

## ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИЙ МОДУЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Лисов Д.А., Булаво Д.Г.

Гусинский А.В. – к.т.н., доцент

В настоящее время в системах радиолокации всё большее применение находят приемно-передающие модули СВЧ-диапазона. Увеличение рабочей частоты модуля и переход в миллиметровый диапазон длин волн повышает разрешающую способность системы и точность измерения угловых координат объектов и их скоростей. Применение низкотемпературной совместно обжигаемой керамики повышает эффективность работы системы на сверх высоких частотах, позволяет применять в качестве проводников металлы с низким значением удельного сопротивления (платина, золото, серебро) и позволяет получать более высокую плотность компоновки.

Основой перспективных измерительных систем являются многоканальные приемно-передающие модули, позволяющие создавать многолучевые приемные структуры, гибкие в управлении своими режимами работы и хорошо адаптирующиеся в условиях различного рода помех и изменяющейся электромагнитной обстановки. Остались позади попытки разработать монолитные схемы для модулей из-за слишком высокой их стоимости. Развитие электроники привело к созданию унифицированных микросхем широкого применения: фазовращателей, аттенуаторов, переключателей — элементов, отличающихся высокими техническими характеристиками, малыми габаритами, универсальностью.

Разрабатываемый модуль состоит из излучателя и двух трактов – передающего и приемного (рисунок 1). Развязку между трактами обеспечивает циркулятор.

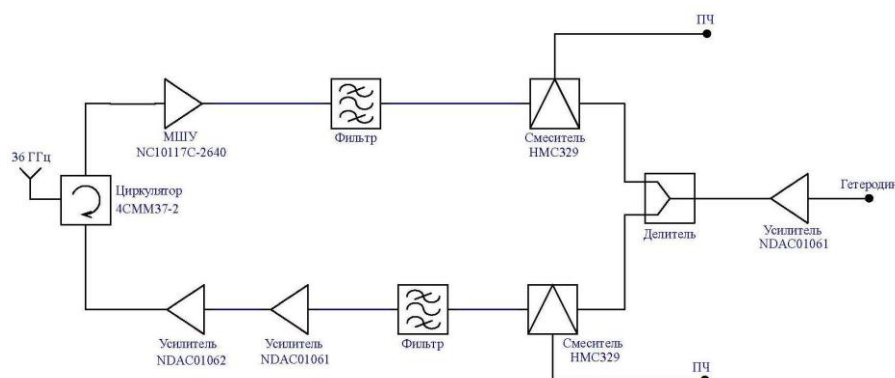


Рис. 1 – Структурная схема приемно-передающего модуля

В передающем тракте расположены смеситель, полосовой фильтр, предусилитель и выходной усилитель мощности. Приёмный тракт состоит из малошумящего усилителя, полосового фильтра и смесителя.

Производство печатной платы было решено произвести с использованием технологии низкотемпературной совместно обжигаемой керамики (LTCC). Для наших целей подходят системы А6-М и А6-S компании Ferro. Эти системы включают в себя полный спектр материалов. Среди них керамический порошок, керамические ленты и листы, пасты для создания внутренних и внешних проводников, пасты для металлизации переходных отверстий, пасты для создания встроенных резисторов. Разварка кристаллов будет производиться золотой проволокой диаметром 18 мкм, поэтому верхний слой металлизации целесообразно делать при помощи золотосодержащих проводящих паст.

Реализация гетеродина в данном конструктиве является проблематичной и экономически нецелесообразной. Поэтому считаем сигнал гетеродина сформированным вне модуля. Поскольку у данного модуля выходной сигнал с частотой 36 ГГц, а промежуточная частота равна 30 МГц, то частота гетеродина будет равна 35,97 ГГц.

Моделирование параметров микросборки производилось в программе SusemVue 2016.08. В результате была показана возможность работы разработанного приёмно-передающего модуля. Было установлено, что сигнал на выходе с частотой 36 ГГц имеет мощность 23,9 дБм, а сигнал промежуточной частоты в приёмном тракте различим на уровне шума и усилен до приемлемого уровня.

Результаты проделанной работы будут использованы при изготовлении макета многоканальной приемной системы в диапазоне частот 36 ГГц.

Список использованных источников:

1. Активные фазированные антенные решётки / под ред. Д. И. Воскре-сенского и А. И. Канащенкова. – М. : Радиотехника, 2004. – 488 с.
2. Кондратюк, Р. LTCC – Низкотемпературная совместно обжигаемая керамика / Р. Кондратюк // Наноиндустрия. – 2011. – №2. – С. 26–30.