

Рис. 1

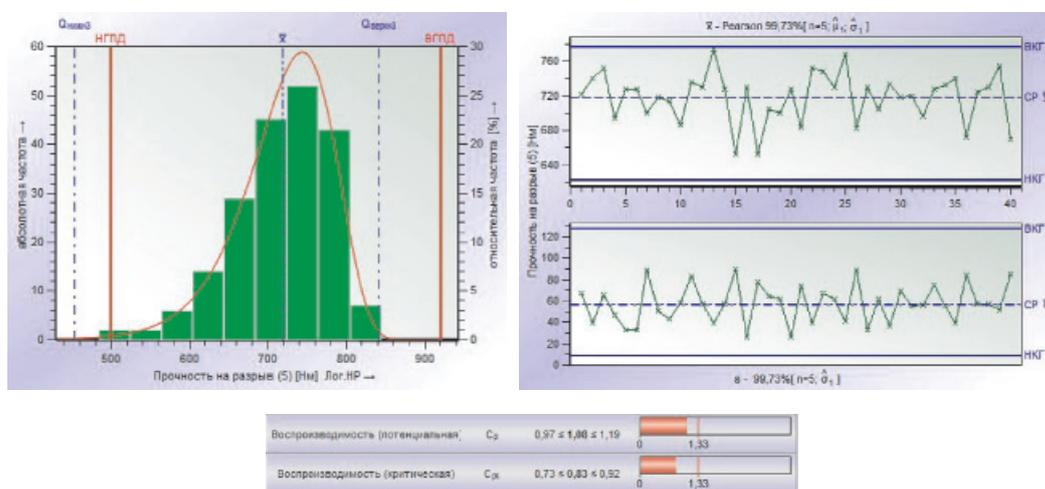


Рис. 2

Настоящие методические указания были разработаны в рамках прикладного научного исследования проводимого при финансовой поддержке Министерства образования РФ в рамках соглашения № 14.574.21.0127 от 28 ноября 2014 г. Уникальный идентификатор проекта RFMEFI57414X0127.

**РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
С ТРЕБУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ
(монография)**

Звездина М.Ю.

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,
e-mail: Zvezdina_m@mail.ru*

Актуальность материалов монографии обусловлена тем, что композиционные материалы давно используются в различных областях человеческой деятельности. Так, решение жилищной проблемы человечества без применения бетона и саманного кирпича было бы практически не-

возможно. В то же время технический прогресс вызвал необходимость изучения новых аспектов. В строительной практике ухудшение экологической обстановки, в частности, выпадение кислотных дождей, потребовало проведения исследований их влияния на стойкость бетонных конструкций. В антенной технике новый скачок в развитии композитные материалы получили в конце XX века после экспериментального доказательства американскими учеными (Pendry J.V. и др.) аномальных свойств материалов с отрицательным показателем преломления. Последние двадцать лет усилия ученых были направлены на построение композитных радиоматериалов со свойствами, существенно отличающимися от свойств его составляющих, получивших название метаматериалов, а также их применение для управления структурой электромагнитного поля, излучаемого антенной или рассеянного объектом. Поскольку аномальные свойства метаматериалов обусловлены возбуждением или, наоборот, подавлением направляемых волн структуры, то применение композитных

материалов в антенной технике связано с проведением серьезных теоретических исследований, включая полноволновой анализ структуры возбуждаемого электромагнитного поля. В монографии авторами была сделана попытка анализа известных в настоящее время вариантов построения метаматериалов и взаимосвязи их конструктивных параметров с электрическими. Приведены решения задачи дифракции электромагнитной волны на круговом металлическом цилиндре с многослойным покрытием в строгой постановке и при использовании импедансного подхода. Для данной конструкции несущего объекта приводятся примеры использования метаматериалов для управления структурой электромагнитного поля антенны.

Структура работы включает 5 разделов.

В первой главе монографии выполнен обзор известных конструкций метаматериалов. Показано, что реализация данных материалов осуществляется в виде трех известных вариантов (внесением в диэлектрическую матрицу периодически упорядоченных включений, выполнением полостей между металлическими экраном и пластинами, формированием покрытий из сопряженных слоёв метаматериалов). Приводится классификация метаматериалов. Показано, что в основе функционирования метаматериалов лежит принцип формирования резонанса в композите, а ширина рабочего диапазона частот регулируется формой включений (или пластин), а также периодом их размещения.

Вторая глава монографии посвящена обзору известных соотношений для перехода от конструктивных параметров известных вариантов реализации композитных материалов радиодиапазона. Приводятся два варианта перехода: к эффективным относительной диэлектрической и относительной магнитной проницаемостям, а также к величине поверхностного импеданса. Показана взаимосвязь между величиной поверхностного импеданса и эффективными проницаемостями. Приводятся два варианта записи тензора поверхностного импеданса: для стандартных импедансных граничных условий и для импедансных граничных условий высших порядков.

В третьей главе приводится общее решение в частотной области задачи дифракции электромагнитного поля стороннего источника в виде системы ортогональных элементарных диполей, расположенного в многослойном магнитоэлектрическом покрытии на круговом металлическом цилиндре, бесконечном вдоль образующей. Для сокращения размера формируемой блочной матрицы предлагается использовать алгоритм свёртки, а для получения аналитической формы запи-

си спектральных дифракционных коэффициентов – метод окаймления. Запись решения и для однослойного покрытия позволяет выполнять сравнение с известными частными случаями.

В четвёртой главе монографии на основе известной методики и классификации направляемых волн в слоистой структуре выполнен полноволновой анализ решения задачи дифракции электромагнитной волны на круговом бесконечном вдоль образующей металлическом цилиндре с магнитоэлектрическим покрытием. Полученные в замкнутой форме условия возбуждения направляемых волн найдены при использовании асимптотического представления дисперсионного уравнения. Дается физическая трактовка полученным решениям и условия их применения. Достоверность решений подтверждается сравнением с известными частными случаями тонкого провода и плоскости.

В пятой главе монографии приводятся примеры использования многослойных покрытий из метаматериалов для управления, рассеиваемого объектом в виде кругового металлического цилиндра резонансных размеров электромагнитного поля, а также характеристиками направленности, расположенной вблизи такого объекта антенны в виде элементарного произвольно ориентированного вибратора.

Предлагаемая коллективная монография может быть использована в качестве учебного пособия для бакалавров, обучающихся по направлениям подготовки 11.03.01 – «Радиотехника», 11.03.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», а также по направлению 08.03.01 – «Строительство». Кроме того, материалы монографии могут быть использованы инженерно-техническими работниками при проектировании антенн на основе метаматериалов.

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Земенков Ю. Д., Моисеев Б. В., Богатенков Ю. В.,
Налобин Н. В.

*Тюменский индустриальный университет,
Тюмень, e-mail: mr-fahrenheit@ya.ru*

Под редакцией доктора технических наук,
профессора Б. В. Моисеева

Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по нефтегазовому образованию в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки магистров «Нефтегазовое дело»

В нефтегазовой промышленности используются различные виды теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования.