

# НОВЫЙ ПОДХОД К ТЕХНОЛОГИИ ВЫБОРА ДАТЧИКА ВЧ/СВЧ-МОЩНОСТИ



Текст: **Арсений Подолько**



В надежной радиосистеме каждый компонент цепи должен получить на вход сигнал определенного уровня от предыдущего каскада, обработать его и передать в следующий каскад цепи. Если уровень входного сигнала недостаточен, обрабатываемый сигнал теряется на фоне шумов. Если уровень входного сигнала избыточен, это приводит к нелинейным искажениям или разрушению блоков радиосистемы.

Мощность сигнала является ключевым параметром при разработке ВЧ/СВЧ-устройств, особенно когда обозначены жесткие требования к производительности. Существует множество способов измерения мощности сигнала, например, с помощью анализатора спектра и сигналов, анализатора цепей, но самый точный – использование измерителя мощности или датчика мощности. Это объясняется тем, что погрешность измерения такими приборами, как анализатор спектра или цепей, составляет десятые доли дБ, а может и превысить 1 дБ, в то время как погрешность датчиков мощности составляет сотые доли дБ. Датчики мощности – это самое востребованное оборудование для измерения мощности в ВЧ- и СВЧ-измерениях благодаря удобству использования и невысокой стоимости.

Среди производителей такого оборудования одно из инновационных решений было предложено компанией LadyBug Technologies, которая, используя собственные запатентованные технологии, добилась лучшей в классе абсолютной погрешности установки нуля и лидирующих показателей относительной погрешности измерения мощности (номера патентов 7911199; 7830134).

В статье мы рассмотрим технические особенности запатентованной технологии LadyBug, покажем инновационность продукции, проведя расчет суммарной относительной погрешности измерения мощности для датчика LadyBug Technologies, и сопоставим это значение с аналогичными значениями других производителей, а также обобщим преимущества технологии LadyBug Technologies для заказчиков.

## LadyBug Technologies первой в мире разработала USB-датчик импульсной мощности. До этого все импульсные датчики мощности работали только совместно с измерителем мощности.

### Инновационность решения LadyBug Technologies

Представим инновационность решения LadyBug Technologies в цифрах. Возьмем датчик средней мощности OSLB5926A (рис. 1), рассчитаем погрешность измерения мощности на частоте 10 ГГц, уровень сигнала -20 дБм. Данные для расчета полной погрешности представлены в Т 1.

Согласно расчетам суммарная погрешность не превышает 2,1 % при том, что у аналогичных приборов на рынке измерительного оборудования погрешность в данных условиях будет от 3,5 до 5,0 %.

Далее рассмотрим технологии, благодаря которым был достигнут такой результат. Математически низкое значение суммарной погрешности объясняется показателем «дрейф нуля» = 0,35 нВт (у других производителей этот показатель составляет 10-15 нВт). Такая большая разница связана с тем, что компания LadyBug применяет запатентованную технологию «No-Zero No-Call», которая

