

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Фізичний факультет
(назва факультету, інституту, центру, коледжу)

Кафедра оптики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана/директора
з навчальної роботи

«__» _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розрахунок оптичних систем

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування <i>(шифр і назва)</i>
спеціальність	152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка <i>(шифр і назва спеціальності)</i>
освітній рівень	бакалавр <i>(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)</i>
освітня програма	Оптотехніка <i>(назва освітньої програми)</i>
спеціалізація <i>(за наявності)</i>	_____ <i>(назва спеціалізації)</i>
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	20__/20__
Семестр	5
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська__
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: проф. Сташук В.С.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Розробник(и): Стащук В.С, д.ф.-м.н., професор

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри _____ Поперенко Л.В.

_____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № ____ від « ____ » _____ 20__ р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету _____

Протокол від « ____ » _____ 20__ року № ____

Голова науково-методичної комісії _____ (Зеленський С.Є.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 20__ року

ВСТУП

1. Мета дисципліни – вивчення сучасних методів розрахунку різного типу оптичних систем, доскональне володіння математичним апаратом, пов'язаним з метою отримання найбільш досконалого певного просторового образу за допомогою конкретної оптичної системи та методами ефективного усунення аберацій різного типу для конкретного оптико-електронного приладу чи оптичної системи.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності)¹:

1. Добре володіти матеріалом, пов'язаним з різноманітними оптичними явищами, починаючи з найбільш простих, пов'язаних з відбиванням і заломленням світла і закінчуючи такими складними, пов'язаними, наприклад, з нелінійною оптикою.

2. Вміти графічно будувати образи як в типових – найбільш простих оптичних елементах, так і в типових та нетипових оптичних приладах різного призначення. Уміти узгоджувати різні оптичні системи, розуміти роль обмеження світлових пучків при отриманні якісного зображення.

3. Анотація навчальної дисципліни:

“Розрахунок оптичних систем” включає вивчення розділів:

Геометричні закономірності в побудові зображень в деяких оптичних елементах та теоретичні засади для таких елементів, розрахунок для найбільш простих реальних оптичних елементів, аберації оптичних систем, габаритні розрахунки для основних оптичних приладів.

4. Завдання (навчальні цілі): - ознайомлення студентів з сучасними методами розрахунку оптичних систем різного функціонального призначення, методами розрахунку аберацій третього порядку з використанням сум Зайделя і методами їх усунення чи, принаймні, їх корекції.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Теоретичні основи розрахунку проходження випромінювання при використанні найбільш поширених оптичних елементів у близьковісному наближенні. Графічні методи побудови образу з використанням типових оптичних елементів.	Лекції	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота	10
2.1	Вивчення теоретичних основ, пов'язаних з описом явищ поширення світла з використанням систем оптичних елементів із застосуванням широких пучків.	Лекції	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань,	10
2.2	Застосувати набуті знання для вибору методу розрахунку конкретної	Лекції	Щотижневий контроль попереднього	10

	оптичної системи, встановлення величин різних аберацій і володіння матеріалом, пов'язаним з усуненням або значним зменшенням тієї чи іншої аберації для конкретного оптичного приладу чи системи.		<i>матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота</i>	
2.3	Використати набуті навички на виробничих підприємствах та в лабораторіях науково-дослідних і навчальних установ для розрахунку усіх функціональних параметрів конкретного оптико-електронного приладу чи системи, розрахунок аберацій та шляхи їх усунення..	<i>Лекції</i>	<i>Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань,</i>	<i>10</i>

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	2.1	2.2	2.3
Програмні результати навчання (назва)				

7. Схеми формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1: 15 балів
2. Модульна контрольна робота 2: 15 балів
3. Модульна контрольна робота 3: 15 балів
4. Модульна контрольна робота 4: 15 балів

- підсумкове оцінювання у формі заліку: - 60 балів

- умови допуску до підсумкового заліку:

Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше, ніж 30 балів.

7.2 Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції		Самостійна робота
<i>Змістовий модуль 1 Геометричні закономірності в побудові зображень в деяких оптичних елементах та теоретичні засади для таких елементів.</i>				
1	Принцип Ферма та його застосування. Закони заломлення світла на межі поділу двох середовищ згідно принципу Ферма. Застосування графічного методу побудови зображення в плоскому дзеркалі та у двох плоских дзеркалах. Побудова зображень у ввігнутому дзеркалі в гомоцентричному наближенні.	2		
2	Виведення основних аналітичних співвідношень для сферичних дзеркал в гомоцентричному наближенні. Аналітичні співвідношення для збірної та розсіювальної тонких лінз в гомоцентричному наближенні.	2		3
3	Близьковісне наближення для заломлення світла сферичною поверхнею. Формула Аббе і її аналіз. Розрахунок положень головних точок центрованої оптичної системи. Графічний метод побудови образу в товстій лінзі.	2		3
<i>Змістовий модуль 2. Розрахунок для найбільш простих реальних оптичних елементів.</i>				
4	Основні співвідношення для оптики нульових променів. Обмеження світлових пучків оптичними системами. Апертурні та польові діафрагми, зіниці та вікна входу та виходу.	2		2
5	Інваріант Гюйгенса-Гельмгольца. Отримання формул Ньютона і Гауса для товстих лінз в близьковісному наближенні. Розрахунок ходу нульового променя крізь ряд сферичних поверхонь.	2		2
<i>Змістовий модуль 3. Аберации оптичних систем</i>				
6	Геометричні аберации оптичного зображення. Характеристики абераций. Геометричні аберации третього порядку. Класифікація геометричних абераций	2		2

