

# Керамические антенны

## для поверхностного монтажа

### компании Pulse Electronics

С развитием технологий все большую актуальность приобретают миниатюрные портативные приборы. Производители стремятся минимизировать размеры беспроводных устройств и сделать их многофункциональными. Таким образом, растет потребность во встроенных антеннах, в том числе многодиапазонных. В статье обсуждается вопрос оптимального выбора антенны для поверхностного монтажа. Рассматриваются керамические монополи, спиральные монополи и керамические PIFA-антенны компании Pulse Electronics.

Ольга Попова  
polga@efo.ru

Американская компания Pulse Electronics является одним из мировых лидеров в области производства антенн для мобильных телефонов, автомобильных систем и других беспроводных устройств. Фирма занимается производством антенн более 40 лет и является членом альянса разработчиков IEEE, ATIS, ETSI, HDMI, консорциума DSL, CommNexus и MoCA. Высокая квалификация специалистов и постоянное совершенствование технологий позволяют компании идти в ногу со временем и предлагать своим клиентам актуальные решения. Для поверхностного монтажа Pulse Electronics предлагает три основных вида миниатюрных антенн: керамические монополи, спиральные монополи и керамические PIFA-антенны (Planar Inverted F Antenna) (табл. 1). Для оптимального выбора необходимо ознакомиться с особенностями каждого типа антенн.

### Керамический монополь

Как известно, монополь представляет собой незамкнутый проводник длиной 1/4 длины волны. Использование керамики низкотемпературного обжига позволяет сократить размеры керамического монополя и сделать антенну подходящим миниатюрным решением для портативных устройств (рис. 1).

Многие зарубежные разработчики в качестве одного из основных параметров производительности указывают эффективность излучения антенны, которая рассчитывается как отношение излучаемой мощности к подводимой. Этот параметр для керамического монополя зависит от рабочего частотного диапазона и размеров печатной платы. Для эффективного излучения керамического монополя требуется площадка Ground Clearance, с которой удалена металлизация. Рекомендуемый размер такой площадки обычно дается производителем в техническом описании антенны.

Монтаж керамического монополя достаточно прост. Согласующая цепь состоит из нескольких последовательно или параллельно подключенных компонентов. В результате влияния земляного слоя платы существуют ограничения в расположении антенны. Рекомендуется размещение антенны в углу или на кромке платы. При использовании антенны необходимо учесть, что близко расположенные жидкокристаллические дисплеи, электронные табло и клавиатура влияют на ее характеристики.

Керамические монополи работают подобно обычному монополю, создавая биполярную диаграмму направленности. Эффективность излучения керамического монополя находится в пределах 30–70%.

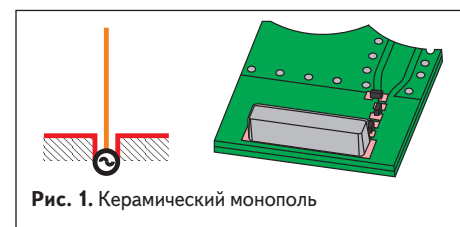


Рис. 1. Керамический монополь

Таблица 1. Антенны для поверхностного монтажа производства компании Pulse Electronics

Тип антенны	ISM 900, 902–928 МГц		GPS, 1575,4 МГц		WIFI/ ZigBee/ Bluetooth 2,4–2,5 ГГц	
Керамический монополь	W3000 Тип GC Размер 2,5×8×8 мм Эффективность 30%		W3000 Тип GC Размер 2,5×8×8 мм Эффективность 70%		W3043 Тип GC Размер 3,2×1,6×1,1 мм Эффективность 70%	
Спиральный монополь	W3112A Тип GC Размер 7×1,6×1,6 мм Эффективность 67%		W3110 Тип GC Размер 5×2,5×5,5 мм Эффективность 47%		W3108 Тип GC Размер 5×2,5×5,5 мм Эффективность 50%	
PIFA-антенна	W3012 Тип GC Размер 10×3,2×4 мм Эффективность 70%		W3010 Тип GC Размер 10×3,2×2 мм Эффективность 75%		W3008C Тип GC Размер 3,2×1,6×1,1 мм Эффективность 75%	
			W3009 Тип OG Размер 10×3,2×4 мм Эффективность 80%			

