

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан приладобудівного факультету
_____ д.т.н., проф.. Тимчик Г.С.
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 2011 __ р.

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

«Проектування оптичних систем»

для напрямку підготовки 6.051004 „ОПТОТЕХНІКА”
спеціальність 6.05100405 “Оптико-електронне
приладобудування”

Ухвалено методичною
комісією факультету
приладобудівного факультету
Протокол № _____ від _____

Голова методичної комісії

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Програму рекомендовано кафедрою
оптичних та оптико-електронних
приладів
Протокол № 16 від 18.05.2011
Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Київ – 2011

I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Дисципліна “Проектування оптичних систем” відноситься до професійно орієнтованих за спеціальністю «Лазерна та оптоелектронна техніка» і є однією з найбільш важливих складових підготовки напрямку «Лазерна та оптоелектронна техніка».

Дисципліна “Проектування оптичних систем” базується на навчальному матеріалі дисциплін “Теорія оптичних систем”, “Основи оптики”, що складають її теоретичний фундамент.

Дисципліна є прикладною, тому мета її вивчення полягає в оволодінні традиційними та сучасними методами, методиками, технологіями а також сучасним інструментарієм проектування оптичних систем.

Результатом вивчення дисципліни повинні стати знання про логіку і методи структурного та параметричного синтезу оптичних систем, отримання умінь і навиків, необхідних для виконання типових процедур проектування оптичних систем, серед яких найважливішими є структурна та параметрична оптимізація, обґрунтування допусків на конструктивні параметри та розробка конструкторської документації, автоматизоване комп'ютерне проектування оптичних систем.

Орієнтовний обсяг та розподіл навчального часу за видами занять та різними формами навчання наведені в таблиці:

Форма навчання	Семестри	Всього кредитів/годин	Розподіл навчального часу за видами занять			Семестрова атестація
			Лекції	Практичні заняття	СРС	
Денна	9	7,5/270	54	36	180	Екз.

II. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Вступ

Предмет дисципліни, її місце та роль. Методичні вказівки до вивчення курсу. Короткий історичний нарис становлення та розвитку прикладної оптики, вчасності основ проектування оптичних систем оптичних приладів.

Розділ 1 Загальні відомості про проектування технічних засобів та проектування оптичних приладів

Проект. Проектування оптичних приладів. Особливості проектування оптичних систем оптичних приладів. Порядок проектування оптичних приладів, що встановлений державними стандартами. Науково-дослідна робота (НДР). Дослідно-конструкторська робота (ДКР). Порядок проведення НДР та ДКР. Місце проектування оптичної системи при проведенні НДР та ДКР на розробку оптичного приладу. Логічна схема проектування оптичної системи оптичного приладу.

Розділ 2 Технічне завдання на проектування оптичної системи

Технічне завдання на проектування оптичної системи. Склад технічного завдання. Загальні рекомендації до складання технічного завдання.

Розділ 3 Ескізне проектування оптичної системи

Тема 3.1 Структурний синтез оптичної системи

Аналіз технічного завдання. Вибір аналогів. Пошук оптичних систем, близьких по функціональному призначенню і технічним параметрам. Структурна оптимізація оптичної системи на стадії її ескізного проектування. Розробка варіантів оптичної системи. Вибір та обґрунтування показників порівняння оптичних систем, формування критеріїв порівняння та вибору оптимальної оптичної системи. Методи вибору оптичної системи – по домінуючому показнику, диференційний метод, багатокритеріальний метод експертних оцінок.

Тема 3.2 Розрахунки оптичної системи на стадії ескізного проектування

Габаритний та енергетичний розрахунки. Попередній абераційний аналіз. Складання габаритної оптичної схеми.

Розділ 4 Параметричний синтез оптичної системи

Тема 4.1 Суть параметричного синтезу оптичної системи

Головні процедури параметричного синтезу оптичної системи. Вихідні дані для параметричного синтезу ОС. Зовнішні характеристики та параметри оптичних систем. Параметри та характеристики якості зображень.

Тема 4.2 Параметричний синтез ОС методом композиції із поверхонь, що мають відомі властивості

Композиція оптичної системи із поверхонь з відомими абераційними властивостями.

