

## Keysight Technologies

Тестирование систем аэрокосмической, спутниковой и бортовой радиосвязи с помощью эмуляции каналов средствами Prosim



## Использование перспективного решения компании Keysight для комплексной проверки фактической производительности систем связи для передачи особо важной информации

Решение для эмуляции каналов аэрокосмической связи объединяет в себе эмулятор каналов Prosim F8 компании Keysight и предлагаемый ею инструмент моделирования для тестирования аэрокосмических, спутниковых и бортовых систем радиосвязи в лабораторных условиях. Эмулятор каналов Prosim F8 производства компании Keysight Technologies позволяет моделировать беспроводные радиоканалы в режиме реального времени. Обеспечивая наивысшую целостность сигнала в отрасли, файловая эмуляция тестовых сценариев средствами Prosim гарантирует точные, реалистичные и воспроизводимые условия испытаний для телеметрии, аэрокосмической, спутниковой связи и высокомобильной связи с широкополосным доступом.

Интеграция современного эмулятора наземных каналов с эмулятором спутниковых каналов в одном компактном и доступном по стоимости блоке от компании Keysight — Prosim Aerospace.

- Создание реалистичной тестовой среды для проверки распространения сигналов аэрокосмических, спутниковых и бортовых линий радиосвязи
- Подключение радиостанций для тестирования комплексной производительности
- Минимизация объема требуемых полевых испытаний
- Тестирование одного приемника или нескольких приемопередатчиков одновременно (например, при переключении каналов)
- Проведение виртуального тестирования в критических, но маловероятных условиях распространения сигналов
- Создание тестовых сред, которые удовлетворяют требованиям, предъявляемым к максимальным уровням доплеровского сдвига частоты и ускорения
- Разработка систем связи для ответственных применений с высокими требованиями к надежности
- Тестирование распространения радиосигналов в космической, воздушной, наземной среде и в закрытых помещениях



Эмулятор каналов Prosim F8

Современные сложные коммуникационные системы разрабатываются для того, чтобы соответствовать растущим требованиям по широкополосной передаче данных в аэрокосмических, спутниковых и бортовых системах связи. Одним из примеров такого применения являются коммерческие авиаперевозки, во время которых на борту самолета пассажирам предоставляются услуги широкополосной связи.

Тестирование в контролируемой лабораторной среде предоставляет разработчикам систем беспроводной связи надежное и экономически эффективное решение для тестирования каналов связи «воздух-воздух» и «воздух-земля» с задействованием широкого спектра сценариев вариантов использования. В лаборатории бортовые и космические системы связи могут тестироваться в условиях реальной окружающей среды, например, с эффектом Доплера при высоких скоростях, при длительных задержках и в широком спектре значений изменения динамического диапазона.

Сбой в канале связи может привести к утрате жизненно важных данных, поэтому системы аэрокосмической, спутниковой и бортовой связи должны отвечать самым строгим требованиям в отношении надежности. Ремонт авиационно-космических и спутниковых устройств зачастую является весьма сложной — а в некоторых случаях практически невыполнимой — и дорогостоящей задачей. В этой связи крайне важно в максимальной степени точно смоделировать все различные явления, которые могут повлиять на работоспособность радиоустройства в конечной среде. Предлагаемое решение — это единственное средство, чтобы гарантировать надежное функционирование каналов связи и радиосистем. Решение для эмуляции каналов Prosim Aerospace компании Keysight является основой для выполнения указанных требований к испытаниям.

Решение для эмуляции каналов Prosim Aerospace обеспечивает самый высокий уровень быстродействия и точности эмуляции из предлагаемых на рынке. В нем обеспечивается оригинальная интеграция функций современного эмулятора наземных каналов и эмулятора спутниковых каналов в одном компактном и доступном по стоимости блоке.

С помощью одного контрольно-измерительного прибора можно провести тестирование бортовых шлюзовых систем связи (например, LTE), а также устанавливаемых в помещении точек доступа (например, Wi-Fi), к которым подключаются конечные пользователи.

