

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

(назва факультету, інституту, центру, коледжу)

Кафедра оптики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Комп'ютерний розрахунок оптичних систем
(програмний пакет ZEMAX)

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань **15 Автоматизація та приладобудування**
(шифр і назва)

спеціальність **152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка**
(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень **бакалавр**
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма **Оптотехніка**
(назва освітньої програми)

спеціалізація _____
(за наявності) (назва спеціалізації)

вид дисципліни **вибіркова**

| | |
|---|-------------------|
| Форма навчання | денна |
| Навчальний рік | 2022/2023 |
| Семестр | 3 |
| Кредити | 3 |
| Мова викладання, навчання та оцінювання | українська |
| Форма заключного контролю | іспит |

Викладачі: доц. Макаренко О.В.

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

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

КИЇВ – 2022

Розробник(и): Макаренко Олексій Володимирович, доцент кафедри оптики, доктор фізико-математичних наук, доцент.


ЗАТВЕРДЖЕНО  Поперенко Л.В.
Зав. кафедри _____

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Протокол № 13 від « 19 » травня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету _____

Протокол від « 10 » червня 2022 року № 11

Голова науково-методичної комісії  (Оліх О.Я.)
(підпис) _____ (прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2022 року

ВСТУП

1. Мета дисципліни – вивчення основних принципів та процедур габаритного та абераційного розрахунку оптичних систем з використанням спеціалізованих програмних пакетів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Знати основи курсу „Програмування”, „Математична фізика” та „Оптика”. Володіти навичками програмування.

3. Анотація навчальної дисципліни:

В рамках курсу « Комп'ютерний розрахунок оптичних систем » розглядаються сучасні методи габаритного та абераційного розрахунку оптичних систем. Метою вивчення дисципліни є засвоєння студентами теоретичних знань та практичних навичків для створення оптичних систем з використанням універсальних та спеціалізованих програмних пакетів, зокрема пакету ZEMAX. Навчальна задача курсу полягає в ефективному використанні комп'ютерного моделювання у розробки і аналізу оптичних приладів. Результати навчання полягають в умінні практичного застосування методів комп'ютерного розрахунку в оптиці з використанням універсальних та спеціалізованих програмних пакетів.

4. Завдання (навчальні цілі) – отримання студентами знань та навичків для практичного застосування методів комп'ютерного моделювання в оптиці з використанням універсальних та спеціалізованих програмних пакетів.

Перелік компетентностей:

Загальні компетентності

ЗК1. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях

ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

Фахові компетентності

ФК02. Здатність проектувати засоби інформаційно вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи

ФК04 Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань

ФК05. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при конструюванні модулів, деталей та вузлів засобів вимірювальної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів

ФК14 Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування задач в галузі оптики, лазерної фізики та метрології, проводити моделювання оптичних та оптико-електронних систем

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 | Фізичні принципи розповсюдження електромагнітного випромінювання, створення оптичного зображення | Лекції, самостійна робота | Розрахункова робота, опитування у процесі лекції, іспит | 20 |
| 1.2. | Типи аберацій та способи їх виправлення | Лекції, самостійна | Розрахункова робота, | 20 |

| | | | | |
|------|--|---------------------------------|---|----|
| | | <i>робота</i> | <i>опитування у процесі лекції, іспит</i> | |
| 2.1 | Формулювати основні фізичні принципи побудови та роботи оптичних систем.. | <i>Лекції, Самостіна робота</i> | <i>Розрахункова робота, опитування у процесі лекції, іспит,</i> | 20 |
| 2.2 | Обирати практичні схеми та методи оптимізації для отримання досконалих оптичних систем, які задовольняють технічним умовам | <i>Лекції, самостіна робота</i> | <i>Іспит</i> | 20 |
| 3.1. | Вільне спілкування з питань роботи розрахунку та оптимізації оптичних систем. | <i>Дискусії під час лекцій</i> | <i>Оцінювання виступів на лекціях, іспит</i> | 10 |
| 4.1. | Самостійно обирати конструкції і застосовувати алгоритми оптимізації для отримання оптичних систем с заданими характеристиками | <i>Дискусії під час лекцій</i> | <i>Розрахункова робота, оцінювання виступів на лекціях, іспит</i> | 10 |

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

| Результати навчання дисципліни (код) | Програмні результати навчання (назва) | | | | | | |
|--------------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| | 1.1 | 1.2 | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 4.1 | |
| ПР1 | Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки | + | + | | + | | + |
| ПР18 | Вільно володіти термінологічною базою спеціальності, розуміти науково-технічну документацію державної метрологічної системи України, міжнародні та міждержавні рекомендації та настанови за спеціальністю | | | + | | | |
| ПР24 | Розуміти зв'язок оптики, лазерної фізики та метрології з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук | + | + | | | + | |
| ПР25 | Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання явищ і процесів в оптиці та лазерній фізиці, проводити обчислювальні експерименти | | | | + | | + |

8. Схема формування оцінки:

8.1.Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Робота в семестрі (20 балів).
2. Розрахункова робота (40 балів).

