

Н.В. Силаев, М.А. Сеньков, А.В. Ключев

Военная академия войсковой противовоздушной обороны Вооружённых Сил Российской Федерации им. Маршала Советского Союза А.М. Василевского

Формирование сигналов произвольной формы с помощью микрополосковых структур

Представлены первые результаты разработки моделирования микрополосковых структур, предназначенных для формирования СШП сигналов произвольной формы для систем радиосвязи. Получена многоплечевая топология для формирования СШП сигнала спектр которого на 93,01 % совпадает по форме со спектральной маской частотного диапазона, выделенного для использования СШП систем связи, локации и навигации.

Ключевые слова: микрополосковая структура, СШП сигнал, синтез сигналов

В процессе решения задач проектирования систем радиосвязи возникает необходимость синтеза сигналов с заданными требованиями к их спектру. Требования к спектру сигналов, излучаемых радиосистемой, обоснованы необходимостью минимизировать помехи, которые может оказать разрабатываемая система на работу других радиотехнических систем. Поэтому, для каждой систем радиосвязи выделен определённый диапазон частот, в соответствии со спектральной маской, которая имеет прямоугольную форму.

Таким образом, при проектировании системы радиосвязи необходимо стремиться к получения сигналов с такими параметрами и формой, что бы спектр их последовательности максимально коррелировался с формой спектральной маски, т.е. был максимально прямоугольный в заданном диапазоне частот.

Одним из перспективных направлений развития систем радиосвязи, является использование сверхширокополосных (СШП) сигналов, для которых выделен частотный диапазон от 3,2 ГГц до 10,6 ГГц. В работе [1] получен сигнал, форма спектра которого совпадает со спектральной маской на 93,01% (рис. 1).

Если предположить, что на вход формирователя СШП сигналов будут поступать сигналы прямоугольной формы с выхода ЭВМ, то для формирования сигналов, показанных на рисунке 1, устройство формирования должно иметь импульсную характеристику, форма которой показана на рис. 2.

Для реализации устройства формирования СШП сигналов с импульсной характеристикой форма которой показана на рисунке 2 предлагается использовать микрополосковую структуру, состоящую из СВЧ делителей мощности/сумматоров, микрополосковых линий и аттенюаторов.

Моделирование микрополосковой структуры выполнялось в САПР AWR Design Environment, для чего использовались следующие элементы (рис. 3):

- модель генератора видеоимпульсов;
- модель СВЧ делителя мощности/сумматора;
- модель МПЛ;
- модель аттенюатора.

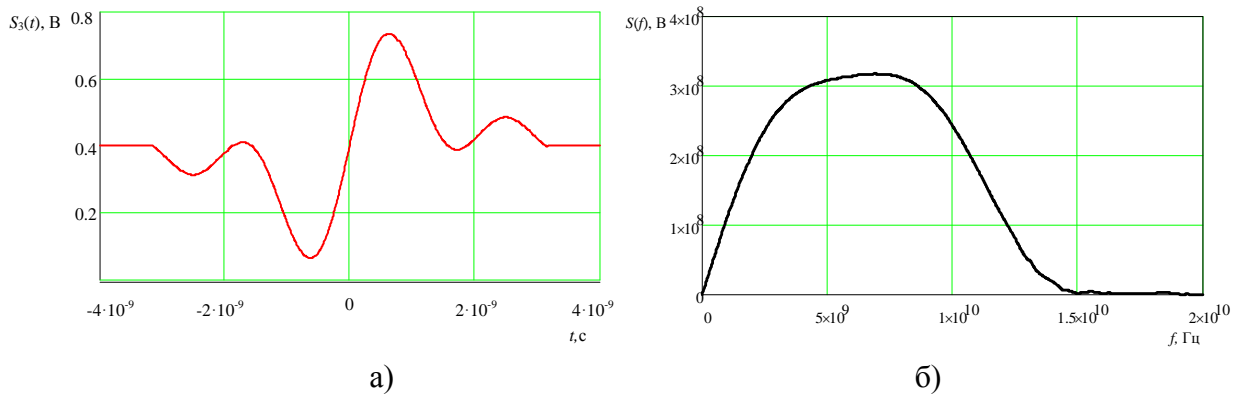


Рисунок 1. Синтезированный сигнал (а) и его спектр (б)