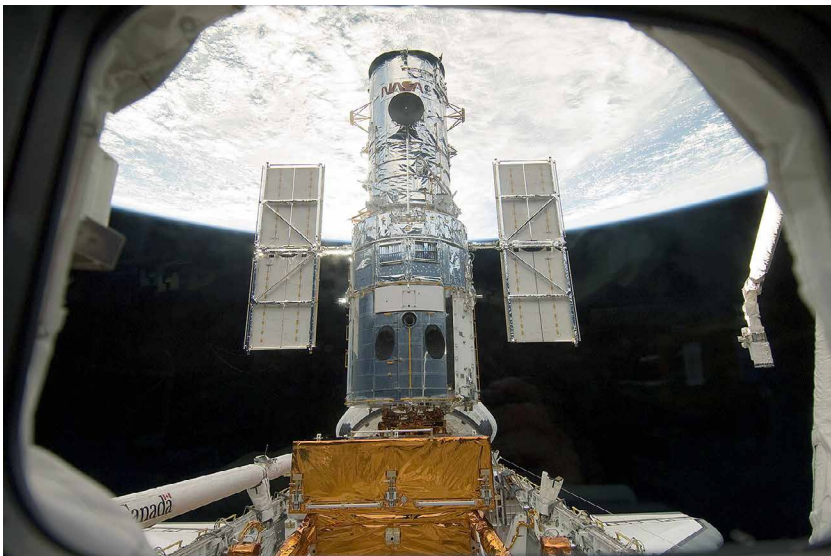
Решение для эмуляции каналов Prosim Aerospace компании Keysight является самым надежным и экономически эффективным средством для тестирования радиоканалов.

- Усиление функциональности каналов связи для передачи особо важной информации
- Обеспечение реальных условий для тестирования средств радиосвязи
- Сведение к минимуму необходимости в проведении полевых испытаний, так как большая часть может быть выполнена в лаборатории
- Обеспечение плавного взаимодействия между различными системами
- Повышение качества обслуживания и уровня восприятия с точки зрения конечного пользователя
- Сокращение цикла разработки
- Сокращение общих затрат на тестирование и разработку

Эмуляция аэрокосмических и наземных каналов в одном приборе для большей временной и экономической эффективности тестирования

*«Этот инструмент позволяет воссоздать в лаборатории среду для тестирования производительности систем связи во время критических этапов запуска и полета, а также процедуры стыковки космических станций и посадки космического корабля. Это помогает нам обеспечить работоспособность системы связи для передачи особо важной информации еще до запуска».*

*Чатвин Лэнсдаун, инженер NASA, Центр космических исследований им. Джонсона*



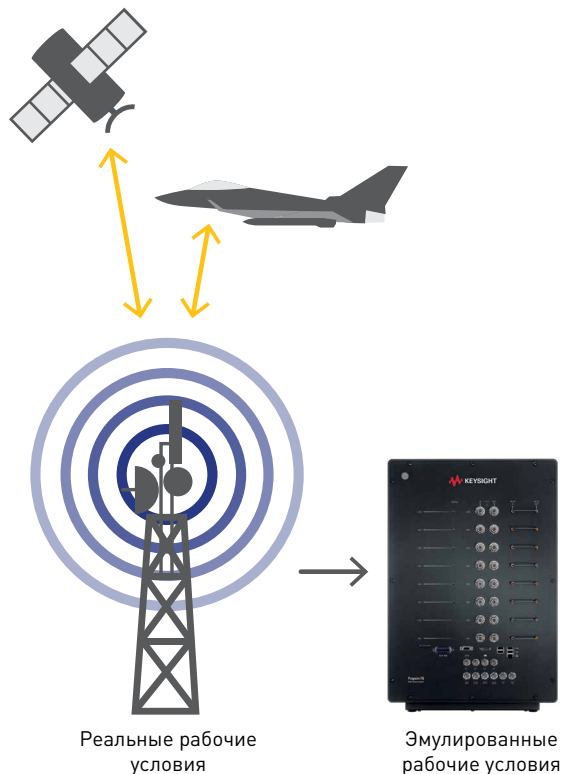
## Определение и решение проблем на ранних этапах процесса разработки для сокращения цикла проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Использование эмуляторов каналов Prosim для выявления проблем на ранней стадии в процессе разработки может обеспечить более высокую готовность и меньшее количество ошибок в выпускаемой продукции еще до проверки в полевых условиях. Такой подход позволяет ускорить цикл проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и существенно сократить затраты производителя на разработку и тестирование.