Анабераційні поверхні, що відповідають умовам безабераційного зображення осьової точки. Синтез анабераційних лінз, дзеркал, систем дзеркал.

Умови анабераційного зображення відрізка, умова ізопланатизма. Апланатичні поверхні. Синтез оптичних систем з апланатичними поверхнями. Анастигматичні поверхні. Синтез анастигматичних лінз і лінзових систем.

Особливості складання ОС невеликої світлосили з поверхонь при вимозі великого кута поля зору. Симетричні та пропорційні системи. виправлення кривизни поля за допомогою спеціальних лінз.

Тема 4.3 Параметричний синтез ОС на базі теорії аберації 3-го порядку.

Параметри P, W, C оптичної системи та її компонентів. Алгебраїчний метод абераційного синтезу оптичної системи. Теорія основних параметрів Г.Г.Слюсарєва. Методи ахроматизації лінзових систем.

Тема 4.4 Методи синтезу типових лінзових компонентів

Параметричний синтез однолінзового компонента. Параметричний синтез дволінзового склеєного компонента при наперед визначеній парі оптичних матеріалів. Параметричний синтез дволінзового склеєного компонента при вільному виборі будь-якої пари оптичних матеріалів. Параметричний синтез дволінзового компонента, що не є склеєним.

Розділ 5 Оптимізація конструктивних параметрів оптичної системи

Сутність параметричної оптимізації ОС. Вибір функцій, що коригуються. Цільова функція. Вибір корекційних параметрів. Обмеження при оптимізації. Параметрична оптимізація, як мінімізація цільової функції при обмеженнях. Пошук напрямку вектора кроку оптимізації. Метод Ньютона. Метод найменших квадратів. Метод Лагранжа. Пошук довжини вектора кроку оптимізації. Завершення ітераційного процесу оптимізації. Демпфований метод найменших квадратів. Застосування комп'ютерних програм "OPAL PC" та ZEMAX при параметричній оптимізації оптичних систем

Розділ 6 Визначення допусків на конструктивні параметри ОС, перевірка технологічності оптичної системи

Відхилення конструктивних параметрів ОС від їх номінальних значень, як результат технологічних похибок оптичного виробництва. Допуски на залишкові аберації типових ОС.

Методи призначення допусків на конструктивні параметри ОС. Статистичний опис похибок виготовлення і складання ОС. Алгоритм розрахунків допусків на конструктивні параметри ОС. Комп'ютерні програми для розрахунків технологічних допусків на конструктивні параметри ОС. Технологічність оптичної системи

Розділ 7 Конструкторська документація технічного проекту ОС

Оптична схема. Оптичний випуск. Робочі креслення оптичних деталей. Пояснювальна записка.

III. ПРИБЛИЗНА ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Основні цілі – закріплення теоретичного матеріалу, придбання вмінь та навичок виконання типових процедур проектування оптичних систем

Тема практичних занять
Складання технічного завдання на проектування оптичної системи
Структурний синтез та структурна оптимізація оптичної системи
Параметричний синтез анабераційних асферичних оптичних поверхонь лінз та дзеркальних систем.
Параметричний синтез сферичних апланатичних оптичних поверхонь, складання апланатичних лінз .
Синтез ширококутової оптичної системи методом композиції поверхонь з відомими абераційними властивостями
Параметричний синтез однолінзового компонента методом основних параметрів
Параметричний синтез дволінзового компонента за параметрами R, W, C
Оптимізація оптичної системи за допомогою програми OPAL-PC або ZEMAX
Розрахунки та призначення допусків на конструктивні параметри оптичної системи

IV. ІНДИВІДУАЛЬНІ СЕМЕСТРОВІ ЗАВДАННЯ

Індивідуальні завдання виконуються у формі розрахункової роботи (РР), які передбачають поглиблене вивчення теоретичного лекційного матеріалу, а також рекомендованого додаткового матеріалу. Розрахункова робота складається із декількох окремих частин – завдань Індивідуальні завдання є продовженням практичних занять. Студент самостійно виконує вправи, які дозволяють закріпити уміння та навички, набуті в аудиторії на практичних заняттях. Значне місце при цьому відводиться оволодінню комп'ютерними технологіями проектування оптичних систем, вмінню використовувати при розробці оптичних систем сучасні програми, які автоматизують виконання найбільш трудомістких проектних процедур, таких як аналіз, оптимізація, дослідження чутливості оптичних систем до технологічних похибок, до впливу дестабілізуючих факторів.

V. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Основна література:

1. Слюсарев Г. Г. Методы расчета оптических систем. Л.: Машиностроение, 1969.
2. Слюсарев Г. Г. Расчет оптических систем. Л.: Машиностроение, 1975.
3. Русинов М.М. Композиция оптических систем. Л.: Машиностроение, 1989.
4. Вычислительная оптика. Справочник.: Л. Машиностроение, 1984.
5. Панов Кругер Справочник конструктора оптико-механических приборов.
6. Сокольский М.Н. Допуски и качество оптического изображения. Л.:Машиностроение,1989.
7. Чуриловский В.Н.Теория хроматизма и аберраций третьего порядка. Л.: Машиностроение, 1968.
8. Бегунов Б. Н., Заказнов П. П., Кирюшин С. И., Кузичев В. И. Теория оптических систем. М.: Машиностроение, 1981.
8. Турыгин И. А. Прикладная оптика. М.: Машиностроение, 1965 (ч. 1).
9. Турыгин И. А. Прикладная оптика. М.: Машиностроение, 1966 (ч. 2).
10. Родионов С.А. Автоматизация проектирования оптических систем. Л. Машиностроение, 1982.

Додаткова література

11. Михельсон Н. Н. Оптические телескопы. М.: Наука, 1975.
12. Маскутов Д. Д. Астрономическая оптика. М.: Наука, 1979.
13. Панов В. А., Андреев Л. Н. Оптика микроскопов. Л.: Машиностроение, 1976.
14. Михель К. Основы теории микроскопа. ГИТТЛ, 1955.
15. Скворцов Г. Е. и др. Микроскопы. Л.: Машиностроение, 1969.
16. Волосов Д. С., Цивкин М. В. Теория и расчет светооптических систем проекционных приборов. М.: Искусство, 1960.
17. Карякин Н. А. Световые приборы. М.: Высшая школа, 1975.
18. Кулагин С. В., Апарин Е. М. Проектирование фото- и киноприборов. М.: Машиностроение, 1986.
19. Петров В. В. Качество кинопроекции. М.: Искусство, 1982
20. Петров В. В. Качество кинопроекции. М.: Искусство, 1982

21. Волосов Д. С. Фотографическая оптика. М.: Искусство, 1978.

Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи

22. Чиж И. Г. Расчет призмных монокуляров. Киев: КПИ, 1991.

23. Чиж И. Г., Ключко В. В. Каталог окуляров для зрительных труб монокуляров,

бинокуляров. Киев: КПИ, 1992.

24. Мареш Р. М. Методические указания к курсовой работе “Габаритный расчет телескопической системы”. Киев: КПИ, 1992.

25. Чиж И. Г. Методические указания к оформлению рабочих чертежей линз и зеркал. Киев: КПИ, 1988.

26. Андреева В. Д., Чиж И. Г. Методические указания к выполнению аберационных расчетов оптических систем в курсовых и дипломных проектах. Киев: КПИ, 1989.

Стандарти:

27. ДСТУ 2756-94 Геометрична оптика. Терміни, визначення та літерні позначення основних величин.

28. ГОСТ 1807-75. Радиусы сферических поверхностей оптических деталей.

29. ГОСТ 3514-76 Стекло оптическое бесцветное.

30. ГОСТ 23136-78. Материалы оптические.

31. ГОСТ 13659-78. Стекло оптическое бесцветное. Физико-химические характеристики и параметры.

32. ГОСТ 2.412-81 Правила оформления чертежей и схем оптических изделий.

Навчальна програма складена на основі освітньо-професійної програми СВО спеціальності 7.091101 „Лазерна та оптоелектронна техніка”
(шифр та назва напряму, спеціальності)

Розробник програми
д.т.н., проф. _____ / Чиж І.Г. /
(підпис) (прізвище та ініціали)