

УДК 537.86:53(075.8)
ББК 22.336+22.3я73
Л49

Печатается по решению Комитета при Ученом совете Южного федерального университета по естественнонаучному и математическому направлению науки и образования (протокол № 8 от 6 июля 2022 г.)

Рецензенты:

доцент кафедры физики Донского государственного технического университета,
кандидат физико-математических наук, доцент *И. Г. Попова*;
заведующий кафедрой радиофизики Южного федерального университета доктор
физико-математических наук, профессор *Г. Ф. Заргано*

Л49 **Лерер А. М.**

Фотонные кристаллы для волноведущих и фокусирующих устройств радио и оптического диапазонов : монография / А. М. Лерер, И. В. Донец, С. М. Цветковская ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. – 150 с.

ISBN 978-5-9275-4350-2

DOI 10.18522/801299966

Монография предназначена для студентов бакалавриата и магистратуры обучающихся по направлению 03.03.02 – физика и 03.03.03 – радиофизика. Основное внимание уделено вопросам распространения и дифракции электромагнитных волн в искусственных средах имеющих упорядоченную структуру – так называемым фотонным кристаллам (ФК). Описаны современные строгие электродинамические методы анализа фотонных кристаллов. Исследуются явления полос непрозрачности, зависящих от поляризации и направления распространения собственных волн кристалла. Приводятся методики гомогенизации фотонного кристалла в области низких частот. Показаны результаты синтеза и строгого анализа фокусирующих устройств выполненных из ФК.

Публикуется в авторской редакции.

УДК 537.86:53(075.8))

ББК 22.336+22.3я73

ISBN 978-5-9275-4350-2

© Южный федеральный университет, 2022

© Лерер А. М., Донец И. В.,

Цветковская С. М., 2022

© Оформление. Макет. Издательство Южного
федерального университета, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений и определения обозначений физических величин	5
Введение.	6
1. Одномерный диэлектрический фотонный кристалл	9
1.1. Основные теоретические положения.	10
1.2. Основные результаты	14
2. Объемные интегро-дифференциальные уравнения для задач дифракции на диэлектрических телах	18
2.1. Векторный и скалярный потенциал для монохроматического электромагнитного поля	18
2.2. Объемные интегро-дифференциальные уравнения при дифракции на диэлектрических телах в однородном пространстве	20
2.3. Функция Грина для неограниченного пространства	21
2.4. Функция Грина для периодических структур	25
2.4.1. 2d дифракция. Двухмерные диэлектрические фотонные кристаллы	27
2.4.1.1. Е-поляризация распространяющейся волны	39
2.4.1.2. Н-поляризация распространяющейся волны	32
2.4.2. 3d дифракция. Трехмерные диэлектрические фотонные кристаллы	34
2.4.2.1. Диэлектрик в однородной среде. Фотонный кристалл. Скалярная трехмерная функция Грина.	34
2.4.2.2. Диэлектрик в неоднородной среде. Тензорная трехмерная функция Грина для двухслойной среды.	40
3. Интегро – дифференциальное уравнение для дифракции на металлических телах	51
3.1. Решение интегрального уравнения для задачи распространения электромагнитной волны в трехмерной периодической структуре	53
3.2. Интегро – дифференциальное уравнение для дифракции на цилиндрической линзе из трубочек	63
3.3. Решение задачи дифракции плоской электромагнитной волны на слое идеально проводящих полых цилиндров	74
3.4. Экстракция параметров – эффективной диэлектрической и магнитной проницаемостей	79
3.4.1. Первый способ	79
3.4.2. Второй способ.	79

4. Результаты исследований	81
4.1. Результаты исследования собственных волн 3d фотонных кристаллов составленных из диэлектрических цилиндров . . .	81
4.2. Результаты исследования собственных волн и относительных проницаемостей 3d фотонных кристаллов, составленных из полых металлических цилиндров (трубочек).	94
4.3. Результаты исследования фокусирующих свойств линзы, составленной из одинаково ориентированных полых металлических цилиндров	117
4.4. Результаты определения относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей при дифракции на слое фотонного кристалла	129
Литература	138