

УДК 537.531

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВХОДНОГО ТРАКТА ШИРОКОПОЛОСНОГО РАДИОПРИЕМНИКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СВЧ ДИАПАЗОНА

Булавко Д.Г., Лисов Д.А., Кузюков А.Н.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Гусинский А.В. – канд. технических наук, доцент

Показаны пути усовершенствования входного тракта широкополосного приемника измерительной системы СВЧ диапазона позволяющее защитить входные каскады приемника от выхода из строя при приеме сигналов с большим уровнем мощности, а также обнаруживать сигналы, разнесенные по частоте и непостоянных во времени.

В настоящее время приемо-передающие устройства различных радиоэлектронных систем развиваются в направлении смещения несущих частот в область СВЧ частот и использования широкополосных сигналов. Это влечет за собой дополнительные сложности при проектировании входных каскадов, преселекторов, каскадов усиления и схем частотного преобразования радиоприемника.

В статье приводится описание путей усовершенствования входного тракта широкополосного радиоприемника измерительной системы СВЧ диапазона позволяющих решить проблемы защиты входных цепей приемника от мощных входных сигналов и оперативного реагирования на сигналы, поступающие на приемник.

К широкополосным радиоприемникам СВЧ диапазона помимо типовых требований, таких как высокая чувствительность, широкий диапазон частот входного сигнала, широкая полоса частоты, большой динамический диапазон, невысокий коэффициент шума тракта, предъявляется и ряд других требований. К наиболее важным из них следует отнести уменьшение времени перестройки по частоте для поиска полезного сигнала на входе радиоприемника, минимизация пропусков импульсов полезных сигналов малой длительности, возможность обнаружения других сигналов, появляющихся на входе приемника во время приема и обработки сигнала определенной частоты. Так же необходимо предусмотреть меры по защите входных каскадов приемника от выхода из строя при приеме сигналов с большим уровнем мощности и значительного увеличения нелинейных искажений при приеме таких сигналов.

Для решения указанных выше задач предлагается изменить структуру входного тракта приемника как показано на рисунке 1.

На входе классической схемы обычно используют малошумящий усилитель (МШУ), который в зависимости от типа имеет коэффициент шума порядка 1-3 дБ. Так же на входе приемного тракта возможно размещение частотного преселектора, что позволяет обеспечить приемлемую защиту входных каскадов, однако отрицательно влияет на коэффициент шума приемника. В таких схемах он достигает значение порядка 10-15 дБ. Два описанных подхода не дают полной защиты приемника в комплексе с приемлемым коэффициентом шума.

В предложенной схеме на входе приемника размещается ограничитель мощности, СВЧ ключ, широкополосный МШУ и направленный ответвитель. Ограничитель мощности имеет следующие характеристики: максимальная входная мощность 5 Вт, уровень компрессии 18 дБм, уровень вносимых потерь – не более 1,2 дБ. СВЧ ключ имеет следующие характеристики: максимальная входная мощность 24 дБм, уровень вносимых потерь – не более 1,7 дБ. Широкополосный МШУ – максимальная входная мощность 17 дБм, усиление сигналов в полосе частот 2-18 ГГц – не менее 17,5 дБ, коэффициент шума – не более 3 дБ. Направленный ответвитель – вносимые потери не более 1,7 дБ, переходное ослабление минус 10 дБ.

Ключ СВЧ служит для двух целей. Первая – тестовый режим, вторая – защитный режим. В тестовом режиме он по внешней команде подключает внутренний генератор, управляемый напряжением (ГУН) с известным откалиброванным значением уровня мощности на частоте 4860 МГц и на первых двух гармониках 9720 МГц и 14580 МГц соответственно к МШУ. Этот режим работы позволяет производить внутреннее тестирование и калибровку приемника. В защитном режиме в основной

тракт радиоприемника вносится ослабление порядка 50-60 дБ, что позволяет защитить последующие каскады.

Со вторичного канала направленного ответвителя часть сигнала из основного тракта поступает через МШУ и делитель мощности на детектор защиты и три вспомогательных канала. Каждый канал содержит полосовые фильтры соответственно на полосы частот: 2-8 ГГц, 8-12 ГГц, 12-18 ГГц, управляемый аттенюатор, усилитель мощности и быстродействующий детектор. С помощью этих каналов реализуется возможность обнаружения кратковременных импульсов сигналов на входе приемника и сужается частотный диапазон поиска этого сигнала для дальнейшего его исследования.

