

Моноимпульсный облучатель для приёмо-передающей системы с четырёхканальным цифровым приёмником 77-30569/248250

11, ноябрь 2011

Русов Ю. С., Голубцов М. Е., Овечкин В. С.

УДК 621.396.677.73

НИИ Радиоэлектронной техники МГТУ им. Н.Э. Баумана

rusov.yu.s@gmail.com

niiretsec62@mail.ru

ovechkin.v.s@gmail.com

Введение

В радиолокации широко применяются моноимпульсные антенные системы. Для формирования суммарной и разностных диаграмм направленности в таких системах используются моноимпульсные облучатели (МИО). Наиболее простым и в то же время эффективным является четырёхрупорный облучатель [1, 2]. Классические схемы построения таких облучателей содержат суммарно-разностные узлы возбуждения на основе двойных волноводных тройников. Недостатком таких облучателей является большая длина волноводных трактов, что приводит к значительной величине вносимого ослабления и в результате к ухудшению отношения сигнал/шум на входе приёмного модуля. Кроме того, технологические погрешности при изготовлении облучателя приводят к неидентичности каналов и ухудшению формы разностных диаграмм направленности облучателя. С целью устранения указанных недостатков необходимо уменьшать потери в волноводных трактах облучателя и устранить влияние неидентичности его каналов. Одним из путей решения является применение приёмной системы с цифровым формированием диаграмм направленности.

Основная часть

На рис. 1 приведена схема построения моноимпульсной системы с цифровым формированием приёмных диаграмм направленности. Раскрыв МИО 1 содержит четыре идентичных рупора. С целью обеспечения работы на волнах с круговой поляризацией поля к выходу каждого из рупоров подключен поляризатор. Приёмный и передающий волноводные тракты разделены с помощью четырёх селекторов

поляризации. В передающем тракте облучателя, содержащем три двойных волноводных тройника, производится деление энергии передатчика на четыре канала излучателей синфазно и равноамплитудно, что обеспечивает формирование суммарной диаграммы направленности в режиме передачи. В отличие от известных конструкций [3, 4] приёмный тракт облучателя не содержит суммарно-разностных узлов возбуждения.

В режиме приёма сигналы, принятые четырьмя излучателями, поступают в приёмный модуль 2, который содержит четыре одинаковых канала. В них происходит усиление СВЧ сигнала, его фильтрация и перенос на промежуточную частоту.

Четыре выхода приёмного модуля 2 соединены с четырьмя входами модуля цифрового формирования и обработки сигналов 3. В данном модуле сигнал на промежуточной частоте оцифровывается. Здесь происходит формирование приёмных диаграмм направленности антенны и дальнейшая обработка. Также в этом модуле формируется сигнал передатчика на промежуточной частоте.