#### Т 1

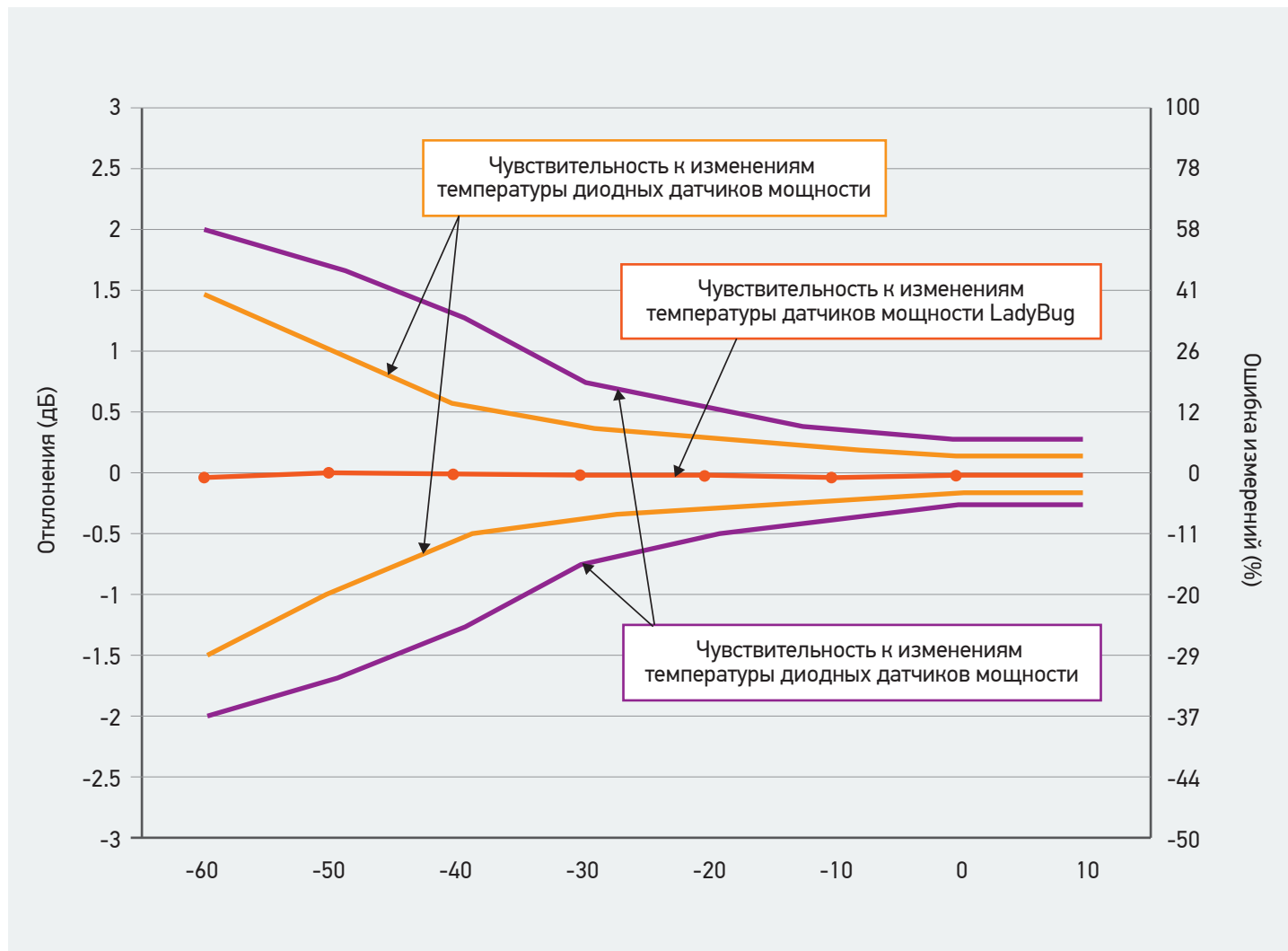
Расчет суммарной абсолютной погрешности измерения мощности датчиком OSLB5918A

УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ	
Рабочая частота (ГГц)	10
Измеряемый уровень (дБм)	-20
Согласование на входе тестируемого устройства (DUT)	1,19
Температура (С)	25
ПАРАМЕТРЫ ДАТЧИКА МОЩНОСТИ OSLB5918A	
Cal Factor (CF) – фактор потерь внутри датчика мощности, %	1,35
Linearity (L) – фактор линейности работы одного детектора, %	0,22
Noise (N) – шум, %	0,10
Match (КСВН)	1,20
Zero Offset (Z) – дрейф нуля, нВт	0,35
РАСЧЕТ РАССОГЛАСОВАНИЯ МЕЖДУ ТЕСТИРУЕМЫМ УСТРОЙСТВОМ (DUT) И ДАТЧИКОМ МОЩНОСТИ	
Фактор рассогласования (Mm), %	1,59
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности немодулированных колебаний, %	2,1
$U = \sqrt{Mm^2 + CF^2 + L^2 + N^2 + Z^2}$	



1

Внешний вид датчиков мощности LadyBug Technologies



2

Чувствительность датчика мощности LadyBug к температуре по сравнению с обычными датчиками мощности

T 2

Методы проведения калибровки уровня 0 дБм

МЕТОД 1: КАЛИБРОВКА ОТ ВНЕШНЕГО БЛОКА, 50 МГц, 0 дБм	МЕТОД: КАЛИБРОВКА ОТ ВНУТРЕННЕГО ОПОРНОГО ГЕНЕРАТОРА, 50 МГц, 0 дБм	ДАТЧИКИ МОЩНОСТИ LADYBUG
<b>Недостатки:</b>	<b>Недостатки:</b>	<b>Иновационность решения:</b>
Калибровка уровня 0 дБм: затраты времени	Калибровка уровня 0 дБм: затраты времени	Калибровка автоматическая, пользователь не участвует
Опорный сигнал 0 дБм, 50 МГц, является источником погрешности	В некоторых моделях пользователь вынужден отключать датчик мощности от измеряемого сигнала на время внутренней калибровки	Не требуется опорный сигнал
Во время проведения калибровки датчик мощности не может измерять сигнал	Внутренний переключатель вносит дополнительные погрешности измерения	Измерения не прерываются на время проведения 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 дорогое решение	Решение экономичнее, чем аналоги на 40 %

позволяет проводить измерения мощности без калибровки уровня нуля. Дрейфом нуля называется составляющая погрешности, вызванная внешними условиями относительно уровня 0 дБм. Наиболее значительным фактором, оказывающим влияние на значения дрейфа нуля, является температура. Перед каждым измерением необходимо проводить установку уровня 0 дБм.

