

## Компания Agilent Technologies предоставляет возможность выбора измерителя мощности, наиболее подходящего для решения измерительных задач пользователя

Руководство по выбору



Технология разработки и производства высокочастотных и микроволновых радиосистем достигла уровня, о котором лет десять назад трудно было даже мечтать. Разработчики систем радиосвязи, одними из первых столкнувшиеся с жесткими планами-графиками новых проектов, вынуждены быстро ориентироваться в вопросах выбора и конфигурирования оборудования для измерения мощности, которое могло бы обеспечить повторяемость результатов и точность, необходимую для работы с новыми форматами модуляции. Новые технологии в области радиосвязи, необходимые для поддержки широкополосных каналов

передачи данных, требуют приборов и первичных измерительных преобразователей, обеспечивающих измерение средней мощности сигналов, мощности сигналов с временным стробированием, профилей распределения импульсной мощности и отношений импульсная/средняя мощность. Причем все эти измерения должны выполняться с высокой скоростью

Вклад компании Agilent Technologies состоит в достижении **непревзойденной точности и повторяемости измерений**, полученных с помощью **рациональных технических решений**.



**Agilent Technologies**

Innovating the HP Way

В общем случае первичные измерительные преобразователи мощности <sup>1</sup> (в дальнейшем - преобразователи) должны быть согласованы с измеряемыми сигналами и видами модуляции. Измерители мощности <sup>2</sup> должны обеспечивать обработку и представление данных измерений в удобном для пользователя виде. Компания Agilent Technologies предоставляет пользователю возможность выбора из 33 различных преобразователей и 6 измерителей мощности (таблица 1). Кроме того компания Agilent Technologies предлагает несколько заказных конфигураций для применений в составе автоматизированных испытательных систем и ряд вспомогательных методик по калибровке, передаче размеров единиц измерения и обеспечению качества.

В этом руководстве в общих чертах обсуждаются вопросы применения и новейшие технологии изготовления преобразователей, поставляемых компанией Agilent Technologies. Приведены сведения о новых измерителях мощности и семействе преобразователей для измерения импульсной и средней мощности сигналов с импульсной модуляцией и со сложными видами модуляции, использующихся в современных системах радиосвязи. Сделан обзор семейств термопарных, диодных и двухканальных преобразователей со структурой диод-аттенуатор-диод. Обсуждаются достоинства и недостатки каждого вида технологии преобразователей с точки зрения их применения для совершенствования существующих и будущих систем радиосвязи.

Здесь не рассматривается семейство термисторных преобразователей и работающий с ними измеритель мощности Agilent 432A. Эта старая и хорошо зарекомендовавшая себя технология теперь используется почти исключительно в поверочных средствах и для передачи размера единицы мощности от Национального Института Стандартов и Технологии США (NIST) и других международных учреждений стандартизации. Поскольку принцип действия измерителя мощности Agilent 432A и технология термисторного преобразователя основываются на высокоточном методе замещения постоянным током, такие преобразователи используются в качестве переносных эталонов, являющихся связующим звеном между первичной поверочной лабораторией пользователя и метрологической лабораторией NIST. Пользователям, интересующимся такими метрологическими приемами, как передача размера единиц мощности, рекомендуется запросить сообщения по применению Agilent AN64-1 и 64-4.

Таблица 1 - Обзор измерителей мощности и преобразователей компании Agilent

Преобразователи	Измерители мощности		
	ЕРМ-Р Series Импульсная, средняя мощность и мощность при временном стробировании E4416A - один канал E4417A - два канала	ЕРМ Series Усреднение E4418B - один канал E4419B - два канала	Измерители мощности в виде модулей для систем на основе магистралей MMS (70100A) VXI (E1416A)
Термопарные Семейство 8480A/B/H R/Q 8486A (11 моделей)	•	•	•
Диодные Семейство 8480D Семейство 8486-W/G (7 моделей)	•	•	•
Диодные с расширенным динамическим диапазоном 4412A/13A (2 модели)	•	•	
Двухканальные на основе диодной сборки Семейство E9300 (7 моделей)	•	•	
Преобразователи для импульсной и средней мощности Семейство E9320 (6 моделей)	•		

<sup>1</sup> Иногда употребляется термин "датчик".

<sup>2</sup> В соответствии с отечественной терминологией эти приборы называются ваттметрами.

## Измерение мощности радиосигналов со сложными видами модуляции

Цифровая векторная модуляция стала избранным видом, когда около 20 лет назад цифровая революция охватила все системы связи. Необходимость упаковки максимального объема цифровых данных в ограниченную полосу частот сотовых систем связи и систем передачи данных определила очевидность этого выбора. Измерение мощности ВЧ сигналов с этими новыми и сложными форматами фазовой/амплитудной модуляции потребовало тщательного анализа порядка использования тестовых сигналов.

Появление новых технологий радиосвязи ускорило переход от аналоговых к цифровым видам модуляции. Вскоре появились цифровые форматы, обозначенные наборами алфавитных символов, такие как BPSK, QPSK, 8-PSK, 16 QAM и так далее. Затем стали использоваться имеющие важное значение их модификации  $\pi/4$ -DQPSK и другие. Во многих системах использовались потоки данных, определяемые технологией TDMA (многостанционный доступ с временным разделением каналов, например, в GSM). Разработчики других систем применили конкурентоспособный формат CDMA (многостанционный доступ с кодовым разделением каналов, последний пример использования этого формата - в IS-95A).

Разработка передатчиков для базовых станций и персональных мобильных радиотелефонов потребовала максимально творческого подхода. При этом основная задача заключалась в том, чтобы сохранить ширину полосы частотного спектра и уменьшить расход мощности. Как в системах TDMA, которые передают в антенну несколько несущих частот через один общий выходной усилитель, так и в системах CDMA, которые передают на одной несущей несколько потоков данных, закодированных псевдослучайным кодом, результирующий спектр передаваемого сигнала по своим свойствам близок к белому шуму.

Как и для белого шума, средняя мощность передаваемого сигнала является только одним из важных параметров. В силу статистического характера сигнала в системах с несколькими несущими критичным параметром является отношение импульсной мощности сигнала к средней, так как в зависимости от формата модуляции и фильтрации это отношение в некоторые моменты времени может достигать 10 - 30.

При таких высоких значениях отношения импульсная/средняя мощность существует опасность насыщения выходного усилителя мощности. Когда это происходит, пиковые значения сигнала, содержащие информацию об определенных символах, подвергаются компрессии, что ведет к увеличению числа битовых ошибок и снижению надежности работы системы. Для устранения этого эффекта конструкторы систем проектируют усилители мощности "с запасом", то есть, с таким расчетом, чтобы их номинальная выходная мощность в рабочем режиме была много меньше предельного значения выходной мощности, которую может обеспечить усилитель, не входя в режим компрессии. Это гарантирует, что при пиковой мощности сигнала, появляющейся в процессе работы, усилитель никогда не выйдет из линейного режима.

Таким образом, все эти новые технологии требуют точной оценки параметров выходной мощности в импульсном режиме работы усилителей системы. Оцениваемые параметры должны включать отношение импульсная/средняя мощность и параметры при временном стробировании для определения профиля временного распределения мощности импульсных сигналов, что позволяет контролировать соответствие установленным нормам.

# Технологии измерительных преобразователей

## Термопарные преобразователи

Работа термопары основана на том, что при соединении двух разнородных металлов в результате нагрева одного из спаев между ними возникает напряжение (термо-ЭДС), величина которого зависит от разности температур горячего и холодного спаев. Термопарный датчик поглощает энергию высокочастотных и микроволновых сигналов, которая нагревает "горячий" спай. При этом обеспечивается правильное измерение средней мощности для любого типа сигналов - от непрерывных колебаний до сигналов с импульсной или сложной цифровой модуляцией, независимо от уровня гармоник, формы колебаний или искажений сигнала. Поэтому исторически термопарные преобразователи оказались более предпочтительными для систем со сложными форматами модуляции, поскольку инженеры-испытатели могли быть при этом уверены, что преобразователь реагирует на общую суммарную мощность, заключенную в пределах всего интересующего их динамического диапазона. Импульсная мощность радиолокационного сигнала тоже часто вычислялась на основе измеренной средней мощности и известной скважности импульсов.

Однако типичный динамический диапазон (пределы измерения мощности) термопарных преобразователей не превышает 50 дБ, от минус 30 дБм (1 мкВт) до +20 дБм (100 мВт). Широко распространенным видом измерений в системах радиосвязи является "немой" тест, когда выход усилителя мощности заблокирован. Термопарные преобразователи необходимы для измерения параметров усилителя мощности, но они недостаточно чувствительны для измерения мощности в режиме "немого" теста, типичный уровень которой >-55 дБм. При таком ограниченном динамическом диапазоне преобразователя измерение еще более низких уровней мощности превращается в долгую и утомительную процедуру. Для уменьшения разброса результатов и получения точного и устойчивого отсчета при измерении мощности вблизи нижней границы диапазона чувствительности (в типичном случае от минус 25 до минус 30 дБм) требуется усреднение большого числа результатов измерений. Это приводит к необходимости производить замену термопарного преобразователя на диодный с последующей перекалибровкой измерительных трактов.

## Диодные преобразователи

Диоды преобразуют энергию высокочастотных колебаний в постоянный ток. Это преобразование осуществляется благодаря выпрямительным свойствам диодов, которые обусловлены нелинейностью их вольт-амперной характеристики. На рисунке 1 показана типичная характеристика детектирования диода. Она начинается вблизи уровня шума, около минус 70 дБм, и простирается до +20 дБм. Начальный участок характеристики имеет квадратичный закон, и на этом участке продетектированное выходное напряжение пропорционально входной мощности ( $V_{\text{вых}} \propto V_{\text{вх}}^2$ ), что обеспечивает непосредственное ее измерение. При входной мощности более минус 20 дБм вольт-амперная характеристика диода становится линейной ( $V_{\text{вых}} \propto V_{\text{вх}}$ ) и соотношение, справедливое для квадратичного закона, больше недействительно.

Традиционно диодные преобразователи предназначались для измерения мощности в пределах от минус 70 до минус 20 дБм, что делало их привилегированными типами для применений, требующих высокой чувствительности, например для определения входных уровней при измерении чувствительности приемников. В применениях, требующих высокой скорости измерений, диодные преобразователи также предпочтительнее термопарных, поскольку они быстрее реагируют на изменения входной мощности. Примером высокочувствительных преобразователей диодной технологии может служить серия Agilent 8480 с суффиксом D.

