



Оптичні системи лазерного технологічного обладнання

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5,0 кредитів ECTS, 150 годин, (лекції - 10 год., лаб.роб. - 4 год., практ.зан. - 4 год., СРС – 132 год.)</i>
Семестровий контроль, контрольні заходи	<i>Екзамен, МКР</i>
Розклад занять	<i>https://Rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доцент, канд. тех. наук Романенко Віктор Васильович, romvvv@gmail.com Практичні / Лабораторні: доцент, канд. тех. наук Романенко Віктор Васильович, romvvv@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NjAxMTEyNTE2NDE0?cjc=g3phl5h</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна "Оптичні системи ЛТО" базується на знаннях, які студенти засвоїли при отриманні освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр з напрямку підготовки 131 Прикладна механіка, а саме, нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки, математики, фізики, технології конструкційних матеріалів, механіки матеріалів та конструкцій, деталей машин, електротехніки та електроніки, основ наукових досліджень та технічної творчості, технології машинобудування, взаємозамінності і стандартизації та техніки вимірювань, технології лазерної обробки, фізики лазерів, моделюванні та оптимізації об'єктів та систем, лазерного технологічного обладнання та фізики взаємодії концентрованих потоків з речовиною. Дисципліна "Оптичні системи ЛТО" складає основу теоретичної та практичної підготовки майбутніх фахівців у галузі оптичних систем взагалі та лазерних технологічних систем зокрема.

Навчальна дисципліна належить до переліку дисциплін циклу професійної підготовки освітньої програми другого рівня вищої освіти – магістра з прикладної механіки.

Предметом навчальної дисципліни є систематизоване вивчення студентами теоретичних знань у галузі лазерної оптики, ознайомлення з існуючими на даний момент схемами оптичних систем лазерного технологічного устаткування та придбання конкретних практичних навичок для проведення самостійного проектування, розрахунків та конструювання оптичних систем лазерного технологічного устаткування. Студенти розглядають загальні положення та явища геометричної

оптики, електромагнітної теорії світла та квантової оптики, вивчають загальну структуру оптичних систем та підсистем лазерного технологічного обладнання, оптичні матеріали, які використовуються в лазерних оптичних системах, для виготовлення оптичних деталей і, наприкінці, знайомляться із конкретними системами технологічного обладнання.

По закінченню вивчення дисципліни студенти повинні опанувати системою умінь вирішувати типові задачі діяльності під час здійснення певних виробничих функцій, які наводяться нижче:

- проектувати лазерні підсистеми оптичних систем для забезпечення транспортування, перетворення, концентрування лазерного випромінювання; спостереження, контролю та вимірювання його параметрів за допомогою визначених методик;
- проводити синтез оптичних систем лазерних технологічних комплексів;
- розробляти або модернізувати пристрої для керування параметрами пучка лазерного випромінювання за принципами фізики лазерів та на базі відомих аналогічних рішень;
- розробляти або модернізувати оптичні пристрої для транспортування, перетворення та концентрації енергії пучка лазерного випромінювання за законами фізики та на базі відомих аналогічних рішень.

Таким чином, предметом дисципліни є розрахунок та конструкторське забезпечення технологічного процесу лазерної обробки оптимальною оптичною системою.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей у відповідності до ОПП, а саме:

Загальні компетентності (ЗК)	
ЗК 01	Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.
ЗК 04	Здатність розробляти проекти та управляти ними.
ЗК 06	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
Фахові компетентності спеціальності (ФК)	
ФК 2	Здатність описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук
ФК 5	Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань в зварюванні, лазерних та споріднених технологіях
ФК 8	Здатність розробляти спеціальні способи та засоби лазерної розмірної та поверхневої обробки

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модулю мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

РН 5	Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення
РН 10	Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію
РН 14	Використовувати спеціальні способи та засоби лазерної обробки для досягнення оптимальних результатів

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння матеріалу освітнього компоненту необхідні знання, які одержуються студентом у попередніх курсах: «Вища математика», «Лінійна алгебра і аналітична геометрія», «Загальна фізика», «Технологія конструкційних матеріалів», «Фізика взаємодії концентрованих потоків енергії з речовиною»; «Технології та устаткування зварювання плавленням, лазерних та споріднених процесів. Частина 2. Технології та устаткування лазерних процесів».

Знання, які одержано під час вивчення освітнього компоненту, можуть бути застосовані для практики та виконання атестаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ.

Розділ 1. Основні поняття геометричної оптики:

Тема 1.1. Мета та завдання курсу. Основні положення та теорії. Фотометричні величини.

Тема 1.2. Геометрична оптика та її основні закони.

Тема 1.3. Аберації оптичних систем.

Розділ 2. Основи хвильової оптики:

Тема 2.1. Електромагнітна теорія світла. Рівняння Максвелла.

Тема 2.2. Інтерференція світла. Просвітлювальні покриття. Інтерференційні дзеркала.