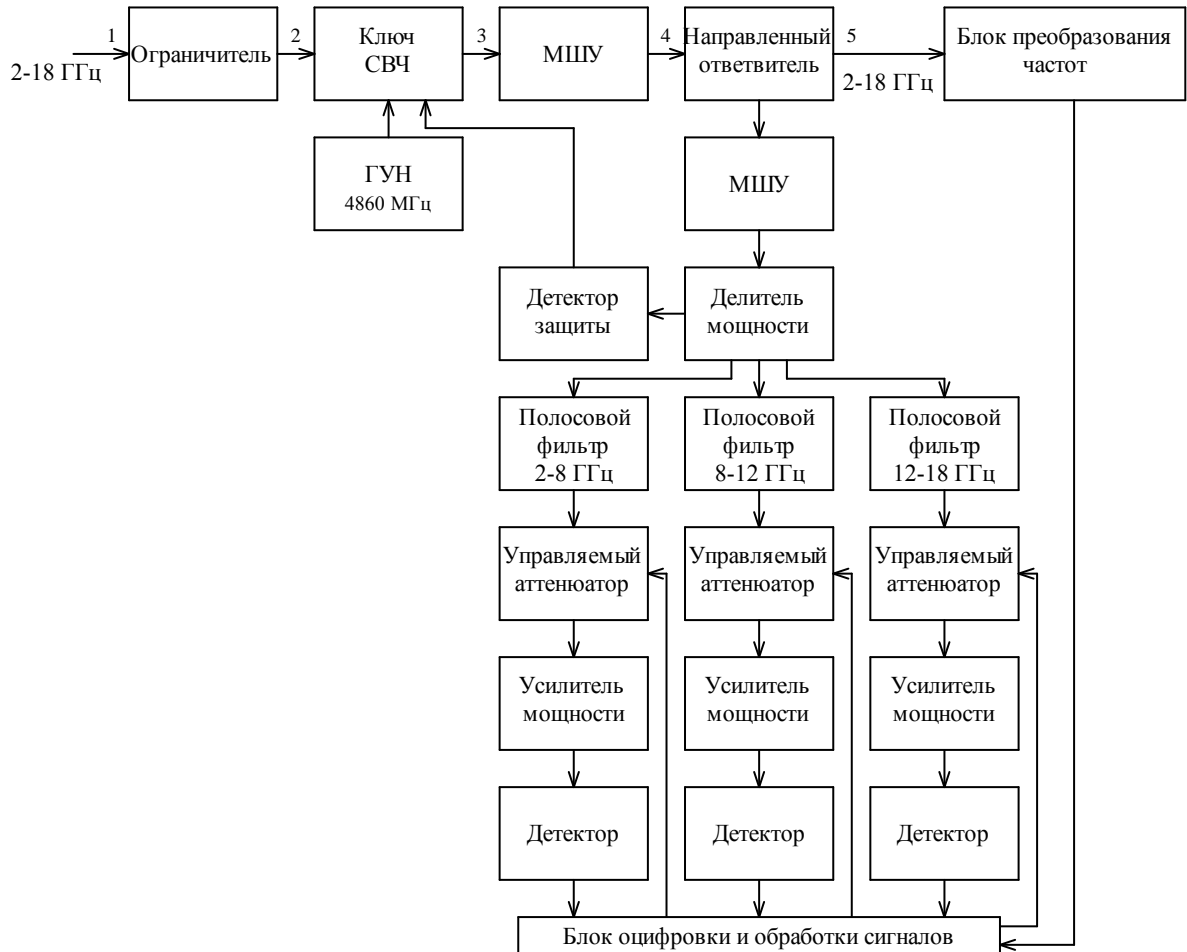


Рисунок 1 – Структурная схема входного тракта широкополосного приемника

На детектор защиты подается сигнал без предварительной фильтрации, и при его уровне более 10 дБм выдается сигнал на ключ СВЧ для перехода его в защитный режим.

Введение дополнительных компонентов во входной тракт радиоприемника несколько увеличивает коэффициент шума (до 6 дБ, как показано на рисунке 2), однако частотный и динамические диапазоны не ухудшаются.

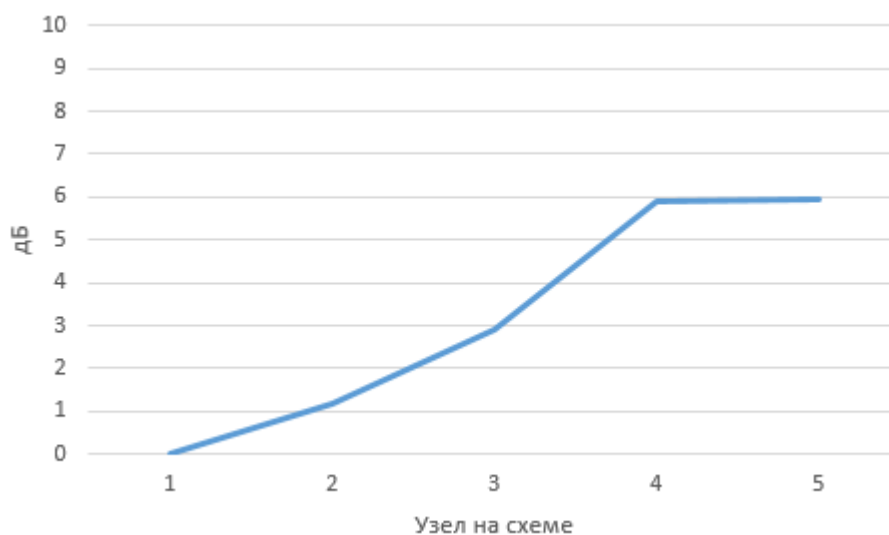


Рисунок 2 – График зависимости коэффициента шума входного тракта радиоприемника

Описанные выше пути усовершенствования входного тракта широкополосного радиоприемника СВЧ диапазона позволяют решить задачи обнаружения сигналов, разнесенных по частоте и непостоянных во времени, а также защитить входные каскады приемника от выхода из строя при приеме сигналов с большим уровнем мощности. Схема приемника при этом несколько усложняется, а также незначительно увеличивается коэффициент шума.