

УДК 621.396.67

Особенности проектирования многоканальных СВЧ устройств миллиметрового диапазона

Белоусов А. А.

*АО «Центральное конструкторское бюро автоматики»
просп. Космический, 24а, Омск, 644027, Россия
aockba@ckba.net*

Получено: 27 декабря 2019 г.

Отрецензировано: 11 января 2020 г.

Принято к публикации: 14 января 2020 г.

Аннотация: *Представлены практические результаты проектирования многоканальных СВЧ устройств миллиметрового диапазона. Определены основные правила проектирования устройств миллиметрового диапазона, что в конечном итоге позволяет минимизировать трудозатраты на сборку, настройку многоканальных устройств миллиметрового диапазона.*

Ключевые слова: *СВЧ, многоканальные устройства миллиметрового диапазона, миллиметровый диапазон.*

Для цитирования (ГОСТ 7.0.5—2008): Белоусов А. А. Особенности проектирования многоканальных СВЧ устройств миллиметрового диапазона // *Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии*. 2019. Т. 2, № 4. С. 522—527.

Для цитирования (ГОСТ 7.0.11—2011): Белоусов, А. А. Особенности проектирования многоканальных СВЧ устройств миллиметрового диапазона / А. А. Белоусов // *Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии*. — 2019. — Т. 2, № 4. — С. 522—527.

Design features of multi-channel millimeter-wave microwave devices

A. A. Belousov

Central design bureau of automatics, JSC
24a, Kosmichesky Ave., Omsk, 644027, Russian Federation
aockba@ckba.net

Received: December 27, 2019

Peer-reviewed: January 11, 2020

Accepted: January 14, 2020

Abstract: Practical results of designing of multichannel microwave of devices of a millimetric range are presented. Key rules of designing of devices of a millimetric range are defined that finally allows to minimise expenditures of labour on assemblage, adjustment of multichannel devices of a millimetric range.

Keywords: microwave, multichannel devices of a millimetric range, a millimetric range.

For citation (IEEE): A. A. Belousov, “Design features of multi-channel millimeter-wave microwave devices,” *Infocommunications and Radio Technologies*, vol. 2, no. 4, pp. 522—527, 2019. (In Russ.).

1. Введение

За последние годы российская радиопромышленность все активнее начинает использовать миллиметровый диапазон длин волн. В чем заключаются преимущества миллиметрового диапазона длина волн? Известно: чем выше частота, тем меньше интерференционные помехи и, следовательно, уже луч сигнала (в результате чего его сложнее исказить) [1].

В данной работе приведены практические результаты создания многоканальных устройств миллиметрового диапазона.

2. Идея создания многоканального устройства миллиметрового диапазона

Разработка и производство многоканальных устройств в России существует достаточно продолжительное время [2]. Для устройств, работающих в диапазоне дециметровых и сантиметровых длин волн, со стороны проектирования многоканальных устройств в 2019 году нет никаких сложностей: необходимые нормы и правила хорошо отработаны в 80-х

годах. Но при производстве устройств, работающих в диапазоне миллиметровых длин волн, традиционные конструктивно-технологические решения, применяемые ранее для проектирования изделий дециметрового и сантиметрового диапазона длин волн, оказались неприемлемы [3].

Согласно предложенному техническому заданию устройство переноса частоты должно работать в 9-миллиметровом диапазоне длин волн и состоять из пяти каналов, при этом есть ограничение в максимальных габаритах — размер не более 65 мм на 110 мм. Внешний вид первого варианта устройства переноса частоты приведен на рис. 1.

