

Компоненты систем  
антенных измерений.  
Использование оптических  
линий вместо коаксиальных  
трактов.



# Компоненты систем для антенных измерений

---

- Контроллеры перемещения
- Системные контроллеры и интегрированные модули.
- Радиочастотные измерительные приборы (стробоскопический приемник, векторный анализатор цепей, СВЧ генератор)
- Компоненты для передачи сигнала по ВОЛС.
- Дополнительное радиочастотное оборудование ( смесители, МШУ, усилители мощности, направленные ответвители и т.д.)
- Антенны
- Фазостабильные РЧ кабели
- Аксессуары СВЧ тракта: аттенюаторы, согласованные нагрузки, коаксиальные переходы

# Контроллеры перемещения серии TMC31xx

---

- модульная система построения с поддержкой до 16-ти осей
- управление шаговыми двигателями и двигателями постоянного тока
- управление по Ethernet интерфейсу
- пульт ДУ
- Отображение координат по всем осям на 8.4" дисплее на передней панели
- управление дополнительными устройствами (лазерный дальномер, генераторный модуль и т.д.)
- поддержка управления позиционерами Orbit FR
- Компактная версия TMC31xxL для встраиваемых систем

# Системный контроллер

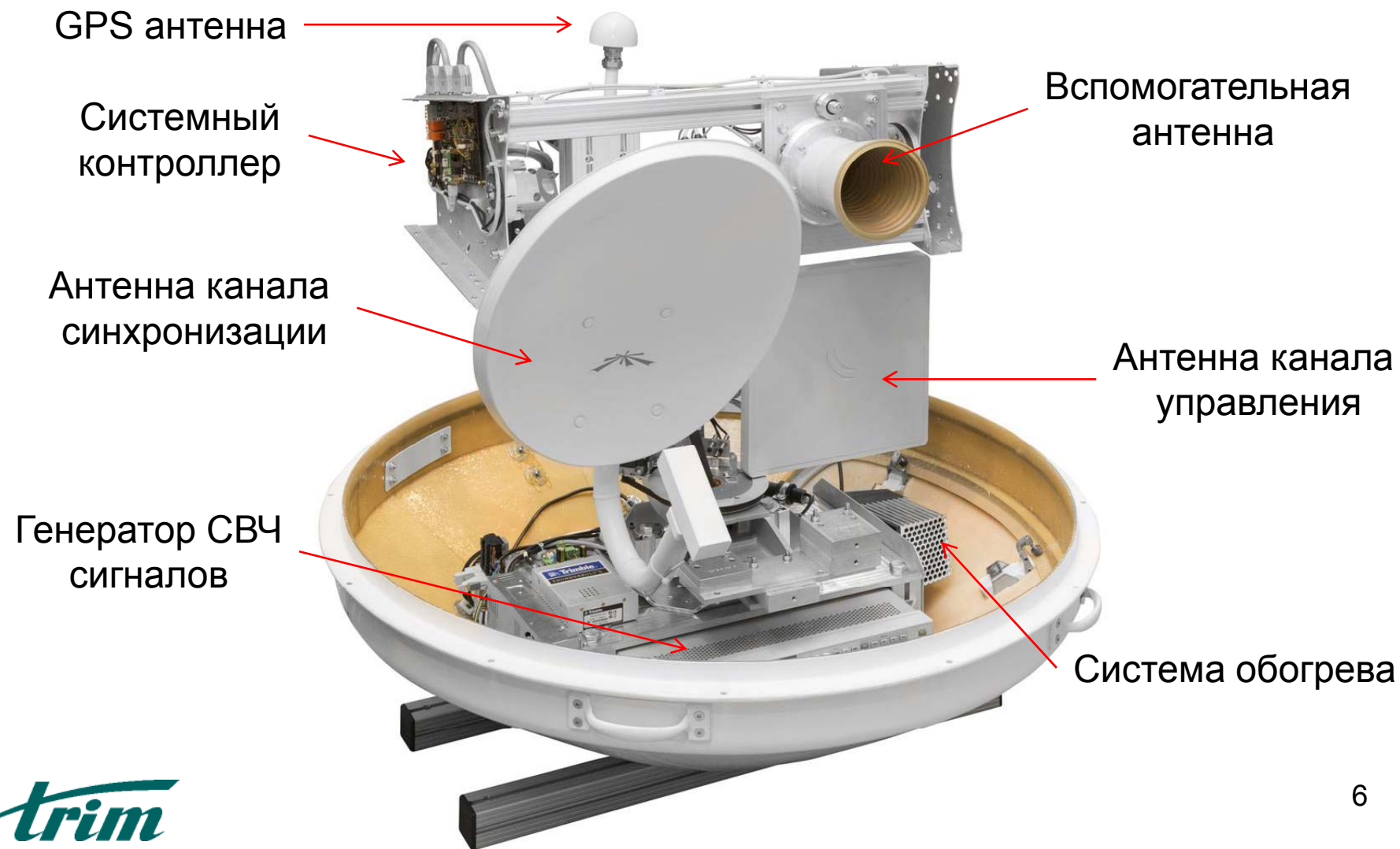


# Системный контроллер

---

- **Синхронизация комплекса с изделиями Заказчика (работа в импульсном режиме с высокими мощностями, ЦАР и т.д.);**
- **Интеграция с новыми программными продуктами компании ТРИМ;**
- **Единая система управления всеми периферийными устройствами;**
- **Использование высокоскоростных интерфейсов передачи данных;**
- **Модульная система построения;**