## Спиральный монополь

Излучатель спирального монополя выполнен в виде спирали и значительно короче, чем у обычного монополя, что позволяет использовать антенну в более компактных устройствах (рис. 2). Поляризация таких антенн круговая. В то же время спиральные монополи имеют ряд недостатков. У этих антенн более узкая полоса пропускания, снижена эффективность излучения. Спиральный монополь обладает высокой чувствительностью к близко расположенному телу человека и рекомендуется для стационарных устройств.

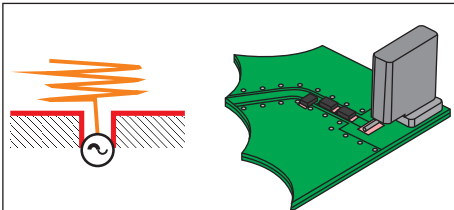


Рис. 2. Спиральный монополь

Антенна работает подобно керамическому монополю, создавая биполярную диаграмму направленности. Эффективность излучения составляет 40–70%. Разместить антенну рекомендуется в углу платы.

## Керамическая PIFA-антенна

Керамическая PIFA-антенна представляет собой короткозамкнутую антенну с проводником, выполненным в виде плоской перевернутой буквы F (рис. 3). Ее электрическая длина составляет 1/4 длины волны. Конструкция такой антенны гораздо сложнее, чем конструкция керамического или спирального монополя. К достоинствам керамической PIFA-антенны относятся достаточно широкая полоса рабочих частот (до 10% от резонансной несущей), высокая эффективность излучения, сравнительно малые габариты и поддержка многодиапазонности. К тому же антенны этого типа характеризуются высоким усилением как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях поляризации, более устойчивы к влиянию близкорасположенного тела человека. Рекомендуемое расположение антенны — на середине кромки длинной стороны платы.

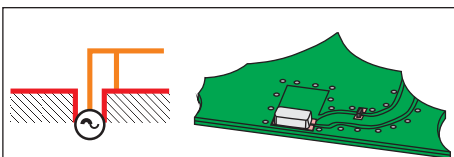


Рис. 3. Керамическая PIFA-антенна

Антенна имеет всенаправленную диаграмму излучения и невосприимчива к близко расположенным другим антеннам и статике, что позволяет с успехом использовать этот тип антенн в портативных устройствах.

Компания Pulse Electronics предлагает два типа PIFA-антенн для поверхностного монтажа: OG (On Ground) и GC (Ground Clearance) (табл. 1). Антенны GC-типа требуют удаления меди со всех слоев площадки, а OG-типа — только