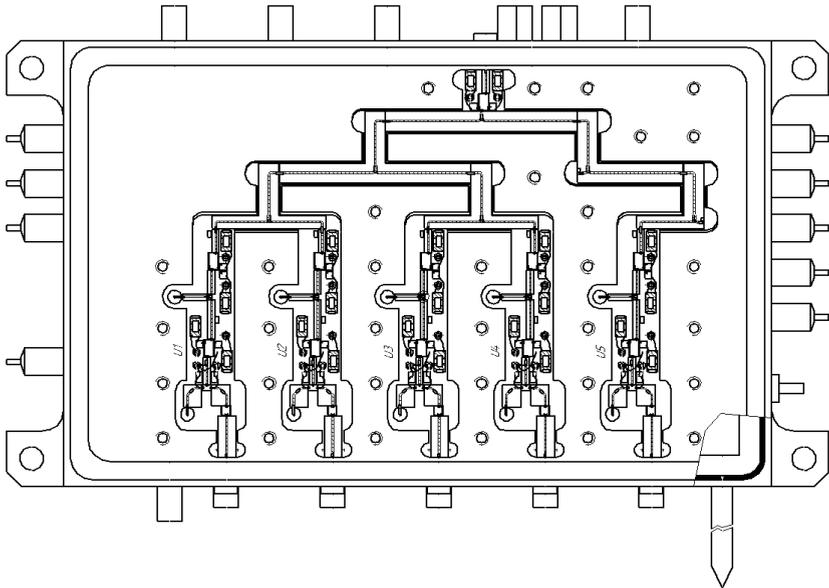


Рис. 1. Вид сверху многоканального устройства миллиметрового диапазона (1-й вариант).

Fig. 1. Top view of a multi-channel device of the first version

Исходя из первоначальных требований была выполнена разработка первого варианта устройства: учитывая требования по массогабаритным характеристикам, использовали соединители miniSMP (с граничной частотой рабочей частотой 65 ГГц).

По результатам настройки изделия миллиметрового диапазона длин волн обозначились наиболее острые проблемы, такие как:

— допуски при проектировании конструкции. (В настоящее время при проектировании применяются допуски, значительно превышающие точность воспроизведения механической обработки, хотя материальная база позволяет обеспечить более высокие точности);

— ширина зазоров между элементами конструкции устройства. (В настоящее время в изготовленном устройстве миллиметрового диапазона длин волн ширина зазоров между элементами конструкции устройства, такими как платы и МИС, достигает 0,3 мм, что более чем в 3,5 раза превышает ширину, заявленную в инструкции по применению МИС (не более 0,076 мм);

— длина и конфигурация перемычек между элементами конструкции устройства. (В настоящее время в изготовленном устройстве миллиметрового диапазона длин волн из-за большой ширины зазоров между платами и МИС перемычки между платами и МИС достигают неприемлемо большой длины, в разы превышающей значение, заявленное в инструкции по применению МИС (не более 0,31 мм). Все перемычки между элементами конструкции устройства монтируются с конфигурацией в виде «зига», что в свою очередь увеличивает общую длину самой перемычки).

По результатам исследования экспериментального образца многоканального устройства первого варианта решено провести оптимизацию конструктивного устройства с учетом всех выявленных недочетов

3. Дальнейшее развитие многоканальных устройств миллиметрового диапазона

Разработка второго варианта устройства переноса частоты велась с учетом следующих требований:

- 1) использование разъемов СВЧ только с жесткой фиксацией (например, стандарта 2,4 мм с диапазоном частот до 50 ГГц);
- 2) использование наименьшего количества плат в критичной части прохождения сигналов миллиметровых длин волн;
- 3) использование золотой фольги для соединения между МИС и платами.

При реализации второго варианта устройства с учетом определенных требований удалось добиться следующих результатов:

- повысить качество сборки за счет сокращения количества плат;
- уменьшить массогабаритные параметры (масса и габариты сократились примерно в 3 раза);
- обеспечить стабильность фазочастотных характеристик за счет применения разъемов с резьбовым соединением.

Внешний вид второго варианта устройства переноса частоты приведен на рис. 2.

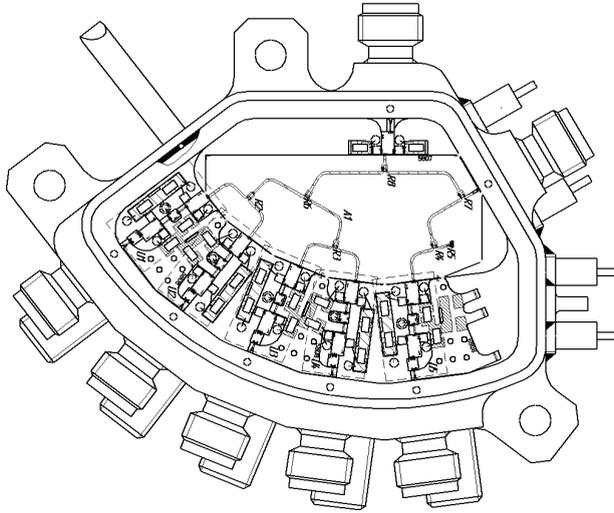


Рис. 2. Вид сверху многоканального устройства миллиметрового диапазона (2-й вариант).

Fig. 2. Top view of a multi-channel device of the second version

Конструкция корпуса в виде полукруга позволила реализовать делитель гетеродина на единой плате с минимальными габаритными размерами.

На рис. 3 приведена сравнительная амплитудно-частотная характеристика одного из каналов двух вариантов устройств переноса частоты, из чего можно сделать вывод, что выигрыш по коэффициенту передачи составляет не менее 7 дБ.

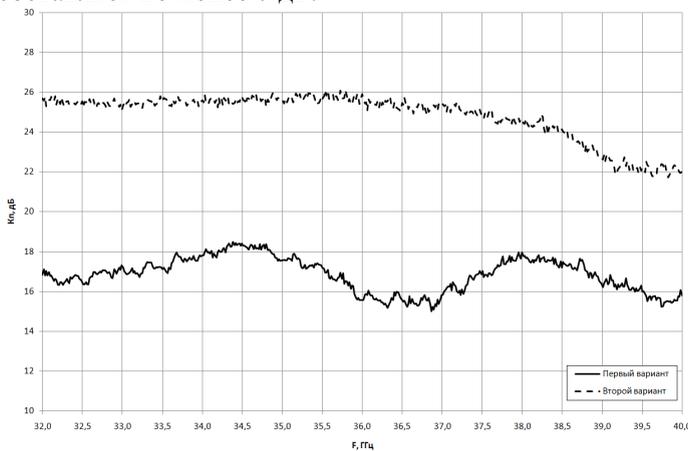


Рис. 3. Амплитудно-частотная характеристика двух вариантов многоканальных устройств.

Fig. 3. Frequency response of two variants of multi-channel devices

4. Заключение

Предложенные решения позволяют качественно улучшить проектирование многоканальных устройств, работающих в миллиметровом диапазоне длин волн как по конструкторско-технологической, так и по радиотехнической части.

Полученный практический опыт и реализованные идеи создадут прочную основу для проектирования и изготовления перспективных устройств миллиметрового диапазона длин волн.

Список литературы

1. Корнеев Д., Березин С. Жизнь выше 40 ГГц [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.iksmedia.ru/articles/2480812-Zhizn-vyshe-40-GGcz.html> (дата обращения: 10.12.2019).
2. Многоканальный двухдиапазонный связной приемопередающий СВЧ модуль [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pulsarnpp.ru/index.php/svch-tverdotelnaya-elektronika/svch-ustrojstva> (дата обращения: 10.12.2019).
3. Воскресенский Д. И., Канащенков А. И. Активные фазированные антенные решетки. М. : Радиотехника. 2004. С. 34.

Информация об авторе

Белусов Алексей Александрович, инженер-конструктор, АО «Центральное конструкторское бюро автоматики», г. Омск, Российская Федерация.

Information about the authors

Aleksey A. Belousov, engineer design, Central design bureau of automation JSC, Omsk, Russian Federation.