

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра электронной техники и технологии

ПРИКЛАДНАЯ ОПТИКА

Методические указания
и контрольные задания

для студентов специальности
«Техническое обеспечение безопасности»
заочной формы обучения

Минск 2008

УДК 535.31 (076)
ББК 22.34 я 7
П 75

Составители:
С. В. Кракаевич, В. В. Боженков

Прикладная оптика : метод. указания и контр. задания для студ.
П 75 спец. «Техническое обеспечение безопасности» заоч. формы обуч. / сост.
С. В. Кракаевич, В. В. Боженков. – Минск : БГУИР, 2008. – 12 с.

Приведены содержание дисциплины «Прикладная оптика», общие методические указания, литература к темам и варианты контрольной работы.

УДК 535.31 (076)
ББК 22.34 я 7

© Кракаевич С. В., Боженков В. В, составление, 2008
© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2008

Содержание

1. Предмет и цель дисциплины	4
2. Задачи изучения дисциплины и ее структура	4
3. Рекомендации по изучению дисциплины.....	4
4. Наименование и содержание тем.....	5
5. Рекомендуемая литература.....	8
6. Контрольная работа	9

Библиотека БГУИР

1. ПРЕДМЕТ И ЦЕЛЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Предмет дисциплины – теоретические и физические основы современной оптики.

Цель дисциплины – изучение основных характеристик, типов и моделей оптических систем.

2. ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ЕЕ СТРУКТУРА

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать элементную** базу оптических систем, основные типы элементов, их назначение и принципы работы в составе оптической системы;
- **уметь** пользоваться основными методами проведения габаритных, энергетических и предварительных абберационных расчетов оптических систем;
- **иметь** представление об основных принципах формирования оптического изображения и факторах, определяющих его качество.

Программа рассчитана на 18 ч учебных аудиторных занятий: 8 ч лекций, 8 ч лабораторных и 2 ч практических занятий. В семестре выполняется одна контрольная работа. Форма отчетности – зачет.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина является системной в подготовке студентов специальности «Техническое обеспечение безопасности». Изучение дисциплины основано на использовании знаний, полученных по следующим дисциплинам: «Физика», «Высшая математика», «Метрология и физические основы измерений».

Изучение дисциплины предусматривает систематическую самостоятельную работу со специальной литературой по основам оптики, прикладной оптике и основам оптических систем. При изучении теоретического материала необходимо уделить особое внимание рассмотрению разд. 4.5–4.11, необходимых для выполнения контрольной работы.

Варианты заданий контрольной работы указываются преподавателем индивидуально каждому студенту во время установочной сессии согласно последним двум цифрам номера зачетной книжки. Задание включает задачу по основным разделам курса. При решении задачи студент должен по исходным данным произвести расчет оптической системы, построить ход лучей через отдельные компоненты системы и через всю оптическую систему в целом, а также определить основные характеристики оптической системы.

Выполнение контрольной работы предусматривает не только изучение студентами учебной и методической литературы, но и самостоятельную работу со справочной и специальной научно-технической литературой.

4. НАИМЕНОВАНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ

4.1. Введение, задачи курса и его место в ряду других дисциплин.

Основные свойства световых полей. Уравнения Максвелла

Основные свойства световых полей. Уравнения Максвелла. Волновые уравнения, переход к скалярной теории, монохроматические поля, комплексная амплитуда, уравнение Гельмгольца.

[1, с.7–20; 3, с.14–26]

4.2. Наблюдаемые (регистрируемые) характеристики светового поля

Интенсивность поля. Суперпозиция полей. Когерентное и некогерентное сложение полей. Волновое число и волновой вектор. Плоские и сферические волны. Плотность потока энергии поля. Энергетические единицы и соотношения между ними: поток лучистой энергии, сила излучения, энергетическая светимость, энергетическая яркость, облученность.

[3, с.14–26]

4.3. Световые величины

Сила света, световой поток, освещенность, светимость, яркость. Относительная видимость. Связь энергетических и световых величин. Виды и модели источников света.

[1, с.16–48]

4.4. Приближение коротких длин волн и уравнение эйконала

Волновые фронты и лучи. Траектории лучей в однородных и неоднородных средах. Оптическая длина луча. Пучки лучей как нормальные конгруэнции. Различные виды пучков. Гомоцентрические и негомоцентрические пучки. Фокусы и каустики. Астигматический пучок.