Тема 2.3. Дифракція світла. Дифракційні явища в лазерних пучках.

Тема 2.4. Розповсюдження світла в анізотропному середовищі. Природна і штучна анізотропія.

Розділ 3. Основні закони квантової оптики:

Тема 3.1. Основи квантової оптики.

Тема 3.2. Явища нелінійної оптики.

Розділ 4. Структура та основні елементи оптичних систем лазерного технологічного обладнання:

Тема 4.1. Структура оптичних систем лазерного технологічного устаткування.

Тема 4.2. Оптичні матеріали.

Тема 4.3. Система транспортування лазерного випромінювання.

Тема 4.4. Система перетворення лазерного випромінювання.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

(усі видання наявні в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського або в електронному вигляді за посиланням <https://classroom.google.com/c/NjAxMTEyNTE2NDE0?cjc=q3phl5h>).

1. Оптика : підручник / М. О. Романюк, А. С. Крочук, І. П. Пашук ; за ред. проф. М. О. Романюка ; Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. - Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2022. – с. 562.
2. Оптика : підручник / В. А. Сминтина ; Одеський національний ун-т ім. І.І.Мечникова. - 2-ге вид., випр. і доп. - О. : Астропринт, 2023. - 312 с.
3. Оптика : навч. посіб. / Віктор Махній, Михайло Березовський, Оксана Кінзерська ; за наук. ред. проф. В. П. Махнія. - Чернівці : Друк Арт, 2021. - 335 с.

Додаткова література

4. Квантова оптика : [посіб. для студ. і асп. фіз. спец.] / О. О. Чумак ; Нац ун-т "Києво-Могилян. акад.", Ін-т фізики НАН України. – Л. : Євросвіт, 2012. – 272 с..
5. Основи інтегральної та волоконної оптики : Навч. посіб. /Л. А. Косяченко. – Чернівці : Рута, 2008. – 348 с.
6. Експериментальна оптика : навч. посіб. / Олег Кушнір, Юрій Корчак, Лев Луців-Шумський, Сергій Рихлюк ; Львів. нац. ун-т ім. І. Франка. - Л. : Львів. нац. ун-т ім. І. Франка, 2009. – 465 с.

7. Основи квантової фізики / Лукіянець Б.А., Понеділок Г.В., Рудавський Ю.К. - Л. : Львівська політехніка, 2009, 420 с.
8. <http://ltft.kpi.ua/ua/studentam/sylabusy.html> (сайт кафедри ЛТ та ФТТ).
9. library.ntu-kpi.kiev.ua (сайт науково – технічної бібліотеки НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»).
10. Методичні матеріали також доступні в КАМПУС'і - <https://campus.kpi.ua>.
11. Студент має ознайомитись з цими ресурсами зважаючи на конкретні теми дисципліни.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Назви розділів та тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		Лекції	Практ. заняття	Лаборат. роботи	СРС
Розділ 1. Основні поняття геометричної оптики					
Тема 1.1. Мета та завдання курсу. Основні положення та теорії. Фотометричні величини.	4	-	-	-	4
Тема 1.2. Геометрична оптика та її основні закони.	12	1	-	1	10
Тема 1.3. Аберації оптичних систем.	10	1	1	1	7
Разом за розділом 1	26	2	1	2	21
Розділ 2. Основи хвильової оптики:					
Тема 2.1. Електромагнітна теорія світла. Рівняння Максвелла.	6	1	-	-	5
Тема 2.2. Інтерференція світла. Просвітлювальні покриття. Інтерференційні дзеркала.	12	1	1	-	10
Тема 2.3. Дифракція світла. Дифракційні явища в лазерних пучках.	12	1	-	-	11
Тема 2.4. Розповсюдження світла в анізотропному середовищі. Природна і штучна анізотропія.	8	-	-	-	8
Разом за розділом 2	38	3	1	-	34
Розділ 3. Основні закони квантової оптики					
Тема 3.1. Основи квантової оптики	4	1	-	-	3
Тема 3.2. Явища нелінійної оптики	6	1	-	-	5
Разом за розділом 3	10	2	-	-	8
Розділ 4. Структура та основні елементи оптичних систем лазерного технологічного обладнання					
Тема 4.1. Структура оптичних систем лазерного технологічного устаткування.	12	-	1	2	9
Тема 4.2. Оптичні матеріали.	10	1	-	-	9
Тема 4.3. Система транспортування лазерного випромінювання.	12	1	1	-	10
Тема 4.4. Система перетворення лазерного випромінювання.	8	1	-	-	7
Разом за розділом 4	42	3	2	2	35
Модульна контрольна робота	4				4
Екзамен	30				30
Всього годин	150	10	4	4	132