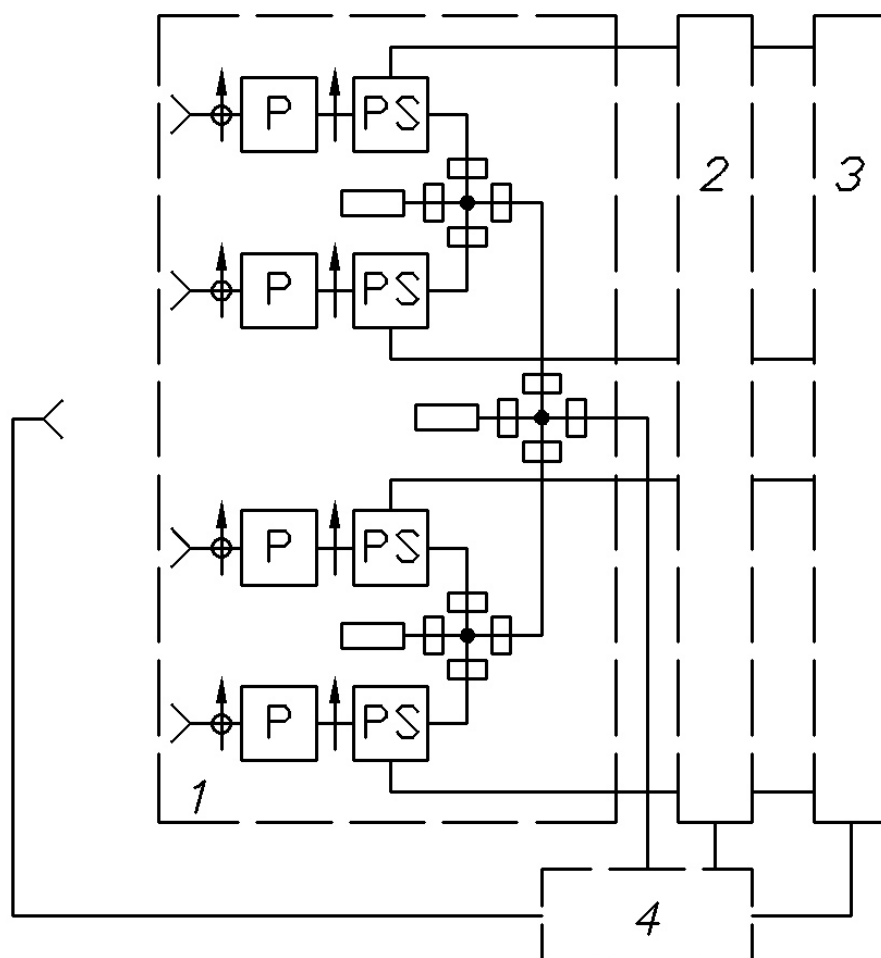


Рис. 1. Схема моноимпульсной системы

В передающем модуле 4 происходит формирование опорного сигнала для модуля цифрового формирования и обработки сигналов 3 и сигнала гетеродина для приемного модуля 2, перенос на СВЧ и усиление сигнала передатчика, который подается на передающий вход моноимпульсного облучателя 1. Также в модуле 4 формируется сигнал калибровки, который поступает на отдельный облучатель, располагаемый перед раскрытием МИО. Эталонный сигнал калибровки принимается четырьмя рупорами МИО и проходит по четырём приёмным каналам в модуль цифрового формирования и обработки сигналов 3, где по изменениям параметров сигнала в четырёх каналах определяются их различия и вычисляются поправочные коэффициенты.

Использование калибровки каналов приёмной системы позволяет снизить требования к идентичности четырёх приёмных каналов облучателя и снизить технические допуски при его изготовлении. Это позволяет существенно упростить изготовление и снизить стоимость облучателя. Кроме того, приёмный СВЧ тракт в такой конструкции содержит значительно меньшее количество элементов по сравнению с классической схемой МИО, что позволяет минимизировать вносимое облучателем ослабление.

Конструкция моноимпульсного облучателя [5] выполнена подобно известным устройствам [3, 4] и содержит узлы с высокой степенью интеграции элементов волноводных трактов. Отдельные узлы облучателя показаны на рис. 2. Фотография предлагаемого МИО, реализованного в Ка-диапазоне волн, представлена на рис. 3.