- **Различные варианты управления;**
- **Богатый набор периферийных исполнительных модулей.**

# Пример реализации антенно-генераторного модуля



# Функциональные СВЧ модули и узлы

- Малошумящие усилители;
- Усилители мощности;
- Коаксиальные переключатели;
- Направленные ответвители;
- Делители мощности;
- Смесители;
- Умножители частоты;
- Делители частоты;

- ✓ Разработка СВЧ устройств под требования заказчика;
- ✓ Подбор СВЧ модулей под требования заказчика;
- ✓ Поставка готовых изделий от ведущих мировых производителей: Hittite Microwave, Crystek, Picosecond Labs, Quinstar, Krytar, ;
- ✓ Создание интегрированных СВЧ модулей с цифровым управлением по интерфейсам RS232, Ethernet, CAN и т.д.;



# Сверхширокополосные МШУ

- Различные варианты корпусов;
- Модели с полосой до 50ГГц
- Усиление до 40dB;
- Стабилизированное питание;
- Разъемы в трактах SMA, 2.9мм, 2.4мм;
- Коэффициент шума < 4 дБ (кроме ТМУ 0150);
- Неравномерность в полосе < 3дБ;
- Максимальная выходная мощность >14дБм
- Адаптированы для применения в комплексах антенных измерений;



Диапазон частот, ГГц:	0.01 - 20	2 - 20	20 - 45	1 - 50
Коэффициент усиления, дБ	25 / 40	25 / 40	25 / 35	30
Макс. вых. мощность ( $P_{1дБ}$ ), дБм:	16	14	12	20
КСВ по входу, в диапазоне:	< 2	< 2	< 1.8	< 2
КСВ по выходу, в диапазоне:	< 3	< 3	< 1.4	< 1.8
Макс. мощность сигнала на входе, дБм:	18	18	10	17
Габаритные размеры (Д x Ш x В), мм:	44 x 30 x 14	44 x 30 x 14	44 x 30 x 14	44 x 30 x 14
Тип входного и выходного разъемов:	SMA-F	SMA-F	2.9-F, 2.4-F	2.4mm-F
Установка на радиатор	нет	нет	нет	да