5.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1	Вступ. Геометрична оптика та її основні закони. Аберации оптичних систем. Геометрична оптика. Основні закони. Принцип Ферма. Переломлення світла на сферичній поверхні. Тонка лінза. Пучки променів. Недоліки оптичних деталей та систем. Причини виникнення та засоби виправлення. Література: [1, 2, 3, 5, 6]
2.	Основи хвильової оптики. Електромагнітна теорія світла. Рівняння Максвелла. Інтерференція світла. Стояча світлова хвиля. Багатошарові діелектричні покриття. Просвітлення оптики. Інтерференційні дзеркала. Література: [1, 2, 3, 5, 6]
3.	Основи хвильової оптики. Дифракція світла. Принцип Френеля. Дифракція Фраунгофера. Дифракційні явища в лазерних пучках. Розповсюдження світла в анізотропному середовищі. Явище подвійного променепереломлення. Природна і штучна анізотропія. Література: [1, 2, 3, 5]
4	Основи квантової оптики. Поняття квантової оптики. Закони та явища квантової оптики. Явища нелінійної оптики та їх використання в лазерних оптичних системах. Література: [1, 6, 7]
5	Складові оптичних систем лазерного технологічного устаткування Призначення та структура системи транспортування та перетворення лазерного випромінювання. Література: [1, 2, 5, 6]
Модульна контрольна робота.	

5.2. Практичні заняття

Цикл практичних занять має ціллю закріплення головних тем освітнього компоненту, які засвоєно теоретично. Головним завданням цих занять є надання знань і умінь вибору ефективної оптичної системи для технологічного лазерного обладнання.

Іншим завданням занять є надбання умінь захисту розробок, для чого найбільш вдалі та працездатні рішення, які створені студентами, підвергаються аналізу на патентну чистоту з метою оформлення заявки у відповідну інстанцію для оформлення документу інтелектуальної власності (патенту на винахід або корисну модель).

№ з/п	Назва теми заняття	Кількість годин
1	Розрахунок сферичної аберации оптичної системи. Її вплив на можливості фокусування. Оптимізація параметрів фокусуючих систем. <u>Мета роботи:</u> Вивчити хід променів через оптичну систему; перетяжка пучка; ознайомитися з розподілом лазерного пучка при його фокусуванні; ознайомитися з методикою розрахування мінімальної плями сфокусованого лазерного випромінювання; методи оптимізації параметрів сфокусованого пучка. <u>Завдання на СРС:</u> Ознайомитися з розподілом енергетичного поля за межами лазерного резонатора; розрахувати величину розбіжності лазерного пучка для різних типів лазерних резонаторів; вивчити теоретичні підходи для розрахування мінімальної плями фокусування лазерного випромінювання; ознайомитися з можливостями оптимізації при врахуванні абераций лазерного пучка; розрахувати значення мінімальної величини плями фокусування для різних лазерних систем. Література [1,2,6].	2

2	Побудова та структура складових елементів системи транспортування лазерного випромінювання. Розрахунок оптичної системи ЛТУ. <u>Мета роботи:</u> Призначення та структура системи перетворення лазерного випромінювання в лазерному технологічному обладнанні; ознайомлення з складовими елементами системи перетворення лазерного випромінювання в лазерній технологічній установці; опис складових елементів системи транспортування та перетворення променя у лазерних технологічних установках. <u>Завдання на СРС:</u> Визначення типових конструкцій та основних конструктивних елементів перетворюючих системознайомлення з основними характеристиками пристроїв сканування, які використовуються в лазерних системах; аналіз конструкцій та можливостей позарезонаторних пристроїв; особливості проектування пристроїв для контролю та аналізу параметрів пучка лазерного випромінювання; поняття оптичних підсистем транспортування, перетворювання, концентрування, спостереження, контролю та вимірювання лазерного технологічного обладнання, їх структура, складові елементи та оптичні деталі; визначення основних конструктивних параметрів оптичної підсистеми для потрібного перетворення лазерного променя. Література [1,2,6].	2
---	--	---

5.3. Лабораторні заняття

Цикл лабораторних робіт має ціллю практичного закріплення головних тем освітнього компоненту, які вивчено теоретично. В зв'язку з тим, що його головним завданням є надання знань та умінь розрахунку та проектування оптичних систем для різноманітного технологічного обладнання, то всі лабораторні роботи пов'язано з цією діяльністю фахівця.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. Годин
1	Призначення і склад основних оптичних елементів лазерних технологічних установок. Фокусуючі елементи оптичних систем лазерних технологічних установок. <u>Мета роботи:</u> Вивчення структури оптичних систем лазерного технологічного устаткування; ознайомлення з характеристиками лазерного джерела, нормальний та рівномірний розподіл інтенсивності в сфокусованому промені; підібрати теоретичний закон розподілення та оцінити середню густину потужності у кожному випадку. <u>Завдання на СРС:</u> Визначення складових елементів оптичної системи; поняття оптичних систем та підсистем. Методи профілактики оптичних підсистем транспортування, перетворення, концентрування, спостереження, контролю та вимірювання лазерного випромінювання. Обчислення параметрів променя при перетворенні в підсистемі оптичної системи; розглянути схему фокусування, залежність від параметрів оптичної системи, фокусування одно- та багатомодового випромінювання; глибина фокусу; хвильові аберації та способи їх зменшення. Література [1, 3, 6].	2
2	Профілактика випромінювачів лазерних технологічних установок. Налаштування випромінювачів лазерних технологічних установок. <u>Мета роботи:</u> Розглянути схему фокусування, залежність від параметрів оптичної системи, фокусування одно- та багатомодового випромінювання. Глибина фокусу. Хвильові аберації та способи їх зменшення; отримати практичні навички по обслуговуванні твердотільних та газових випромінювачів лазерних технологічних установок. <u>Завдання на СРС:</u> Ознайомитися з етапами перетворення енергії в ЛТУ та з методами вимірювання енергетичних параметрів лазерного випромінювання; зняти електричні характеристики ЛТУ в залежності від	2