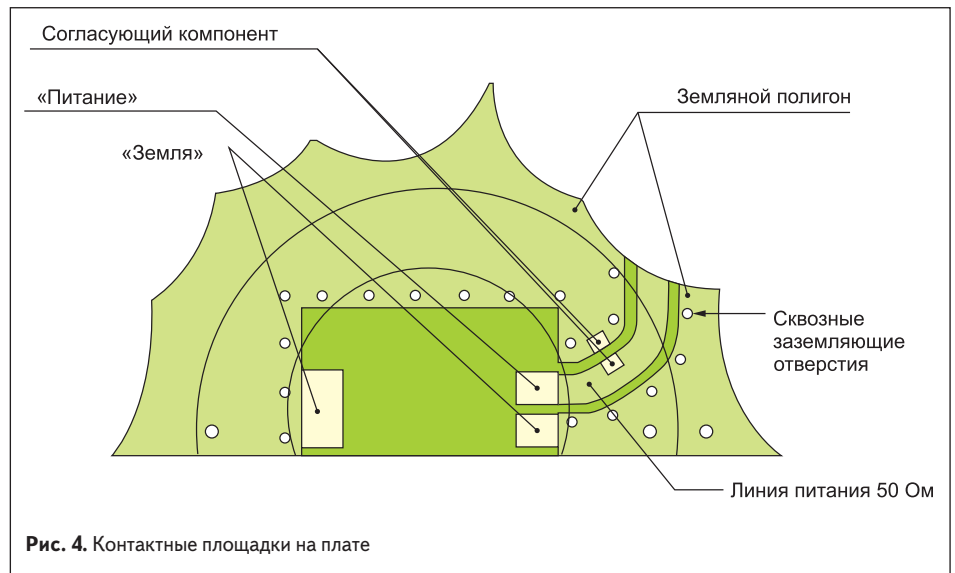


Рис. 4. Контактные площадки на плате

с верхнего слоя площадки, позволяя располагать компоненты на другой стороне платы. PIFA-антенны OG-типа менее чувствительны к близко расположенным металлическим компонентам или жидкокристаллическому экрану, чем антенны GC-типа.

Модели W3012, W3010 и W3008C относятся к антеннам GC-типа [2, 3, 5]. W3009 является антенной OG-типа [4]. По своим электрическим характеристикам она подобна W3010. Для достижения одинаковой эффективности излучения антенны OG-типа имеют большую толщину, чем устройства GC-типа.

## Рекомендации по встраиванию PIFA-антенны

Одним из главных преимуществ антенн PIFA является высокая эффективность излучения. Однако при встраивании таких антенн внутрь корпуса устройства их характеристики могут ухудшиться из-за влияния близко расположенных компонентов на плате, неправильной локализации антенны на плате и пр. При соблюдении всех рекомендаций по монтажу

эффективность излучения PIFA-антенны может достигать 90%.

### Посадочное место на плате

PIFA-антенна симметрична и имеет два одинаковых контакта. При этом на плате требуется три контактные площадки, две из которых («Земля» и «Питание») замыкают один из контактов антенны. Разделение одного из контактов платы на два отдельных «Земля» и «Питание» обеспечивает более стабильный импеданс согласования (рис. 4).

### Размер платы

Электрическая длина платы оказывает значительное влияние на рабочий частотный диапазон, ширину полосы пропускания, импеданс и общие характеристики излучения антенны. На рис. 5 показана интенсивность электрического поля, сформированного PIFA-антенной на плате. Как можно заметить, при использовании PIFA-антенны излучающей структурой является не только она сама, но и вся плата. Общее излучение складывается