Когда необходимо измерять мощность в пределах от минус 70 до +20 дБм, что бывает все чаще и чаще, традиционное решение состоит в использовании диодного преобразователя для измерения малых мощностей и термопарного для больших мощностей. При больших объемах промышленного производства эта конфигурация с использованием двух различных преобразователей накладывает серьезные ограничения на скорость проведения испытаний, особенно если должна поддерживаться оптимальная точность.

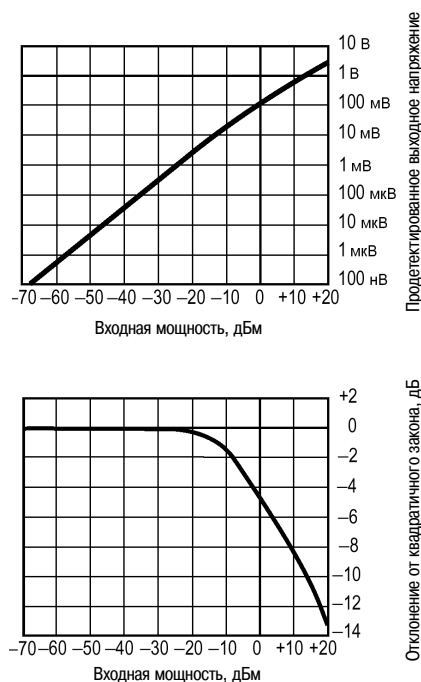


Рисунок 1 - Характеристика детектирования диода в области квадратичного, переходного и линейного участков

Продетектированное выходное напряжение

Отклонение от квадратичного закона, дБ

## Диодные преобразователи с расширенным динамическим диапазоном

Общеизвестный способ расширения динамического диапазона диодных преобразователей в область за пределами квадратичного участка характеристики состоит в использовании корректирующих коэффициентов. Корректирующие коэффициенты, полученные путем измерения мощности источника непрерывных колебаний, используются для компенсации отклонения от квадратичного закона в переходной (около минус 20 до 0 дБм) и линейной (выше 0 дБм) областях характеристики детектирования. Значения корректирующих коэффициентов хранятся в ППЗУ преобразователя. В результате получается один преобразователь, способный точно измерять мощность непрерывных колебаний (несущей) при постоянной амплитуде сигнала в диапазоне от минус 70 до +20 дБм.

Однако многие широко распространенные в современных системах радиосвязи сигналы со сложной цифровой модуляцией, за исключением GSM, отличаются непостоянством амплитуды. Так, для сигналов систем CDMA и TDMA корректирующие коэффициенты, полученные в режиме непрерывных колебаний, приводят к дополнительным погрешностям вдобавок к обычным погрешностям рассогласования, опорного источника и инструментальным.

При работе с сигналами CDMA требуется обеспечить высокую точность измерения средней мощности в присутствии больших значений отношения импульсная/средняя мощность и, зачастую, при динамическом диапазоне более 50 дБ. Другая сложная проблема, связанная с использованием принципа компенсированного одиночного диода при измерении сигналов с высоким отношением импульсная/средняя мощность, заключается в том, что отражения низкочастотных гармоник испытательного сигнала увеличивают мощность, которая может выйти за пределы квадратичного участка. Это ведет к еще большим погрешностям рассогласования и создает опасность появления помех из-за искажений сигнала в испытуемом устройстве.

Принцип компенсации для режима непрерывных колебаний использован в преобразователях Agilent E4412A/13A и, как сказано выше, нужно внимательно выбирать такие преобразователи для работы с сигналами, не относящимися к непрерывным колебаниям и имеющими непостоянную амплитуду. Такие преобразователи могут применяться в качестве чувствительных элементов или для стабилизации мощности в метрологических лабораториях, где для испытаний часто используют сигналы непрерывных колебаний.

## Преобразователи на основе двухканальной диодной сборки

Идеальный преобразователь должен сочетать точность и линейность теплового с широким динамическим диапазоном диодного преобразователя с коррекцией. Agilent Technologies ответила на эти требования и связанные с ними конструктивные проблемы созданием нового семейства преобразователей в составе серии E, основанного на двухканальной структуре с топологией диод-аттенуатор-диод. Преимущество такой структуры состоит в постоянном поддержании режима работы чувствительных элементов (диодов) в пределах квадратичного участка их характеристик. Это обеспечивает корректность измерения мощности сигналов со сложными форматами модуляции.

Преобразователи серии E (E9300) выполнены в виде интегрального диода с модифицированным барьером (MBID). В его состав входит пара двухдиодных сборок для канала малой мощности, резистивный аттенуатор и пара пятидиодных сборок для канала большой мощности, как показано на рисунке 2. В течение любого интервала времени работает только один канал; переключение каналов происходит быстро, автоматически и незаметно для пользователя. Такая структура эффективно обеспечивает динамический диапазон 80 дБ.

