

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

(назва факультету, інституту, центру, коледжу)

Кафедра оптики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Комп'ютерний розрахунок оптичних систем

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань **Е Природничі науки, математика та статистика**
(шифр і назва)

спеціальність **Е5 Фізика та астрономія**
(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень **бакалавр**

(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма **Оптика**

(назва освітньої програми)

спеціалізація

(за наявності)

(назва спеціалізації)

вид дисципліни **обов'язкова**

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2025/2026

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 – 2025

Розробник(и): Макаренко Олексій Володимирович, д.ф.-м.н., доц. кафедри оптики

ЗАТВЕРДЖЕНО

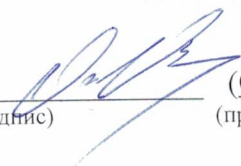
Зав. кафедри оптики


(підпис) (Кондратенко С.В.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 8 від «19» травня 2025 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол №10 від «23» травня 2025 року

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

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 до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК10. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК13. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

Фахові компетентності

ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

ФК6. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

ФК8. Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.

ФК9. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

ФК11. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

ФК14. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.

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

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

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	4.1
Програмні результати навчання (назва)						
ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії.	+	+		+		+
ПРН2. Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.			+			
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.	+	+			+	

ПРН5. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.				+		+
ПРН8. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.		+			+	
ПРН9. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.	+		+			+
ПРН10. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.		+		+		
ПРН14. Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.			+	+		+
ПРН22. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства.	+				+	
ПРН23. Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії.		+	+			+

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
Мінімум	<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.	3		3
2	Аберації третього порядку. Розрахунок панорамного об'єктива.	3		3
3	Оптичне скло: типи, характеристики, виробники. Розрахунок ширококутного об'єктиву.	2		3
4	МТФ. Розрахунок ахромата.	3		3
5	Просвітлюючі покриття. Розрахунок дволінзової розклейки.	3		3
6	Діафрагми, зіниці та люки оптичної системи. Розрахунок апохромата.	3		3
7	Хроматичні аберації. Розрахунок окуляра Рамсдена.	3		3
8	Дзеркальні поверхні в ZEMAX. Розрахунок об'єктива-рефлектора з пластинкою Шмідта	3		3
9	Око, як оптичний прилад. Розрахунок об'єктива-рефлектора Касегрена	3		3
10	Оптимізація в ZEMAX. Розрахунок апланата Дальмессра-Штейнгеля	3		3
11	Графіки поперечних аберацій в ZEMAX. Розрахунок об'єктива «Целор»	3		3
12	Дифракційне обмеження якості оптичного зображення. Розрахунок об'єктива «Кук»	3		3
13	Число Штерля. Розрахунок об'єктива Петцваля	3		3
14	Аналіз зображення в ZEMAX. Розрахунок окуляра Ерфле	3		3
15	Поляризація в ZEMAX. Розрахунок окуляра Кельнера	3		3
Всього		44		45

Загальний обсяг 90 год.¹, в тому числі:

Лекцій – **44 год.**

Семінари – **0 год.**

Практичні заняття - **0 год.**

Лабораторні заняття - **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**