	параметрів накачки; визначити ККД лазера при різних режимах його роботи; вплив параметрів лазерного променя на його геометрію та енергетичні параметри; характеристики лазерного джерела нагріву та його відмінність від традиційного джерела. Література [1, 3, 5,6].	
--	---	--

6. Самостійна робота

Вид самостійної роботи студента	Кількість годин	Норма часу на підготовку, год.	Термін часу, год.
Підготовка до лекцій та засвоєння додаткових питань	93	0,5	93
Підготовка до практичних робіт	2	1,0	2
Підготовка до лабораторних робіт та опрацювання результатів	3	1,5	3
Підготовка до МКР-1	4	4	4
Підготовка до МКР-2			
Підготовка до екзамену	30	30	30
Всього			132

Самостійна робота студента (132 год.) полягає у підготовці до лекційних, лабораторних і практичних занять (98 год.), модульної контрольної роботи (4 год.), а також підготовці до екзамену (30 год.) шляхом опрацювання рекомендованої літератури, підготовці відповідей на контрольні запитання і розв'язуванні задач.

Модульна контрольна робота

Основною ціллю контрольних модульних робіт є перевірка якості засвоєння теоретичного матеріалу та практичних навичок, які необхідні для виконання фахових обов'язків по самостійному проектуванню систем лазерної оптики та розрахунків, конструюванню та проектуванню оптичних систем ЛТО.

Зміст завдань на кожну контрольну роботу наведено у додатку А.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Згідно Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського, студенти мають право на вільне відвідування лекційних занять (п. 3.5 РСО 2022 https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologennia_RSO_2022.pdf).

Відвідування лекцій, практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.

Для студентів, які беруть на себе відповідальність за організацію і планування свого часу для навчання, є можливість опановувати дисципліну у змішаному режимі: ознайомлення з теоретичним матеріалом лекцій і розв'язування практичних завдань – самостійно, за необхідності проведення консультацій викладачем згідно графіку консультацій і відведеного на них часу, у відповідності до педагогічного навантаження викладача.

Лабораторні роботи виконуються у груповому режимі під керівництвом відповідального викладача.

Правила поведінки на заняттях

Активність студентів на лекційних, практичних та лабораторних заняттях всіляко заохочується. Проведення занять базується на засадах доброзичливого партнерства задля досягнення мети вивчення дисципліни. Разом з тим, проведення занять має відповідати Дисциплінарним правилам, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Правила захисту лабораторних робіт

Після представлення готового протоколу лабораторної роботи, який має містити всі необхідні компоненти (тема, ціль роботи, короткі теоретичні відомості, методи та результати вимірювання та обробки результатів, графічні ілюстрації, висновок) студент (або група студентів, якщо таке передбачено) надають пояснення, яким чином було досягнуто ціль роботи і відповідають на додаткові запитання, якщо в них виникне потреба.

Правила захисту індивідуальних завдань

Робочий навчальний план передбачає виконання модульної контрольної роботи та завдання, яке індивідуальне для кожного студента. Теми для МКР викладені в Додатку А до силабусу, а система оцінювання наведена в РСО освітнього компоненту.

Політика дедлайнів та перескладань

Дана політика регулюється Положенням про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положенням про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положенням про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Політика щодо академічної доброчесності

Академічна недоброчесність неприпустима. Система індивідуальних завдань на лабораторній та РГР дозволяє максимально уникнути списування, а унікальність завдань дозволяє уникнути плагіату.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Контрольні заходи:

Семестровий контроль: екзамен.

Таблиця видів контролю та максимальної кількості балів за них.