Калибровка проводится во всем диапазоне рабочих температур. Во время работы для измерения мощности каждого отсчета используется запатентованная технология, которая корректирует значения мощности с учетом изменения температуры, поэтому калибровка датчиков мощности не требуется. На рис. 2 представлен график зависимости чувствительности датчиков мощности к изменению температуры.

Как видно на графике, в отличие от других производителей датчики мощности LadyBug практически не чувствительны к изменению температуры.

Теперь рассмотрим, почему у моделей LadyBug дрейф нуля значительно лучше, чем у моделей других производителей. Помимо запатентованной технологии LadyBug существуют еще два метода калибровки датчика мощности: это метод калибровки нуля от опорного генератора измерителя мощности и метод калибровки нуля от внутреннего опорного генератора.

Сравним и представим методы калибровки нуля и запатентованную технологию LadyBug в одной таблице (1, 2), чтобы наглядно продемонстрировать, какие недостатки удалось ликвидировать, используя технологию LadyBug.

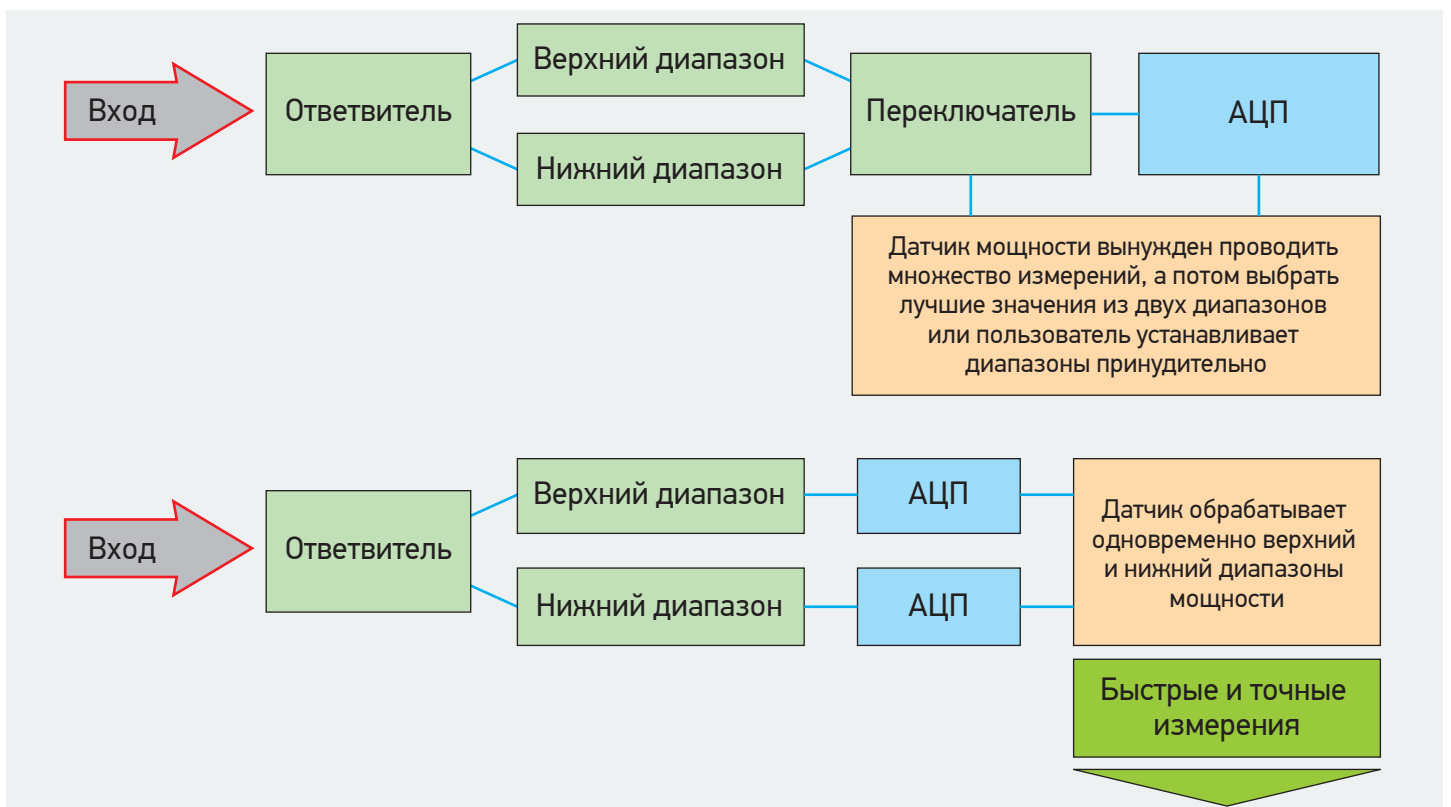
### Высокая скорость считывания отсчетов

Типовым значением скорости измерения является 110 отсчетов в секунду, а датчики мощности LadyBug позволяют проводить измерения до 500 отсчетов в секунду. Секрет производительности прост – датчики мощности LadyBug Technologies используют четыре АЦП, по два на режим высокой мощности и для сигналов низкого уровня. Более того, это позволяет обрабатывать сигнал в широком динамическом диапазоне без потери данных на смену пары диодных детекторов при изменении динамического диапазона. А пользователю не требуется переключать режим работы датчика или устанавливать точку переключения режимов.