	третього порядку.			
7	Суми Зайделя і аналіз виразів для I-V сум Зайделя. Сферична аберація та методи їх виправлення. Сферична аберація тонкої лінзи і мінімізація цієї аберації.	2		2
8	Аберація коми та методи її виправлення. Аберація астигматизму та її виправлення.	2		2
9	Основні співвідношення для аберації кривини поля та усунення цієї аберації. Аберація дисторсії. Виправлення дисторсії.	2		2
<i>Змістовий модуль 4. Габаритний розрахунок для основних оптичних приладів</i>				
10	Характеристики ока: акомодація, адаптація, паралакс, роздільна здатність та методи їх визначення. Вади зору та методи їх усунення.	2		2
11	Окулярні лінзи і методи їх розрахунку. Оптична схема лупи та хід променів в лупі разом з оком. Видиме збільшення.	2		2
12	Зорові труби. Оптична схема зорової труби Кеплера. Кутове збільшення. Хід променів у зоровій трубі Кеплера разом з оком та її характеристики.	2		2
13	Мікроскопи. Будова мікроскопа. Хід променів в мікроскопі разом з оком. Характеристики мікроскопа.	2		2
14	Фотоапарати. Фотографічні камери. Телекамери, кінокамери та фотокамери для зйомки в екстремальних умовах. Проекційні системи. Оптичні схеми проекторів та хід променів в них.	2		3
15	Телескопи та їх характеристики. Тенденції розвитку. Призмові спектральні прилади. Дифракційні спектральні прилади.	2		2
16	Консультація	1		
	ВСЬОГО²	31		31

*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

² У робочій програмі навчальної дисципліни для лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять зазначається *реальна* кількість годин (*кратне 2 год. – час тривалості пари*).

Загальний обсяг 62 год.³, в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – 31 год.

Самостійна робота - 31 год.

9. Завдання для модульних контрольних робіт

Модульна контрольна робота №1

1. Принцип Ферма та його застосування. Закони заломлення світла на межі поділу двох середовищ згідно принципу Ферма.
2. Застосування графічного методу побудови зображення в плоскому дзеркалі та у двох плоских дзеркалах. Побудова зображень у ввігнутому дзеркалі в гомоцентричному наближенні.
3. Виведення основних аналітичних співвідношень для сферичних дзеркал в гомоцентричному наближенні.
4. Аналітичні співвідношення для збірної та розсіювальної тонких лінз в гомоцентричному наближенні.
5. Близьковісне наближення для заломлення світла сферичною поверхнею. Формула Аббе і її аналіз.
6. Розрахунок положень головних точок центрованої оптичної системи. Графічний метод побудови образу в товстій лінзі.

Модульна контрольна робота №2

1. Основні співвідношення для оптики нульових променів.
2. Обмеження світлових пучків оптичними системами. Апертурні та польові діафрагми, зіниці та вікна входу та виходу.
3. Отримання основних формул для ідеальної оптичної системи в близьковісному наближенні. Інваріант Гюйгенса-Гельмгольца.
4. Отримання формул Ньютона і Гауса для товстих лінз в близьковісному наближенні.
5. Розрахунок ходу нульового променя крізь ряд сферичних поверхонь.

Модульна контрольна робота №3

1. Геометричні аберації оптичного зображення. Характеристики аберацій.
2. Геометричні аберації третього порядку. Класифікація геометричних аберацій третього порядку.
3. Суми Зайделя і аналіз виразів для I-V сум Зайделя.
4. Сферична аберація та методи її виправлення. Сферична аберація тонкої лінзи і мінімізація цієї аберації.
5. Аберація коми та методи її виправлення. Аберація астигматизму та її виправлення.
6. Основні співвідношення для аберації кривини поля та усунення цієї аберації. Аберація дисторсії. Виправлення дисторсії.

Модульна контрольна робота №4

1. Характеристики ока: акомодация, адаптация, паралакс, роздільна здатність та

³ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

методи їх визначення. Вади зору та методи їх усунення. Окулярні лінзи і методи їх розрахунку.

