

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОССТАНДАРТ РОССИИ

РОССИЙСКАЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОНИКИ И МАТЕМАТИКИ  
(технический университет)

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И  
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

СИМФЕРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

X

*Юбилейная*

научно-техническая конференция  
с участием зарубежных специалистов

"ДАТЧИКИ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМ  
ИЗМЕРЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ"  
(ДАТЧИК-98)

\*

## материалы конференции том 1



Гурзуф, май 1998 г.

## ОБЗОР ДАТЧИКОВ ПРОХОДЯЩЕЙ МОЩНОСТИ СВЧ

В.М.Волков, О.Б.Инлина, А.В.Огуй  
(Харьков, 310726, ХТУРЭ, пр.Ленина 14)

Целью доклада является анализ известных и вновь созданных датчиков проходящей мощности СВЧ в связи с новыми требованиями к средствам измерения и контроля, обусловленными значительно расширившимися диапазонами частот и уровней генерируемых средних и импульсных мощностей, способностью генераторов работать на произвольную, чаще рассогласованную, нагрузку и, пожалуй самое главное, в связи с появлением нового вида средств измерений и контроля - анализаторов СВЧ трактов и сигналов или, так называемых, многозондовых микроволновых мультиметров (МММ). Они представляют собой устройства, которые обрабатывают с помощью микроЭВМ или микропроцессора по специальным алгоритмам сигналы нескольких датчиков мощности проходного типа, установленных вдоль линии передачи между генератором и нагрузкой. Другими словами, с помощью дискретных датчиков производится восстановление стоячей волны, несущей информацию о падающей, отраженной и проходящей в нагрузку мощности, а ее модуле и фазе коэффициента отражения, длине волны.

В зависимости от назначения, состава, энергетики требования к датчикам могут быть различными: при больших и сверхбольших уровнях мощности - по электрической, механической и тепловой прочности, помехоустойчивости, климатической и радиационной стойкости, а в остальных случаях по динамическому и частотному диапазонам, быстродействию, точности, взаимозаменяемости, технологичности, стоимости, долговременной стабильности.

В измерительной СВЧ технике нашли применение датчики, использующие различные физические принципы и явления: контактные в твердых телах, разогрев решетки и носителей тока, пондеромоторные, пьезоэлектрические, магниторезистивные, Холла и другие. Как правило сигнал датчика является сложной функцией, обусловленной несколькими явлениями и качество характеристик зависит от того, насколько одно из них удается выделить, а остальные подавить.

В докладе проведен сравнительный анализ характеристик датчиков и даны рекомендации по применению их в микроволновых мультиметрах с большими уровнями мощности.

В современных мультиметрах обработка сигналов производится с достаточно высокой точностью, поэтому их метрологические характеристики в основном определяются характеристиками датчиков. Погрешность измерений в основном зависит от динамических и частотных свойств датчиков, поэтому при проектировании мультиметров этому уделяют особое внимание. Наиболее высокая точность получена в мультиметрах с



термисторными и болометрическими датчиками, которые применяются во ВНИИФТРИ как образцовые.

Термисторные датчики широко используются в измерительной технике, они имеют высокую чувствительность, надежность и точность, широкий динамический и частотный диапазоны. Однако нелинейность и разброс характеристик коэффициента преобразования не позволяют использовать их в рабочих мультиметрах. В лучшую сторону отличаются болометрические датчики, однако они не обладают электрической и механической прочностью, незаменимы, как и термисторы, требуют термокомпенсации.

Тонкопленочные термопары обладают высокой чувствительностью, широким частотным и динамическим диапазонами, линейностью, однако в мультиметрах не применяются из-за узкополосности и низкой электрической прочности элементов связи. Это же касается и диодных твердотельных и вакуумных детекторов, хотя они и обладают высоким быстродействием и позволяют измерять импульсную мощность.

Объемные термопары ввинчиваются непосредственно в стенку волновода и не требуют элементов связи, обладают высокой надежностью, механической и тепловой прочностью, помехоустойчивостью, взаимозаменяемы, однако они снижают электрическую прочность волновода, имеют узкий динамический и частотный диапазоны и большую постоянную времени.

Перспективными для использования в микроволновых импульсных мультиметрах являются датчики на «горячих» электронах: дидаекторы, озонисторы, терморезисторы. Принцип работы их основан на разогреве носителей тока электрическим полем, поэтому они обладают высоким быстродействием, широким частотным диапазоном, электрической, механической и тепловой прочностью, надежны, однако не имеют помехоустойчивости, незаменимы, имеют большой разброс и нелинейность характеристик коэффициента преобразования. К сожалению в последние годы активность работ литовских ученых в этом направлении значительно снизилась.

Пироэлектрические датчики также позволяют измерять импульсную мощность, однако наряду с достоинствами, как у датчиков на горячих носителях, имеют низкую электрическую и механическую помехоустойчивость, большой разброс характеристик.

Ферритовые датчики частотноизбирательны, обладают широким частотным диапазоном, устойчивы к перегрузкам, могут использоваться в волноводах при наличии в спектре внеполосных и паразитных сигналов.

Для контроля мощных и сверхмощных волноводных трактов наиболее «подходящими» являются датчики на основе поглощающей стенки, разработанные в Харьковском университете радиоэлектроники. Они обладают достаточным быстродействием, широким частотным и динамическим диапазонами, высокими электрической, тепловой и механической помехоустойчивостью, взаимозаменяемы, технологичны и рекомендуются для серийного производства.