[1, с.16–48]

4.5. Основные законы геометрической оптики

Принцип Ферма, принцип таухронизма, закон Малюса–Дюпена, интегральный и дифференциальный инварианты Лагранжа, инвариант Штраубеля. Пределы применимости геометрической оптики.

[1, с.60–63; 3, с.30–38]

4.6. Оптические системы, их состав и назначение

Основные характеристики оптических систем. Предмет и изображение, их типы, пространства предметов и изображений. Идеальные оптические системы. Центрированные оптические системы.

[2, с.60–63; 4, с.231–292]

4.7. Внешняя модель оптической системы

Масштабные характеристики: увеличение, дисторсия. Характеристики качества изображения: функции рассеяния (точки, линии), оптическая передаточная функция, разрешающая способность. Присоединительные характеристики: размер и положение предмета (изображения), зрачковые характеристики, спектральная область. Габаритные характеристики: длина и поперечные размеры оптической системы.

[2, с.66–68; 4, с.275–298]

4.8. Внутренняя модель оптической системы. Типы оптических систем

Параксиальные характеристики, апертуры, коэффициент светопотерь, aberrации. Системы микроскопа, телескопические, фотообъектива, проекционные, осветительные. Основные соотношения между характеристиками оптических систем. Дифракционно-ограниченные и aberrационно-ограниченные оптические системы.

[1, с.63–65; 4, с.229–266]

4.9. Параксиальная оптика

Нулевые и параксиальные лучи. Построение хода лучей и изображений. Основные соотношения: формулы увеличений, отрезков, Ньютона, Гаусса, инвариант Лагранжа–Гельмгольца.

[1, с.65–66; 2, с.68–72; 4, с.90–185]

4.10. Матричная теория параксиальной оптики

Лучевая матрица оптической системы. Матрицы преломления и переноса. Матрица сложной оптической системы. Преобразование гауссовых пучков идеальными оптическими системами.

[2, с.68–72]

4.11. Реальные лучи и их отличия от нулевых, условия прохождения лучей

Реальные лучи и их отличия от нулевых, условия прохождения лучей. Ограничение пучков в оптических системах. Виньетирование.

[2, с.72–76]

4.12. Общие понятия об aberrациях. Единицы измерения aberrаций для различных типов изображения

Общие понятия об aberrациях, различные формы их представления: волновые, поперечные и продольные aberrации, связь между ними. Единицы измерения aberrаций для различных типов изображения.

[1, с.120–132]

4.13. Принципы и математические модели дифракции.

Структура и качество оптического изображения

Основные характеристики структуры изображения: функция рассеяния точки (ФРТ) и оптическая передаточная функция (ОПФ), связь между ними. Факторы, определяющие структуру оптического изображения. Зрачковая функция.

[2, с.182–184; 3, с.215–250]

4.14. Оптические поверхности

Плоские поверхности, плоские зеркала, сферические поверхности, несферические поверхности. Работа поверхностей. Построение изображений. Зеркальность изображения. Апланатические поверхности. Аберрации поверхностей.

[2, с.182–203; 3, с.165–214]

4.15. Оптические детали

Плоскопараллельная пластина, клинья, плоское зеркало. Оптическое удлинение, поперечное смещение и аберрации изображения. Комбинация зеркал. Отклонение и вращение изображения. Конструктивные и технологические особенности.

[1, с.247–254; 2, с.150–166; 3, с.95–103]

4.16. Оптические призмы. Линзы

Отражательные призмы. Виды призм. Одинарные, составные. Кодировка призм. Развертка призм. Характеристики и виды линз. Формулы расчета кардинальных точек линз. Аберрации, оптимальные формы линз.

[1, с.262–285; 3, с.103–152]

4.17. Основы проектирования оптических систем

Цели, задачи, методы и этапы проектирования оптических систем. Синтез исходной схемы оптической системы. Методы синтеза. Габаритные расчеты оптики. Анализ оптической системы.

[3, с.233–241]

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Теория оптических систем / Б. Н. Бегунов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1994.
2. Заказнов, Н. П. Прикладная оптика / Н. П. Заказнов. – М. : Машиностроение, 1988.
3. Дубовик, А. С. Прикладная оптика / А. С. Дубовик. – М. : Недра, 1992.
4. Прикладная физическая оптика: учеб. пособие / И. М. Нагибина [и др.]. – М. : Высш. шк., 2002.
5. Борн, М. Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф. – М. : Наука, 1970.
6. Бутиков, Е. И. Оптика / Е. И. Бутиков. – М. : Высш. шк., 1986.

