

УДК 621.382

В.И. ЮРЧЕНКО*, А.П. ЛЮЛЯКИН**

ПОДБОР АРХИТЕКТУРЫ АКТИВНЫХ МИКРОПОЛОСКОВЫХ АНТЕНН ДЛЯ АВТОДИННЫХ ДАТЧИКОВ КВЧ-ДИАПАЗОНА

Приводятся результаты теоретического исследования и численного моделирования антенн КВЧ диапазона в качестве активных антенн для датчиков КВЧ-диапазона на слаботочных диодах Ганна.

Ключевые слова: микрополосковые антенны, автодинные системы, КВЧ-датчики.

Системы ближней радиолокации (СБРЛ) – специфические радиолокационные устройства, отличительными особенностями которых являются соизмеримость дальности действия с геометрическими размерами взаимодействующих объектов и требование предельной компактности устройства. Это приводит в большинстве случаев к совмещению функций генерирования зондирующего и обработки отражённых сигналов в одном каскаде – специфической автоколебательной системе – автодине. От такой системы требуется не только сформировать сигнал и обеспечить необходимое управление его параметрами (мощностью, частотой, фазой, спектром), но и произвести начальную обработку (регистрацию) переотражённого сигнала для выделения необходимой информации.

Функции приема и передачи сигнала системой подразумевают наличие антенны, оптимизации топологии которой и посвящена данная работа. Задача состоит в выборе наиболее оптимальной геометрии антенны для улучшения ее характеристик. В дальнейшем такая антенна должна стать элементом матрицы датчиков на автодинных генераторах, используемой в портативном ручном радиосканере или какой либо иной системе досмотра; каждая антенна независима друг от друга, нагружена на собственный генератор.

Исходя из такого технического задания антенна должна обладать полосой частот в пределах 1 ГГц, узкой диаграммой направленности, высоким коэффициентом направленного действия, и при этом обладать минимальными габаритами.

Для данного диапазона частот наиболее подходящими являются апертурные антенны. Но исходя из последних данных института инженеров электротехники и электроники (ИИЭЭ), секции Антенны и распространение радиоволн (Antennas and Propagation), в миллиметровом диапазоне длин волн активно ведется освоение микрополосковых антенн различного вида. Хотя и антеннами, обладающими наиболее узким лучом, являются, опять же, апертурные, но их размеры, по сравнению с остальными, слишком велики. После анализа вышеперечисленных пунктов была выбрана микрополосковая антенна. В пользу этого решения выступали также такие факторы, как относительная простота изготовления с достаточно небольшими потерями, высокая интеграция микрополосковой части с активным элементом и невысокая стоимость.

Из всего многообразия форм, предоставляемых микрополосковыми антеннами, были выбраны для численного моделирования три варианта исполнения антенны: прямоугольная патч-антенна, решетка из четырех прямоугольных антенн и треугольная двухплечевая антенна. Моделирование проводилось на программном продукте CST Microwave Studio.

Ниже представлены результаты моделирования антенн.

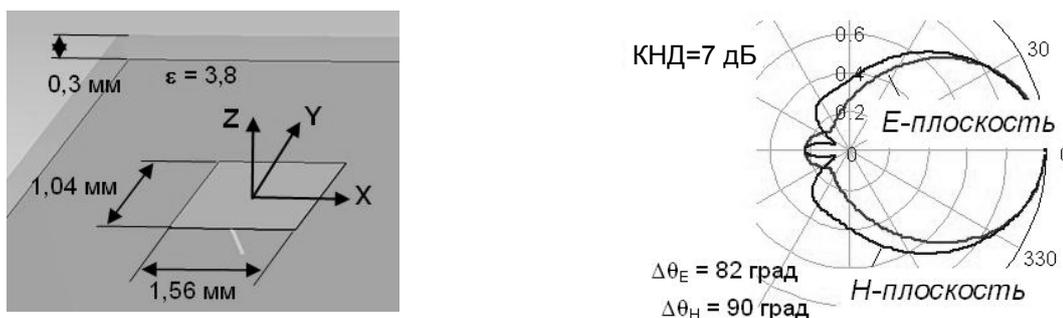


Рис. 1. Геометрия прямоугольной микрополосковой антенны и ее диаграмма направленности

Прямоугольная патч-антенна представляет собой прямоугольный проводник, нанесенный на диэлектрик и рассчитанный так, чтобы соотношение сторон составляло 3/2. Такое соотношение возбуждает в проводнике моду ТМ₀₁.

