

# ДАТЧИКИ LadyBug Technologies: ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ИЗМЕРЕНИЮ ВЧ-/СВЧ-МОЩНОСТИ

А.Подолько<sup>1</sup>

УДК 621.382  
БАК 05.11.00

Мощность сигнала является ключевым параметром при разработке ВЧ-/СВЧ-устройств. Измерять уровень мощности можно многими методами, но наиболее востребованный – с помощью датчиков (или измерителей) мощности. Популярность этих устройств объясняется их высокой точностью, удобством применения и приемлемой стоимостью. Производитель оборудования такого типа – компания LadyBug Technologies – предложила инновационное решение, которое обеспечивает лучшую в своем классе абсолютную погрешность установки нуля и одно из самых низких значений относительной погрешности измерения мощности. Рассмотрим особенности датчиков ВЧ-/СВЧ-мощности этой компании и сравним их с конкурирующими решениями.

**И**змерение мощности сигнала с помощью датчиков обеспечивает самую высокую точность по сравнению с другими методами. Например, погрешность измерения мощности такими приборами, как анализатор спектра или анализатор цепей, составляет десятки долей дБ (а может и превысить 1 дБ), в то время как погрешность датчиков мощности – сотые доли дБ. Компания LadyBug Technologies разработала и запатентовала технологию, позволяющую измерять ВЧ-/СВЧ-сигналы без калибровки значения 0 дБм. Эта технология обеспечивает высокую точность измерения маломощных сигналов в широком диапазоне температур. Достигнутый результат основан на дополнительной теплоизоляции детектора от входного порта, измерении температуры в непосредственной близости от детектора и применении усилителя в тракте маломощного сигнала [1, 2].

Чтобы проиллюстрировать преимущества технологии компании LadyBug Technologies, рассчитаем

суммарную относительную погрешность измерения средней мощности для датчика OSLB5918A (рис.1) на частоте 10 ГГц при уровне сигнала –20 дБм, КСВН тестируемого устройства (КСВН ТУ) 1,19 и температуре 25 °С. В таких условиях измерения датчик мощности OSLB5918A обеспечивает следующие характеристики:

коэффициент потерь внутри датчика  
мощности (CF) ..... 1,35%;  
коэффициент линейности детектора (L) ..... 0,22%;  
уровень шума (N) ..... 0,1%;  
коэффициент стоячей волны  
по напряжению ..... (КСВН Д) 1,2: 1;  
дрейф нуля ..... 0,35 нВт.

Вначале рассчитаем коэффициент отражения детектора  $\rho_{sens}$  и коэффициент отражения тестируемого устройства  $\rho_{DUT}$ :

$$\rho_{sens} = (КСВН Д - 1) / (КСВН Д + 1) = (1,2 - 1) / (1,2 + 1) = 0,091;$$

$$\rho_{DUT} = (КСВН ТУ - 1) / (КСВН ТУ + 1) = (1,19 - 1) / (1,19 + 1) = 0,087.$$

<sup>1</sup> ostecelectro@ostec-group.ru

Определим общий коэффициент рассогласования  $M_m$ :

$$M_m = (1 + (\rho_{sens} \times \rho_{DUT}))^2 - 1 = (1 + (0,091 \times 0,087))^2 - 1 = 0,0159.$$

Рассчитаем дрейф нуля  $Z$  при заданном уровне мощности сигнала  $-20$  дБм (или в линейных единицах  $0,01$  мВт):

$$Z = 0,35 \text{ нВт} / 0,01 \text{ мВт} = 0,000035.$$

Суммарную относительную погрешность измерения средней мощности  $U$  можно рассчитать по формуле:

$$U = \sqrt{Mm^2 + CF^2 + L^2 + N^2 + Z^2} = \sqrt{0,0159^2 + 0,0135^2 + 0,022^2 + 0,001^2 + 0,000035^2} = 0,021 = 2,1\%.$$

Таким образом, суммарная погрешность датчика OSLB5918A не превышает 2,1%, притом что у аналогичных приборов на рынке измерительного оборудования погрешность в данных условиях будет в пределах от 3,5 до 5,0%.