Вид контролю	Кількість	Максимальна кількість балів на 1	Максимальна кількість балів
Виконання практичних завдань	2	8	16
Виконання лабораторних робіт	2	8	16
МКР	1	28	28
Екзамен	1	40	40
Всього			100

Оцінювання виконання практичних завдань:

Критерії	Бали
до виконаного завдання немає зауважень, дані правильні відповіді при перевірці	8
є не принципові зауваження до виконаного завдання та/або дані відповіді з помилками при перевірці	4
є принципові зауваження до виконаного завдання та/або не дані відповіді (дані неправильні) при перевірці	робота не здана

Оцінювання виконання лабораторних робіт:

Критерії	Бали
до виконаної лабораторної роботи немає зауважень, дані правильні відповіді при перевірці	8
є не принципові зауваження до виконаної лабораторної роботи та/або дані відповіді з помилками при перевірці	4
є принципові зауваження до виконаної лабораторної роботи та/або не дані відповіді (дані неправильні) при перевірці	робота не здана

МКР відбувається у вигляді проходження тестів. Кожна частина МКР складається з 3 питань. За кожну правильну відповідь студент отримує 9 бала. Якщо сумарна кількість правильних відповідей менше 4,5 балів, то ця частина МКР вважається не зданою, при цьому бали не нараховуються. Максимально можлива оцінка за МКР складає 28 балів.

Умовою допуску до екзамену є виконання всіх практичних та лабораторних робіт, здана МКР та сумарний семестровий рейтинг більше 35 балів. Семестровий рейтинг можна підвищити за рахунок заохочувальних балів (максимум на 6) шляхом виконання додаткових індивідуальних завдань (видає викладач).

На екзамені слухачу необхідно дати розгорнуті відповіді на 3 питання, кожне з яких оцінюється за наступними критеріями:

Критерії	Бали
правильна відповідь, можливо з несуттєвими зауваженнями, повнота відповіді більша 90%	12-13
є не принципові зауваження, повнота відповіді більша 75%	9-11
є принципові зауваження, але можна вважати що суть питання розкрита, повнота відповіді не менша 60%	7-8
суть питання не розкрита та/або повнота відповіді менша 60%	0

У випадку, коли сумарна оцінка за екзамен менше 24 балів, екзамен вважається не зданим, при цьому бали не нараховуються. Для перескладання екзамену є дві додаткові спроби.

Отриманні слухачем рейтингові бали переводять в університетські оцінки за шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Додаток А

Модульні контрольні роботи

Частина 1. До розділу 1 - Геометрична оптика та її основні закони.

Контрольне завдання 1

1. Представлення світла в геометричній оптиці.
2. Умови безабераційності оптичної системи.
3. Кардинальна плоскість і точки оптичної системи.

Контрольне завдання 2

1. Поняття світлового променя в геометричній оптиці.
2. Поняття параксильної області оптичної системи.
3. Фокальні плоскості оптичної системи.

Контрольне завдання 3

1. Закон оборотності ходу світлових променів.
2. Сферична аберація.
3. Фокусні і вершинні фокусні відстані оптичної системи.

Контрольне завдання 4

1. Закон відбивання світла.
2. Коматична аберація.
3. Головні плоскості та точки оптичної системи.

Контрольне завдання 5

1. Закон заломлення світла.
2. Меридіональна і сагітальна плоскість.
3. Вузлові плоскості та точки оптичної системи.

Контрольне завдання 6

1. Явище повного внутрішнього відбивання.
2. Астигматизм.
3. Спряжена плоскість оптичної системи.
Контрольне завдання 7
1. Показник заломлення світла.
2. Викривлення плоскості зображення.
3. Кардинальні плоскості та точки оптичної системи.
Контрольне завдання 8
1. Принцип Ферма.
2. Дисторсія.
3. Фокальні плоскості оптичної системи.
Контрольне завдання 9
1. Поняття тонкої лінзи.
2. Хроматична аберація.
3. Фокусні і вершинні фокусні відстані оптичної системи.
Контрольне завдання 10
1. Представлення світла в геометричній оптиці.
2. Умови безабераційної оптичної системи.
3. Кардинальні плоскості та точки оптичної системи.
Контрольне завдання 11
1. Поняття світлового променя в геометричній оптиці.
2. Поняття параксильної області оптичної системи.
3. Фокальні плоскості оптичної системи.
Контрольне завдання 12
1. Закон оборотності ходу світлових променів.
2. Сферична аберація.
3. Фокусні і вершинні фокусні відстані оптичної системи.
Контрольне завдання 13
1. Закон відбивання світла.
2. Коматична аберація.
3. Головні плоскості та точки оптичної системи.
Контрольне завдання 14
1. Закон заломлення світла.
2. Меридіональна і сагітальна плоскість.
3. Вузлові плоскості та точки оптичної системи.
Контрольне завдання 15
1. Явище повного внутрішнього відбивання.
2. Астигматизм.
3. Спряжені плоскості оптичної системи.
Контрольне завдання 16
1. Показник заломлення світла.
2. Викривлення плоскості зображення.
3. Кардинальні плоскості та точки оптичної системи.
Контрольне завдання 17
1. Принцип Ферма.
2. Дісторсія.
3. Фокальні плоскості оптичної системи.
Контрольне завдання 18
1. Поняття тонкої лінзи.
2. Хроматична аберація.
3. Фокусні і вершинні фокусні відстані оптичної системи.
Контрольне завдання 19
1. Представлення світла в геометричній оптиці.
2. Умови безабераційності оптичної системи.
3. Кардинальні плоскості та точки оптичної системи.
Контрольне завдання 20
1. Поняття світлового променя в геометричній оптиці.
2. Поняття параксильної області оптичної системи.