Кроме того, некоторые режимы функционирования систем в труднодоступных районах практически невозможно проверить в полевых условиях. Точное и достоверное воссоздание среды испытаний в лабораторных условиях с использованием Prosim позволяет начать тестирование производительности ранних прототипов устройств, которые еще не готовы к тестированию в реальных условиях. В качестве решения для проведения лабораторного тестирования эмулятор радиоканалов Prosim является функционально гибкой, экономически эффективной и надежной альтернативой более трудоемкому и дорогостоящему тестированию в полевых условиях.

## Повышение уровня системной интеграции

Работайте в среде тестирования, эмулированной средствами Prosim, на этапе системной интеграции для проверки бесперебойности функционирования различных частей системы. Это особенно важно, когда опытно-конструкторские работы выполняются различными организациями. Качество конечного продукта может быть гарантировано, так как каждая подсистема проверяется в соответствии с согласованными спецификациями. Срок службы спутниковых и бортовых систем радиосвязи больше, чем у стандартных радиоустройств. Решение для эмуляции каналов Prosim Aerospace также позволяет обеспечить совместимость новых компонентов перед их установкой в рабочую систему.



Создание реальных условий работы радиоканалов в лабораторной среде с использованием решения для эмуляции каналов аэрокосмической связи Prosim F8

*«Реализация мобильного широкополосного доступа на борту самолета представляет собой крайне сложную задачу из-за высокой скорости полета и большей, чем на земле, дистанции динамического канала связи. Решение для эмуляции каналов Prosim Aerospace от компании Keysight позволяет тестировать различные условия работы каналов радиосвязи на борту самолета, не поднимаясь при этом в воздух. Теперь мы можем предложить нашим клиентам качество обслуживания на борту самолета, к которому они привыкли на земле».*

*Юн Лю, старший радиоинженер, компания Aircell LLC*

## Создание реалистичных условий распространения сигналов в воздушно-космическом пространстве для различных тестовых сценариев

Инструмент Prosim для моделирования систем аэрокосмической связи позволяет создавать реалистичные условия распространения сигналов в воздушно-космическом пространстве для различных тестовых сценариев. Графические средства редактирования позволяют легко визуализировать стационарные и движущиеся объекты, параметры каналов и процесс отработки тестовых сценариев Prosim.

## Воспользуйтесь решением Prosim Aerospace для получения точных и надежных результатов тестирования

Повышение эффективности тестирования на основных участках технологического процесса с помощью инструмента моделирования систем аэрокосмической и спутниковой связи Prosim

## Создание сценариев тестирования систем аэрокосмической и спутниковой связи с помощью функций встроенного редактора или импорта данных

Программа-редактор поддерживает создание динамических сценариев многолучевого распространения. Она имеет файловый интерфейс, который позволяет импортировать пользовательские данные из инструментов создания сценариев сторонних производителей.

## Определение параметров схемы тестирования

Программа-редактор позволяет использовать и подключать несколько радиопередатчиков в одном сценарии. Он также позволяет при необходимости добавлять источники аддитивного белого гауссова шума (АБГШ) в каждый канал независимо друг от друга.

## Отработка модели на эмуляторе

Благодаря использованию в эмуляторе Prosim архитектуры с одноблочной интегрированной платформой результаты гарантированно будут когерентными и воспроизводимыми во времени и по ВЧ фазе.

