

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН

Эксперты полагают, что к 2024 году доля рынка технологий миллиметрового диапазона достигнет \$2,5 млрд. Подобная точка зрения вряд ли вызовет удивление специалистов, поскольку данная область интенсивно развивается и находит все большее признание, в том числе и в оборонном секторе, где всегда будут возникать задачи, требующие инноваций в данной сфере. В интервью Майка Ли, директора по продажам и маркетингу компании dB Control, анализируются самые актуальные вопросы, связанные с технологиями миллиметровых волн.

— Какие оборонные приложения нуждаются в продукции миллиметрового диапазона?

— Рынки радаров, радиоэлектронной борьбы, бортовой и спутниковой связи особенно остро нуждаются в продукции миллиметрового волнового диапазона. Это связано с тем, что тактические сети связи и средства радиоэлектронной борьбы следующего поколения переходят на более высокие частоты спектра, чтобы противостоять недавно обнаруженным угрозам. С развитием таких технологий, как 5G и ретрансляция Satcom, возможности подключения, пропускная способность и скорость имеют чрезвычайно важное значение в оборонной сфере.

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**TWTA, Traveling Wave Tube Amplifier** — усилитель на основе лампы бегущей волны

**MPM, Microwave Power Module** — микроволновой модуль мощности, микроволновое устройство, используемое для усиления радиочастотных сигналов до высоких уровней мощности

**OEM, Original Equipment Manufacturer** — производитель оригинального оборудования

**TWT, Traveling Wave Tube** — лампа бегущей волны

**SAR, Synthetic Aperture Radar** — радиолокатор с синтезированной апертурой

**HPA, High-Power Amplifier** — усилитель высокой мощности

**C-диапазон** — диапазон сантиметровых волн 3,4–8 ГГц (7,5–3,75 см) согласно IEEE

**X-диапазон** — диапазон сантиметровых волн 8–12 ГГц (3,75–2,5 см) согласно IEEE

**Ku-диапазон** — диапазон сантиметровых волн 12–18 ГГц (2,5–1,67 см) согласно IEEE

**K-диапазон** — диапазон сантиметровых волн 18–26,5 ГГц (1,67–1,13 см) согласно IEEE

**V-диапазон** — диапазон миллиметровых волн 40–75 ГГц (7,5–4 мм) согласно IEEE

**Q-диапазон** — диапазон миллиметровых волн 33–50 ГГц (9–6 мм)

**EW, Electronic Warfare** — радиоэлектронная борьба

**CW, Continuous wave** — частота без модуляции; в контексте мощности, видимо, имеется в виду непрерывная мощность несущей частоты

**1 фут** = 0,3048 м; соответственно, 70 тыс. футов — чуть больше 21 км

**HALT, Highly Accelerated Life Test** — ускоренные ресурсные испытания

**HASS, Highly Accelerated Stress Screen** — ускоренный выборочный контроль

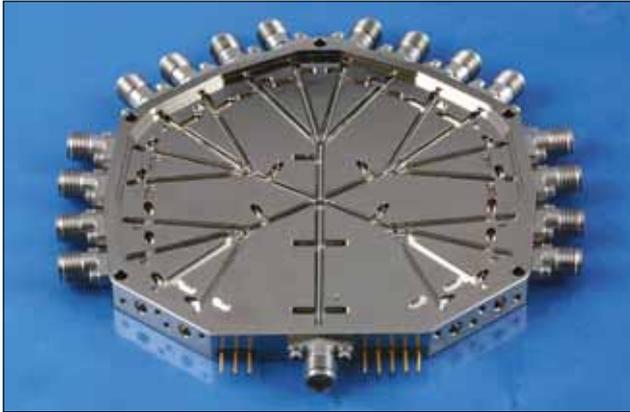


— В чем преимущества и недостатки использования миллиметрового диапазона?

— К преимуществам этого диапазона следует отнести увеличение пропускной способности, расширение возможностей подключения с гораздо большим количеством каналов и более высокоскоростным обменом данных во время тактической связи. Однако при этом нельзя не упомянуть и о росте затрат и сложности, а также о проблемах, связанных с воздействием окружающей среды в процессе эксплуатации. К счастью, преимущества преобладают над недостатками.

— Каким образом компания dB Control решает названные вами проблемы?

— Начиная с 2006 года компания dB Control стремится вести разработку и проектирование на самом остром прогресса технологий TWTA и MPM миллиметрового диапазона. Мы тесно сотрудничаем с производителями оригинального оборудования (OEM) TWT, чтобы удовлетворять потребности клиентов и реагировать на прогнозы технологического развития. Компания dB Control решает и другие проблемы отрасли, эффективно справляясь с производством продукции с высоким КПД. Например, мы представили два широкополосных микроволновых модуля мощности с большим КПД, предназначенных для радаров с высоким быстродействием и систем SAR. И хотя данные изделия нельзя напрямую отнести к области миллиметровых волн, их разработка показывает стремление dB Control расширить границы тра-



диционной технологии. Образно говоря, все, что мы проектируем, разрабатываем и производим, проникнуто духом инноваций.