Дополнительное преимущество этого технического решения состоит в том, что такой преобразователь может работать без пробоя при более высоком уровне мощности, чем диодные преобразователи с расширенным динамическим диапазоном измерения. Это, в частности, весьма полезно при

работе с сигналами W-CDMA, для которых характерно высокое значение отношений импульсная/средняя мощность. Для датчиков, использующих технологию MBID и работающих в динамическом диапазоне от минус 60 до +20 дБм, максимальное значение измеряемой средней мощности составляет +25 дБм, а импульсной +33 дБм (при продолжительности воздействия не более 10 мкс). Это означает, что для измерения сигналов, имеющих одновременно высокие уровни импульсной и средней мощности, может использоваться полный динамический диапазон в 80 дБ.

Новая технология преобразователей облегчает реализацию широкополосного по своей сущности метода измерения средней мощности, снимая ограничения на полосу частот и динамический диапазон, присущие стробоскопическим методам измерения. Эти преобразователи идеально подходят для пользователей, которым требуется высокая степень гибкости при измерении средней мощности в широкой полосе частот. Вместе с преобразователями серии E (E9300) приборы Agilent EPM (E4418B/19B) обеспечивают точные измерения мощности модулированных сигналов в широком динамическом диапазоне, независимо от полосы частот этих сигналов.

Приборы E4418B/19B пригодны для любых применений, где не требуется измерения параметров мощности сигналов с временным стробированием или импульсной мощности.

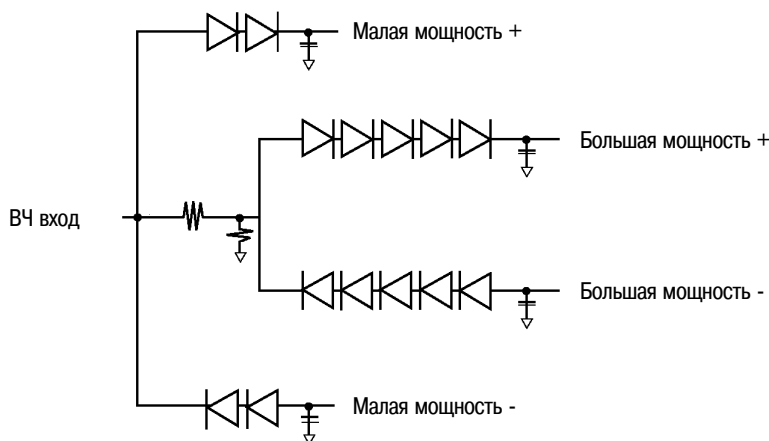


Рисунок 2 - Схема чувствительного элемента преобразователя с топологией диод-аттенуатор-диод

## Преобразователи для измерения импульсной и средней мощности

Преобразователи импульсной и средней мощности семейства Agilent E9320 перекрывают диапазон частот от 50 МГц до 6/18 ГГц и имеют пределы измерения от минус 67 дБм до +20 дБм. Использование этих преобразователей совместно с новыми измерителями мощности Agilent EPM-P Series обеспечивает возможность обработки тестовых сигналов с полосой модуляции до 5 МГц. Непрерывная дискретизация сигнала с частотой 20 МГц обеспечивает высокую скорость измерений. Интерфейс GPIB позволяет выводить результаты со скоростью до 1000 отсчетов в секунду, что идеально подходит для применения в автоматизированных испытательных системах.

Преобразователи импульсной и средней мощности компании Agilent предназначены для измерения характеристик сигналов с импульсной модуляцией и сложными видами модуляции. Их характерная особенность состоит в наличии двух режимов работы: **Normal** (нормальный) - для подавляющего большинства измерений средней и импульсной мощности (как с временным стробированием, так и без него); **Average only** (только среднее) - для измерений средней мощности низкого уровня или мощности только непрерывных сигналов. В обоих режимах используется один и тот же диодный чувствительный элемент. Обработка сигнала осуществляется двумя усилительными трактами, каждый из которых оптимизирован с учетом специфических требований к данным этого тракта. В режиме **Average only** усиление и параметры амплитудного ограничения в значительной степени такие же, как и у предыдущих диодных преобразователей Agilent.

В режиме **Normal** импульсный усилитель отдельного канала имеет полосы пропускания 300 кГц, 1,5 МГц и 5 МГц, что позволяет согласовать полосу частот модулированного испытательного сигнала с особенностями дальнейшей обработки данных в приборе. Это дает возможность измерять среднюю и импульсную мощность пакета, вычислять отношения импульсная/средняя мощность и отображать на большом жидкокристаллическом экране прибора временные распределения мощности стробированных импульсов. Это позволяет также

измерять и отображать параметры других сложных широкополосных форматов модуляции, огибающие которых содержат высокочастотные составляющие до 5 МГц.

Повышение точности измерений достигается не за счет других параметров, а посредством калибровочных коэффициентов. Трехмерные данные калибровки хранятся в резидентном ППЗУ преобразователя. Эти данные индивидуальны для каждого преобразователя и содержат коэффициенты коррекции частотной зависимости, зависимости от уровня входной мощности и температуры. Эти корректирующие коэффициенты загружаются в измеритель мощности EPM-P Series при включении питания прибора или подключении кабеля преобразователя.

## Полоса частот

Измерительная система, состоящая из преобразователя и измерителя мощности, имеет свою собственную максимальную полосу частот видеотракта<sup>1</sup>, которая определяется преобразователем E9320. Для оптимизации динамического диапазона при измерении импульсной мощности можно выбирать различные значения внутренней полосы частот измерителя: **High** (широкая), **Medium** (средняя), **Low** (узкая), конкретные значения которых приведены в таблице 2.