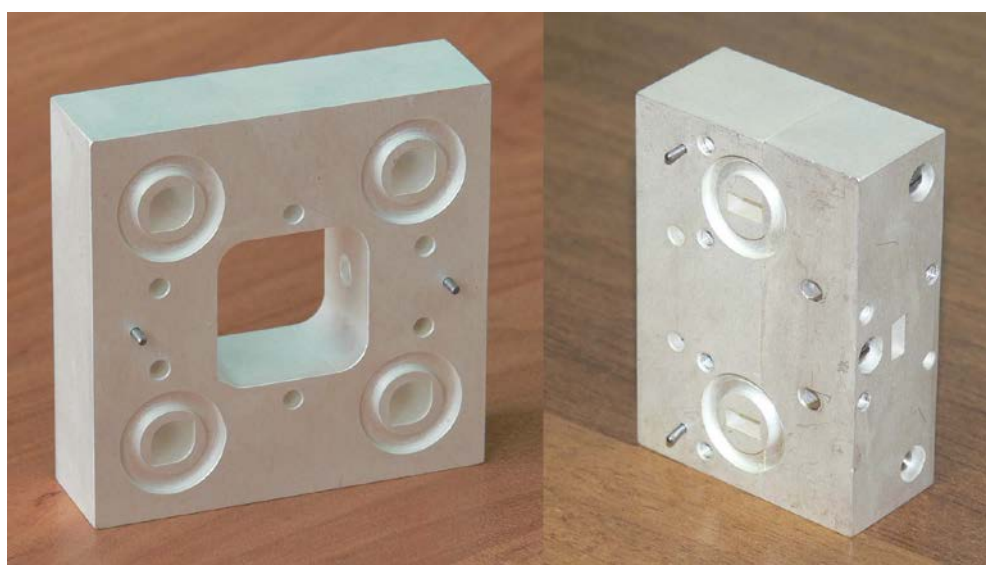


Рис. 2. Примеры выполнения узлов моноимпульсного облучателя

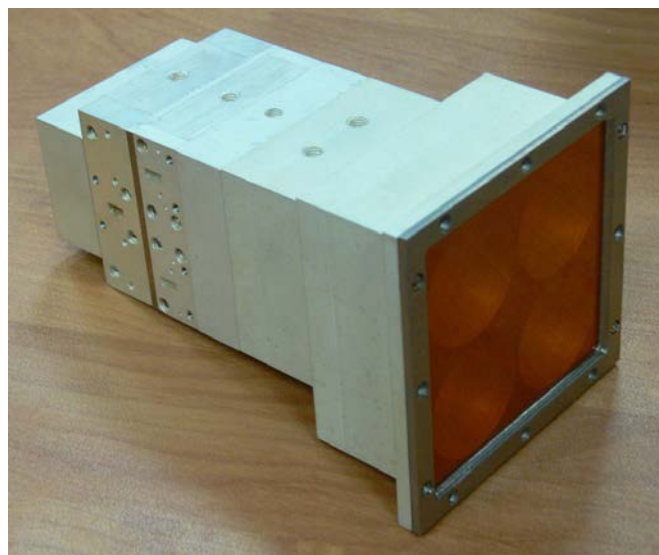


Рис. 3. Моноимпульсный облучатель Ка-диапазона волн

При таком выполнении МИО поперечные габариты устройства ограничены размерами раскрывов его рупоров. Облучатель предназначен для применения в двухзеркальной антенне, поэтому имеет достаточно узкую суммарную диаграмму направленности шириной 10° по уровню минус 10 дБ. Это достигается выбором расстояния между осями рупоров, равного $4,5\lambda_0$, где λ_0 – длина волны на центральной частоте рабочего диапазона. Экспериментальная суммарная диаграмма направленности МИО приведена на рис. 4.

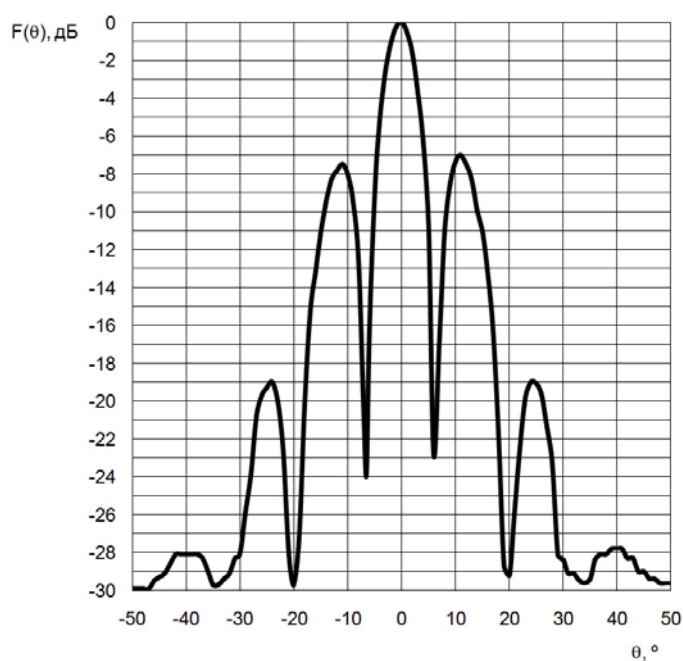


Рис. 4. Суммарная диаграмма направленности облучателя

На рис. 5 приведена фотография моноимпульсного облучателя, соединённого с волноводным трактом четырехканального приёмного модуля и волноводом передающего тракта.