— **Какие изделия миллиметрового диапазона предлагает компания dB Control?**

— Сегодня мы предлагаем несколько мощных усилителей миллиметрового диапазона (НРА), рассчитанных на 26,5–40 ГГц. Частоты наших микроволновых модулей мощности миллиметрового диапазона и TWT-усилителей находятся в диапазоне 26,5–40 ГГц. Кроме того, мы работаем с частотами вплоть до 92 ГГц.

— **Можете ли вы объяснить переход от традиционных к более высоким частотам?**

— Традиционно изделия с частотами диапазонов С-, Х- и Ku- находили применение в самых разных областях. Но с развитием технологий загруженность в этих полосах увеличилась настолько, что мы увидели потребность в расширении пропускной способности. Именно поэтому приложения для радиоэлектронной борьбы, спутниковой связи и передачи данных переходят на частоты миллиметровых волн. Совершенствование технологий работы в диапазонах К-, Q- и V- заставляет компанию dB Control регулярно вносить соответствующие изменения в свои проекты. Именно поэтому НРА, которые мы выпускаем, отвечают потребностям современных военных и коммерческих приложений.

— **Какие диапазоны частот требуются оборонным подрядчикам и почему?**

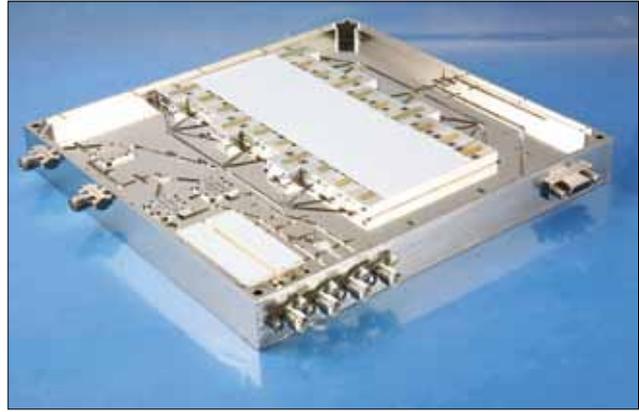
— Оборонным подрядчикам нужны частотные диапазоны на 18–40 ГГц. Конкретная частота зависит от приложения. Для приложений EW необходима широкая полоса и CW-мощность. Для приложений передачи данных и спутниковой связи — узкая полоса и CW-мощность. Для радиолокационных приложений нужны узкополосность и импульсная мощность.

— **Насколько суровые условия должны выдерживать НРА миллиметрового диапазона?**

— Необходимо, чтобы НРА миллиметрового диапазона выдерживали самые жесткие условия: экстремальные температуры, чрезмерную вибрацию, высоту над уровнем моря порядка 70 тысяч футов. К счастью, мы тщательно тестируем все НРА миллиметрового диапазона, которые производим здесь, в dB Control, чтобы гарантировать их надежность даже в самых сложных миссиях.

— **Что позволяет команде инженеров и сборщиков преуспевать в производстве НРА миллиметрового диапазона?**

— Команда инженеров и сборщиков должна быть хорошо оснащена для работы с такими продуктами следующего поколения, как НРА миллиметрового диапазона. Надежность долж-



на быть заложена уже на начальном этапе проектирования. От качества конечного продукта зависят человеческие жизни, поэтому производитель должен добиться повторяемости и надежности. Оборонные подрядчики должны искать производителя с собственной командой опытных инженеров-конструкторов, а также преданных своему делу инженеров-испытателей и техников. Люди в этой команде должны быть специально подготовлены для работы с высоковольтной электроникой. Кроме этого, у производителя должна быть подтвержденная система прослеживаемости в процессе производства электроники для бортового, морского и наземного мобильного развертывания.

— **В чем уникальность процесса испытаний, проводимых компанией dB Control?**

— После окончания разработки продукта и завершения предпроизводственных испытаний необходимо провести всесторонние климатические и механические испытания, а также исследование изделия под нагрузкой. Чем более всесторонними будут испытания, тем меньше вероятность выхода из строя оборудования в полевых условиях, а значит, и затраты на замену и время простоя будут сведены к минимуму. dB Control — одно из немногих предприятий, где имеется камера для проведения HALT/HASS-испытаний. Продукция проходит автоматизированное 24-часовое тестирование, что обеспечивает ее надежность. Наше локальное тестирование сокращает время обработки и трудозатраты. Все тесты, которые мы здесь проводим, предназначены для имитации длительного срока службы во время выполнения миссии в очень суровых условиях. Климатические камеры могут быть настроены на индивидуальные комбинации температуры и высоты в соответствии с задачами миссии. Наши вибрационные столы также настраиваются на уровни вибрации и ударов, которые можно встретить в полевых условиях. ●

## МНЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТА



**Сергей Шиков,**  
директор по управлению проектами  
А-КОНТРАКТ

Устройства, о которых идет речь в публикации, трудно встретить на нашем рынке. Несмотря на это, весьма интересно узнать о том, каков вектор развития современной электроники, особенно в сфере ВЧ-/СВЧ-технологий.