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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



РИСУНОК 4. Графическое отображение спутниковых орбит и радиолиний

Преобразователи частоты

Для испытаний на рабочих частотах СВЧ-радиолиний предлагаются внешние многоканальные повышающие и понижающие преобразователи частоты. Они расширяют область применения ACE9000 при сквозных испытаниях радиолиний на фактических рабочих частотах.

Преобразователи оснащены интерфейсами управления Ethernet и IEEE 488.2. Также предусмотрено непосредственное управление преобразователями со стороны ACE9000 для интеграции в единый испытательный комплекс.



РИСУНОК 5. Внешний многоканальный преобразователь частоты для ACE9000

Технические характеристики

Режим моделирования канала (Link Mode)

Параметр	ACE9072	ACE9125	ACE9300	ACE9600
Центральная частота	140 или 1125 МГц	1125 МГц	1125 МГц	1125 МГц
Полоса РЧ-тракта по уровню 1 дБ	72 МГц	125 МГц	300 МГц	600 МГц

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

Минимальная задержка на канал	7 мкс	7 мкс	7 мкс	7 мкс
Максимальная задержка при полной полосе	700 мс	700 мс	700 мс	700 мс
Максимальная задержка при уменьшенной полосе	1400 мс	1400 мс	1400 мс	1400 мс

Общий параметр режима Link Mode	**Значение**
Количество независимых каналов	1, 2, 3 или 4
Максимальная мощность входного РЧ-сигнала	0 дБм
Максимальная мощность выходного РЧ-сигнала	0 дБм
Подавление внутриполосных побочных составляющих	−55 дБн (типовое), −45 дБн (максимальное значение)
Спектральная плотность шумов	Исполнение ПЧ: −143 дБм/Гц (тип.); L-диапазон: −138 дБм/Гц (тип.)
Неравномерность АЧХ	ПЧ: <0,5 дБ пик–пик; L-диапазон: <1,5 дБ пик–пик
Неравномерность групповой задержки	ПЧ: <5 нс пик–пик; L-диапазон: <8 нс пик–пик
КСВН на нагрузке 50 Ом	<1,5:1

Задержка, частотный сдвиг, ослабление и фаза

Группа параметров	Характеристика	Значение
Задержка	Диапазон	От 7 мкс до 700 мс при полосе 72/125/300/600 МГц; при уменьшенной полосе максимальная задержка — 1400 мс. Минимальная задержка — 7 мкс.
Задержка	Разрешение в статическом режиме	0,01 Гц
Задержка	Разрешение в динамическом режиме	0,1 пс
Задержка	Скорость изменения	От 0,1 пс/с до 2 мкс/мс
Задержка	Относительная точность	±1 нс с учётом опорной частоты 10 МГц
Частотный сдвиг	Диапазон	±6,0 МГц

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

Частотный сдвиг	Разрешение	0,01 Гц
Частотный сдвиг	Абсолютная точность	Определяется опорной частотой 10 МГц; ±0,01 Гц
Ослабление	Диапазон	0–70 дБ
Ослабление	Разрешение	0,10 дБ
Ослабление	Скорость изменения	>70 дБ/мс
Ослабление	Точность	±0,20 дБ
Фазовый сдвиг	Диапазон	0–359,9°
Фазовый сдвиг	Разрешение	0,1°
Фазовый сдвиг	Точность	<1°
Внутренние преобразователи L-диапазона	Диапазон центральных частот	700–2300 МГц
Внутренние преобразователи L-диапазона	Шаг настройки	1 МГц

AWGN и Eb/N_o

Параметр	**Значение**
Пик-фактор AWGN	>16 дБ
Период повторения шумовой последовательности	>24 ч
Точность функции плотности вероятности	Отклонение от теоретического гауссовского распределения <1% в пределах 6,666σ
Полоса шума	Равна полосе пропускания сигнала
Неравномерность спектральной плотности	<0,1 дБ пик–пик (макс.)
Диапазон спектральной плотности шумовой мощности	От −103 дБм/Гц (тип.) до собственного шумового порога прибора
Разрешение установки спектральной плотности шумовой мощности	≤0,01 дБ
Точность установки спектральной плотности шумовой мощности	<±0,2 дБ
Eb/N_o — разрешение установки отношения	0,01 дБ
Eb/N_o — точность	±0,2 дБ

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

Многолучевые замирания

Параметр	Значение
Максимальное количество лучей	12
Частота обновления динамического профиля	1 раз в секунду; обновляются доплеровский сдвиг, задержка, угол прихода (AoA) и ослабление
Типы распределений	CW, Рэлей, Райс, логнормальное; отключено
Форма спектрального распределения (Рэлей, Райс)	SQRT {1−(f/fd)}; пик 6 дБ при fd
Точность функции плотности вероятности	В пределах 0,5 дБ от теоретического распределения в диапазоне уровней от +10 до −30 дБ относительно среднего
Частота пересечения уровня	Отклонение от теоретической <±2,5% в диапазоне от −30 до +9 дБ
Диапазон ослабления	0–30 дБ
Разрешение установки ослабления	0,1 дБ
Диапазон доплеровского расширения	0–10 кГц
Разрешение доплеровского расширения	1 Гц
Диапазон задержки многолучевых компонентов	0–10 мкс
Разрешение задержки многолучевых компонентов	1 нс
K-фактор Райса	−10…+20 дБ
Разрешение K-фактора	1 дБ
Корреляция	0–100% с шагом 1%
Угол прихода	0–180°
Разрешение угла прихода	1°

Динамический режим

Параметр	Значение
Динамически изменяемые параметры	Задержка, частотный сдвиг, ослабление, AWGN и фаза
Период обновления профиля для этих параметров	1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 и 1000 мс

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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

Дополнительные динамические параметры	Многолучевость и РЧ-частота
Период обновления профиля многолучевости и РЧ-частоты	100, 200, 500 и 1000 мс
Точность периода обновления	Определяется опорной частотой 10 МГц
Запуск сценария	С клавиатуры передней панели, по LAN, внешним сигналом или от ведущего шасси
Точность синхронизации запуска	Начало выполнения синхронизировано со вторым тактом обновления после сигнала запуска
Объём памяти для динамических файлов	Практически неограничен; SD-карта 32 ГБ

Управление, питание и конструкция

Параметр	**Значение**
Локальное управление	Передняя панель
Дистанционное управление	Разъём RJ45, IEEE 802.3
Погрешность внутреннего опорного генератора	<2,5 ppm
Напряжение питания	85–264 В переменного тока, автоматическое переключение диапазона
Частота сети питания	47–440 Гц
Потребляемая полная мощность	До 470 ВА
Предохранитель	8 А, инерционный
Рабочая температура	От +10 до +40 °C
Габариты (Ш × В × Г)	17 × 7,0 × 21 дюйм

Исполнение шасси	**Масса без опции L**	**Масса с опцией L**
1 канал	37 фунтов	40 фунтов
2 канала	38 фунтов	44 фунта
4 канала	50 фунтов	52 фунта

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

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