Более наглядно сравнение двух методов обработки сигналов представлено на блок-диаграмме (рис. 3).

В обычных датчиках мощности используется видеофильтр и один АЦП, что замедляет измерения и приводит к дополнительным погрешностям. По настоящему точными могут считать только те измерения, которые проведены одновременно во всем динамическом диапазоне.

При расчете суммарной погрешности согласованность системы значительно влияет на результаты измерений. Чем больше рассогласованность системы, тем выше коэффициент отражения от датчика мощности. Если разъемы системы разные, используют адаптеры-переход, что ухудшает погрешность измерения мощности. Заказывая датчик мощности у Остек-Электро, пользователь сам выбирает разъем своего датчика: N-тип,



3  
Функциональная схема обычных датчиков мощности и датчиков мощности LadyBug Technologies

ТЭ

Преимущества использования измерителей мощности LadyBug Technologies

ЗАДАЧА	ПРЕИМУЩЕСТВА LADYBUG
Измерение средней мощности непрерывного или модулированного сигнала	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Суммарная погрешность измерений ниже</li> <li>■ Не требуется проводить калибровку уровня 0 дБм</li> <li>■ Пользователь выбирает свой разъем, исключены погрешности влияния адаптера</li> <li>■ Скорость измерения выше более чем в 2 раза</li> <li>■ Есть опция защиты информации</li> <li>■ Цена выгоднее 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 проводить калибровку уровня 0 дБм</li> <li>■ Независимая обработка сигналов в двух режимах</li> <li>■ Пользователь выбирает свой разъем, исключены погрешности влияния адаптера</li> <li>■ Цена выгоднее 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 проводить калибровку уровня 0 дБм</li> <li>■ Независимая обработка сигналов в двух режимах</li> <li>■ Пользователь выбирает свой разъем, исключены погрешности влияния адаптера</li> <li>■ Цена выгоднее на 30-40 %</li> <li>■ Есть опция защиты информации</li> <li>■ Бесплатное ПО для обработки импульсных сигналов</li> </ul>

SMA, 3,5 мм, 2,9 мм, N-тип с удлиненной базой, а затем получает готовую модель с выбранным разъемом и заводской калибровкой, где исключены погрешности влияния адаптера.

### Опция MIL


Опция MIL запрещает запись информации в энергонезависимую память прибора. Поэтому любые пользовательские настройки удаляются, когда датчик мощности будет выключен. Это делает данные датчики безопасными для аэрокосмической промышленности, где требуется соблюдать секретность на производстве и в разработке.

### Преимущества пользователя

Рассмотрев технические решения и основные возможности датчиков мощности LadyBug Technologies, остается сформулировать выгоды и преимущества, которые получает конечный пользователь. Представим эти результаты в виде ТЭ, опираясь на конкретные задачи.

Для измерения мощности ВЧ/СВЧ-сигналов компания LadyBug Technologies предложила действительно новый подход, используя запатентованные технологии, исключая калибровку уровня 0 дБм и значительно снижающие суммарную погрешность измерения мощности. Пользователь может самостоятельно выбрать на датчики коннектор подключения.

На российском рынке компания LadyBug Technologies представляет три вида датчиков мощности:

- диодные датчики средней мощности от 9 кГц до 40 ГГц, динамический диапазон -60 до +20 дБм или -30 до +50 дБм;
- диодные датчики пиковой, импульсной и средней мощности от 10 МГц до 20 ГГц, динамический диапазон -40 дБм до +20 дБм;
- диодные датчики пиковой, импульсной и средней мощности, отображающие огибающую импульса от 10 МГц до 20 ГГц, динамический диапазон -40 дБм до +20 дБм. 

**ООО «Остек-Электро», являясь эксклюзивным дистрибьютором компании LadyBug Technologies на территории Российской Федерации и стран Таможенного союза, проведет для вас демонстрацию оборудования компании и ответит на все возникшие вопросы. Отправить заявку на демонстрацию и получить более подробную информацию можно по электронной почте: [ostelectro@ostec-group.ru](mailto:ostelectro@ostec-group.ru).**