### Создание сценария

- Доплеровский профиль
- Профиль задержки по мощности
- Расстояние
- Скорость
- Местность
- Траектории

### Определение параметров схемы тестирования

- Количество радиоустройств
- Частота индивидуальных радиоустройств
- Энергетический потенциал канала связи
- Помехи
- АБГШ

### Отработка модели на эмуляторе Prosim

- Воспроизводимая эмуляция
- Текущий контроль параметров эмуляции

## Эмуляция эффекта Доплера при высокой скорости объектов, длительных задержек распространения и резких изменений дальности в лабораторных условиях

### Уникальные эмуляторы наземных и аэрокосмических каналов связи в одном приборе

Keysight является единственным поставщиком решений для тестирования, который обеспечивает эмуляцию аэрокосмических и наземных каналов связи в одном приборе. В инструменте моделирования систем аэрокосмической связи обеспечивается интуитивная интеграция с эмулятором Prosim F8, что позволяет легко переключаться между бортовым и наземным режимами работы, а также использовать широкий набор функций, недоступных в традиционных моделирующих установках для испытания ИСЗ. Эти функции включают в себя набор сложных инструментов моделирования каналов, стандартные библиотеки моделей и модели MIMO-каналов в конфигурации до 8x8.

### Возможность многоканальной эмуляции

Решение Prosim для эмуляции каналов аэрокосмической связи может моделировать ситуации, в которых широкий набор различных приложений взаимодействует друг с другом или несколько систем используют одни и те же радиоканалы. Характер коммуникации устройств может быть точка-точка, точка-множество точек, высокоскоростная передача данных, потоковое вещание, специализированные радары, РЭБ или генерация множественных радиоэлектронных помех.

### Точная эмуляция каналов аэрокосмической связи

Решение Keysight для тестирования каналов аэрокосмической связи позволяет реалистично эмулировать основные процессы в радиоканале.

### Эффект Доплера при высоких скоростях

Величина доплеровского сдвига пропорциональна скорости движения и используемой несущей частоте. Решение Prosim с инструментом моделирования каналов аэрокосмической связи самостоятельно эмулирует доплеровские сдвиги для каждого тракта в канале, с одновременным сохранением на постоянной основе фазовой целостности при динамическом изменении времени задержки. Благодаря этому обеспечиваются реалистичные изменения скорости передачи элементов сигнала, которые требуются при тестировании производительности приемника спутниковой связи.

### Длительные задержки

По сравнению с наземными линиями связи каналы аэрокосмической связи в целом характеризуются большей протяженностью. Точная эмуляция задержек имеет важное значение при определении производительности телеметрических систем. Исключительная точность необходима для таких прикладных задач, как ведение или слежение за объектом, когда важно знать, где был объект в момент передачи сигнала, и оценить его новое положение. Решение Prosim с инструментом моделирования каналов аэрокосмической связи эмулирует задержки и позиции между подвижными объектами и отражателями с исключительно высокой точностью.

### Скорость изменения дальности

Высокая скорость изменения дальности оказывает динамический эффект на амплитуду, задержки и доплеровский сдвиг частоты в радиоканале. В зависимости от области применения скорость изменения дальности может основываться на функции — линейной, синусоидальной или полностью произвольной формы, как, например, при маневрировании самолетов-истребителей. Ускорения и смена направления приводят к резким изменениям значений доплеровского сдвига, задержек и амплитуд. Инструмент моделирования систем аэрокосмической и спутниковой связи Prosim точно и синхронно эмулирует радиоканалы с максимальным доплеровским сдвигом частоты до 1,5 МГц и ускорением 100g.

## Сценарии применения

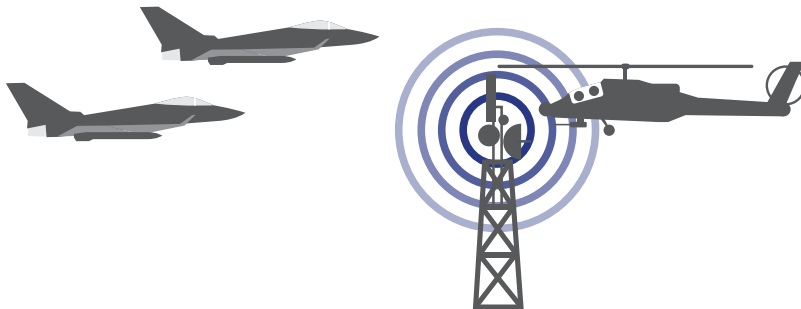
### Тактические линии передачи данных

Тактические линии передачи данных используются в сетях военной связи. Тактические линии передачи данных используются для связи между самолетами, судами и наземными платформами. Тактические линии передачи данных позволяют обеспечить безопасное и помехозащищенное соединение с высокой пропускной способностью на сравнительно дальние расстояния.