# Сверхширокополосный МШУ ТМУ 0150-30

- Полоса рабочих частот 1 - 50ГГц
- Усиление 30dB;
- Широкий диапазон напряжений питания +9В...+48В;
- Коэффициент шума < 6 дБ;
- Максимальная выходная мощность  $P_{1дБ} > 18дБм$
- Прецизионные усиленные NMD разъемы в тракте 1.85мм, 2.9мм.
- Адаптированы для применения в комплексах антенных измерений;



S21



# Использование оптических линий передач вместо коаксиальных трактов

---

## Преимущества:

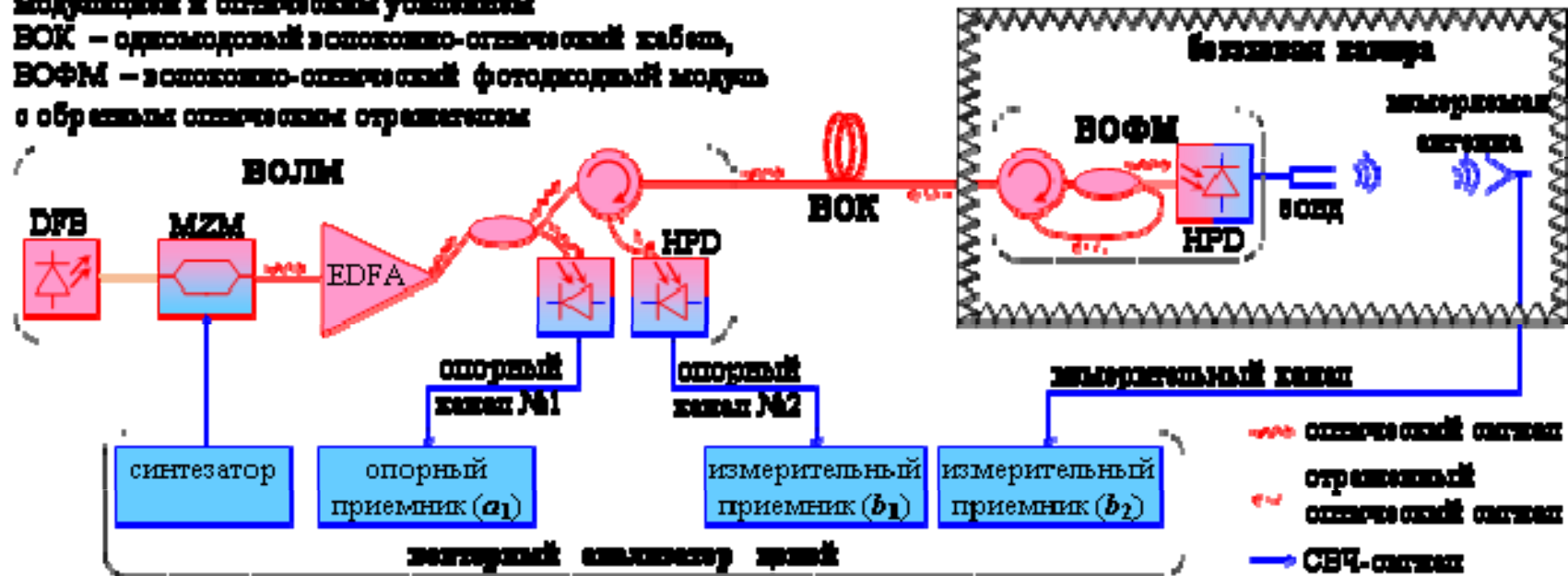
- **Малые затухания сигналов в оптических кабелях;**
- **Отсутствие зависимости величины затухания от частоты сигнала;**
- **Малое изменение фазы сигнала при изгибании оптического кабеля;**
- **Дешевизна и доступность оптического кабеля.**
- **Работа без преобразования частоты;**