2. Оптична схема лупи та хід променів в лупі разом з оком. Видиме збільшення.

3. Зорові труби. Оптична схема зорової труби Кеплера. Кутове збільшення. Хід променів у зоровій трубці Кеплера разом з оком та її характеристики.

4. Мікроскопи. Будова мікроскопа. Хід променів в мікроскопі разом з оком. Характеристики мікроскопа.

5. Фотоапарати. Фотографічні камери. Проекційні системи. Оптичні схеми проекторів та хід променів в них.

6. Телескопи та їх характеристики. Тенденції розвитку. Призмові спектральні прилади. Дифракційні спектральні прилади.

10. Питання на іспит

1. Закони відбивання світла від плоскої межі поділу середовищ згідно принципу Ферма.
2. Закони заломлення світла на межі поділу двох середовищ згідно принципу Ферма.
3. Застосування графічного методу побудови зображення в плоскому дзеркалі та у двох плоских дзеркалах.
4. Побудова зображень у ввігнутому дзеркалі в гомоцентричному наближенні.
5. Виведення основних аналітичних співвідношень для сферичних дзеркал в гомоцентричному наближенні.
6. Аналітичні співвідношення для збірної та розсіювальної тонких лінз в гомоцентричному наближенні.
7. Близьковісне наближення для заломлення світла сферичною поверхнею. Формула Аббе і її аналіз.
8. Розрахунок положень головних точок центрованої оптичної системи.
9. Графічний метод побудови образу в товстій лінзі.
10. Отримання основних формул для ідеальної оптичної системи в близьковісному наближенні. Інваріант Гюйгенса-Гельмгольца.
11. Отримання формул Ньютона і Гауса для товстих лінз в близьковісному наближенні.
12. Основні співвідношення для оптики нульових променів.
13. Обмеження світлових пучків оптичними системами. Апертурні та польові діафрагми, зіниці та вікна входу та виходу.
14. Геометричні аберації оптичного зображення. Характеристики аберацій.
15. Геометричні аберації третього порядку.
16. Класифікація геометричних аберацій третього порядку.
17. Суми Зайделя і аналіз виразів для I-V сум Зайделя.
18. Сферична аберація та методи її виправлення.
19. Аберація коми та методи її виправлення.

20. Аберация астигматизму та її виправлення.
21. Основні співвідношення для аберації кривини поля та усунення цієї аберації.
22. Аберация дисторсії . Виправлення дисторсії.
23. Хроматизм положення для тонкої лінзи. Виправлення хроматизму положення для тонкої лінзи.
24. Характеристики ока: акомодация, адаптация, паралакс, роздільна здатність та методи їх визначення.
25. Вади зору та методи їх усунення.
26. Окулярні лінзи і методи їх розрахунку.
27. Оптична схема лупи та хід променів в лупі разом з оком. Видиме збільшення.
28. Зорові труби. Оптична схема зорової труби Кеплера. Кутове збільшення.
29. Хід променів у зоровій трубі Кеплера разом з оком та її характеристики.

30. Мікроскопи. Будова мікроскопа.
31. Хід променів в мікроскопі разом з оком. Характеристики мікроскопа.
32. Фотоапарати. Фотографічні камери.
33. Телекамери, кінокамери та фотокамери для зйомки в екстремальних умовах.
34. Проекційні системи. Оптичні схеми проекторів та хід променів в них.
35. Телескопи та їх характеристики. Тенденції розвитку.
36. Призмові спектральні прилади.
37. Дифракційні спектральні прилади.

11. Рекомендовані джерела⁴:

Основна:

1. Слюсарев Г.Г. Методы расчета оптических систем. -Л., 1969.
2. Гумінецький С.Г. Оптичні системи і прилади.-Чернівці, 1998.
3. Мальцев М.Д., Г.А. Каракулина. Прикладная оптика и оптические измерения.- М., 1968.
4. Одарич В.А. Основи торії та методів розрахунку оптичних систем. Частина I. Ідеальна оптична система та аберації зображення.- Київ, 2001.
5. Прикладная оптика./Л.Г. Бебчук, Ю.В. Богачев, Н. П. Заказнов и др.,- Л., 1987.

Додаткова:

1. Теория оптических систем . // Б.Н. Бегунов, Н.П. Заказнов, С.И. Кирюшин и др.- М., 1981.
2. Турыгин И.А. Прикладная оптика. Геометрическая оптика и методы расчета оптических схем.-М., 1965.
3. Мартин Л. Техническая оптика.-М., 1960..
4. Шишловский А.А. Прикладная физическая оптика.- М., 1961.
5. Русинов М.М. Композиция оптических систем .- Л., 1989.

Голова Науково-методичної ради

В.А.Бугров

⁴ В тому числі Інтернет ресурси