Низкий уровень дрейфа нуля датчиков мощности LadyBug Technologies (порядка 0,35 нВт по сравнению с 10–15 нВт у конкурирующих решений) достигнут благодаря применению фирменной технологии NoZero NoCall, которая позволяет измерять мощность без калибровки уровня нуля. В результате отпадает необходи-



Рис.1. Датчики мощности OSLB5918A (слева) и OSLB679A (справа)

мость специально отключать сигнал от детектора для калибровки даже при измерениях маломощного сигнала. Это существенно упрощает процедуру, снижает затраты на переключатели и другие дополнительные компоненты, что особенно важно при создании автоматизированных тестовых систем. Сравнение существующих методов калибровки нуля с запатентованной технологией LadyBug Technologies наглядно показывает преимущества последней (табл.1).

Таблица 1. Сравнение методов калибровки уровня 0 дБм с технологией датчиков мощности LadyBug Technologies

Методы калибровки		Технология LadyBug Technologies
калибровка от внешнего генератора (частота 50 МГц, 0 дБм)	калибровка от внутреннего опорного генератора (частота 50 МГц, 0 дБм)	
Затраты времени на калибровку	Затраты времени на калибровку	Калибровка автоматическая, пользователь не участвует
Опорный сигнал (50 МГц, 0 дБм) является источником погрешности	Пользователь некоторых моделей вынужден отключать датчик мощности от измеряемого сигнала на время внутренней калибровки	Не требуется опорный сигнал
Во время калибровки датчик мощности не может измерять сигнал	Внутренний переключатель вносит дополнительные погрешности измерения	Измерения не прерываются на время калибровки
Большие погрешности, если датчик мощности работает с адаптером	Во время внутренней калибровки устройство отражает выходной сигнал, что приводит к паразитным составляющим внутри цепи	Погрешности опорного сигнала исключены
Покупка измерительного блока сильно удорожает решение	Самое дорогостоящее решение	Решение экономичнее на 40%

