



Петухова Н.А.

**МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ**

Монография

Новосибирск
2017

УДК 621.38

ББК 32.86

ПЗ1

Рецензенты:

Ахмеднабиев Р.М. канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка;

Ахметов С.М. д-р техн. наук, проф., академик Национальной инженерной академии РК и РАЕН, проф. кафедры «Механика» Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, руководитель Казахского отделения (г. Астана) международной научной школы устойчивого развития им. ак. П.Г. Кузнецова.

ISBN 978-5-4379-0560-9

Петухова Н.А.

ПЗ1 «Методы автоматизации проектирования математического обеспечения систем измерения параметров жидких диэлектриков»: – Монография. – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2017. – 64 с.

Работа посвящена разработке и моделированию установки для измерения параметров жидких диэлектриков. Были рассмотрены существующие классические методы измерения, была смоделирована установка, позволяющая измерять тангенс угла диэлектрических потерь и диэлектрическую проницаемость, а также написана программа для ЭВМ, позволяющая автоматизировать установку. Также в работе проведен анализ данных полученных в ходе моделирования, описанию методики и алгоритма проведения измерений параметров жидких диэлектриков, а также разработке авторской модели установки для измерения параметров жидких диэлектриков

Монография адресована студентам, магистрантам высших учебных заведений и аспирантам общающихся по специальностям «Приборы и техника измерений» и «Системы автоматизации проектирования».

ББК 32.86

ISBN 978-5-4379-0560-9

© Петухова Н.А., 2017

© АНС «СибАК», 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----------|
| Введение | 4 |
| Глава 1 Анализ современного состояния исследований СВЧ-фотонных кристаллов | 6 |
| 1.1. Электродинамические свойства СВЧ-фотонных кристаллов с различного рода включениями | 6 |
| 1.2. Применения СВЧ-фотонных кристаллов для создания функциональных устройств СВЧ-электроники | 19 |
| Глава 2. Моделирование установки для измерения параметров жидких диэлектриков | 33 |
| 2.1. Конструкция измерительной ячейки | 33 |
| 2.2. Калибруемый многополюсник | 36 |
| 2.3. Моделирование измерительной установки | 38 |
| 2.3.1. Моделирование измерительной ячейки с заполнением | 38 |
| 2.3.2. Моделирование измерительной ячейки с полным заполнением | 41 |
| Глава 3. Измерение комплексной диэлектрической проницаемости полярных жидких диэлектриков на СВЧ . | 46 |
| Глава 4. Разработка методики измерений | 52 |
| 4.1. Описание методики измерений | 52 |
| 4.2. Программа обработки данных в программном пакете MATLAB | 56 |
| Заключение | 58 |
| Список литературы | 59 |

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время растет интерес к исследованиям нового класса периодических структур, называемых «фотонными кристаллами». Эти структуры состоят из периодически расположенных составляющих, размеры которых сравнимы с длиной волны распространяющегося в них электромагнитного излучения. В спектре пропускания такой структуры имеется частотная область, запрещенная для распространения электромагнитной волны, – аналог запрещенной зоны в кристаллах. При наличии нарушений в периодичности слоистой структуры в запрещенной зоне фотонного кристалла могут возникать узкие «окна» прозрачности [8]. В СВЧ-диапазоне одномерный фотонный кристалл может быть реализован как с помощью волноводов с диэлектрическим заполнением [5; 10], так и планарных линий передачи с периодически изменяющейся структурой [12-14].

Использование открытых СВЧ-линий передачи позволяет сочетать достаточно высокую чувствительность СВЧ-методов измерений с технологичностью изготовления структур и оправок для измерения и отсутствием жестких требований на размеры образцов. К недостаткам измерительных систем на открытых линиях передачи можно отнести наличие потерь на излучение на открытых концах передающих линий, неоднородностях, например, связанных с необходимостью использования коаксиально-микрополосковых переходов, трудности в проведении локальных измерений.

Среди различных типов планарных схем микрополосковые являются наиболее часто используемыми в СВЧ-электронике. Микрополосковые схемы достаточно широко используются при реализации СВЧ-методов измерения параметров материалов, в частности материалов подложек СВЧ-схем.

В связи с высокой чувствительностью частотной зависимости «окон» прозрачности в запрещенной зоне фотонного кристалла к параметрам нарушения периодичности перспективным представляется использование микрополосковых фотонных кристаллов для определения параметров материалов в СВЧ-диапазоне.

СВЧ-устройства, которые можно обобщить определением структуры с периодическими неоднородностями, широко известны в теории и технике направляющих и излучающих систем. Подобные устройства, принцип действия которых основан на взаимодействии прямых и многократно отраженных от неоднородностей электромагнитных волн, нашли применение при создании фильтрующих схем, формирователей и преобразователей радиочастотных сигналов.

Наблюдающаяся на современном этапе научно-технического развития тенденция трансферта оптических и радиочастотных технологий обусловила повышенный интерес к этим устройствам как аналогам оптических фотонных кристаллов, брэгговских структур и метаматериалов. Исследование свойств таких устройств в одном диапазоне электромагнитных колебаний может помочь открыть новые качества и явления в другом диапазоне.

Одним из направлений обмена технологий являются сенсорные приложения. Примером может служить волоконно-оптическая решетка Брэгга, широко используемая в измерительной технике, аналогом которой в радиодиапазоне можно назвать коаксиальный волновод с продольными периодическими неоднородностями [12].

Данная работа посвящена исследованию особенностей взаимодействия электромагнитного излучения СВЧ-диапазона с микрополосковыми фотонными структурами и на этой основе решению обратной задачи – нахождению параметров жидких диэлектрических материалов по результатам измерения характеристик взаимодействия излучения с исследуемым образцом, исполняющим роль неоднородности в фотонной структуре.

Основной целью данной работы было рассмотреть методы автоматизации проектирования математического обеспечения систем измерения параметров жидких диэлектриков.

Для успешного достижения поставленной цели необходимо было выполнить следующие задачи:

1. Провести анализ литературных источников по исследуемой теме.
2. Изучить современное состояние исследований СВЧ-фотонных кристаллов.
3. Обосновать методику измерения жидких диэлектриков.

Монография

Петухова Наталья Александровна

**МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ**

Подписано в печать 14.10.2017. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 4. Тираж 550 экз.

Издательство АНС «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 4.
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии Allprint
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3