3. Фокальні плоскості оптичної системи.

Контрольне завдання 21

1. Закон оборотності ходу світлових променів.
2. Сферична аберация.
3. Фокусні і вершинні фокусні відстані оптичної системи.

Контрольне завдання 22

1. Закон відбивання світла.
2. Коматична аберация.
3. Головні плоскості та точки оптичної системи.

Контрольне завдання 23

1. Закон заломлення світла.
2. Меридіональна і сагітальна плоскості.
3. Вузлові плоскості та точки оптичної системи.

Контрольне завдання 24

1. Явище повного внутрішнього відбивання.
2. Астигматизм.
3. Спряжені плоскості оптичної системи.

Контрольне завдання 25

1. Показник заломлення світла.
2. Викривлення плоскості зображення.
3. Кардинальні плоскості та точки оптичної системи.

Контрольне завдання 26

1. Принцип Ферма.
2. Дисторсія.
3. Фокальні плоскості оптичної системи.

Контрольне завдання 27

1. Поняття тонкої лінзи.
2. Хроматична аберация.
3. Фокусні і вершинні фокусні відстані оптичної системи.

Контрольне завдання 28

1. Явище повного внутрішнього відбивання.
2. Астигматизм.
3. Спряжена плоскість оптичної системи.

Контрольне завдання 29

1. Показник заломлення світла.
2. Викривлення плоскості зображення.
3. Кардинальні плоскості та точки оптичної системи.

Контрольне завдання 30

1. Принцип Ферма.
1. Дисторсія.
2. Фокальні плоскості оптичної системи.

Частина 2. До Розділ 2 - Основи хвильової оптики; Розділу 3 - Основні закони квантової оптики та Розділу 4 - Структура та основні елементи оптичних систем лазерного технологічного обладнання

Контрольне завдання 1

1. Рівняння Максвелла, їх фізичний сенс.
2. Поняття просвітлення оптики. Просвітлюючі діелектричні покриття.
3. Поширення світла в анізотропному середовищі.

Контрольне завдання 2

1. Рівняння, що описує поширення плоскополяризованої електромагнітної хвилі уздовж однієї осі. Поняття періоду хвилі, хвильового числа, кругової частоти і довжини хвилі випромінювання.
2. Діелектричні відбиваючі покриття. Інтерференційні дзеркала.
3. Природна анізотропія оптичних середовищ. Явище подвійного променезаломлення.

Контрольне завдання 3

1. Особливості законів відбивання і заломлення світла виходячи з хвильової теорії світла.
2. Діелектричні покриття для розщеплювання пучків.
3. Природна анізотропія оптичних середовищ. Вісь кристала, позитивні і негативні кристали.

Контрольне завдання 4

1. Коефіцієнт відбивання світла при нормальному падінні на поверхню прозорого діелектрика.
2. Поняття дифракції світла.
3. Природна анізотропія. Використання хвильових поверхонь і індикатрис показника заломлення для опису ходу хвилі в анізотропному середовищі.

Контрольне завдання 5

1. Поняття інтерференції світла.
2. Принцип Гюйгенса-Френеля.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Явище фотопружності.

Контрольне завдання 6

1. Поняття тимчасової і просторової когерентності випромінювання.
2. Вживання зон Френеля для опису явищ дифракції світла на непрозорому екрані.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Ефект Фарадея.

Контрольне завдання 7

1. Стояча світлова хвиля.
2. Дифракція Френеля (на прямолінійному краю екрану). Характер і визначення розподілу інтенсивності випромінювання за екраном.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Квадратичний електрооптичний ефект Керра.

Контрольне завдання 8

1. Багатошарові діелектричні покриття. Класифікація і сфери застосування.
2. Дифракція Фраунгофера. Характер і розподіл інтенсивності випромінювання.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Лінійний електрооптичний ефект Поккельса.

Контрольне завдання 9

1. Рівняння Максвелла, їх фізичний сенс.
2. Поняття просвітлення оптики. Просвітлюючі діелектричні покриття.
3. Поширення світла в анізотропному середовищі.

Контрольне завдання 10

1. Рівняння, що описує поширення плоскополяризованої електромагнітної хвилі уздовж однієї осі. Поняття періоду хвилі, хвильового числа, кругової частоти і довжини хвилі випромінювання.
2. Діелектричні відбиваючі покриття. Інтерференційні дзеркала.
3. Природна анізотропія оптичних середовищ. Явище подвійного променезаломлення.

Контрольне завдання 11

1. Особливості законів відбивання і заломлення світла виходячи з хвильової теорії світла.
2. Діелектричні покриття для розщеплювання пучків.
3. Природна анізотропія оптичних середовищ. Вісь кристала, позитивні і негативні кристали.