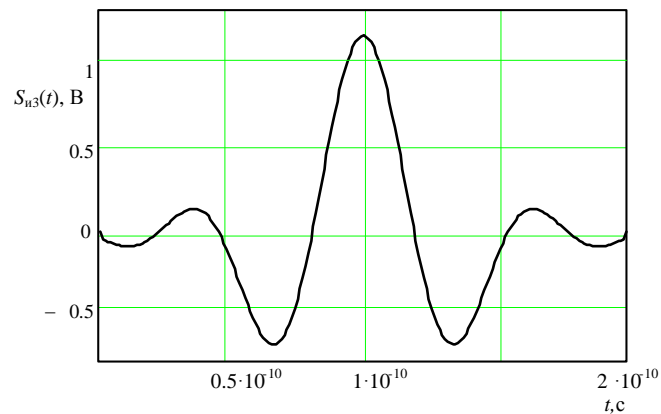


Рисунок 2. Импульсная характеристика формирователя СШП сигналов

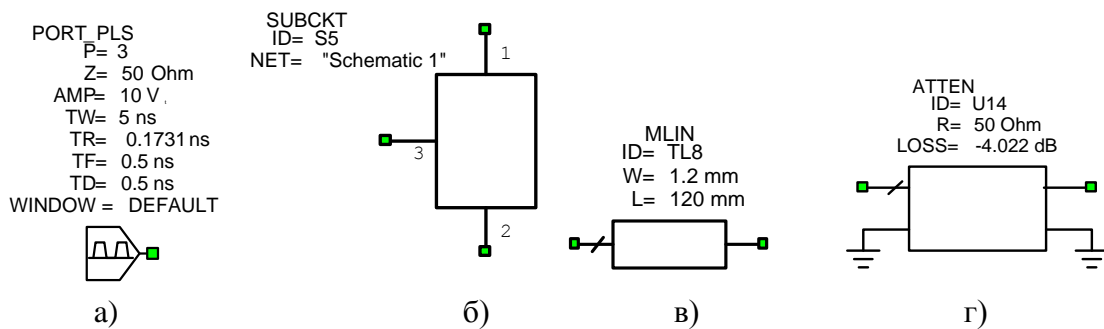


Рисунок 3. Графическое обозначение моделей элементов в САПР: генератора видеоимпульсов (а); СВЧ делителя мощности/сумматора (б); МПЛ (в); аттенюатора (г).

Модель делителя может представлять собой как делитель Вилкинсона, так и не направленный тройник (Y-сочленение). Основным параметром таких элементов является требования к волновому сопротивлению и полосе пропускания. Количество делителей и сумматоров выбирается в соответствии с требуемой формой сигнала.

Полученная микрополосковая структура представлена на рис. 4.

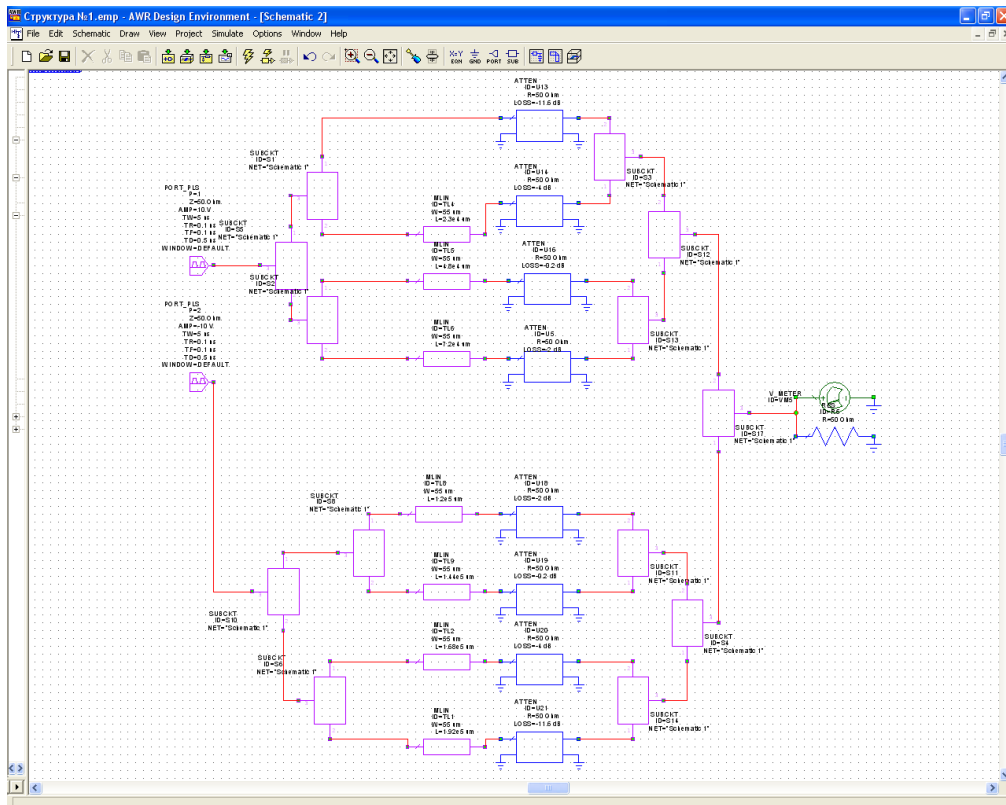


Рисунок 4. Структура микрополоскового формирователя СШП сигналов

Эпюры напряжения, полученные в результате моделирования, показаны на рис. 5.