Библиотека БГУИР

6. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Задание

1. В соответствии с индивидуальным заданием (см. таблицу) определить по конструктивным параметрам (радиусы поверхностей, толщины, марки оптических материалов) f' , f , S'_F , S_F , S'_H , S_H склеенного объектива и его компонентов.

2. Определить передний отрезок склеенного объектива S , используя формулы идеальной оптической системы.

3. Определить линейное увеличение первой линзы β_1 и положение ее изображения S'_1 при условии $S_1 = S$, т.е. передний отрезок первой линзы равен переднему отрезку склеенного объектива.

4. Определить линейное увеличение второй линзы β_2 и положение ее изображения S'_2 при условии $S_2 = S'_1$, т.е. передний отрезок второй линзы равен заднему отрезку первой линзы.

5. Построить ход нулевых лучей через склейку и через каждую линзу в отдельности, представив их главными плоскостями.

Варианты индивидуальных заданий

Вар.	R_1	R_2	R_3	d_1	d_2	Марка стекла 1-й линзы	Марка стекла 2-й линзы	Исходные данные
1	60.21	-44.25	-129.30	8.00	2.90	К8	ТФ1	$\alpha' = 25.0$
2	51.94	-20.51	-103.39	4.50	1.50	ТК2	Ф2	$\beta = -1.2^x$
3	67.12	-54.54	-237.90	3.50	2.00	БФ13	ТФ10	$s' = 40.6$
4	36.31	-24.16	-80.54	4.00	1.50	ТК2	Ф2	$\beta = -0.7^x$
5	60.61	-46.98	-126.20	5.00	3.50	К14	ТФ3	$s' = 70.1$
6	63.83	-47.53	-179.40	3.50	2.00	БК10	ТФ3	$\beta = 2.0^x$
7	69.90	-30.55	-185.57	4.30	1.60	ТК2	Ф2	$S' = 50.6$
8	42.26	24.37	∞	1.20	1.60	ТФ1	К8	$a' = 50.6$
9	61.62	-44.40	∞	7.00	2.00	ТК2	Ф2	$\beta = 0.6^x$
10	83.45	36.98	-209.31	2.00	3.50	Ф2	К8	$\beta = 0.7^x$
11	51.94	-20.51	-109.39	4.50	1.50	ТК2	Ф2	$\beta = 0.7^x$
12	52.36	30.20	∞	1.50	2.00	ТФ1	К8	$\beta = 0.8^x$
13	88.56	-63.50	-219.48	8.50	2.90	К8	ТФ1	$s' = 50.1$
14	81.25	44.41	-271.85	2.50	8.00	ТФ1	К8	$a' = 40.3$
15	73.28	39.08	-433.50	1.90	6.20	ТФ1	К8	$\beta = 2.0^x$