## Недостатки:

- **Сильный дрейф фазы сигнала от температуры;**
- **Необходимость использования дополнительной аппаратуры для преобразования СВЧ сигнала в оптический и обратно;**

# Структурная схема измерений в ближнем поле с использованием оптических модулей

DFE – лазерный диод с релаксационной обратной связью  
 MZM – электрооптический модулятор Маха-Цандера  
 EDFA – оптический усилитель на волокне легированном эрбием  
 HPD – массивный фотодиод СВЧ диапазона  
 ВОЛМ – плоскоплоскостной лазерный модуль с внешней модуляцией и оптическим усилителем  
 ВОК – односторонний плоскоплоскостной кабель,  
 ВОФМ – плоскоплоскостной фотодиодный модуль с обратной оптической связью

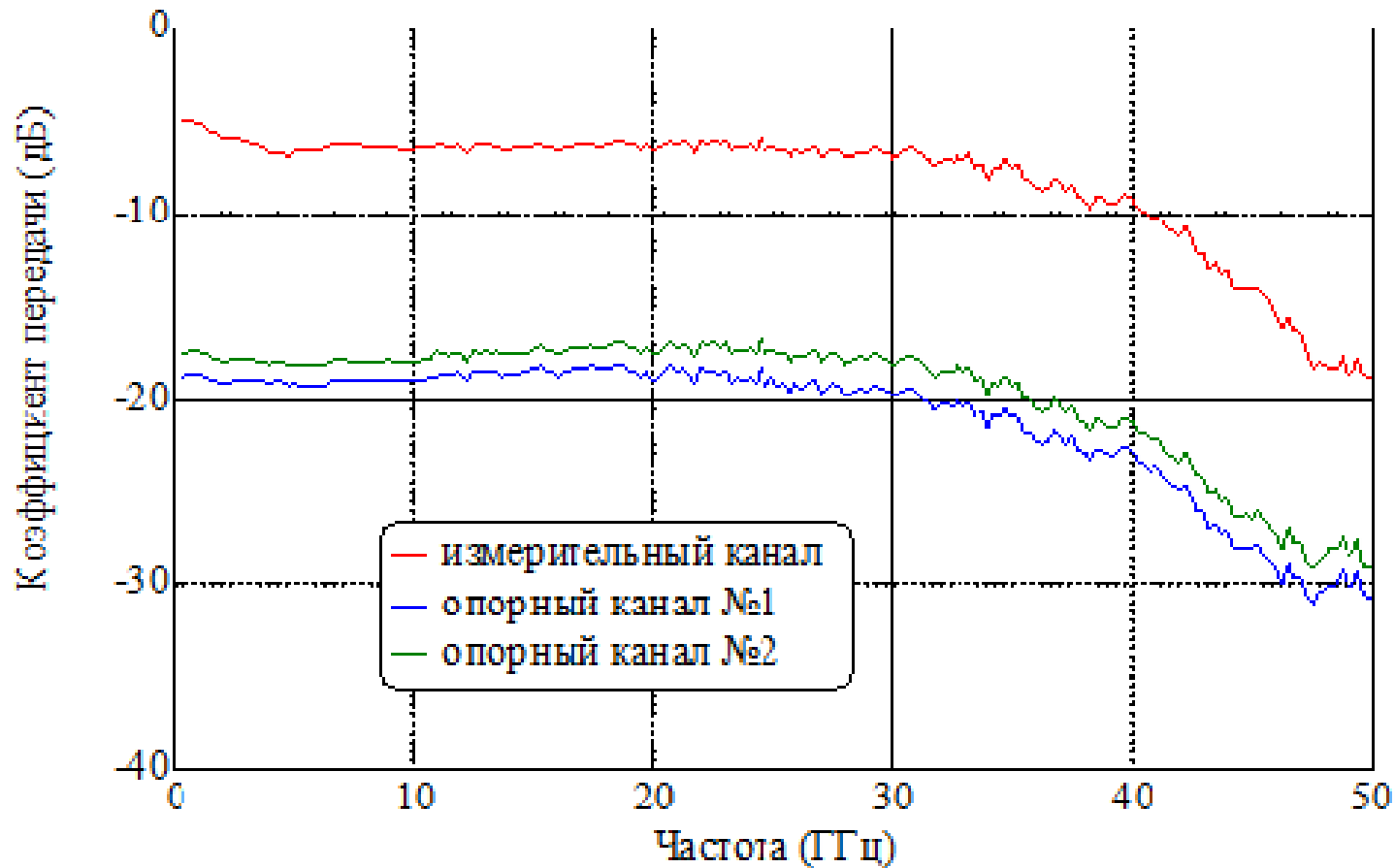


# Волоконно-оптические модули преобразования СВЧ сигналов

- Диапазон частот 0.1ГГц – 50ГГц;
- Оптический сигнал 1550нм;
- Максимальный уровень входных сигналов +10dBm;
- Динамический диапазон >60dB.
- Сквозное затухание не более -10dB (до 40ГГц) и не более -20dB (до 50ГГц)
- Интегрированное модульное исполнение;
- Стабилизированное питание;
- **Используется два опорных канала для компенсации изменения фазы в оптической линии связи.**