Наряду с одиночными излучателями широкое применение получили печатные антенные решетки. Моделирование простейшей 4-элементной печатной антенной решетки из излучателей резонаторного типа показало, что при увеличении количества элементов, значительно улучшаются характеристики антенны. Так, коэффициент направленного действия антенны увеличился до 17,2 дБ, а ширина главного лепестка на диаграмме направленности в *E*-плоскости уменьшилась до 19 град. Безусловно, весомым минусом является тот факт, что габариты датчика значительно увеличиваются.

Треугольная двухплечевая микрополосковая антенна представляет собой два треугольника, обращенные друг к другу вершинами и возбуждаемые в центре между ними, что, в свою очередь, является симметричным вибратором, который часто используется в миллиметровом диапазоне длин волн.

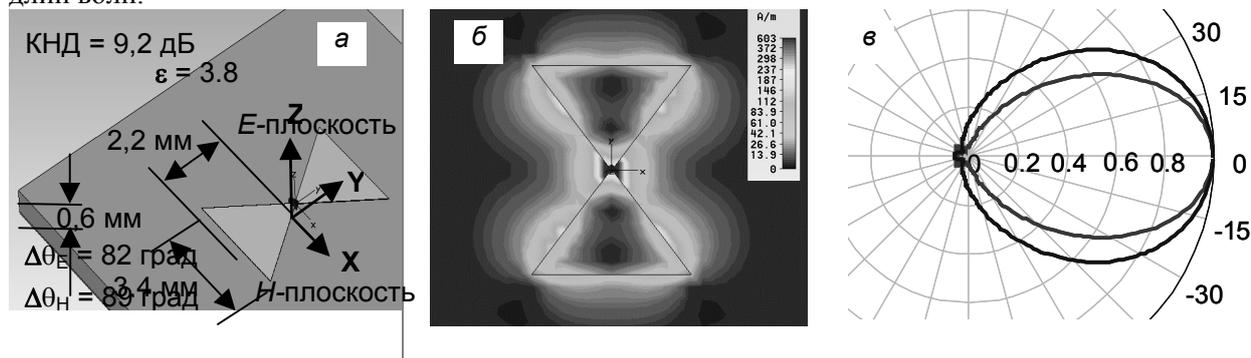


Рис. 2. Геометрия треугольной двухплечевой антенны (а), распределение магнитного поля на ее поверхности ($f = 42$ ГГц) (б) и диаграмма направленности антенны (в)

Моделирование двухэлементной патч-антенны с треугольными плечами при симметричном возбуждении показало, что размеры антенны с модой ТМ₁₁ в диапазоне 35–50 ГГц наилучшим образом подходят для монтажа бескорпусных диодов Ганна, антенна имеет линейную поляризацию и коэффициент направленного действия не менее 9 дБ.

Поэтому микрополосковая антенна для автодинного датчика выбрана в виде двухэлементной патч-антенны с треугольными плечами, и в дальнейшем предполагается оптимизация ее параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юрченко А. В., Юрченко В. И., Воторопин С. Д. // Автодинные датчики в измерительной технике. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 128 с.
2. Воторопин С. Д., Юрченко В. И. // Автодины. Электронная промышленность. – 1998. – Вып. 1–2. – С. 110–115.
3. Люлякин А. П., Пушкарев В. П., Егунов М. С., Юрченко В. И. // Сб. трудов 2-й Междунар. науч.-практич. конф. «Ресурсоэффективные технологии для будущих поколений». Томск, 23–25 ноября 2010 г. – Томск, 2010. – С. 337–338.
4. Воторопин С. Д. // V Междунар. конф. «АПЭП-2000». Сб. докладов. – Новосибирск, 26–29 сентября 2000. – С. 114–116.
5. Caswell E. D. // Design and Analysis of Star Spiral with Application to Wideband Array with Variable Element Sizes. Doctor of Philosophy Dissertation. – Virginia Polytechnic Institute and State University, 2001.
6. Воскресенский Д. И. Устройства СВЧ и антенны. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Радиотехника, 2006. – 376 с.

*Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов,
г. Томск, Россия

**Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия

E-mail: avaponchoavaponcho@gmail.com

Поступила в редакцию 20.07.12.