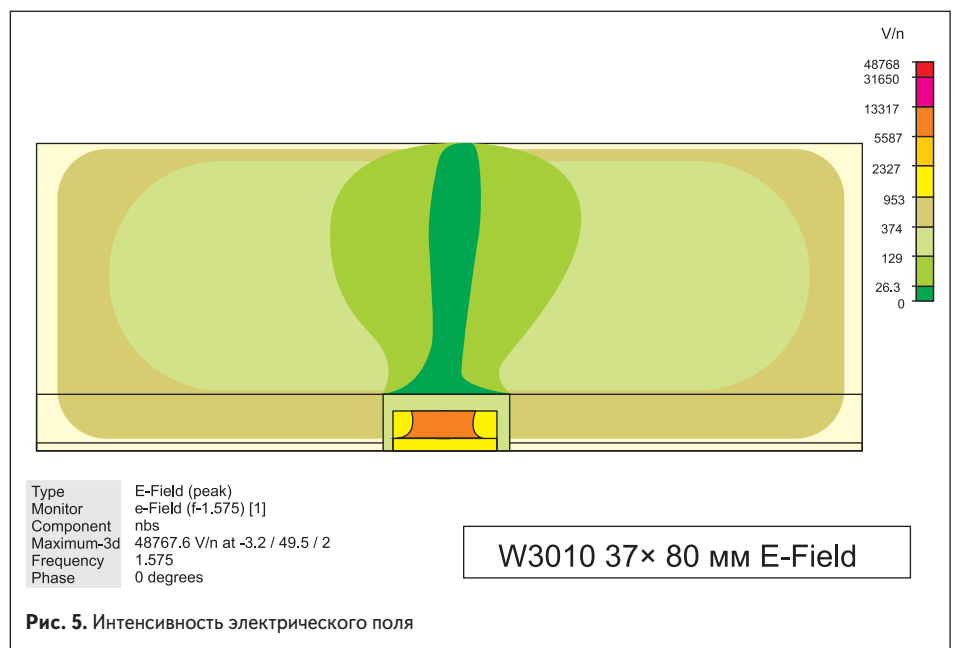


Рис. 5. Интенсивность электрического поля

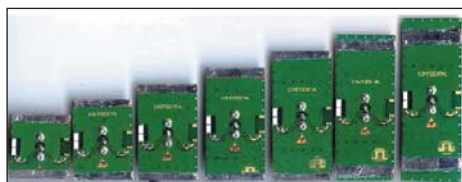


Рис. 6. Экспериментальные платы разной длины

Таблица 2. Зависимость ширины полосы пропускания от длины платы

Размер платы, мм	Ширина полосы пропускания 10 дБ, МГц	Эффективность излучения, %
37×40	16	75
37×50	28	79
37×60	61	84
37×70	95	87
37×80	124	88
37×90	78	89
37×100	52	88

из суммы этих излучений, что характерно для всех короткозамкнутых антенн. Электрически короткие платы снижают общую эффективность излучения.

Характеристики PIFA-антенн не могут быть определены без учета дизайна платы и размеров земляного полигона. Например, компания Pulse Electronics определила оптимальную длину земляного полигона для GPS PIFA-антенны 80–90 мм, а для Wi-Fi-антенны — 50–60 мм.

В ходе серии экспериментов компания Pulse Electronics установила, что для эффективной работы антенны важным параметром является длина платы (рис. 6). Увеличение ширины платы не оказывает значительного влияния на этот параметр [1]. На рис. 7 показана зависимость эффективности антенны от увеличения длины платы. Видно, что при этом изменяется также и ширина полосы пропускания антенны (табл. 2). Например, для W3010 оптимальные размеры платы — 37×80 мм. Результаты тестирования показали, что при этом ширина полосы пропускания достигнет 124 МГц, эффективность излучения — 88%. При дальнейшем увеличении

