

Сасин Р.С.

*Научный руководитель: д.т.н., проф. В.В. Костров
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: roman_sasin@mail.ru*

Аттенюаторы передающего и приёмного каналов приемопередающего модуля активной фазированной антенной решетки

Наличие аттенюатора в передающем канале приемопередающего модуля (ППМ) позволяет стабилизировать коэффициент передачи канала, если использовать при управлении сигналы контрольных детекторов, установленных на входе и выходе канала. Кроме того, при необходимости, этот же аттенюатор может быть использован для коррекции амплитудного распределения по раскрытию активной фазированной антенной решетки (АФАР) [1].

Включение аттенюатора на выходе (или в другом месте приёмного тракта ППМ) расширяет динамический диапазон приёмника, что существенно для РЛС и создаёт характерные возможности по адаптации АФАР к помеховой обстановке [2].

Зависимость затухания от тока нелинейна, следовательно, необходим программный её учет. Другим видимым осложнением использования в АФАР pin-аттенюаторов с изменяющимся током управления является замеченный при этом существенный фазовый сдвиг в аттенюаторах, различный при разных токах. Поэтому значительный интерес могут представлять Т-образные либо П-образные резистивные схемы согласованных аттенюаторов, в которых pin-диоды используются лишь в качестве быстродействующих коммутирующих элементов между трактом, имеющим “нулевые” потери и трактом с заданным затуханием. При этом фазовый сдвиг в резистивной секции может быть измерен для данной величины затухания и скомпенсирован изменением (подбором) длины тракта с нулевым затуханием, так чтобы фазовые длины обоих путей оказались равными.

При затуханиях более 10 дБ на секцию аттенюатора (амплитудный дискрет) “пролезание” сигнала через выключенные диоды канала с нулевыми потерями и сложение его с сигналом, прошедшим через резистивную секцию, будет приводить к дополнительному фазовому сдвигу. Поэтому для увеличения развязки в этих случаях целесообразно включение дополнительного последовательного диода в тракт с нулевыми начальными потерями. Последовательное включение нескольких таких секций с выбранным наперед шагом изменения затухания позволит независимо управлять амплитудой и фазой сигнала ППМ, а значит – и АФАР в целом.

Принципиальная схема 6-разрядного аттенюатора, которая может входить в приемный канал модернизированного модуля изображена на рис. 1. Сборка аттенюатора изображена на рис. 2.

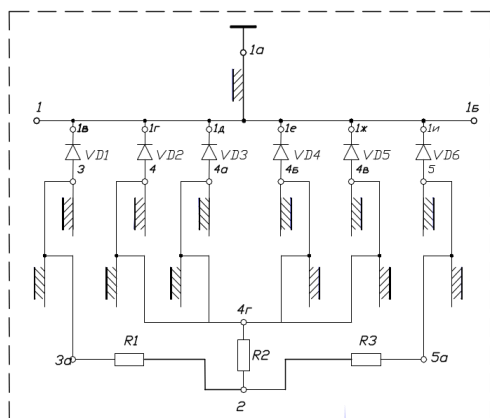


Рис. 1 – 6 разрядный аттенюатор

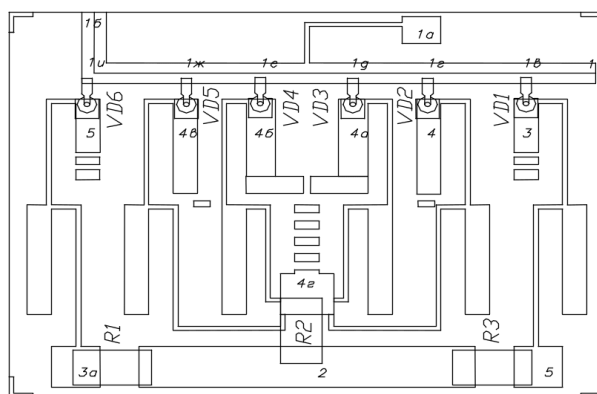


Рис. 2 – Сборка аттенюатора

Рассмотрим современные решения в области таких компонентов на примере продукции АО «НПП «ПУЛЬСАР», зарекомендовавшей себя как лидер отечественной полупроводниковой электроники, разрабатывающий нового поколения ЭКБ: полупроводниковых СВЧ, силовых, фотоэлектронных и микроэлектронных приборов, выпуск радиоэлектронной аппаратуры для информационных систем гражданского назначения. Портфолио этой компании включает практически все компоненты, необходимые для построения большинства СВЧ-устройств, поэтому разработчику не придется дополнительно искать комплектующие у других производителей.

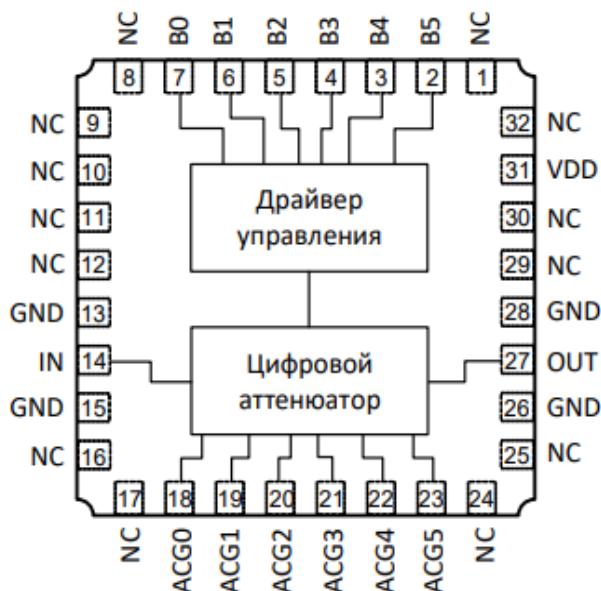


Рис. 3 – Структура аттенюатора 1324PM2У

Сегодня наблюдается тенденция к созданию широкополосных цифровых аттенюаторов, перекрывающих несколько частотных диапазонов, позволяя инженерам унифицировать свои разработки под разные применения, а также широкому использованию технологий на основе нитрида галлия, позволяющих расширить энергетические возможности ПППМ [3]. Следующий критерий выбора аттенюатора – диапазон ослабления и минимальный шаг.

Литература

1. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток: Учебное пособие для вузов / Д.И. Воскресенский, В.И. Степаненко, В.С. Филиппов и др. Под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632 с.
2. Гостюхин В.Л., Трусов В.Н., Гостюхин А.В. Активные фазированные антенные решетки. – М.: Радиотехника, 2011. – 304 с.
3. Балакирев А., Туркин А. Развитие технологии нитрида галлия и перспективы его применения в СВЧ-электронике // Современная электроника. 2015. № 4. С.28-32.