

Б-211935

В.Г. ВОЛОСТНИКОВ

МЕТОДЫ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА КОГЕРЕНТНЫХ СВЕТОВЫХ ПОЛЕЙ



Б-211935

В.Г. ВОЛОСТНИКОВ

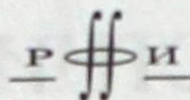
МЕТОДЫ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА КОГЕРЕНТНЫХ СВЕТОВЫХ ПОЛЕЙ



Москва
ФИЗМАТЛИТ®
2014

535.2

УДК 534.2, 535.2
ББК 2234
В 68



Издание осуществлено при поддержке
Российского фонда фундаментальных
исследований по проекту 14-02-07006,
не подлежит продаже

Волостников В.Г. **Методы анализа и синтеза когерентных световых полей.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 256 с. — ISBN 978-5-9221-1586-5.

В монографии рассмотрены неинтерференционные методы анализа и неголографические методы синтеза когерентных световых полей. В различных постановках исследована т.н. фазовая проблема в оптике. Показана важная роль вихревой составляющей вектора потока световой энергии. Изложена теория структурно устойчивых световых полей, вращающихся при распространении и фокусировке. Приведены примеры их практического применения.

Книга рассчитана на специалистов в области когерентной оптики, а также студентов соответствующих специальностей.

Б-211935

Научная библиотека
УНЦ РАН

ISBN 978-5-9221-1586-5

© ФИЗМАТЛИТ, 2014

© В.Г. Волостников, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Глава 1. Распространение и дифракция электромагнитного поля	10
1.1. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение и уравнение Гельмгольца	10
1.2. Параболическое уравнение и преобразования Френеля	14
Глава 2. Одномерная фазовая проблема в оптике и методы ее решения	19
2.1. Современное состояние одномерной фазовой проблемы в оптике	19
2.2. Восстановление одномерного когерентного монохроматического поля по измерениям интенсивности в зоне Френеля	26
2.3. Результаты численных экспериментов восстановления одномерного ближнего поля по интенсивности в зоне Френеля	36
2.4. Результаты натурного эксперимента восстановления ближнего поля по интенсивности в зоне Френеля	41
2.4.1. Описание экспериментальной установки (41). 2.4.2. Методика эксперимента и обоснование его параметров (42).	
Глава 3. Двумерная фазовая проблема в оптике и подходы к ее решению	46
3.1. Современное состояние двумерной фазовой проблемы в оптике	46
3.2. Восстановление двумерного распределения фазы светового поля по измерениям интенсивности в зоне Френеля	51
3.3. Результаты численных экспериментов восстановления двумерного светового поля по измерениям интенсивности в зоне Френеля	61
Глава 4. Активные методы анализа световых полей	66
4.1. Связи между фазой и интенсивностью светового поля как функции параметров оптической системы	66
4.2. Некоторые способы активного анализа световых полей	71
4.3. Датчик волнового фронта	75
Глава 5. Структурно устойчивые решения параболического уравнения	80
5.1. Уравнения для структурно устойчивых решений параболического уравнения	80
5.2. Использование асимптотического поведения структурно устойчивых решений для их нахождения	82
5.3. Специальные функции Эрмита–Гаусса и Лагерра–Гаусса	84
5.4. Пучки Эрмита–Гаусса и Лагерра–Гаусса. Их свойства при распространении и фокусировке	86
Глава 6. Гауссовы пучки при астигматических воздействиях	90
6.1. Преобразование пучков Эрмита–Гаусса в пучки Лагерра–Гаусса	90
6.2. Свойства пучков, инвариантных к астигматическим воздействиям	98
6.3. Лоренцевы пучки Эрмита–Лагерра–Гаусса	101
6.4. Обобщенные пучки Эрмита–Лагерра–Гаусса	103
6.5. Момент импульса эллиптически поляризованного светового поля	106
6.6. Энергия, ротор и угловой момент светового поля	108
6.7. Другие свойства обобщенных пучков Эрмита–Лагерра–Гаусса	109