Контрольне завдання 12

1. Коефіцієнт відбивання світла при нормальному падінні на поверхню прозорого діелектрика.
2. Поняття дифракції світла.
3. Природна анізотропія. Використання хвильових поверхонь і індикатрис показника заломлення для опису ходу хвилі в анізотропному середовищі.

Контрольне завдання 13

1. Поняття інтерференції світла.
2. Принцип Гюйгенса-Френеля.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Явище фотопружності.

Контрольне завдання 14

1. Поняття тимчасової і просторової когерентності випромінювання.
2. Вживання зон Френеля для опису явищ дифракції світла на непрозорому екрані.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Ефект Фарадея.

Контрольне завдання 15

1. Стояча світлова хвиля.
2. Дифракція Френеля (на прямолінійному краю екрану). Характер і визначення розподілу інтенсивності випромінювання за екраном.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Квадратичний електрооптичний ефект Керра.

Контрольне завдання 16

1. Багатошарові діелектричні покриття. Класифікація і сфери застосування.
2. Дифракція Фраунгофера. Характер і розподіл інтенсивності випромінювання.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Лінійний електрооптичний ефект Поккельса.

Контрольне завдання 17

1. Рівняння Максвелла, їх фізичний сенс.
2. Поняття просвітлення оптики. Просвітлюючі діелектричні покриття.

3. Поширення світла в анізотропному середовищі.

Контрольне завдання 18

1. Рівняння, що описує поширення плоскополяризованої електромагнітної хвилі уздовж однієї осі. Поняття періоду хвилі, хвильового числа, кругової частоти і довжини хвилі випромінювання.
2. Діелектричні відбиваючі покриття. Інтерференційні дзеркала.
3. Природна анізотропія оптичних середовищ. Явище подвійного променезаломлення.

Контрольне завдання 19

1. Особливості законів відбивання і заломлення світла виходячи з хвильової теорії світла.
2. Діелектричні покриття для розщеплювання пучків.
3. Природна анізотропія оптичних середовищ. Вісь кристала, позитивні і негативні кристали.

Контрольне завдання 20

1. Коефіцієнт відбивання світла при нормальному падінні на поверхню прозорого діелектрика.
2. Поняття дифракції світла.
3. Природна анізотропія. Використання хвильових поверхонь і індикатрис показника заломлення для опису ходу хвилі в анізотропному середовищі.

Контрольне завдання 21

1. Поняття інтерференції світла.
2. Принцип Гюйгенса-Френеля.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Явище фотопружності.

Контрольне завдання 22

1. Поняття тимчасової і просторової когерентності випромінювання.
2. Вживання зон Френеля для опису явищ дифракції світла на непрозорому екрані.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Ефект Фарадея.

Контрольне завдання 23

1. Стояча світлова хвиля.
2. Дифракція Френеля (на прямолінійному краю екрану). Характер і визначення розподілу інтенсивності випромінювання за екраном.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Квадратичний електрооптичний ефект Керра.

Контрольне завдання 24

1. Багатошарові діелектричні покриття. Класифікація і сфери застосування.
2. Дифракція Фраунгофера. Характер і розподіл інтенсивності випромінювання.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Лінійний електрооптичний ефект Поккельса.

Контрольне завдання 25

1. Рівняння, що описує поширення плоскополяризованої електромагнітної хвилі уздовж однієї осі. Поняття періоду хвилі, хвильового числа, кругової частоти і довжини хвилі випромінювання.
2. Діелектричні відбиваючі покриття. Інтерференційні дзеркала.
3. Природна анізотропія оптичних середовищ. Явище подвійного променезаломлення.

Контрольне завдання 26

1. Особливості законів відбивання і заломлення світла виходячи з хвильової теорії світла.
2. Діелектричні покриття для розщеплювання пучків.
3. Природна анізотропія оптичних середовищ. Вісь кристала, позитивні і негативні кристали.

Контрольне завдання 27

1. Коефіцієнт відбивання світла при нормальному падінні на поверхню прозорого діелектрика.
2. Поняття дифракції світла.
3. Природна анізотропія. Використання хвильових поверхонь і індикатрис показника заломлення для опису ходу хвилі в анізотропному середовищі.

Контрольне завдання 28

1. Поняття інтерференції світла.
2. Принцип Гюйгенса-Френеля.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Явище фотопружності.

Контрольне завдання 29

1. Поняття тимчасової і просторової когерентності випромінювання.
2. Вживання зон Френеля для опису явищ дифракції світла на непрозорому екрані.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Ефект Фарадея.

Контрольне завдання 30

1. Стояча світлова хвиля.
2. Дифракція Френеля (на прямолінійному краю екрану). Характер і визначення розподілу інтенсивності випромінювання за екраном.
3. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Квадратичний електрооптичний ефект Керра.

Додаток Б

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль
(Питання для проведення екзаменаційної письмової роботи сформовані в білети по 3 запитання з різних розділів).