В режиме Off (выключен) с выключенным фильтром обеспечивается малое время установления и минимальный уровень выброса на вершине импульса. Вопрос, достаточно ли для измерения мощности сигналов различного вида только одного преобразователя или необходимо использовать несколько типов, можно решить на основании данных таблицы 2, оценивая достаточность динамического диапазона, соответствующего установленной полосе частот.

Таблица 2 - Полоса частот преобразователя E9320 и динамический диапазон измерения импульсной мощности

Модель преобразователя	Полоса частот/ максимальный динамический диапазон			
	Широкая	Средняя	Узкая	Выключен
6 ГГц/18 ГГц E9321A/E9325A	300 кГц / от -42 дБм до +20 дБм	100 кГц / от -43 дБм до +20 дБм	30 кГц / от -45 дБм до +20 дБм	от -40 до +20 дБм
E9322A/E9326A	1,5 МГц / от -37 дБм до +20 дБм	300 кГц / от -38 дБм до +20 дБм	100 кГц / от -39 дБм до +20 дБм	от -36 до +20 дБм
E9323A/E9327A	5 МГц / от -32 дБм до +20 дБм	1,5 МГц / от -34 дБм до +20 дБм	300 кГц / от -36 дБм до +20 дБм	от -32 до +20 дБм

<sup>1</sup> Под полосой видеотракта понимается полоса частот преобразователя и измерителя, в которой измеряется мощность; иногда она называется полосой модуляции.

## Многофункциональный интерфейс пользователя

Измерители мощности E4416A/17A имеют дружелюбный интерфейс пользователя и развитую систему управления отображением данных. Аппаратные клавиши управляют наиболее часто используемыми функциями, такими как калибровка преобразователя и функции запуска. Меню программируемых клавиш упрощает процедуру установки режима работы прибора при формировании измерительных последовательностей. Меню хранения и вызова (save/recall) позволяет запомнить до 10 установок режима (конфигураций прибора), что упрощает переход от одной методики испытаний к другой.

Измерители мощности EPM-P Series отличаются разносторонними возможностями измерений с использованием временного стробирования. Для каждого из четырех интервалов стробирования с собственными временами задержки могут накапливаться три различных параметра: средняя, импульсная мощность и отношение импульсная/средняя мощность. Далее, комбинируя эти три параметра для каждого интервала стробирования, можно вычислить два других F-параметра, таких как F1 - F2 или F1/F2, которые будут отображаться в одном из четырех экранных окон индикатора. Эти вычисленные параметры мощности имеют важное значение при исследовании сигналов TDMA в таких системах связи, как GSM, GPRS, EDGE и IS-136, где требуется одновременно наблюдать различные комбинации вычисленных параметров.

Большой жидкокристаллический индикатор можно сконфигурировать на различные форматы изображения. Так, на нем могут отображаться четыре строки данных, позволяющие интерпретировать и сравнивать результаты измерений, символы увеличенного размера, что позволяет вести наблюдение на расстоянии, графическое представление импульса.

На рисунке 3 приведен типичный пример измерения мощности сигнала GSM с применением временного стробирования. В интервале строб 2 измеряется средняя мощность пакета в пределах информативного участка сигнала GSM, а в интервале строб 1 - импульсная мощность в пределах всего временного окна. Отношение импульсная/средняя мощность в децибелах можно вычислить по результатам этих измерений как разность мощностей в интервалах строб 1 и строб 2: мощность 1 - мощность 2.

Это отношение импульсная/средняя мощность формируется по двум различным интервалам стробирования, и его не следует путать с аналогичным отношением, полученным по одному интервалу. Спад амплитуды импульса можно найти как разность измеренных мощностей в интервалах строб 3 и строб 4: мощность 3 - мощность 4. Четыре строки цифровых данных позволяют одновременно отображать на экране индикатора все три результата измерения вместе со значением импульсной мощности, измеренным в интервале строб 1.

Приборы E4416/17A измеряют импульсную и среднюю мощность в заданных пользователем интервалах стробирования испытательного сигнала. По результатам этих измерений вычисляется отношение импульсная/средняя мощность. Этот параметр позволяет удостовериться, что усилители мощности системы радиосвязи работают вне области компрессии. Термин пик-фактор (Crest Factor) представляет функционально аналогичное отношение амплитуды импульса к среднеквадратическому значению для величин напряжения. Поскольку величины этих отношений для мощностей и напряжений (в децибелах) отличаются незначительно, измерители мощности Agilent не вычисляют и не отображают величину пик-фактора<sup>1</sup>.