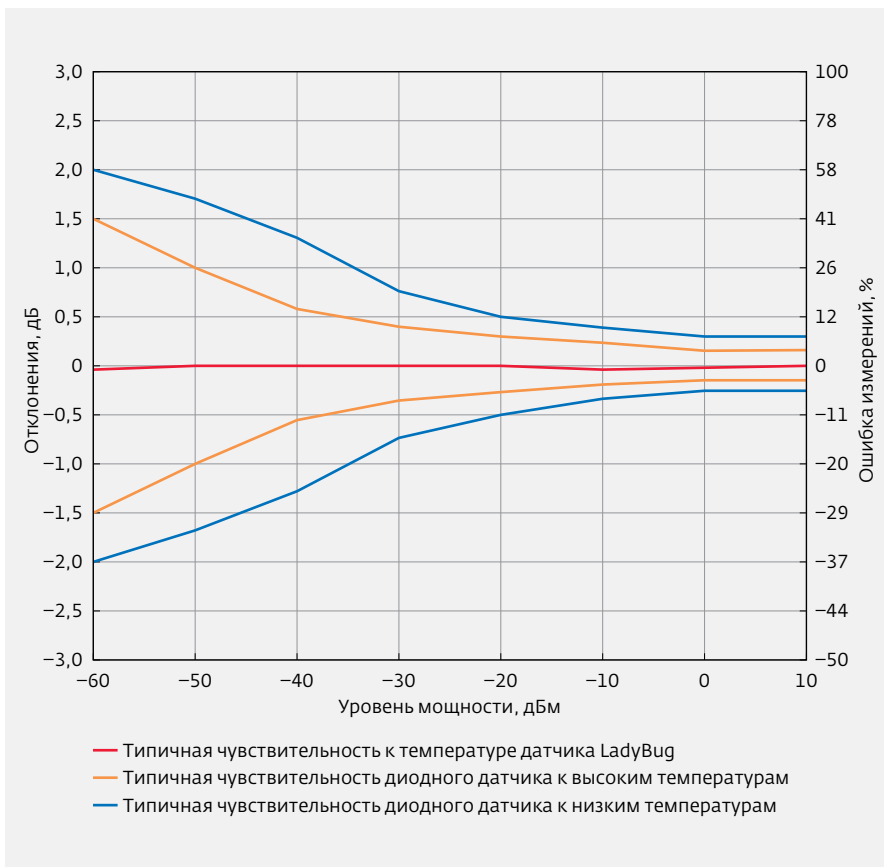


Рис.2. Чувствительность датчика мощности LadyBug Technologies к температуре по сравнению с датчиками мощности других производителей

Наиболее значительным фактором, оказывающим влияние на дрейф нуля, является температура. Благодаря корректировке каждого отсчета при измерении мощности с учетом изменения температуры калибровка датчиков мощности LadyBug Technologies не требуется. Для компенсации влияния температуры на результаты измерения используются специальные АЦП, считывающие сигналы с температурного датчика, расположенного непосредственно возле детектора. В результате, в отличие от устройств других производителей, датчики мощности LadyBug не чувствительны к изменению температуры (рис.2).

Кроме точности и удобства использования датчики мощности LadyBug обеспечивают более высокую скорость измерений – до 500

отсчетов в секунду, в то время как для других методов этот показатель составляет порядка 110 отсчетов в секунду. Такая высокая скорость достигается благодаря применению в тракте сигнала отдельных АЦП для диапазонов высокой и низкой мощности (рис.3). Это решение дает возможность обрабатывать сигнал в широком динамическом диапазоне без потери данных. В других типах датчиков используется один АЦП для верхнего и нижнего диапазонов мощностей сигналов и ключ для переключения этих диапазонов, что не способствует высокой скорости измерений и приводит к дополнительным погрешностям.

Существенное влияние на суммарную погрешность измерений оказывает плохая согласованность системы, что приводит к росту коэффициента отражения сигнала от датчика. При использовании в системе разъемов разных типов применяют специальные адаптеры, что сказывается на погрешности измерения мощ-

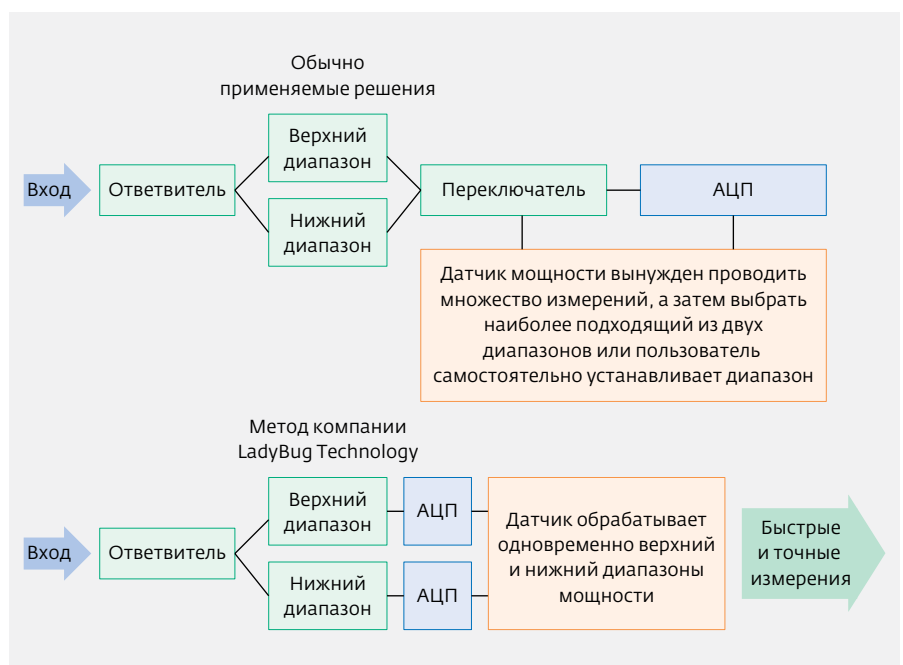


Рис.3. Функциональные схемы обычных датчиков мощности и датчиков мощности LadyBug Technologies