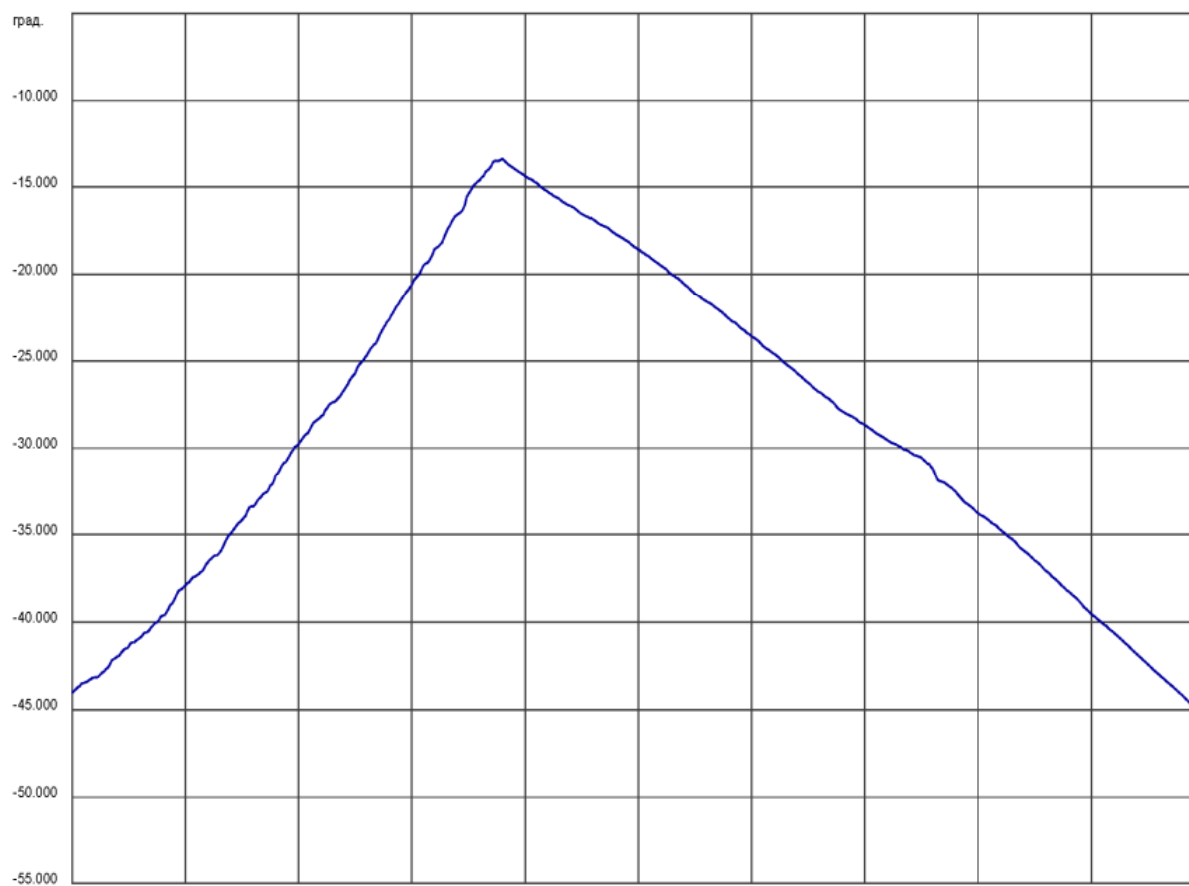
# АЧХ волоконно-оптической системы



# Результаты измерения и коррекции фазы

Время измерения 1 час, частота 