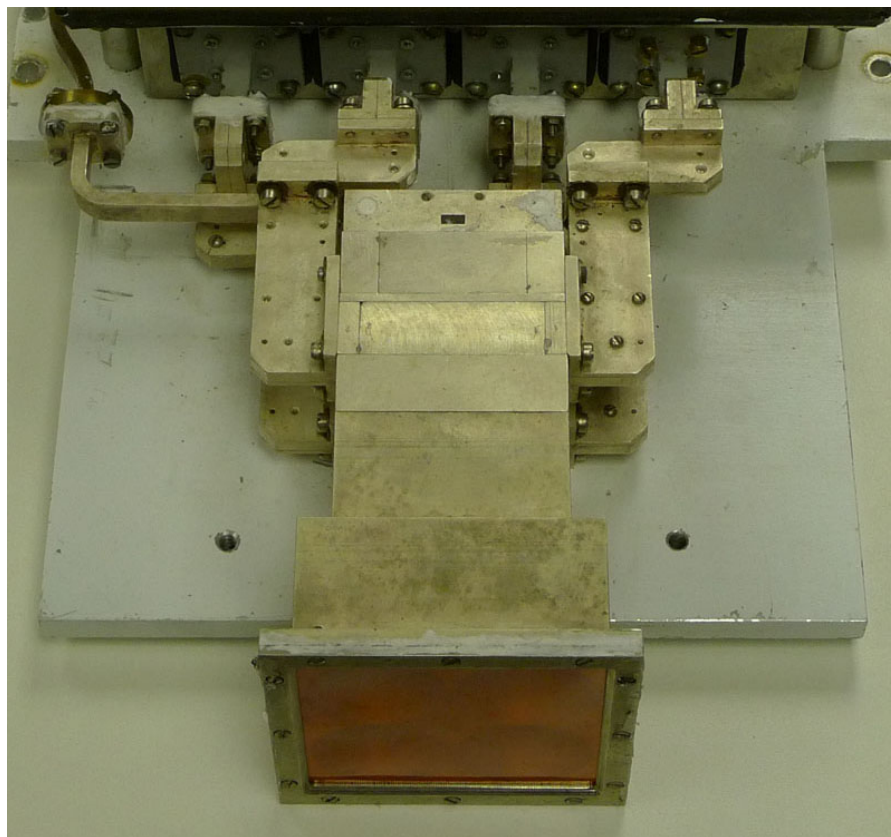


Рис. 5. Моноимпульсный облучатель в составе приёмо-передающей системы

Изготовленный облучатель имеет следующие характеристики. Развязка передающего и приёмных каналов изготовленного образца составляет не менее 30 дБ в 5 % рабочем диапазоне частот. Коэффициент стоячей волны по напряжению на передающем входе и приёмных выходах облучателя в рабочем диапазоне частот не превышает значения 1,3.

Заключение

Предлагаемая схема построения приёмо-передающей системы позволяет упростить и удешевить конструкцию моноимпульсного облучателя, а также реализовать калибровку приёмных каналов и снизить потери в СВЧ трактах приёмных каналов, что позволяет улучшить отношение сигнал/шум на входе приёмного модуля.

Список литературы

1. Сколник М. Справочник по радиолокации / Пер. с англ. под ред. К.Н. Трофимова. Т.4. М.: Сов. Радио, 1978. 376 с.
2. Леонов А.И., Фомичев К.И. Моноимпульсная радиолокация. М.: Радио и связь, 1984. 312 с.
3. Русов Ю.С., Крехтунов В.М. Моноимпульсный облучатель для кругополяризованных волн // 16-я Междунар. Крымская конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». Севастополь, 2006. С. 473-474.
4. Моноимпульсная антенна: Пат. 2370863 РФ. / В.И. Образумов, В.М. Крехтунов, О.Ю. Шевцов, Ю.С. Русов, М.Е. Голубцов. Заявл. 04.08.2008; опубл. 20.10.2009. Бюлл. №29.
5. Моноимпульсный облучатель для системы с цифровым формированием приёмных диаграмм направленности / Ю.С. Русов, М.Е. Голубцов, И.В. Крючков, В.С. Овечкин // 21-я Междунар. Крымская конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». Севастополь, 2011. С. 531-532.

Monopulse irradiator for receiving and transmitting system with four-channel receiver.

77-30569/248250

11, November 2011

Rusov Yu.S., Golubcov M.E., Ovechkin V.S.

Bauman Moscow State Technical University

rusov.yu.s@gmail.com

niiretsec62@mail.ru

ovechkin.v.s@gmail.com

In this article the development of monopulse millimeter wave irradiator is described. This irradiator works with circular polarization of electromagnetic waves and was proposed to be used in receiving and transmitting system with digital four-channel receiver. The main advantages of the developed construction were analyzed; the plan of construction is included.

Publications with keywords: [monopulse irradiator](#)

Publications with words: [monopulse irradiator](#)

Reference

1. Skolnik M., in: K.N. Trofimov (Ed.), Handbook on radar, Vol. 4, Moscow, Sov. Radio, 1978, 376 p.
2. Leonov A.I., Fomichev K.I., Monopulse radiolocation, Moscow, Radio i svyaz', 1984, 312 p.
3. Rusov Iu.S., Krekhtunov V.M., Monopulse feed for circularly polarized waves, in: Proc. of the 16-th Intl. Crimean conference on MICROWAVE technique and telecommunication technologies, Sevastopol', 2006, pp. 473-474.
4. V.I. Obrazumov, V.M. Krekhtunov, O.Iu. Shevtsov, Iu.S. Rusov, M.E. Golubtsov, Patent 2370863 RF, Monopulse antenna, 04.08.2008.
5. Iu.S. Rusov, M.E. Golubtsov, I.V. Kriuchkov, V.S. Ovechkin, Monopulse feedhorn for a system with the digital formation of a receiving of power patterns, in: Proc. of the 21st Intl. Crimean conference on MICROWAVE technique and telecommunication technologies, Sevastopol', 2011, pp. 531-532.