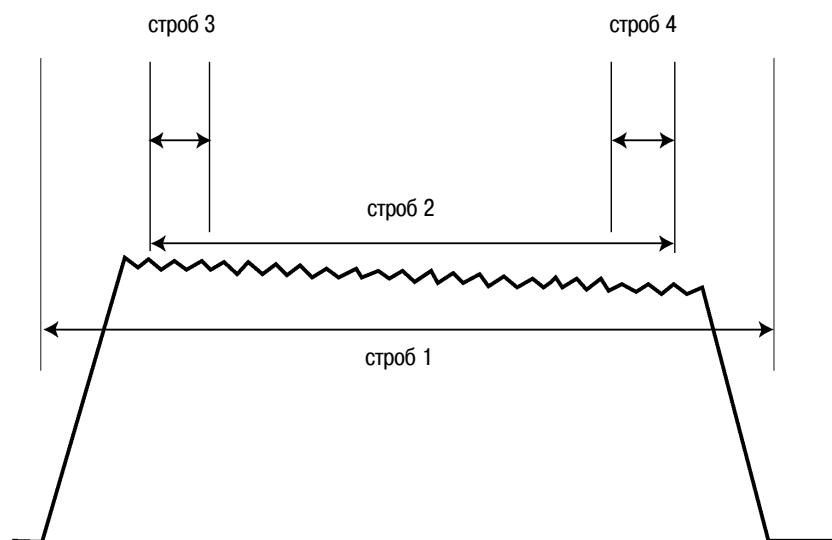


Рисунок 3 - Эффективные программы конфигурации данных позволяют проводить измерения в четырех интервалах стробирования; каждый интервал (строб) имеет два параметра для отображения на индикаторе. Вычисляемые параметры, такие как отношение импульсная/средняя мощность, также могут отображаться на индикаторе.

<sup>1</sup> Определение пик-фактора (импульсно-модулированная несущая): отношение амплитуды импульса к среднеквадратическому значению.

## Применения

В таблице 3 перечислены виды измерений, для которых предназначены преобразователи серии E. Каждый тип преобразователя наилучшим образом приспособлен для того или иного вида измерений. Данные таблицы 3 позволяют сделать осмысленный выбор преобразователя для конкретных применений.

## Предопределенные установки режимов измерения

Компания Agilent изучила специфические методы измерения и оценки характеристик, используемые при испытаниях широко распространенных систем радиосвязи. В результате этой работы в дополнение к общей функциональной гибкости, предусмотренной техническими решениями измерителей мощности E4416/17A и обеспечивающей заказные измерения, в эти приборы введены функции выбора заранее предусмотренных установок режима измерений, ориентированных на следующие системы: GSM, EDGE,

NADC, iDEN, Bluetooth, IS-95, CDMA, W-CDMA и cdma2000. Эти встроенные программы измерений упрощают и ускоряют процедуру конфигурирования испытательных станций в условиях производства.

Таблица 4 представляет полную картину применения семейств преобразователей компании Agilent и показывает в какой мере они закрывают широкий спектр областей применения, от метрологических задач до измерения параметров радиосигналов, использующих новейшие форматы модуляции.

Таблица 3 - Генеалогия преобразователей серии E компании Agilent

Семейство преобразователей серии E	Виды измерений мощности	Диапазон частот <sup>1</sup>	Пределы измерения мощности (динамический диапазон) <sup>1</sup>
Семейство E441XA (расширенный диапазон)	Непрерывные колебания и сигналы с постоянной амплитудой	от 10 МГц до 26,5 ГГц	от -70 до +20 дБм
Семейство E9300 двухканальная диодная сборка	Непрерывные колебания и средняя мощность сигналов с любым форматом модуляции	от 9 кГц до 18 ГГц	от -60 до +44 дБм
Семейство E9320 для импульсной и средней мощности	Непрерывные колебания, импульсная и средняя мощность с временным стробированием	от 50 МГц до 18 ГГц	от -67 до +20 дБм

Таблица 4 - Карта применения преобразователей компании Agilent

Преобразователи, рекомендуемые для применения	Характеристики сигнала							
	Непрерывный	Модулированный					Стандарты радиосвязи	
		Непрерывный	Импульсная и средняя мощность	Импульсная и распределение во времени	АМ/ЧМ			
Типичные примеры применения >	Метрологическая лаборатория	Радиолокация и навигация	Радиолокация и навигация	Подвижные средства радиосвязи	TDMA GSM EDGE IS-136 IDEN	CDMA IS-95  Bluetooth	W-CDMA 3GPP cdma2000	
Технология преобразователя								
Термопарные преобразователи	•	•		•	•	•	•	
Диодные преобразователи	•	•		•	только средняя	только средняя	только средняя	
Диодные преобразователи с компенсацией для расширенного диапазона	•			только ЧМ				
Преобразователи на основе двухканальной диодной сборки	•	•		•	только средняя	только средняя	только средняя	
Диодные преобразователи импульсной и средней мощности (полоса частот видеотракта)	•	• (5 МГц)	• (5 МГц)	•	• (300 кГц) временное стробирование	• (1,5 МГц) импульсная, средняя, импульсн./средняя	• (5 МГц) импульсная, средняя, импульсн./средняя	

