

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МОНОПОЛЬНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ

Скоропад М.А., Марго В.И.

ГБУЗ «Национальный горный университет», <http://bit.nmu.org.ua>, E-mail: skoropadma@ukr.net

Построена математическая модель аксиально-симметричного монопольного излучателя (МИ). Приведены результаты расчета характеристик излучения антенны.

Ключевые слова – монопольный излучатель, антенна, дифракционные эффекты, экран, WiMAX.

ВВЕДЕНИЕ

Аксиально-симметричный монопольный излучатель широко применяется в различных телекоммуникационных системах. К преимуществам данного типа антенн следует отнести возможность формирования различных диаграмм направленности [1] путем изменения геометрических размеров антенны.

Хотя МИ известен достаточно давно, но в гигагерцовом диапазоне длин волн данный тип антенн еще не достаточно исследован. МИ относятся к всенаправленным антеннам и могут найти широкое применение в беспроводных системах связи, таких как WiMAX [2]. Наличие экрана формирует необходимую однолучевую направленность во всей рабочей полосе частот. Такая антенна обладает компактностью и отличается дешевизной исполнения [3].

Целью данной работы является построение математической модели аксиально-симметричного монопольного излучателя с помощью метода конечных элементов [4]. Такая математическая модель позволяет изучить дифракционные эффекты, возникающие на краях аксиально-симметричного монопольного излучателя.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

МИ представляет собой вертикальный монополюс высотой d_{r1} , который находится над круглым металлическим экраном с внутренним радиусом r и внешним радиусом R . Вертикальный монополюс создан отрезком центральной жилы коаксиального кабеля (рисунок 1).

Проведенный анализ полученных распределений компоненты электромагнитного (ЭМ) поля МИ с высотой монополя $\lambda/4$ позволил условно разделить исследуемые МИ на две группы с радиусами экрана кратными $\lambda/2$ (первая группа) и кратными непарному числу $\lambda/4$ (вторая группа).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для МИ первой группы наблюдается распределение ЭМ поля с максимумом в центре антенны. При приближении к краю антенны интенсивность ЭМ поля на расстоянии $\approx \lambda/4$ от края экрана.

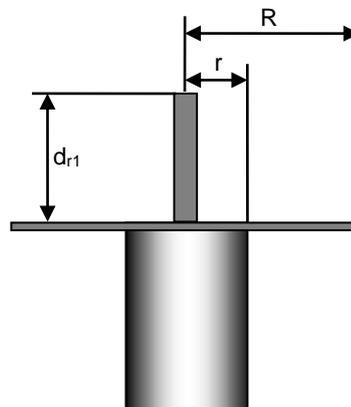


Рисунок 1. Монопольный излучатель

Далее интенсивность ЭМ поля опять увеличивается, и в непосредственной близости от края МИ наблюдается второй максимум (с амплитудой приблизительно в два раза меньшей, чем в центре МИ). Установлено, что при увеличении радиуса экрана положение минимума амплитуды компоненты ЭМ поля не меняется, но при этом увеличивается размер центрального пятна в распределении ЭМ поля. Таким образом, особенностью МИ данной группы является наличие двух вариаций поля вдоль радиуса экрана с минимумом, который находится на фиксированном расстоянии от края МИ.

Характерной особенностью МИ второй группы является то, что интерференционная картина, которая формируется в ближней зоне, имеет вид колец, амплитуда которых уменьшается при отдалении от центра МИ. Такие распределения ЭМ поля могут быть названы «пространственной волновой решеткой». Следует отметить, что число вариаций ЭМ поля вдоль радиуса экрана увеличивается при его увеличении. Таким образом, особенностью МИ данной группы является формирование в ближней зоне распределений поля в виде «пространственной волновой решетки».

На рисунке 2 показаны зависимости угла максимального излучения двух групп МИ от радиуса экрана.

Формирование двух различных типов пространственных распределений полей в ближней зоне для первой и второй группы приводит к появлению дифракционного сдвига частоты для МИ каждой из групп, и соответственно, к разным зависимостям резонансной частоты МИ от геометрических размеров экрана.

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ полученных диаграмм направленности позволяет выявить закономерность изменения направления максимума излучения

исследуемых МИ с высотой монополя $d_{r1} = \lambda/4$ от радиуса экрана. А именно, для МИ первой группы зависимость угла максимального излучения от радиуса экрана имеет экстремум при $R = 3\lambda/2$.

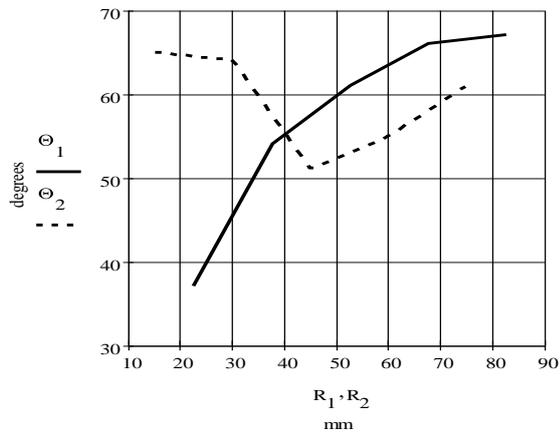


Рисунок 2. Зависимости угла максимального излучения двух групп МИ от радиуса экрана

Для МИ второй группы данная зависимость характеризуется плавным увеличением угла максимального излучения при увеличении радиуса экрана.

Показано, что данный тип излучателя может быть применен в беспроводных системах связи и передачи данных, таких как WiMAX.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Диаграмма направленности (Электрон. ресурс) / Способ доступа: URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Диаграмма_направленности.
2. WiMAX (Электрон. ресурс) / Способ доступа: URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/WiMAX>
3. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ / Д.М.Сазонов. — М.: Высшая школа, 1988. — 432 с.
4. Банков С.Е. Анализ и оптимизация СВЧ структур с помощью HFSS / С.Е. Банков, А.А. Крушин, В.Д. Разевич. — М., 2004. — 283 с.