

Антенна круговой поляризации для излучения и приема сверхкоротких импульсов

А.В. Кочетов

ОАО «НПП «Радар ммс»

Санкт-Петербург, Новосельковская, 37, radar@radar-mms.com.

Исследована конструкция антенны круговой поляризации для излучения и приема сверхкоротких импульсов.

Для излучения и прием сверхкоротких импульсов, как правило, используются антенны линейной поляризации [1]. К таким антеннам относятся ТЕМ-рупорные антенны, широкополосные вибраторные антенны, антенны Вивальди и другие. Антенны линейной поляризации широко используются в РЛС подповерхностного зондирования для обнаружения и распознавания замаскированных целей [2].

Использование антенн круговой поляризации для излучения и приема сверхкоротких импульсов открывает новые перспективы для обработки сигналов подповерхностного зондирования с учетом поляризационных свойств отражающих объектов.

В [3] приведена самодополнительная антенна линейной поляризации, которая может быть использована для излучения и приема сверхкоротких импульсов (рис. 1а). Для излучения и приема сверхкоротких импульсов круговой поляризации эта антенна должна быть сконструирована так, как показано на рис. 1б.

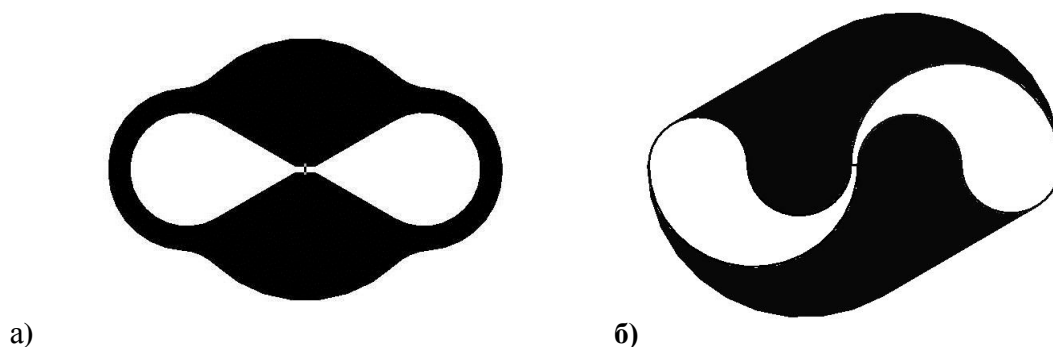


Рис. 1. Антенна для излучения сверхкоротких импульсов
а) антенна линейной поляризации,
б) антенна круговой поляризации.

Сложная форма поверхности антенны для излучения и приема сверхкоротких импульсов круговой поляризации затрудняет ее теоретический расчет, поэтому для оптимизации формы и исследования характеристик такой антенны целесообразно воспользоваться пакетом программ для трехмерного электродинамического моделирования.

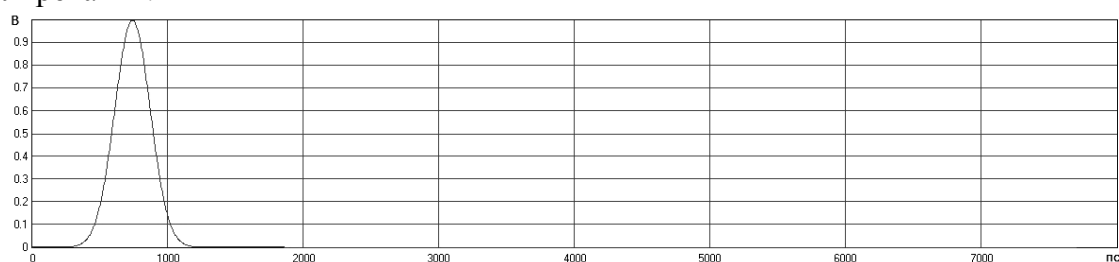


Рис.2. Импульс возбуждения

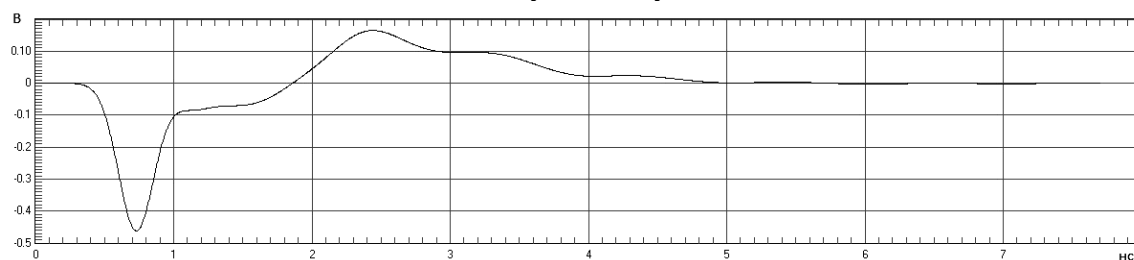


Рис. 3. Реакция антенны на импульс возбуждения

Анализ характеристик излучения элемента проводится на масштабной модели в гауссовом приближении импульса возбуждения, подаваемого на вход антенны. Линейные размеры масштабной модели элемента АР выбраны 250x380 мм, толщина – 5 мм. Длительность импульса возбуждения при электродинамическом моделировании составляет 0.5 нс.

На рис. 2 приведена форма импульса возбуждения исследуемой антенны. Импульс возбуждения представляет собой моноцикл импульса Гаусса, спектр которого смещен в область нижних частот и имеет постоянную составляющую. Реакция антенны на импульс возбуждения показана на рис.3. Как и для прототипа, вследствие шунтирования электрического вибратора рамкой антенна плохо согласуется в области нижних частот.