<sup>1</sup> Определяется типом преобразователя

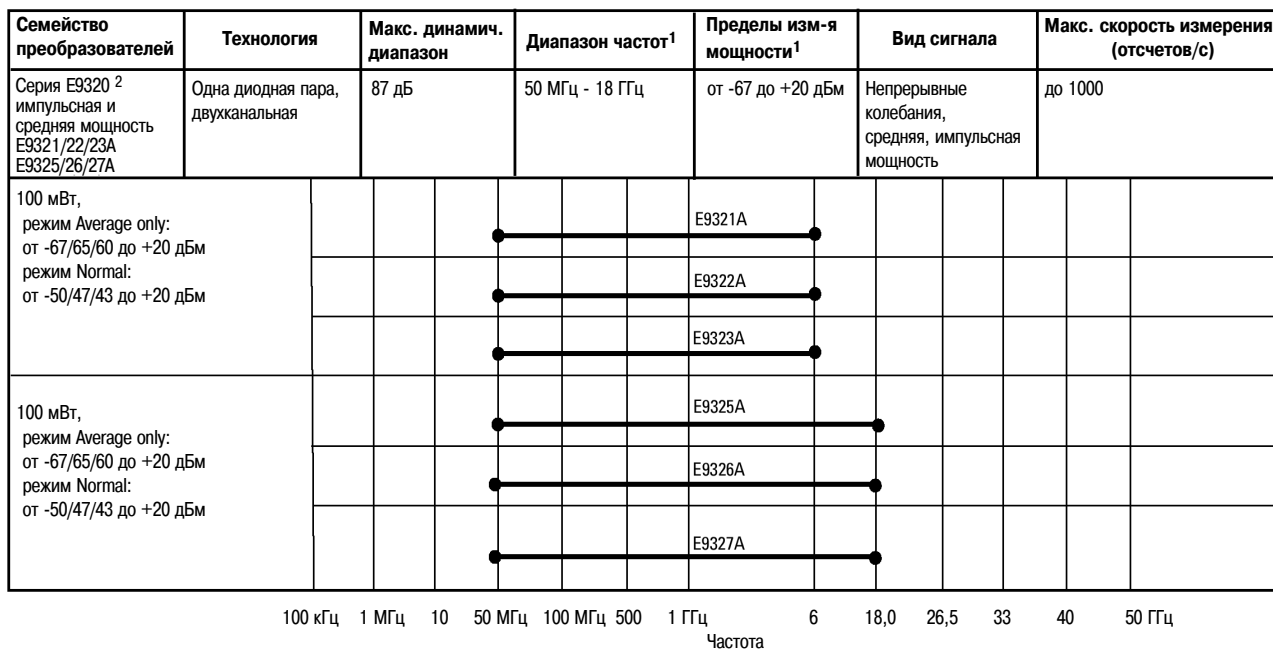
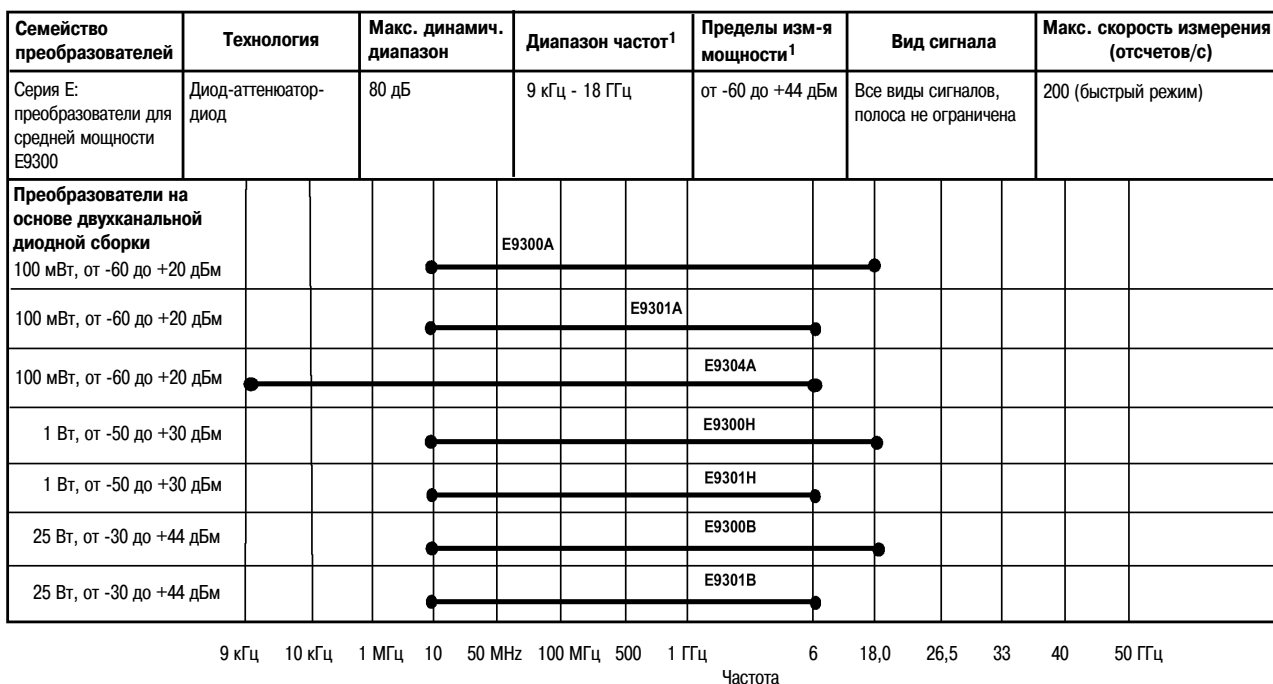


# Характеристики измерительных преобразователей компании Agilent

Таблица 5 - Характеристики преобразователей



<sup>1</sup> Определяется типом преобразователя



<sup>1</sup> Определяется типом преобразователя.