1. Уявлення про світло в геометричній оптиці.
2. Рівняння Максвелла, їх фізичний зміст.
3. Квантова оптика. Область застосування і основні поняття.
4. Поняття світлового променя в геометричній оптиці.
5. Рівняння, яке описує поширення плоскої монохроматичної електромагнітної хвилі уздовж однієї осі. Поняття періоду хвилі, хвильового числа, кругової частоти і довжини хвилі випромінювання.
6. Квантова оптика. Постулати Бора. Поняття квантових переходів.
7. Закон зворотності ходу світлових променів.
8. Особливості законів відбиття і заломлення світла, виходячи з хвильової теорії світла.
9. Квантова оптика. Три процеси взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною.
10. Закон відбиття світла.
11. Коефіцієнт відбиття світла при нормальному падінні на поверхню прозорого діелектрика.
12. Квантова оптика. Явища нелінійної оптики. Сутність і основні поняття.
13. Закон заломлення світла.
14. Поняття інтерференції світла. Її вплив на поширення пучка випромінювання.
15. Нелінійна оптика. Явище просвітлення оптичного середовища.
16. Явище повного внутрішнього відбиття.
17. Поняття тимчасової і просторової когерентності випромінювання. Причини виникнення.
18. Нелінійна оптика. Явище затемнення середовища (Багатофотонний внутрішній фотоефект).
19. Показник (абсолютний і відносний) заломлення світла. Фізичний сенс.
20. Визначення стоячій світлової хвилі і особливості її поширення.
21. Нелінійна оптика. Подвоєння частоти світла.
22. Багатошарові діелектричні покриття. Класифікація та області застосування.
23. Геометрична оптика. Принцип Ферма (принцип найменшого часу).
24. Поняття просвітління оптичних деталей. Просвітлюючі діелектричні покриття.
25. Нелінійна оптика. Явище самофокусування і самоканалізації випромінювання.
26. Поняття тонкої лінзи. Формула тонкої лінзи.
27. Діелектричні відбиваючі покриття. Інтерференційні дзеркала.
28. Структура оптичних систем лазерного технологічного обладнання.
29. Умови безабераційності оптичної системи.
30. Діелектричні покриття для розщеплення пучків випромінювання.
31. Оптична система транспортування лазерного випромінювання. Призначення і склад.
32. Поняття параксіальної області оптичної системи.
33. Поняття дифракції світла. Її вплив на поширення пучка випромінювання.
34. Оптична система транспортування лазерного випромінювання. Лінзові телескопічні системи лазерів.

35. Сферична аберация. Причини виникнення та методи усунення.
36. Поняття дифракції світла. Принцип Гюйгенса-Френеля.
37. Оптична система транспортування лазерного випромінювання. Дзеркальні телескопічні системи лазерів.
38. Застосування зон Френеля для опису явищ дифракції світла на непрозорому екрані.
39. Оптична система транспортування лазерного випромінювання. Захисний променепровід.
40. Коматична аберация. Причини виникнення та методи усунення.
41. Дифракція Френеля (на прямолінійному краю екрану). Характер і визначення розподілу інтенсивності випромінювання за екраном.
42. Оптична система транспортування лазерного випромінювання. Поворотні дзеркала.
43. Меридіональна і сагітальна площини пучка випромінювання.
44. Дифракція Фраунгофера. Характер і розподіл інтенсивності випромінювання.
45. Оптична система транспортування лазерного випромінювання. Відбивні призми.
46. Астигматизм. Причини виникнення та методи усунення.
47. Особливості поширення світла в анізотропному середовищі.
48. Оптична система транспортування випромінювання лазера. Світловолоконні променепроводи.
49. Викривлення площини зображення. Причини виникнення та методи усунення.
50. Природна анізотропія оптичних середовищ. Явище подвійного променезаломлення.
51. Оптична перетворююча система лазерних технологічних установок. Призначення і склад.
52. Дісторсія. Причини виникнення та методи усунення.
53. Природна анізотропія оптичних середовищ. Вісь кристалу. Позитивні і негативні кристали.
54. Оптична перетворююча система. Оптичні клини.
55. Хроматична аберация. Причини виникнення та методи усунення.
56. Оптична перетворююча система. Аксікони.
57. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Явище фотопружності оптичних середовищ.
58. Оптична перетворююча система. Призми, що розділяють випромінювання.
59. Умови безаберацийності оптичної системи.
60. Штучна анізотропія оптичних середовищ. Магнітооптичний ефект Фарадея.
61. Оптична система транспортування лазерного випромінювання. Дзеркальні телескопічні системи лазерів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент, к.т.н., доцент Романенко Віктор Васильович

Ухвалено кафедрою лазерної техніки та фізико-технічних технологій (протокол № 16 від 18.06.2025 р.).

Погоджено Методичною комісією інституту НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 11/25 від 26.06.2025 р.).