

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	6
<b>Глава 1. Распространение и дифракция электромагнитного поля</b> . . . . .	10
1.1. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение и уравнение Гельмгольца . . . . .	10
1.2. Параболическое уравнение и преобразования Френеля . . . . .	14
<b>Глава 2. Одномерная фазовая проблема в оптике и методы ее решения</b> . . . . .	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 натурального 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).	
<b>Глава 3. Двумерная фазовая проблема в оптике и подходы к ее решению</b> . . . . .	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
<b>Глава 4. Активные методы анализа световых полей</b> . . . . .	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
<b>Глава 5. Структурно устойчивые решения параболического уравнения</b> . . . . .	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
<b>Глава 6. Гауссовы пучки при астигматических воздействиях</b> . . . . .	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

<b>Глава 7. Спиральные пучки — новый класс структурно устойчивых световых полей</b> . . . . .	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).	
<b>Глава 8. Методы синтеза структурно устойчивых световых полей</b> . . . . .	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
<b>Глава 9. Свойства спиральных пучков общего вида</b> . . . . .	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
<b>Глава 10. Применение оптики спиральных пучков для анализа световых полей и изображений</b> . . . . .	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).	
<b>Глава 11. Оптика спиральных пучков и синтез фазовых элементов</b> . . . . .	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
<b>Глава 12. Векторные световые пучки</b> . . . . .	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