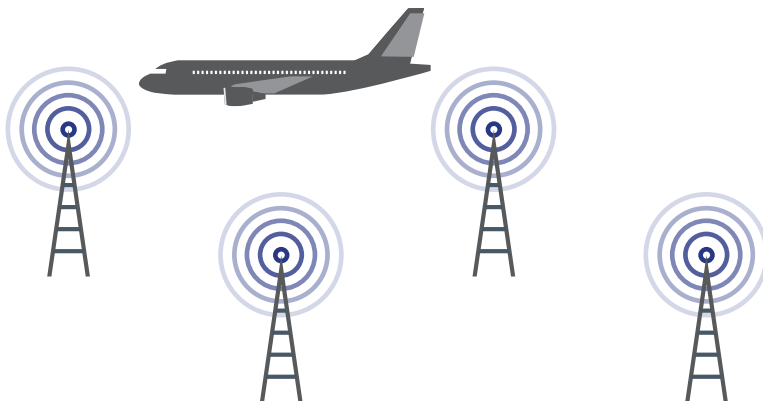
### Спутниковая связь

При передаче данных по каналу «спутник-земля» (с использованием как стационарных, так и мобильных средств связи) точное воспроизведение потерь в тракте передачи, задержек, доплеровского сдвига частоты и эффекта наземного многолучевого распространения имеет важное значение для оценки зоны покрытия и качества обслуживания. Связь по каналу «спутник-земля» используется для передачи данных и навигации.



### Гражданская авиация: обслуживание на борту с предоставлением беспроводного широкополосного доступа

Передача и прием широкополосных данных производится через наземные станции. Условия, аналогичные существующим в наземной сотовой сети, возникают при более высоких скоростях движения и на более дальних расстояниях.



## Функциональные возможности решения Prosim для эмуляции каналов аэрокосмической связи

### Эмулятор каналов Prosim F8

- Число каналов: до 8
- Количество трактов с затуханием 1 (LOS) +3 (отражатели) трактов на канал
- Частотный диапазон: 220 МГц – 6 ГГц
- Полоса модуляции до 160 МГц
- Задержка распространения сигнала до 1300 мс
- Скорость изменения дальности до 20 км/с
- Ускорение до 100 g
- Доплеровский сдвиг частоты: до +/-1,5 МГц
- Генератор помех: АБГШ, независимый, на канал
- Значение модуля вектора ошибок OFDMA, в диапазоне 20 МГц: менее -45 дБ

### Исключительно высокие показатели производительности

Решение Prosim для эмуляции каналов аэрокосмической связи снабжено интерфейсом моделирования до восьми каналов с шириной полосы частот сигнала до 160 МГц в пределах диапазона частот от 220 МГц до 6 ГГц. Решение Prosim обеспечивает возможность эмуляции ускорения в 100g и задержку распространения до 1300 мс.

### Графический пользовательский интерфейс с поддержкой импорта файлов из внешних инструментов

Графический пользовательский интерфейс инструмента Prosim для моделирования каналов аэрокосмической связи позволяет создавать, редактировать и визуализировать модели эмуляции.

### Открытый текстовый формат файлов

Инструмент Prosim для моделирования систем аэрокосмической связи от компании Keysight поддерживает любые маршруты, определенные пользователем, или встроенные функции для периодических моделей. Открытый текстовый формат файлов позволяет импортировать определенные заказчиком параметры радиоканала и местоположения, такие как сведения об орбите спутника или любая информация об маршруте полета. Инструмент Prosim для моделирования систем аэрокосмической и спутниковой связи может принимать на входе данные модели канала в двух разных форматах (например, из инструмента программного моделирования). Это позволяет определить и эмулировать каналы связи на маршрутах полетов или тестировать беспроводное соединение на борту самолетов с использованием эмуляции на основе виртуальных каналов или записанных баз данных по каналам связи.