40ГГц, 50метров кабеля

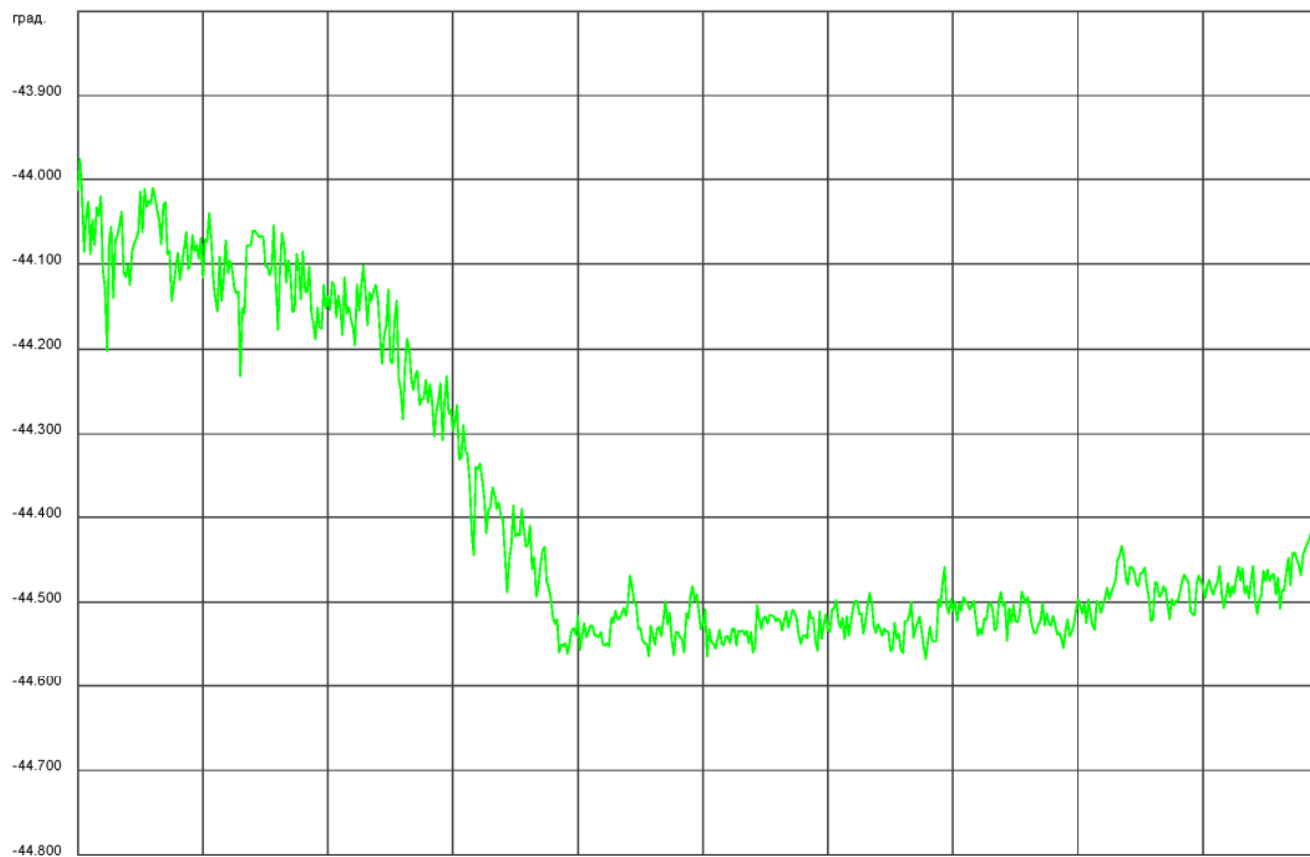
без коррекции



# Результаты измерения и коррекции фазы

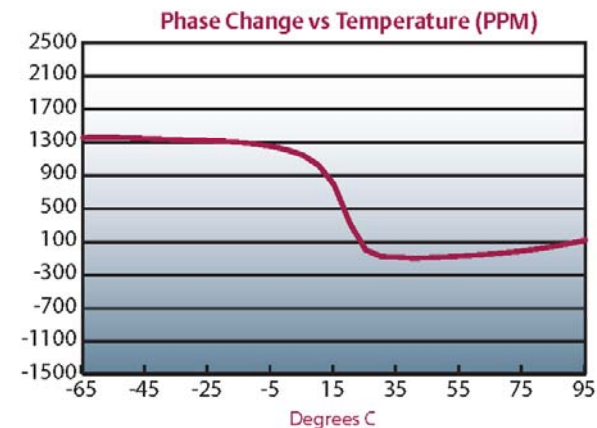