<sup>2</sup> Преобразователи для импульсной и средней мощности должны использоваться с кабелями E9288A, B или C и работать только с измерителями мощности E4416A/17A.

Компания Agilent Technologies  
предана идее предоставления  
технических решений по измерению  
мощности высокочастотных и  
микроволновых сигналов сегодня и в  
будущем. Измерители мощности и  
преобразователи компании будут  
совершенствоваться в направлении  
введения новых возможностей, в  
частности, импульсной диагностики  
с использованием маркеров. Более  
подробную информацию можно  
получить в сети Интернет по адресу:  
**[www.agilent.com/find/powermeters](http://www.agilent.com/find/powermeters)**  
При расширении функциональных  
возможностей пользователи могут  
получить файлы обновления  
микропрограммного обеспечения  
своих приборов либо на CD-ROM,  
либо путем перекачки этих файлов  
с сайта компании в сети Интернет.

## Литература

*EPM-P Series Power Meters and  
E9320 Power Sensors,*  
Product Overview,  
literature number 5980-1471E

*EPM-P Series Power Meters and  
E9320 Power Sensors,*  
Technical Specifications,  
literature number 5980-1469E

*EPM Series Power Meters, Brochure,*  
literature number 5965-6380E

*EPM Series Power Meter, E-Series  
and 8480 Series Power Sensor,*  
Technical Specification,  
literature number 5965-6382E

*EPM Series Power Meters, E-Series  
Power Sensors,*  
Configuration Guide,  
literature number 5965-6381E

*E-Series E9300 Power Sensors,*  
Product Overview,  
literature number 5968-4960E

*Fundamentals of RF and Microwave  
Power Measurements,*  
Application Note 64-1,  
literature number 5965-6630E

*4 Steps for Making Better Power  
Measurements,*  
Application Note 64-4,  
literature number 5965-8167E

### **Поддержка, услуги и помощь, оказываемые компанией Agilent Technologies при эксплуатации своего испытательного и измерительного оборудования в условиях пользователей**

Компания Agilent Technologies ставит своей целью максимально увеличить ценность приобретаемого у нее оборудования с одновременной минимизацией риска и проблем пользователей. Компания стремится обеспечить гарантии получения функциональных возможностей испытаний и измерений, которые оплачены пользователем, и оказания такой поддержки, в которой он нуждается. Обширные ресурсы компании по поддержке и оказанию услуг предоставляют пользователю возможность сделать правильный выбор оборудования компании Agilent Technologies для своих конкретных применений и успешно их использовать. Гарантируется поддержка изделия по меньшей мере в течение пяти лет после снятия его с производства. Политика поддержки компании Agilent Technologies основана на ее приверженности двум идеям: "наше обязательство" и "ваша выгода".

### **Наше обязательство**

Под "нашим обязательством" подразумевается, что испытательное и измерительное оборудование пользователя, приобретенное у компании Agilent Technologies, соответствует опубликованным на нее техническим характеристикам и функциональным возможностям. Когда пользователь выбирает новое оборудование, компания предоставляет ему информацию по изделиям, включающую фактические рабочие характеристики и функциональные возможности, а также практические рекомендации опытных инженеров компании. В процессе эксплуатации оборудования компания Agilent Technologies может проверить правильность ее функционирования, оказать помощь в эксплуатации изделия и проконсультировать по методикам измерений с целью использования заданных функциональных возможностей. Все эти услуги предоставляются бесплатно по просьбе пользователя. В самом оборудовании заложены средства автоматической выработки для пользователя соответствующих подсказок.

### **Ваша выгода**

Под "вашей выгодой" подразумевается, что компания Agilent Technologies предоставляет широкий спектр экспертных услуг по испытаниям и измерениям, которые может приобрести пользователь в соответствии со своими уникальными техническими и деловыми потребностями. Пользователь может эффективно решать свои проблемы и получать преимущество в конкурентной борьбе за счет заключения контрактов с компанией по выполнению калибровок, модернизации оборудования за дополнительную плату, проведения ремонтных работ после окончания срока гарантии и обучения специалистов пользователя на их рабочих местах. Кроме того, могут заключаться контракты на разработку, системную интеграцию, руководство проектом и на другие профессиональные услуги. Опытные инженеры и техники компании Agilent Technologies во всех странах мира могут оказать пользователям помощь в повышении производительности, оптимизации дохода от эксплуатации приобретенных у компании измерительных приборов и систем и в получении достоверных результатов измерений с погрешностями, гарантированными компанией на весь срок службы своих изделий.

Для получения дополнительной информации по изделиям компании Agilent Technologies, предназначенным для измерений и испытаний, а также по их применению и обслуживанию, пожалуйста, обращайтесь в представительство Agilent Technologies по адресу:

Россия, 113054,  
Москва, Космодамианская набережная,  
д. 52, стр. 1  
Тел: (095) 797 3967, 797-3900  
Факс: (095) 797 3902, 797 3901

или посетите нашу страницу в сети Internet по адресу:

<http://www.agilent.com>

**Технические характеристики и описания изделий компании, содержащиеся в этом документе, могут быть изменены без уведомления.**

© Авторское право компании Agilent Technologies 2000  
Отпечатано в США в октябре 2000 г.  
Номер публикации 5968-7150E



**Agilent Technologies**

Innovating the HP Way