



ПРОЄКТУВАННЯ ОПТИЧНИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</i>
Спеціальність	<i>151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кр. (150 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/поточний контроль, домашня контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: проф., д.т.н. Чиж Ігор Генріхович, i.g.chizh@gmail.com Практичні д.т.н., проф, Чиж Ігор Генріхович</i>
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс (Moodle - Платформа Сікорський, Кампус КПІ) https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3339</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Проектування оптичних систем» призначена для підготовки спеціалістів, здатних створювати оптичні системи для нових оптичних та оптико-електронних вимірювальних, військових, медичних, технологічних, наукових та інших приладів. Оптична

система виконує основні функції оптичних приладів, тому розробник оптичних систем є одним з ключових спеціалістів, задіяних в процесах створення, виготовлення, експлуатації, ремонту технічних засобів та систем, де функціонально використовується оптичне випромінювання. Оптичні системи сучасних оптико-електронних комплексів інтегруються з електронною мікропроцесорною і комп'ютерною технікою, де вони є джерелами первинної інформації. Тому функціональні можливості цих комплексів значною мірою залежать від технічних можливостей їх оптичних систем. Поява нових базових елементів, нових оптичних матеріалів, нових методів, методик та інструментарію проектування оптичних систем вимагає нового, більш високого рівня підготовки спеціалістів в цій галузі. Саме на це і спрямована дана дисципліна.

Метою дисципліни є поглиблення у студентів здатностей:

- ЗК01. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні;
- ЗК03. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- СК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення;
- СК 9. Здатність використовувати поглиблені знання спеціального математичного інструментарію для моделювання, аналізу та ідентифікації приладів і систем автоматизації, та процесів, що в них протікають;

а також формування здатностей:

- проектувати оптичні системи згідно логіки та порядку, встановленому державними та галузевими стандартами;
- використовувати сучасну теорію оптичних систем, практику, методи і автоматизовані комп'ютерні програми, які створені і призначені для проектування оптичних систем оптичних та оптико-електронних приладів і систем.

Основні завдання дисципліни

По завершенню вивчення дисципліни студенти повинні продемонструвати такі результати навчання:

- РН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності;
- РН 13. Використовувати спеціальний математичний інструментарій для моделювання, аналізу та ідентифікації приладів і систем автоматизації, та процесів, що в них протікають;

та мати такі

ЗНАННЯ: логіки та порядку виконання головних етапів проектування; методів призначення допусків на відхилення значень конструктивних параметрів оптичної системи від їх номінальних значень; правил складання конструкторської документації до проекту оптичної системи.

УМІННЯ: складати технічне завдання на проектування оптичної системи, застосовувати методи структурного та параметричного синтезу оптичної системи з структурною та параметричною оптимізацією системи, користуватися методами композиції та методами із теорії аберацій 3-го степеневого порядку, використовувати сучасні комп'ютерні програми для автоматизації процедур параметричного синтезу, оптимізації конструктивних параметрів та для розрахунків допустимих відхилень конструктивних параметрів оптичної системи від номінальних значень, складати згідно міжнародних стандартів оптичну схему та робочу конструкторську документацію на оптичні елементи.

2 Пререквізити дисципліни

Вивчення дисципліни базується на знаннях отриманих на попередньому рівні вищої освіти.

У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у наукових дослідженнях за темою магістерської дисертації та при виконанні випускної кваліфікаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні відомості про проектування технічних засобів та проектування оптичних приладів. Технічне завдання на проектування оптичної системи. Технічна пропозиція.

Розділ 2. Ескізне проектування оптичної системи

Тема 2.1 Структурний синтез оптичної системи

Тема 2.2 Розрахунки оптичної системи на стадії ескізного проектування

Розділ 3. Параметричний синтез оптичної системи

Тема 3.1 Суть параметричного синтезу оптичної системи

Тема 3.2 Параметричний синтез ОС методом композиції із поверхонь, що мають відомі властивості

Тема 3.3 Параметричний синтез ОС на базі теорії аберації 3-го порядку

Тема 3.4 Методи синтезу типових лінзових компонентів

Розділ 4. Оптимізація конструктивних параметрів оптичної системи

Розділ 5. Визначення допусків на конструктивні параметри ОС, перевірка технологічності оптичної системи

Розділ 6. Конструкторська документація технічного проекту ОС

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Теорія оптичних систем : підручник / І. Г. Чиж. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2022. – 426 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46029>
2. Проектування оптичних систем. Конспект лекцій: навчальний посібник / І.Г. Чиж.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 256 с.

Додаткова

3. ДСТУ 2756-94 Геометрична оптика. Терміни, визначення та літерні позначення основних величин.
4. ДСТУ ISO 10110-1:2018 (ISO 10110-1:2006, IDT).
5. Програма ZEMAX комп'ютерного аналізу, оптимізації та розрахунків допусків на конструктивні параметри оптичних систем.
6. Програма ASOC комп'ютерного синтезу лінзових компонентів оптичних систем.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни

Основні форми навчання - лекції, практичні заняття та самостійна робота студентів. Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, підготовка до виконання домашньої контрольної роботи, а також самостійне виконання індивідуальних завдань за темами практичних занять.

Лекційні заняття:

1. Загальні відомості про проектування технічних засобів та про проектування оптичних систем (ОС). Технічне завдання на проектування ОС. Технічна пропозиція.
2. Ескізне проектування ОС. Структурний синтез ОС. Типові розрахунки ОС на стадії ескізного проектування.
3. Параметричний синтез ОС. Функціональні параметри та характеристики ОС . Головні процедури параметричного синтезу ОС.
4. Оптимізація конструктивних параметрів ОС. Вибір функцій, що коригуються. Призначення цільової функції. Вибір корекційних параметрів. Призначення обмежень при оптимізації. Параметрична оптимізація, як мінімізація цільової функції при обмеженнях.
5. Визначення допусків на конструктивні параметри ОС.