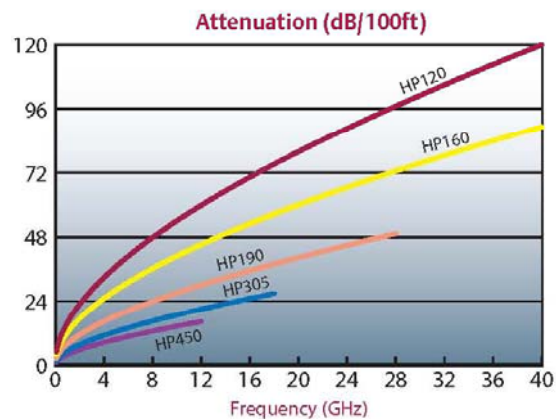
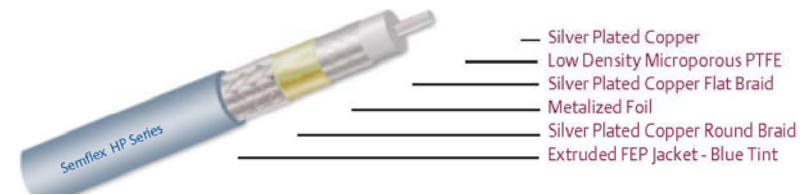
Время измерения 1 час, частота 40ГГц, 50метров кабеля

