

Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

Е. М. Гоголева, Е. П. Фарафонтова

Прикладная оптика

Учебное пособие

Рекомендовано методическим советом УрФУ
для студентов, обучающихся по направлению 12.03.02 — Оптотехника

2-е издание, стереотипное

Москва
Издательство «ФЛИНТА»
Издательство Уральского университета
2017

УДК 535(075.8)
ББК 22.343я73
Г58

Рецензенты: ОАО ПО «Уральский оптико-механический завод имени Э. С. Яламова» (гл. оптик канд. хим. наук *О. Б. Яковлев*; гл. специалист канд. техн. наук *Д. Ю. Кручинин*);
канд. физ-мат. наук *М. П. Андронов* (ООО «Независимая испытательная лаборатория изделий очковой оптики»)

Научный редактор — д-р. техн. наук, проф. *В. А. Дерябин*

Гоголева, Е. М.

Г58 Прикладная оптика[Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. М. Гоголева, Е. П. Фарафонтова. — 2-е изд., стер. — М. : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 184 с.
ISBN 978-5-9765-3076-8 (ФЛИНТА)
ISBN 978-5-7996-1702-8 (Изд-во Урал. ун-та)

Пособие содержит краткий теоретический материал, вводящий студентов в область специфических оплотехнических понятий и представлений и описывающий математический аппарат, необходимый для решения инженерных задач.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры по направлению 12.03.02 — Оплотехника.

Библиогр.: 11 назв. Рис. 131.

УДК 535(075.8)
ББК 22.343я73

ISBN 978-5-9765-3076-8 (ФЛИНТА)
ISBN 978-5-7996-1702-8 (Изд-во Урал. ун-та)

© Уральский федеральный
университет, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА.....	5
Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ	5
1.1. Предмет геометрической оптики	5
1.2. Основные понятия.....	6
1.3. Основные законы геометрической оптики	8
1.4. Явление полного внутреннего отражения. Закон Брюстера.....	11
1.5. Правила знаков	13
1.6. Плоское зеркало.....	15
1.7. Вращающиеся зеркала	15
1.8. Двойное зеркало	16
1.9. Преломление лучей плоской поверхностью	17
1.10. Редуцированная пластинка	19
1.11. Оптический клин	20
1.12. Преломление лучей сферической поверхностью	22
Глава 2. ТЕОРИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.....	24
2.1. Идеальная оптическая система	24
2.2. Линейное увеличение. Кардинальные точки оптической системы ...	24
2.3. Графическое построение изображений	27
2.4. Основные формулы идеальной оптической системы	30
2.5. Уравнение Лагранжа — Гельмгольца	32
2.6. Угловое и продольное увеличения оптической системы. Узловые точки	33
2.7. Оптическая система из двух компонентов	36
Глава 3. ОПТИКА НУЛЕВЫХ ЛУЧЕЙ.....	38
3.1. Параксиальные лучи. Инвариант Аббе.....	38
3.2. Нулевые лучи	40
3.3. Расчёт хода нулевого луча.....	41
3.4. Отдельная линза в воздухе. Формулы для определения кардинальных точек	44

3.5. Оптическая сила системы.....	45
3.6. Бесконечно тонкие линзы	46
3.7. Сложная оптическая система	46
3.8. Эквивалентная система из двух тонких линз.....	48
Глава 4. ОПТИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ ПРИБОРОВ	49
4.1. Плоскопараллельные пластинки	49
4.2. Сферические зеркала	49
4.3. Оптические клинья	52
4.4. Призмы.....	53
4.5. Линзы	59
4.6. Светофильтры	60
4.7. Растры	61
4.8. Светопроводы и волоконная оптика.....	62
4.9. Асферические поверхности	63
Глава 5. АБЕРРАЦИИ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	65
5.1. Понятие об aberrациях оптических систем. Классификация	65
5.2. Хроматизм положения.....	65
5.3. Хроматическая aberrация увеличения	67
5.4. Вторичный спектр	69
5.5. Сферическая aberrация	70
5.6. Кома	72
5.7. Условие синусов.....	74
5.8. Астигматизм и кривизна поверхности изображения	75
5.9. Дисторсия.....	79
Глава 6. ГЛАЗ ЧЕЛОВЕКА КАК ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА	82
6.1. Строение глаза человека, его характеристики. Аккомодация	82
6.2. Адаптация глаза, его чувствительность.....	86
6.3. Аметропия глаза. Коррекция недостатков зрения	88
6.4. Разрешающая способность глаза. Факторы, влияющие на остроту зрения. Цветовое впечатление	92
6.5. Бинокулярное зрение. Стереоскопическое восприятие	95
6.6. Рациональные условия работы глаза и учёт его свойств при проектировании оптических систем	97
ЧАСТЬ ВТОРАЯ. ТЕОРИЯ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	98
Глава 7. ОГРАНИЧЕНИЕ ПУЧКОВ ЛУЧЕЙ В ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....	98
7.1. Диафрагмы	98
7.2. Ограничение апертуры оптических приборов	99
7.3. Ограничение поля зрения оптических приборов	100
7.4. Определение положения зрачков и люков	103

Глава 8. ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.....	105
8.1. О расчёте оптических схем приборов и этапах их изготовления	105
8.2. Классификация оптических систем	105
8.3. Общие основы теории телескопической системы	106
8.4. Основные оптические характеристики телескопической системы.....	108
8.5. Зрительная труба Галилея.....	112
8.6. Зрительная труба Кеплера	115
8.7. Применение коллектива в телескопической системе	116
8.8. Расчёт диоптрийной подвижки окуляра	117
8.9. Зрительные трубы с призмными оборачивающими системами.....	119
8.10. Расчёт призмного монокуляра.....	122
8.11. Зрительные трубы с линзовыми оборачивающими системами .	125
8.12. Телескопические системы с переменным увеличением	128
8.13. Панкратическая зрительная труба	132
8.14. Зрительная труба с внутренней фокусировкой.....	134
8.15. Объективы и окуляры зрительных труб	136
8.16. Астрономические телескопы. Рефракторы и рефлекторы.....	139
Глава 9. ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЛУПЫ И МИКРОСКОПА	142
9.1. Лупа и её характеристики	142
9.2. Типы луп	146
9.3. Оптическая и эквивалентная схемы микроскопа.....	147
9.4. Основные характеристики микроскопа.....	148
9.5. Зрачки, люки микроскопа	150
9.6. Разрешающая способность микроскопа. Полезное увеличение.....	151
9.7. Объективы и окуляры микроскопа	152
9.8. Осветительные системы микроскопа.....	155
9.9. Типы микроскопов	159
Глава 10. ПРОЕКЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ	162
10.1. Виды и особенности проекционных систем.....	162
10.2. Осветительные системы.....	163
10.3. Проекционные объективы.....	168
10.4. Освещённость экрана	171
Глава 11. ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.....	172
11.1. Фотографический объектив и его характеристики.....	172
10.2. Коэффициент пропускания и светорассеяния. Физическая светосила. Падение освещённости к краям поля изображения	175
11.3. Глубина резко изображаемого пространства предметов	176
11.4. Оценка качества изображения фотографических объективов...	178
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	180