Глава 7. Спиральные пучки — новый класс структурно устойчивых световых полей	112
7.1. Поля с вращением и их свойства	112
7.2. Спиральные пучки света	115
7.3. Экспериментальная реализация спиральных пучков	122
7.3.1. Метод астигматического преобразования (122). 7.3.2. Синтез спиральных пучков в кольцевых резонаторах (124).	
Глава 8. Методы синтеза структурно устойчивых световых полей	132
8.1. Спиральные пучки с заданным распределением интенсивности	132
8.2. Свойства пучков в виде замкнутых кривых	141
8.2.1. Условие квантования (141). 8.2.2. Интенсивность и фаза спирального пучка на порождающей кривой (144). 8.2.3. Число нулей спирального пучка внутри области порождающей кривой (145).	
8.3. Экспериментальная реализация пучков заданным распределением интенсивности	146
8.3.1. Метод амплитудно-фазовой маски (146). 8.3.2. Метод астигматического преобразования (147).	
8.4. Угловой момент спиральных пучков и оптический аналог теоремы Штейнера	154
Глава 9. Свойства спиральных пучков общего вида	159
9.1. Спиральные пучки как обобщения мод Лагерра–Гаусса	159
9.2. Производные спиральные пучки	160
9.3. Условие квантования для производных пучков	163
9.4. Угловой момент N -дифференцированных пучков	164
9.5. Астигматическое преобразование N -дифференцированных пучков	164
Глава 10. Применение оптики спиральных пучков для анализа световых полей и изображений	166
10.1. Аналитическое продолжение и астигматическое преобразование	166
10.2. Метод обработки контурных изображений на основе оптики спиральных пучков света	172
10.2.1. Изображение, контур и кривая (172). 10.2.2. Спиральный пучок (173). 10.2.3. Сравнение контуров (175). 10.2.4. Краткое изложение алгоритма, его достоинства и недостатки (176). 10.2.5. Результаты численного моделирования (177).	
Глава 11. Оптика спиральных пучков и синтез фазовых элементов	180
11.1. Фазовая проблема в оптике и синтез когерентных световых полей	180
11.2. Задача фокусировки в заданную кривую	189
11.3. Влияние дискретизации фазы на качество формируемых полей	191
11.4. Влияние пространственного разрешения на качество формируемых полей	193
11.5. Задача фокусировки лазерного излучения в область заданной формы	197
Глава 12. Векторные световые пучки	200
12.1. Пучки с неоднородным распределением поляризации	200
12.2. Радиальная и азимутальная поляризации	201

12.3. Дифракционный оптический элемент для астигматического преобразования пучка Эрмита–Гаусса в пару пучков Лагерра–Гаусса . . .	202
12.4. Оптическая схема для реализации пучков с радиальной и азимутальной поляризациями.	203
12.5. Анализ поляризационной структуры векторных пучков	205
12.6. Результаты эксперимента	207
12.7. Астигматическое преобразование пучков Лагерра–Гаусса	208
12.8. Астигматическое преобразование пучков с радиальной и азимутальной поляризацией	210
12.9. Синтез векторных пучков со сложным распределением интенсивности и поляризации	213
Заключение	216
Приложение 1. О порядке роста светового поля в предметной плоскости	220
Приложение 2. О порядке роста светового поля в плоскости Фурье	222
Приложение 3. Фаза автомодельного решения	224
Приложение 4. Представление поля Эрмита–Гаусса в повернутой системе координат.	227
Приложение 5. Астигматическое преобразование поля Эрмита–Гаусса . .	229
Приложение 6. Лоренцевы пучки Эрмита–Гаусса.	232
Приложение 7. Пучки Эрмита–Лагерра–Гаусса	237
Приложение 8. Фаза автомодельного решения — спирального пучка . . .	241
Приложение 9. Доказательство соотношения (9.2.4)	244
Список литературы	246

Научное издание

ВОЛОСТНИКОВ Владимир Геннадьевич

**МЕТОДЫ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА КОГЕРЕНТНЫХ
СВЕТОВЫХ ПОЛЕЙ**

Редактор *Е.Б. Гугля*

Редактор-организатор *Т.Ю. Давидовская*

Оригинал-макет: *И.Г. Андреева*

Оформление переплета: *Н.Л. Лисицына*

Подписано в печать 15.11.2014. Формат 60×90/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 16. Уч.-изд. л. 17,6. Тираж 250 экз.
Заказ № 2150

Издательская фирма «Физико-математическая литература»
МАИК «Наука/Интерпериодика»
117342, Москва, ул. Бутилова, 17 Б
E-mail: fizmat@maik.ru, fmlsale@maik.ru;
<http://www.fml.ru>

Отпечатано с электронных носителей издательства
в ППП «Типография «Наука»
121099, г. Москва, Шубинский пер., 6