с коррекцией



# Фазостабильные кабельные сборки

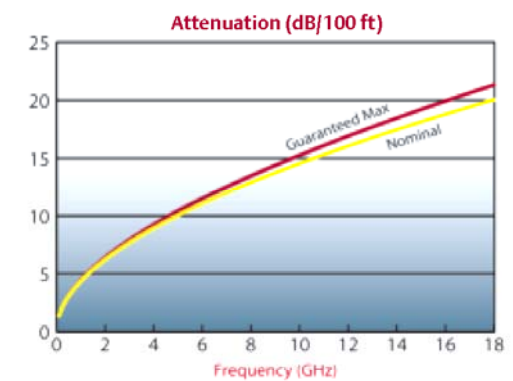
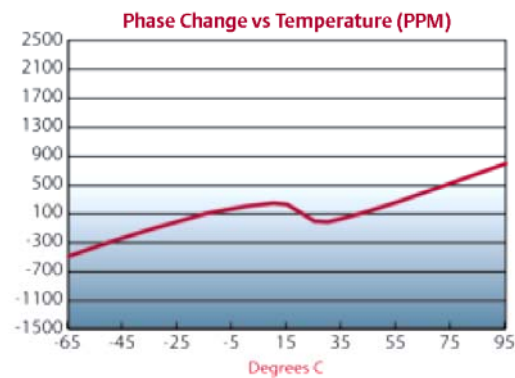
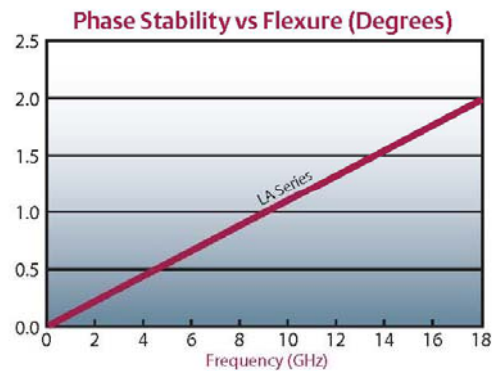
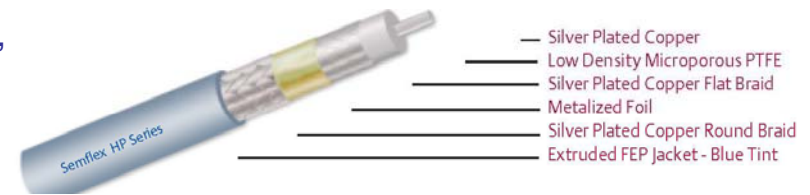
- Используется фазостабильный кабель Semflex;
- Диапазон частот до 55 ГГц;
- Использование в подвижных (с витой центральной жилой) и неподвижных секциях;
- Разъемы в трактах TNC, N, SMA, 3.5мм, 2.9мм, 2.4мм, 1.85;
- Низкие потери за счет использования в диэлектрике вспененного фторопласта PTFE ;
- Изготовление кабельных сборок по параметрам заказчика;
- Отличные механические и электрические характеристики;
- Полноценная замена кабелям серии Sucoflex производства H&S.





# Ультрафазостабильные кабельные сборки

- Используется ультрафазостабильный кабель Semflex LA290 ;
- Диапазон частот до 18 ГГц;
- Разъемы в трактах TNC, N, SMA;
- Применяется для прецизионных измерений, где требуется высокая стабильность фазы сигнала при механическом изгибании и изменении температуры;
- Изготовление кабельных сборок по параметрам заказчика;
- Высочайшие механические и электрические характеристики;



# Аксессуары СВЧ тракта

	N(f)	N(m)	SMA(f)	SMA(m)	3.5(m)	3.5(f)	2.9(f)	2.9(m)	2.4(f)	2.4(m)	1.85(f)	1.85(m)
N(f)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
N(m)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
SMA(f)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
SMA(m)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
3.5MM(f)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
3.5(m)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.9(f)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.9(m)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.4(f)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
2.4(m)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
1.85(f)					✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
1.85(m)					✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓

# Заключение

---

- Повышение степени автоматизации **существующих** и разрабатываемых комплексов антенных измерений;
- Создание высокоинтегрированных периферийных модулей различного назначения;
- Адаптация и модернизация оборудования под изделия Заказчика.
- Высокая степень интеграции с новым программным обеспечением.
- Разработка и производство различных компонентов для антенных измерений: усилителей, ключей на pin-диодах, антенн-зондов, эталонных антенн и т.д.
- Предоставление нашим Заказчикам лучших компонентов для СВЧ измерений отечественного и иностранного производства со склада компании.