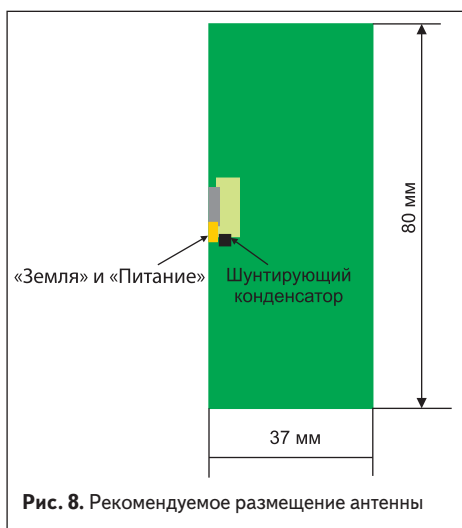


Рис. 8. Рекомендуемое размещение антенны

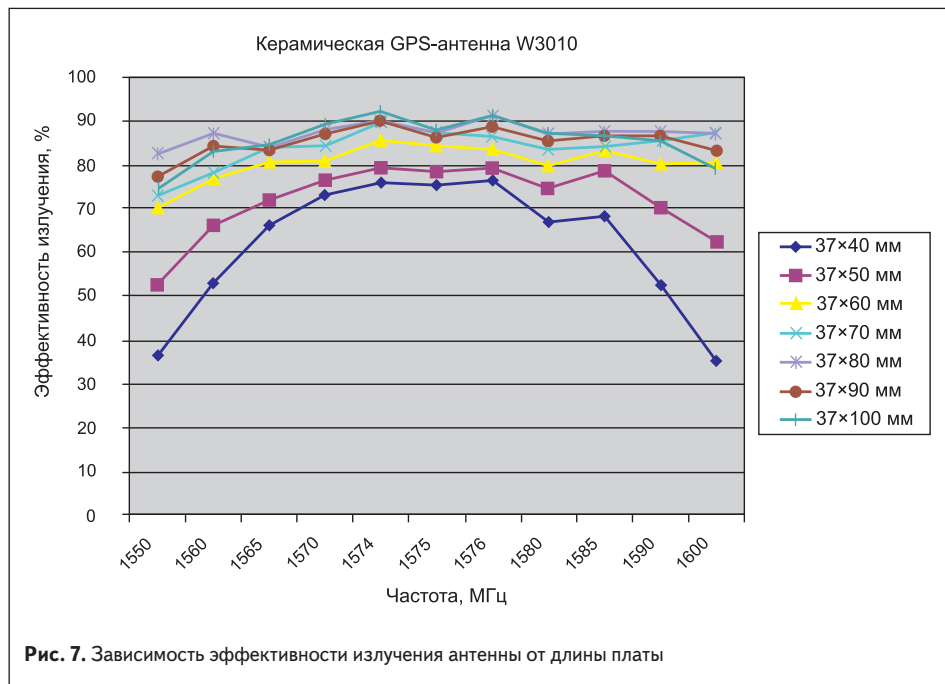


Рис. 7. Зависимость эффективности излучения антенны от длины платы

длины платы ширина полосы пропускания будет уменьшаться. Характеристики антенны также напрямую зависят от послойной структуры и материала платы (тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости материала).

**Дизайн платы**

Для достижения высокоэффективной работы PIFA-антенны необходимо обратить внимание на ее расположение на плате и ориентацию

фидерной линии. Рекомендуется располагать антенну вдоль длинной стороны платы (рис. 8). Другие варианты размещения также можно рассматривать, но следует принимать во внимание, что характеристики антенны будут несколько хуже, чем указанные в техническом описании.

Компания Pulse Electronics провела исследование эффективности антенны W3010 для пяти вариантов расположения антенны на плате и ориентации фидерной линии (табл. 3) [1].

Таблица 3. Варианты локализации антенны на плате

Схема	Вариант размещения
	В углу платы, фидерная линия ориентирована к центру платы.
	Вдоль ширины платы на расстоянии 12 мм от длинной кромки платы, фидерная линия ориентирована к дальнему углу платы.
	Вдоль ширины платы на расстоянии 12 мм от длинной кромки платы, фидерная линия ориентирована к ближнему углу платы.
	Ближе к правому углу платы на расстоянии 7 мм от длинной кромки платы, фидерная линия ориентирована к дальнему углу платы.
	Ближе к правому углу платы на расстоянии 7 мм от длинной кромки платы, фидерная линия ориентирована к ближнему углу платы.