Инструмент Prosim для моделирования систем аэрокосмической связи позволяет создавать и редактировать различные виды моделей каналов с периодически изменяющимися параметрами.

- Модель на базе системы координат: вы задаете координаты и получаете значения для передатчика, приемника и отражателей. Задержка, скорость изменения дальности и параметры доплеровского сдвига рассчитываются исходя из движения между заданными координатами.
- Модель, основанная на функции: доплеровский сдвиг изменяется по линейной, синусоидальной или треугольной функции. Вы также можете определить минимальные и максимальные значения коэффициента усиления.
- Произвольная модель: значения доплеровского сдвига, задержки и коэффициента усиления в зависимости от времени включены, при этом значения даны отдельно для передатчика, приемника и отражателей.



Эмулятор каналов Prosim F8



## Визуализация

Инструмент Prosim для моделирования систем аэрокосмической связи позволяет отображать определенные пользователем модели эмуляции, которые основаны на геометрических характеристиках и скоростях передатчиков и приемников, а также расположении многолучевых отражателей. Графики отображают распределение параметров канала в виде движения в трехмерном пространстве.

## Проверка

Инструмент Prosim для моделирования систем аэрокосмической связи проверяет целостность импортированных данных, формат модели и значения данных. В случае если модель не подходит для эмулятора ввиду своей избыточной сложности, данные могут быть легко преобразованы в более подходящий формат.

## Воспроизведение

Возможность воспроизведения позволяет наблюдать за моделью в динамике, во временной области. Модели могут воспроизводиться столько раз, сколько необходимо. Например, можно один раз создать среду радиоканала, а затем воспроизводить ее в лабораторных условиях, отслеживая производительность и функциональность рабочей сети беспроводной связи на различной крейсерской высоте полета.



## Постоянное движение вперед

Уникальное сочетание наших приборов, программного обеспечения, знаний и опыта наших инженеров позволит вам воплотить в жизнь новые идеи. Мы открываем двери в мир технологий будущего.



От Hewlett-Packard к Agilent и Keysight



### myKeysight

myKeysight

[www.keysight.com/find/mykeysight](http://www.keysight.com/find/mykeysight)

Персонализированное представление наиболее важной для вас информации.

Keysight Infoline

### Keysight Infoline

[www.keysight.com/find/Infoline](http://www.keysight.com/find/Infoline)

Keysight Infoline — лучшая в своем классе система для управления информацией. Свободный доступ к корпоративным отчетам по оборудованию и к электронной библиотеке компании Keysight.

### УСЛУГИ KEYSIGHT

Услуги Keysight.

[www.keysight.com/find/service](http://www.keysight.com/find/service)

Чтобы создать передовые предложения в области разработки, тестирования и измерений, мы привлекаем лучших в отрасли специалистов, применяем самые совершенные инструменты и процессы. Что в результате? Мы помогаем своим клиентам внедрять новые технологии и усовершенствованные нашими инженерами процессы, позволяющие снизить затраты.

Торговые партнеры компании Keysight

[www.keysight.com/find/channelpartners](http://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/propsimaerospacetesting](http://www.keysight.com/find/propsimaerospacetesting)

### 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](mailto:tmo_russia@keysight.com)

[www.keysight.ru](http://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](mailto:tmo_russia@keysight.com)

(BP-06-08-16)



[www.keysight.com/go/quality](http://www.keysight.com/go/quality)

Keysight Technologies, Inc.

DEKRA Certified ISO 9001:2015

Система управления качеством

Данная информация может быть изменена без предварительного уведомления.

© Keysight Technologies, 2016

Published in USA, July 20, 2016.

5992-1606RURU

[www.keysight.com](http://www.keysight.com)



Unlocking Measurement Insights