

Кравченко Н.П., Мухин С.В., Пресняков С.А., НИУ ВШЭ

Усиление электромагнитных волн миллиметрового диапазона с помощью замедляющих систем типа "петляющий волновод"

Рассматривается усиление электромагнитных волн миллиметрового диапазона нерелятивистскими электронными потоками в одномерно периодических электродинамических системах. Основными направлениями исследования являются:

- разработка модели ЛБВ на основе разностной теории возбуждения электродинамических систем токами;
- расчет и моделирование по упрощённым волноводно-резонаторным моделям электродинамических свойств замедляющих систем типа петляющий волновод в миллиметровом диапазоне;
- волноводно-резонаторная модель ЗС типа петляющий волновод составляется из трех отрезков прямоугольного волновода.

Полученные с помощью ВРМ выражения позволяют провести анализ дисперсии и сопротивления связи в полосе частот. Рассматривались ЗС петляющего типа с учетом геометрического поворота фазы поля в соседних зазорах, что в линейной ВРМ, представляемой цепочкой четырехполюсников можно учесть противоположным включением наведенного тока в соседних зазорах. Расчет дисперсии проводился для используемой в ЛБВ первой пространственной гармоники таких систем;

- рассмотрены ряд вариантов, характеризующих основные закономерности изменения свойств ЗС петляющего типа;
- проведены расчет и моделирование электродинамических свойств замедляющих систем типа петляющего волновода с использованием 3D-кодов;
- приводится алгоритм расчета дисперсионных характеристик ЗС петляющий волновод по результатам 3D моделирования;
- рассматриваются замедляющие системы представляемые четырехполюсниками и восьмиполюсниками. Данные замедляющие системы, моделируются в 3D кодах ячейками с двумя и четырьмя портами соответственно.

Кулыгин В.Н., Жаднов В.В., НИУ ВШЭ

Разработка программы оценки долговечности устройств обработки радиосигналов

Рассматриваются вопросы создания программы по оценке долговечности устройств обработки радиосигналов. Устройства такого вида широко применяются в составе различных систем связи. Очевидно, что показатели долговечности таких устройств определяют и показатели долговечности систем связи в целом.

Необходимость разработки программы вызвана отсутствием средств автоматизации расчетов в методиках оценки долговечности радиоаппаратуры. Проведение расчетов показателей долговечности по ОСТ 4.012.013-84 "Определение показателей долговечности", номенклатура которых приведена в ГОСТ РВ 27.3.01-2005 "Состав и общие правила задания требований по надежности" достаточно трудоемко и предъявляет повышенные требования к квалификации

инженеров. Это обусловлено тем, что в настоящее время основным источником для оценки показателей долговечности элементов устройств обработки радиосигналов является справочник "Надежность ЭРИ" и Технические условия на элементы, в которых приведены численные значения показателей долговечности ЭРИ для предельно-допустимых режимов работы.

Проведение уточненного расчета показателей долговечности требует учета данных по условиям применения элементов в устройствах обработки радиосигналов (их электрической и тепловой нагрузки, модели эксплуатации и др.). Такие данные можно получить из специализированных АСПИ по моделированию физических процессов и оценке надежности, что позволит повысить точность расчетной оценки показателей долговечности устройств обработки радиосигналов.

Формулируются основные требования к разрабатываемой программе, среди которых наличие пользователь-ориентированного интерфейса, позволяющего вводить данные в интерактивном режиме с возможностью проверки введенных данных, интерфейсов связи с САПР и специализированными АСПИ и др. Приводится алгоритм функционирования программы, а так же модель базы данных по характеристикам долговечности элементов.

Данное научное исследование (№ проекта 15-05-0029) выполнено при поддержке Программы "Научный фонд НИУ ВШЭ" в 2015 г.

Кухаренко А.С., Елизаров А.А., НИУ ВШЭ

Анализ физических особенностей метаматериалов

и частотно-селективных СВЧ устройств на их основе

На протяжении почти полувековой истории метаматериалы притягивают к себе внимание исследователей. Их необычные свойства позволяют создавать СВЧ-устройства с уникальными характеристиками, такими как сверхнаправленность, сверхчувствительность, многочастотность. Они могут являться основой для создания покрытий, обеспечивающих радиомаскировку летательных аппаратов и наземных объектов, различных экранов, частотно-селективных поверхностей, антенн, фильтров и многих других устройств.

Метаматериал – композитный материал, свойства которого обусловлены не столько характеристиками входящих в него компонентов, сколько искусственно созданной структурой из макроскопических элементов. Впервые свойства метаматериалов были описаны В.Г.Веселаго, который ещё в 1967 г. обосновал теоретическую возможность существования сред с отрицательным коэффициентом преломления, характеризующихся одновременно отрицательными диэлектрической ϵ и магнитной μ проницаемостями. Позднее, в результате теоретического анализа, было выявлено, что такие среды обладают рядом уникальных свойств, а именно: групповая и фазовая скорости волны направлены навстречу друг другу, имеют место реверсивное изменение доплеровского сдвига частоты и эффекта излучения Черенкова, обращение светового давления на световое притяжение, изменение законов геометрической оптики. Практическое подтверждение гипотезы В.Г. Веселаго было получено в 1999 г. английским учёным Дж. Пендри, создавшим с коллегами искусственную среду с отрицательным коэффициентом преломления в СВЧ-диапазоне. Однако, наряду с облада-