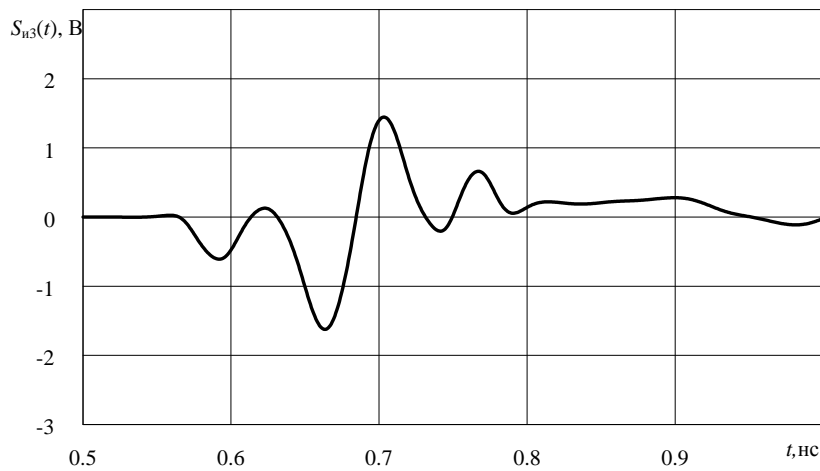


Рисунок 5. Результаты моделирования в САПР

Устранение незначительных искажений формы сигнала может достигаться несколькими путями:

- изменение конструкции микрополосковой структуры;
- плавная подстройка параметров аттенюаторов;
- согласование сигналов на выходе делителя по амплитудам и др.

Направлением дальнейших исследований является разработка опытного образца формирователя СШП сигналов (рис. 6).

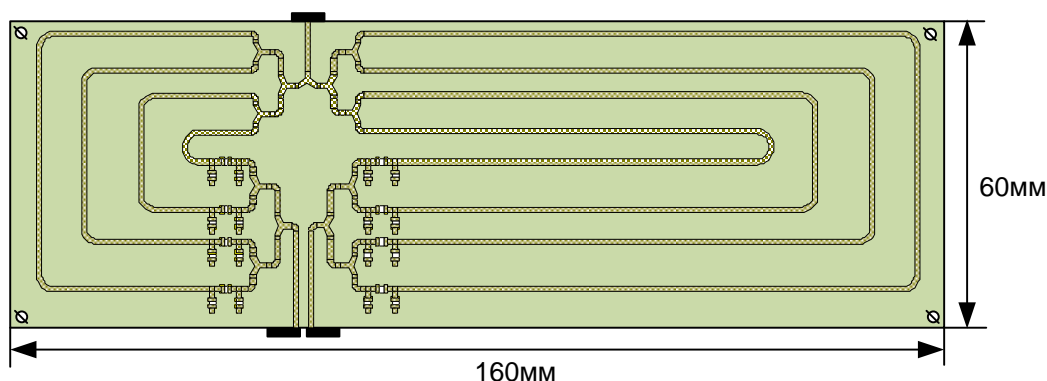


Рисунок 6. Вариант топологии печатной платы формирователя СШП сигналов

При реализации данной топологии планируется использовать Y – сочленения с разводом плеч в 120° в качестве делителей (сумматоров). Выбор такой топологии делителей объясняется тем, что эти делители наиболее удобно использовать для деления сигналов по мощности с наименьшими потерями [2]. Кроме того, использование Y-сочленений не требует существенных расчётов. Основное требование – выполнение согласования по сопротивлению.

Использование представленной на рисунке 6 топологии подразумевает необходимость изгиба МПЛ под углами в 45° и 90° для реализации заданной задержки. В месте изгиба под прямым углом эффективная ширина печатной дорожки возрастает [3]. Участок увеличенной ширины вносит в линию передачи паразитную ёмкость, что приводит к искажению сигналов. Для минимизации вносимых искажений прямые углы будут обрезаться. Такой способ эффективен на частотах до 10 ГГц [3].

Библиографический список

1. Сеньков М. А. Способ пассивного формирования СШП сигналов. Статья. 11-я международная конференция и выставка «Цифровая обработка сигналов и её применение» Часть I. М.: 2009. – с. 313-314.
2. Бахарёв С. И., Вольман В. И., Либ Ю. Н. и др. Справочник по расчёту и конструированию СВЧ полосковых устройств/ Под ред. Вольмана В. И. – М.: Радио и связь, 1982. –381с.
3. Джонсон Г., Грехем М. Конструирование высокоскоростных цифровых устройств: начальный курс чёрной магии. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. –1125с.