Практичні заняття

1. Структурний синтез ОС з використанням морфологічного методу створення варіантів структур та вибору оптимальної за допомогою багатокритеріального методу експертних оцінок
2. Габаритний та енергетичний розрахунки ОС на стадії ескізного проектування.
3. Розрахунки функціональних параметрів та характеристик ОС за допомогою комп'ютерної програми ZEMAX.

4. Підготовка та виконання оптимізації конструктивних параметрів ОС в ZEMAX.
5. Підготовка та виконання розрахунків допусків на конструктивні параметри ОС в ZEMAX.

Індивідуальні завдання

Метою виконання індивідуальних завдань є закріплення знань лекційного теоретичного матеріалу, та отримання вмінь і навичок, якими повинен володіти спеціаліст, що проектує оптичні системи. Зміст індивідуальних завдань – розв'язок задач, спрямованих на виконання окремих типових проектних процедур. Вихідні дані до завдань – варіантні. Оптичні системи – типові.

Домашня контрольна робота містить практичне завдання для перевірки знань студентів з методів виконання типових процедур проектування оптичних систем.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами.

На самостійну роботу студентів виділяється 130 години, з яких 30 годин - на підготовку до екзамену, 15 годин – на виконання домашньої контрольної роботи і 85 години на опрацювання матеріалів лекцій та вивчення навчальної літератури відповідно до структури дисципліни

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами

Домашня контрольна робота передбачає перевірку базових знань за п'ятьма лекційними розділами, а саме: Загальні відомості про проектування технічних засобів. Ескізне проектування оптичних систем. Параметричний синтез оптичних систем. Оптимізація конструктивних параметрів оптичних систем. Визначення допусків на конструктивні параметри оптичних систем.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:** Zoom (посилання на конференцію)
- <https://us04web.zoom.us/j/4779159933?pwd=ZHFtRUdlMGJHYVdnam1mZTduR2wzUT09>
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни;
 - дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
 - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;
- **правила виконання індивідуальних завдань за темами практичних занять:**

- **Індивідуальні завдання** полягають у накопиченні та систематизації знань за тематикою навчальної дисципліни.
- захисти індивідуальних завдань здійснюються на практичних заняттях (комп'ютерних практикумах), попередньо студенти надсилають оформлене завдання на електронну адресу викладача, або в месенджер Telegram
- у окремих випадках (за наявності документально підтверджених у окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- **політика дедлайнів та перескладань:**
 - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин;
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа;
 - при округленні до цілого числа всі цифри, що йдуть за наступним розрядом замінюються нулями;
 - якщо цифра розряду, що залишився, 5 або більша, то ціле число збільшується на одиницю, а розряд прирівнюється до нуля;
 - якщо цифра розряду, що залишився, менша за 5, то ціле число не змінюється, а розряд прирівнюється до нуля.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
 - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
 - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
 - негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають право підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення або оцінювання контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто комісією.

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

Поточний контроль:

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	Виконання індивідуальних завдань за темами практичних занять (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	5	9	45
2	Виконання домашньої контрольної роботи (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	1	15	15
Усього:				60

Шкала оцінювання індивідуальних завдань:

- повністю вірне виконання завдання - 9 балів;
- вірне виконання завдання з незначними неточностями – 7-8 балів;
- вірно виконано більше 60% завдання, але є суттєві недоліки – 5-6 балів;
- завдання не виконано, або виконано вірно менше 60% завдання - 0 балів.

Шкала оцінювання домашньої контрольної роботи:

- повністю вірне виконання завдання - 15 балів;
- вірне виконання завдання з незначними неточностями – 12-14 балів;
- вірно виконано більше 60% завдання, але є суттєві недоліки – 9-11 балів;
- завдання не виконано, або вірно виконано менше 60% завдання - 0 балів.

Календарний контроль: не передбачено.

Семестровий контроль: екзамен

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	Екзамен	1	40	40

Умовою допуску до екзамену є позитивна оцінка з домашньої контрольної роботи та стартовий рейтинг не менше, ніж 36 балів.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожен екзаменаційний білет містить два теоретичних питання і одне практичне (задачу). Перелік питань та теми задач доводяться до відома студентів в кінці семестру. Кожне теоретичне питання оцінюється максимально у 12 балів, а розв'язання задачі – максимально у 16 балів:

1. Система оцінювання теоретичних питань:

- повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 12 балів;

- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 9-11 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 7-8 балів;
- незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) – 0 балів.

2. Система оцінювання практичного запитання:

- повне безпомилкове розв'язання завдання – 15-16 балів;
- повне розв'язання завдання з незначними помилками – 12-14 балів;
- завдання виконане за правильною методикою розрахунку, але з помилками (не менше 60% завдання виконано вірно) – 10- 11 балів;
- завдання не виконано/ завдання виконано з суттєвими помилками (вірно виконано менше 60% завдання) – 0 балів.

Сумарний максимальний рейтинговий бал:

$$R = R_c + R_z = 60 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською 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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склад проф., д.т.н., проф. Чиж Ігор Генріхович

Ухвалено кафедрою КІОНС (протокол № 14 від 06.07.2022)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/22 від 07.07 2022 р.)