Таблица 2. Преимущества датчиков мощности LadyBug Technologies для задач, решаемых пользователем

Задача	Преимущества датчиков мощности LadyBug Technologies
Измерение средней мощности непрерывного или модулированного сигнала	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Суммарная погрешность измерений ниже;</li> <li>• не требуется калибровка уровня 0 дБм;</li> <li>• пользователь выбирает свой разъем, исключены погрешности влияния адаптера;</li> <li>• скорость измерения выше более чем вдвое;</li> <li>• есть опция защиты информации;</li> <li>• цена ниже на 30-40%</li> </ul>
Измерение импульсной и пиковой мощности	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Суммарная погрешность измерений ниже;</li> <li>• не требуется калибровка уровня 0 дБм;</li> <li>• независимая обработка сигналов в двух режимах;</li> <li>• пользователь выбирает свой разъем, исключены погрешности влияния адаптера;</li> <li>• цена ниже на 30-40%;</li> <li>• есть опция защиты информации;</li> <li>• бесплатное ПО для обработки импульсных сигналов</li> </ul>
Измерение импульсной и пиковой мощности, измерение импульсной огибающей	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Суммарная погрешность измерений ниже;</li> <li>• не требуется калибровка уровня 0 дБм;</li> <li>• независимая обработка сигналов в двух режимах;</li> <li>• пользователь выбирает свой разъем, исключены погрешности влияния адаптера;</li> <li>• цена ниже на 30-40%;</li> <li>• есть опция защиты информации;</li> <li>• бесплатное ПО для обработки импульсных сигналов</li> </ul>

ности. Чтобы исключить влияние адаптера на точность измерений, пользователь датчиков мощности LadyBug Technologies может самостоятельно заказать нужный тип разъема. Предлагаются датчики со следующими типами разъемов: N-тип, SMA, 3,5 мм, 2,9 мм и N-тип с удлиненной базой. В результате заказчик получает нужную модель с выбранным разъемом и заводской калибровкой.

При использовании датчиков мощности в аэрокосмической и военной отраслях нужно соблюдать меры безопасности и секретности на производстве и в процессе разработки. Для таких приложений компания LadyBug Technologies предлагает датчики с опцией MIL, которая запрещает запись информации в энергонезависимую память прибора. В результате любые пользовательские настройки удаляются, когда датчик мощности отключается.

Преимущества датчиков мощности LadyBug Technologies для решаемых пользователем задач представлены в табл.2.

На российском рынке компания LadyBug Technologies предлагает три типа датчиков мощности:

- датчики средней мощности (частота от 9 кГц до 40 ГГц, динамический диапазон от -60 до 20 дБм или от -30 до 50 дБм);

- датчики пиковой, импульсной и средней мощности (частота от 10 МГц до 20 ГГц, динамический диапазон от -40 до 20 дБм);
- датчики пиковой, импульсной и средней мощности, отображающие огибающую импульса (частота от 10 МГц до 20 ГГц, динамический диапазон от -40 до 20 дБм).

\* \* \*

ООО "Остек-Электро" является эксклюзивным дистрибьютором компании LadyBug Technologies на территории Российской Федерации и стран Таможенного союза. Специалисты компании продемонстрируют предлагаемое оборудование и ответят на все возникшие вопросы. Отправить заявку на демонстрацию приборов и получить более подробную информацию о продукции можно по электронной почте [ostelectro@ostec-group.ru](mailto:ostelectro@ostec-group.ru).

### ЛИТЕРАТУРА

1. **Hawkins R.R., Sigler J.R.** Power meter with means to eliminate the need to zero and calibrating. Патент США № US7830134 B2.
2. **Hawkins R.R., Sigler J.R.** Method for eliminating the need to zero and calibrate a power meter before use. Патент США № US7911199 B2.