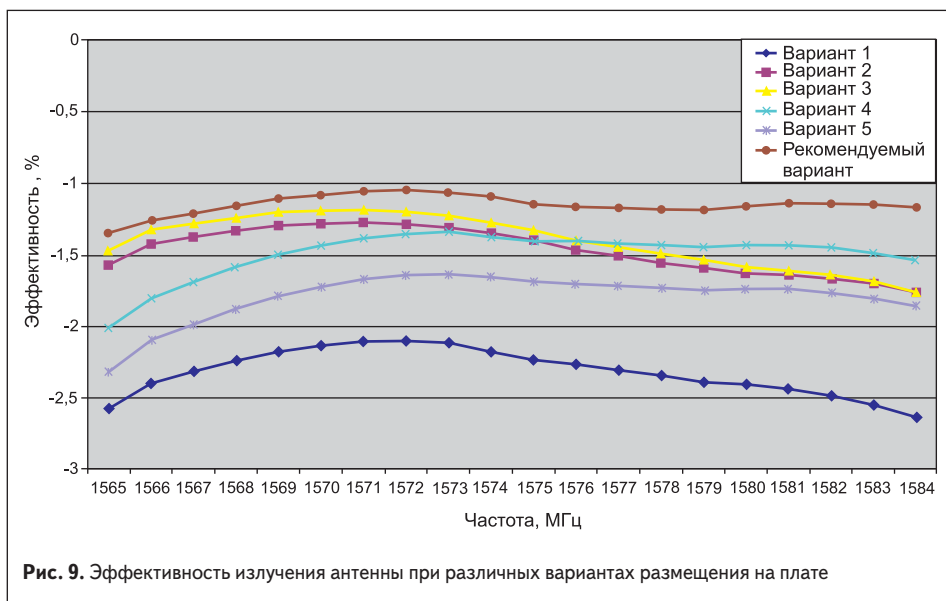


Рис. 9. Эффективность излучения антенны при различных вариантах размещения на плате

Видно, что во всех вариантах отмечается ухудшение характеристик антенны. На рис. 9 приведены значения эффективности антенны при рассмотренных вариантах ее локализации. Результаты проведенных испытаний показали, что расположение антенны на плате и ориентация ее фидерной линии оказывают значительное влияние на рабочие характеристики антенны. Не рекомендуется направлять фидерную линию в сторону угла платы, рядом с которым антенна расположена (рис. 10). Линия питания должна быть внутренней по отношению к двум контактам «Земля» и «Питание» на плате. На рис. 11 показаны рекомендуемые площадки для размещения антенны.

Площадка Ground Clearance играет большую роль в настройке антенны на рабочую частоту. Она не обязательно должна быть прямоугольной или квадратной формы (рис. 12). В рекомендациях Pulse Electronics указываются стандартные прямоугольные площадки как отправная точка для дальнейшей работы по дизайну платы. Рекомендуется размещать Ground Clearance длинной стороной вдоль длины платы. В таком случае оптимизируются пути возвратных токов, достигается требуемая резонансная частота и ширина полосы пропускания антенны. Важным моментом дизайна платы является наличие необходимых заземляющих переходных отверстий (рис. 4). Расположение таких отверстий по краю платы позволяет минимизировать вероятность нестабильности и возникновения гармонического резонанса на земляном полигоне.



Рис. 10. Ориентация фидерной линии антенны

На многослойной плате площадке Ground Clearance нужно уделить особое внимание. Заземление вокруг нее важно для согласования антенны и настройки на нужную частоту. Чтобы избежать утечки сигнала в зазор между слоями,

все слои вокруг этой площадки должны быть соединены вместе сквозными переходными отверстиями. Недостаточное заземление является причиной неправильного согласования и частотной расстройки антенны.

Как говорилось ранее, вся плата является земляным полигоном для PIFA-антенны и размеры платы определяют электрическую длину устройства. Поэтому заливка земляного слоя, в том числе вокруг площадки Ground Clearance, должна быть сплошной. Это не означает требования земляной заливки на одном слое, несколько слоев могут быть связаны переходными отверстиями.

### Внутренняя компоновка устройства

Внутренняя компоновка устройства оказывает значительное влияние на такие характеристики встроенной антенны, как частотная настройка и эффективность излучения. Поэтому при наличии в устройстве жидкокристаллических экранов или металлических компонентов разработчикам рекомендуется внести их в макет на самом раннем этапе разработки устройства для определения влияния на характеристики антенны. Примеры таких компонентов — разъемы, выключатели, микрофоны, дисплеи, элементы опорных конструкций и пр.