На рис. 4. приведены импульсы напряженности электрического поля, формируемые антенной в дальней зоне, в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

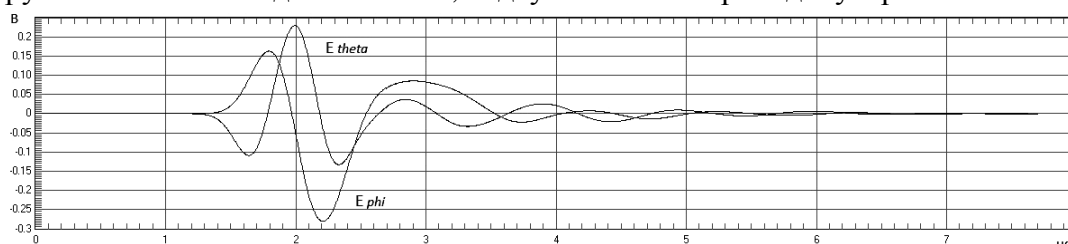


Рис. 4. Импульсы напряженности электрического поля в дальней зоне.

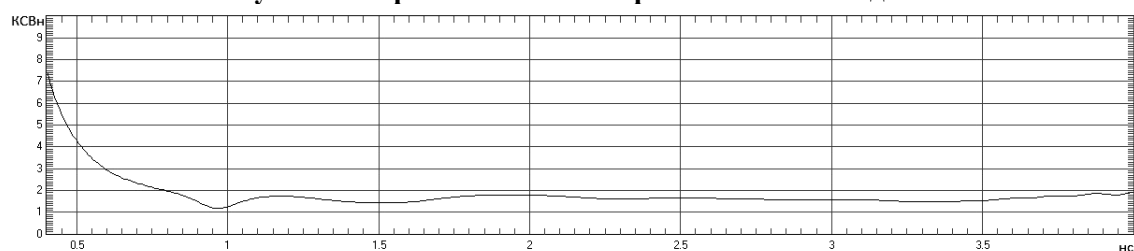


Рис. 5. КСВн антенного элемента.

Входное сопротивление исследуемого антенного элемента составляет 75 Ом. На рис. 5. приведен график КСВн. Нормированный график спектральных компонент излучаемого импульса напряженности электрического поля частот спектральных компонент излучаемого импульса показан на рис. 6.

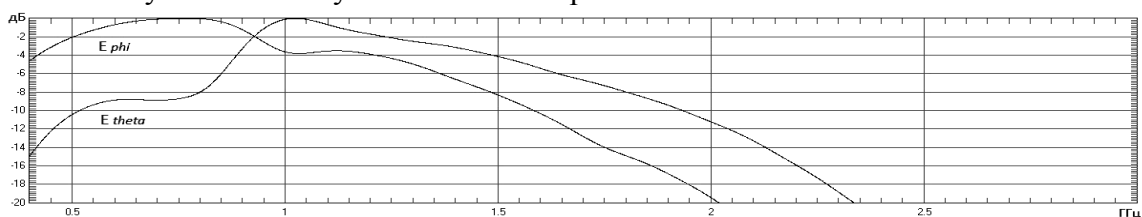


Рис. 6. Спектр частот импульсов электрического поля антенны в дальней зоне.

Результаты электродинамического моделирования показывают, что исследуемая антенна имеет диапазон рабочих частот 600 - 4000 МГц. В области нижних частот преобладает поляризация напряженности электрического поля E_{phi} , области верхних частот преобладает поляризация напряженности электрического поля E_{theta} . В области средних частот от 1000 до 1800 МГц поляризация электрического поля, излучаемого антенной близка круговой. Антенна симметрично излучает импульсы электромагнитного поля в направлении перпендикулярном раскрытию, однако направление вращения вектора напряженности электрического поля взаимно противоположное.

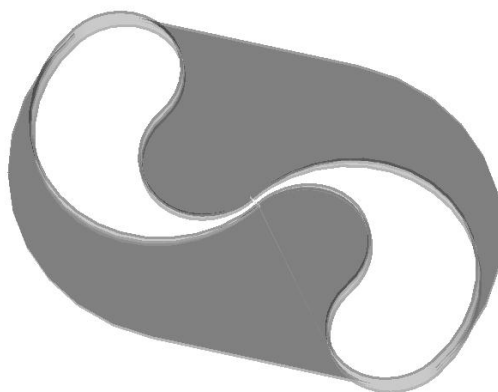


Рис 7. Антенны круговой поляризации для излучения сверхкоротких импульсов

Антенна круговой поляризации для излучения сверхкоротких импульсов представляет собой плоскую конструкцию, которая может быть выполнена печатным способом. Вследствие малой толщины, она имеет достаточно высокое входное сопротивление – ориентировочно 100 – 150 Ом. Для согласования с питающим фидером волновым сопротивлением 50 или 75 Ом, необходимо уменьшать зазор в точке питания или увеличивать толщину пластин антенны. Чтобы не увеличивать вес антенны и согласовать ее с волновым сопротивлением питающего фидера, по кромке щели антенны можно пустить металлическую ленту, как показано на рис. 7.

Литература

1. Костиков Г.А., Одинцов А.Ю., Саломатов Ю.П., Сугак М.И. Антенны в режиме излучения негармонических сигналов // под ред. Саломатова Ю.П. и Сугака М.И. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012.
2. Вопросы подповерхностной радиолокации./ Коллективная монография./ Под ред. А.Ю. Гринева. - М.: Радиотехника, 2005.
3. А. В. Кочетов. Антенна для излучения сверхкоротких импульсов // Труды российского научно-технического общества электроники и связи имени А. С. Попова. Серия: акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации. Выпуск VI. - М.: 2013. С. 151-153.