Продолжение таблицы

16	78.29	41.72	-469.70	2.00	4.00	ТФ1	К8	$a'=40.3$
17	117.76	-85.11	-358.09	10.00	4.00	К8	Ф2	$\beta = 2.0^x$
18	108.34	55.28	-364.42	3.00	9.00	ТФ1	К8	$\beta = 0.5^x$
19	163.27	73.99	-83.09	2.50	7.00	БФ12	БК8	$s'=200.0$
20	36.31	-24.16	-80.54	4.00	1.50	ТК2	Ф2	$\beta = 2.5^x$
21	51.94	-20.51	-109.34	4.50	1.50	ТК2	Ф2	$\beta = -0.9^x$
22	54.04	-42.33	-146.25	5.70	1.90	К8	ТФ1	$\beta = 0.5^x$
23	60.61	46.98	-126.20	5.00	3.50	К14	ТФ3	$a'=35.0$
24	60.21	-44.25	-129.30	8.00	2.90	К8	ТФ2	$s'=55.0$
25	36.30	-24.16	-80.54	4.00	1.50	ТК2	Ф2	$\beta = -2.5^x$
26	60.21	-44.25	-129.30	8.00	2.90	К8	ТФ2	$a'=25.0$
27	67.12	-54.54	-237.90	3.50	2.00	БФ13	ТФ10	$\beta = 2.0^x$
28	28.53	-41.32	-152.07	3.00	1.70	БК10	ТФ3	$\beta = -2.0^x$
29	48.60	-38.36	-127.34	3.00	1.50	БК10	ТФ4	$a'=30.0$
30	37.40	-47.53	-179.40	3.50	2.00	БК10	ТФ3	$\beta = -1.5^x$
31	67.12	-54.54	-237.90	3.50	2.00	БК10	ТФ3	$s'_1=40,6$
32	108.34	55.28	-364.42	3.00	9.00	ТФ1	К8	$\beta = 1,3^x$
33	73.28	39.08	-433.50	1.90	6.20	ТФ1	К8	$a' = -140,0$
34	37.40	-47.53	-179.40	3.50	2.00	БК10	ТФ3	$s'=152,0$
35	88.56	-63.50	-219.48	8.50	2.90	К8	ТФ1	$\beta = 0.6^x$
36	83.45	36.98	-209.31	2.00	3.50	Ф2	К8	$a'=35.0$
37	52.36	30.20	∞	1.50	2.00	ТФ1	К8	$s'_1=40.0$
38	117.76	-85.11	-358.09	10.00	4.00	К8	Ф2	$a = 32.0$
39	108.34	55.28	-364.42	3.00	9.00	ТФ1	К8	$z = 100,0$
40	123.19	-64.82	-669.69	5.00	2.00	ТК2	Ф2	$\beta = 2.2^x$
41	60.00	-50.50	-127.70	4.50	3.00	К14	ТФ3	$a'=120.0$
42	63.83	-47.53	-179.40	3.50	2.00	БК10	ТФ3	$a'=180.0$
43	216.63	48.87	-119.22	3.00	9.00	БФ12	БК8	$a = 226.0$
44	117.76	-85.11	-358.09	10.00	4.00	К8	Ф2	$\beta = 0.85^x$
45	108.34	55.28	-364.42	3.00	9.00	ТФ1	К8	$\beta = 2.0^x$

Окончание таблицы

46	123.19	-64.82	-669.69	5.00	2.00	TK2	Φ2	$z = 93.0$
47	60.00	-50.50	-127.70	4.50	3.00	K14	TΦ3	$\beta = 0.65^x$
48	63.83	-47.53	-179.40	3.50	2.00	БК10	TΦ3	$\beta = 0.8^x$
49	216.63	48.87	-119.22	3.00	9.00	БΦ12	KΦ4	$\beta = 0.9^x$
50	53.94	-25.51	-109.80	4.50	2.00	TK2	Φ2	$\beta = -0.7^x$
51	45.50	25.47	-578.17	1.50	4.00	TΦ1	K8	$\beta = 2.0^x$
52	88.56	-63.50	-219.48	8.50	1.90	K8	TΦ1	$\beta = 1.5^x$
53	185.94	50.39	-135.93	3.50	9.00	БΦ12	K8	$\beta = 1.4^x$
54	45.50	26.48	-578.00	1.50	4.00	TΦ1	K8	$a = 30.6$
55	83.33	-66.50	-220.00	8.50	2.90	K8	TΦ1	$\beta = 0.9^x$
56	53.94	-25.51	-109.80	4.50	2.00	TK2	Φ2	$\beta = 0.7^x$
57	45.50	25.47	-578.17	1.50	4.00	TΦ1	K8	$\beta = -1.2^x$
58	54.40	32.30	∞	1.60	3.00	TΦ1	K8	$\beta = 0.8^x$
59	81.25	44.41	-271.85	2.50	8.00	TΦ1	K8	$a' = 55.0$
60	123.19	-64.82	-669.69	5.00	2.00	TK2	Φ2	$z = 100.0$

Учебное издание

ПРИКЛАДНАЯ ОПТИКА

Методические указания
и контрольные задания

для студентов специальности
«Техническое обеспечение безопасности»
заочной формы обучения

Составители:

Кракаевич Сергей Викторович
Боженков Владимир Владимирович

Редактор Т. Н. Крюкова
Корректор М. В. Тезина
Компьютерная верстка Е. Г. Бабичева

Подписано в печать 17.06.2008.	Формат 60x84 1/16.	Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».	Печать ризографическая.	Усл. печ. л. 0,81.
Уч.-изд. л. 0,8.	Тираж 100 экз.	Заказ 14.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0056964 от 01.04.2004. ЛП №02330/0131666 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6