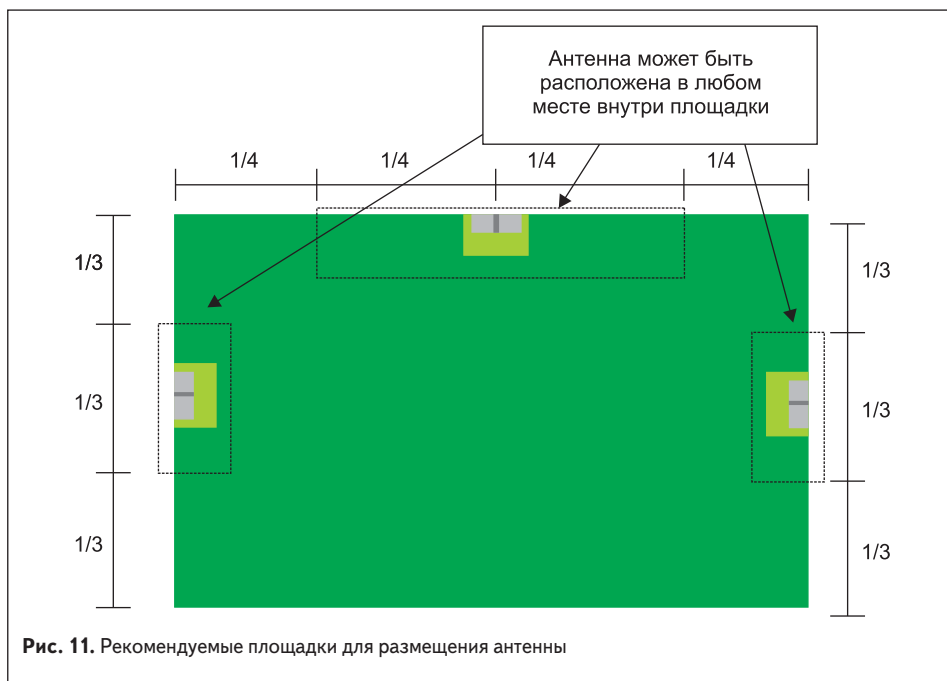


Рис. 11. Рекомендуемые площадки для размещения антенны

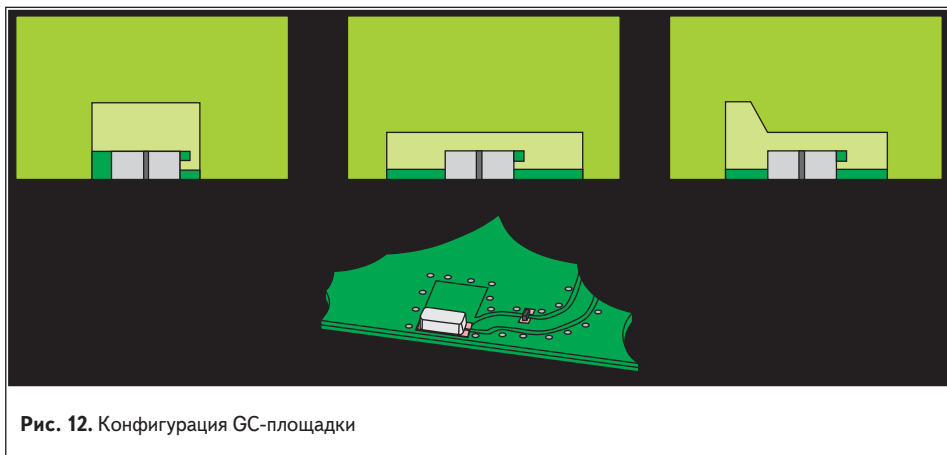


Рис. 12. Конфигурация GC-площадки

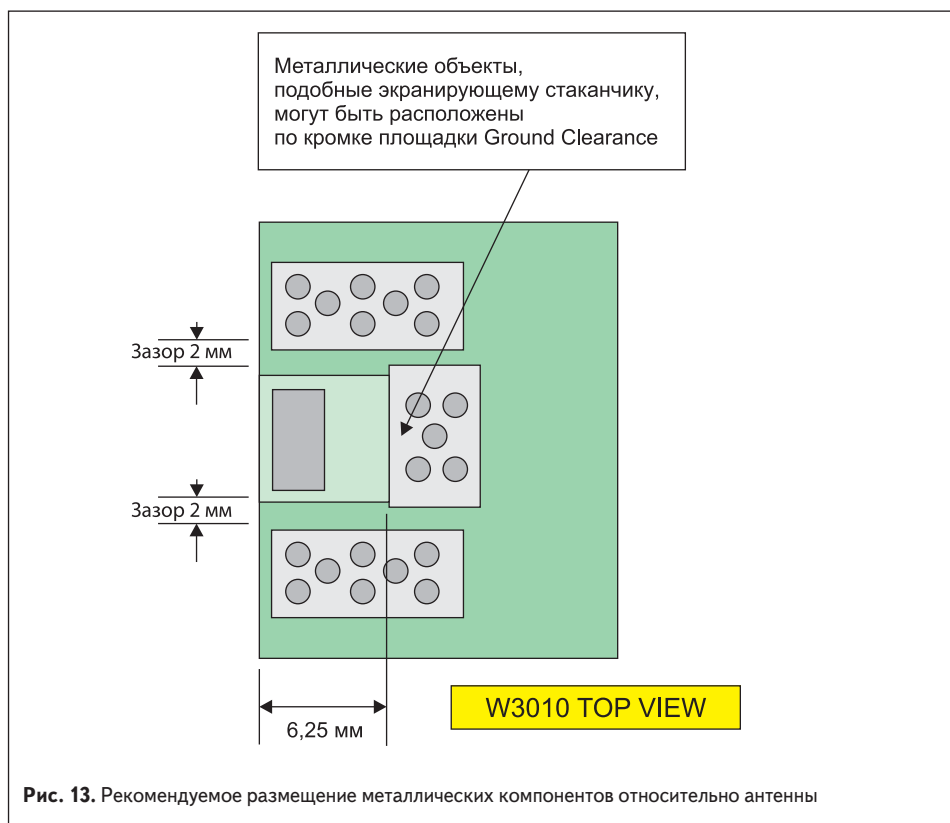


Рис. 13. Рекомендуемое размещение металлических компонентов относительно антенны

При недостаточном заземлении они могут значительно снизить эффективность излучения антенны.

При размещении таких компонентов на плате необходимо соблюдать рекомендованный в техническом описании зазор между антенной

и компонентами. Металлические объекты, подобные экранирующему стаканчику, могут быть расположены по кромке площадки Ground Clearance (рис. 13).

Антенны PIFA, несомненно, обладают рядом преимуществ. Было отмечено, что благодаря высокой эффективности излучения и малым размерам они являются хорошим предложением для использования в портативных устройствах. Вместе с тем компания Pulse Electronics обращает внимание, что для высокоэффективной работы антенны требуется соблюдение вышеизложенных рекомендаций. Локализация антенны на плате, ориентация фидерной линии, правильное расположение по отношению к металлическим компонентам и надлежащее заземление — вот основные факторы, которые нужно учитывать при разработке устройств со встроенными антеннами PIFA. ■

### Литература

1. Logan A. B. Surface Mount Antennas: Design-in Guideline.
2. W3000 Antenna. Datasheet. V. 1.2.
3. W3010. 1.575 GHz GPS ceramic chip antenna. Datasheet. V. 2.3. [http://www.wless.ru/technology/?action=details&id=448&pf=tech&pf\\_id=3&prod=29&tech=3&type=24](http://www.wless.ru/technology/?action=details&id=448&pf=tech&pf_id=3&prod=29&tech=3&type=24)
4. W3009. 1.575 GHz GPS Ceramic Chip Antenna. Datasheet. V. 1.0.
5. W3008. Bluetooth/WLAN/Wi-Fi ceramic antenna. Datasheet. V. 2.7. [http://www.wless.ru/technology/?action=details&id=446&pf=tech&pf\\_id=3&prod=29&tech=3&type=15](http://www.wless.ru/technology/?action=details&id=446&pf=tech&pf_id=3&prod=29&tech=3&type=15)