- підсумкове оцінювання у формі іспита

Підсумкове оцінювання у формі іспита: (обов'язкове проведення оцінювання в письмовій формі)

| | Робота в семестрі | Розрахункова робота | іспит | Підсумкова оцінка |
|-----------------|-------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| <i>Мінімум</i> | <u>0</u> | <u>0</u> | <u>0</u> | <u>0</u> |
| Максимум | <u>20</u> | <u>40</u> | <u>40</u> | <u>100</u> |

Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше **36 балів**.

Оцінка за іспит не може бути меншою **20 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

8.2.Організація оцінювання:

Шкала відповідності

| | |
|--|--------|
| Відмінно / Excellent | 90-100 |
| Добре / Good | 75-89 |
| Задовільно / Satisfactory | 60-74 |
| Незадовільно з можливістю повторного складання / Fail | 35-59 |
| Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail | 0-34 |

Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

| № теми | НАЗВА ТЕМИ | Кількість годин | | |
|---------------|--|-----------------|------------|-------------------|
| | | Лекції | Лаборатор. | Самостійна робота |
| 1 | Асферичні поверхні. Розрахунок одиночної лінзи. | 2 | | 3 |
| 2 | Аберації третього порядку Розрахунок панорамного об'єктива. | 2 | 2 | 3 |
| 3 | Оптичне скло: типи, характеристики, виробники. Розрахунок ширококутного об'єктиву. | 2 | | 3 |
| 4 | MTF. Розрахунок ахромата. | 2 | 2 | 3 |
| 5 | Просвітлюючі покриття. Розрахунок дволінзової розклейки. | 2 | | 3 |
| 6 | Діафрагми, зіниці та люки оптичної системи. Розрахунок апохромата. | 2 | 2 | 3 |
| 7 | Хроматичні аберації. Розрахунок окуляра Рамсдена. | 2 | | 3 |
| 8 | Дзеркальні поверхні в ZEMAX. Розрахунок об'єктива-рефлектора з пластинкою Шмідта | 2 | 2 | 3 |
| 9 | Око, як оптичний прилад. Розрахунок об'єктива-рефлектора Касегрена | 2 | | 3 |
| 10 | Оптимізація в ZEMAX. Розрахунок апланата Дальмессра-Штейнгеля | 2 | 2 | 3 |
| 11 | Графіки поперечних абераций в ZEMAX. Розрахунок об'єктива «Целор» | 2 | | 3 |
| 12 | Дифракційне обмеження якості оптичного зображення. Розрахунок об'єктива «Кук» | 2 | 2 | 3 |
| 13 | Число Штерля. Розрахунок об'єктива Петцваля | 2 | | 3 |
| 14 | Аналіз зображення в ZEMAX. Розрахунок окуляра Ерфле | 2 | 2 | 3 |
| 15 | Поляризація в ZEMAX. Розрахунок окуляра Кельнера | 2 | | 3 |
| Всього | | 30 | 14 | 45 |

Загальний обсяг 90 год.¹, в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Семінари – **0 год.**

Практичні заняття - **0 год.**

Лабораторні заняття - **14 год.**

Тренінги - **0 год.**

Консультації - **1 год.**

Самостійна робота - **45 год.**

8. Рекомендовані джерела²:

1. Welford W.T. Aberrations of optical systems. Bristol, Eng. ; Philadelphia: A. Hilger, 1989. 284 p.
2. Malacara D., Malacara Z., Malacara D. Handbook of optical design. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 2004. 533 p.
3. Geary J.M. Introduction to lens design: with practical ZEMAX examples. Richmond, Va: Willmann-Bell, 2002. 462 p.
4. Laikin M. Lens design. 2nd ed., rev.expanded. New York: Marcel Dekker, Inc, 1995. 446 p.
5. Smith W.J. Modern lens design: a resource manual. New York: McGraw-Hill, 1992. 471 p.
6. Smith W.J. Modern optical engineering: the design of optical systems. 3rd ed. New York: McGraw Hill, 2000. 617 p.
7. Fischer R.E., Tadic-Galeb B., Yoder P.R. Optical system design. 2nd ed., Thoroughly updated. New York: McGraw-Hill, 2008. 1 p.
8. Kingslake R. Optical system design. New York: Academic Press, 1983. 323 p.
9. Smith W.J. Practical optical system layout and use of stock lenses. New York: McGraw-Hill, 1997. 201 p.
10. Shannon R.R. The art and science of optical design. Cambridge, U.K. ; New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1997. 614 p.
11. https://www.academia.edu/25361889/ZEMAX_Optical_Design_Program_Users_Manual
12. Clark A.D. Zoom lenses. London: Hilger, 1973. 89 p.
13. Sasián, J. (2019). *Introduction to Lens Design*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108625388
14. Donald C Dilworth. Lens Design: Automatic and Quasi-Autonomous Computational Methods and Techniques (Second Edition). IOP Publishing Ltd 2020 ISBN: 978-0-7503-3695-6
15. Christoph Gerhard Lens Design Basics IOP Publishing Ltd 2020 ISBN: 978-0-7503-2240-9
16. ISO 15368:2021 Optics and photonics — Measurement of reflectance of plane surfaces and transmittance of plane parallel elements
17. ISO 19962:2019 Optics and photonics — Spectroscopic measurement methods for integrated scattering by plane parallel optical elements
18. ISO 9334:2012 Optics and photonics — Optical transfer function — Definitions and mathematical relationships

¹ **Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.**

² **В тому числі Інтернет ресурси**