



КОМП'ЮТЕРНІ МЕТОДИ ПРОЕКТУВАННЯ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кр. (120 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / модульна контрольна робота, поточний контроль
Розклад занять	Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, професор Микитенко Володимир Іванович, v.mykytenko@kpi.ua
Розміщення курсу	https://ecampus.kpi.ua https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5044

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Комп'ютерні методи проектування оптико-електронних систем» є вибірковою дисципліною для підготовки бакалаврів за освітньою сертифікатною програмою «Комп'ютерно інтегровані оптико-електронні системи та технології». Предметом навчальної дисципліни є сучасна методологія моделювання, розрахунки та проектування активних та пасивних оптико-електронних каналів автоматизованих систем дистанційного спостереження з застосуванням сучасних інформаційних технологій.

Метою дисципліни є підсилення у студентів здатностей:

ФК 2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.

ФК 14 Здатність до розрахунку, проектування та конструювання у відповідності з технічним завданням типових систем, приладів, деталей та вузлів на схемотехнічному та елементному рівнях з використанням засобів комп'ютерного проектування;

а також формування здатностей:

- Здатність аналізувати фізичну сутність явищ та процесів, що мають місце в оптичних та оптико-електронних приладах в умовах виробництва та експлуатації, здійснювати аналіз параметрів і характеристик оптичних систем та їх елементів, лазерної техніки.

- Здатність аналізувати та узгоджувати параметри і характеристики джерел та приймачів випромінювання.

Основні завдання дисципліни.

Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ПРН 17. Вміти використовувати засоби комп'ютерного проектування для розрахунку, проектування та конструювання, у відповідності з технічним завданням, типових систем, приладів, деталей та вузлів на схемотехнічному та елементному рівнях;

а також :

- Знати принципи функціонування джерел та приймачів випромінювання, їх основні особливості, граничні можливості та обмеження.

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

Дана навчальна дисципліна є вибірковою і згідно з структурно-логічною схемою навчання за освітньою програмою, для її успішного освоєння студент повинен:

- набути компетентності на отримати результати навчання, передбачені освітньою програмою ступеня бакалавра;
- засвоїти з результатом не нижче «достатньо» навчальну дисципліну рівня підготовки бакалавра: «Вища математика», «Фізика», «Електроніка», «Спеціальні розділи математики».

У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у дипломному проектуванні.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ. Критерії якості оптико-електронних систем. Узагальнена методика енергетичного розрахунку.

Розділ 1. Основні функціональні блоки утворення та перетворень сигналів в оптико-електронних трактах

Тема 1.1. Джерела електромагнітного випромінювання

Основні типи штучних та природніх джерел електромагнітного випромінювання. Джерела ультрафіолетового, видимого, інфрачервоного діапазонів. Характеристики і параметри джерел

Тема 1.2. Середовища розповсюдження електромагнітного випромінювання

Оптичні характеристики природніх водних середовищ. Оптичні характеристики атмосфери. Пропускання, розсіювання, ослаблення оптичного випромінювання: механізми та математичний опис.

Тема 1.3. Вхідні оптичні блоки

Класифікація вхідних блоків за функціональними ознаками. Фокусуючі оптичні системи. Скануючі та модулюючі оптичні системи. Фільтри, світлоподільники, діафрагми. Дисперсійні оптичні системи.

Тема 1.4. Приймальні блоки оптико-електронних систем

Основні типи теплових приймачів випромінювання і їх характеристики. Основні типи фотонних приймачів випромінювання і їх характеристики.

Тема 1.5. Узгодження приймачів випромінювання з оптичною та електронною системою

Коефіцієнт перетворення, коефіцієнт підсилення, відносна та абсолютна функція перетворення, еквівалентні генератори, фотоприймальний пристрій, підсилювач, ланцюг зв'язку, чутливість фотоланцюга.

Розділ 2. Розрахунок значень потоків і опроміненості на вході оптико-електронної системи

Тема 2.1. Точковий випромінювач

Розрахунки сили випромінювання на вході оптичної системи при рівномірному і нерівномірному фонах.

Тема 2.2. Площинний випромінювач

Розрахунки енергетичної яскравості на вході оптичної системи при рівномірному і нерівномірному фонах.

Тема 2.3. Протяжний випромінювач

Розрахунки енергетичної яскравості протяжного випромінювача на вході оптичної системи.

Тема 2.4. Активний режим роботи оптико-електронних систем

Модель формування сигналів при дистанційних спостереженнях в активному режимі роботи.

Методика розрахунку опроміненості вхідної зіниці.

Тема 2.5. Втрати потоку випромінювання в оптичній системі

Природа і методика розрахунку фізичних втрат. Природа і методика розрахунку апертурних втрат.

Розділ 3. Прийом і перетворення оптичного сигналу

Тема 3.1. Методи прийому

Прямий, балансний, гетеродинний, кореляційний методи прийому.

Тема 3.2. Розрахунок відношення сигнал/шум на виході блока приймача випромінювання

Випадок переважання внутрішніх шумів. Випадок переважання зовнішніх шумів.

Розділ 4. Методи виявлення сигналів за умови наявності завад

Тема 4.1. Випадкові величини та способи їх опису

Функція розподілу випадкових величин безперервного та дискретного типів. Інтегральна функція розподілу. Початкові та центральні моменти. Основні типи законів розподілу випадкових величин.

Тема 4.2. Опис випадкових функцій

Стаціонарні та ергодичні процеси. Математичне очікування, дисперсія, функція кореляції.

Тема 4.3. Основні поняття теорії ймовірностей

Апріорні, апостеріорні умовні ймовірності гіпотез та їх комбінації. Формула Байєса.

Тема 4.4. Ймовірнісні характеристики виявлення

Відношення правдоподібності. Ймовірності правильних та хибних рішень. Правило вибору рішення та критерії оцінки його якості

Тема 4.5. Виявлення сигналу методом одноразового відліку

Ймовірності правильного виявлення, пропуску об'єкта, середній ризик. Робочі характеристики ОЕС в режимі виявлення.

Розділ 5. Розрахунки типових ОЕС різних класів

Тема 3.1. Радіометр

Типовий розрахунок пасивних ОЕС з протяжним джерелом випромінювання.

Тема 3.2. Пошуково - виявлювальна ОЕС

Особливості енергетичних розрахунків ОЕС з режимом пошук/виявлення

Тема 3.3. Слідкуюча ОЕС

Особливості енергетичних розрахунків ОЕС з режимом слідкування

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Розрахунок і конструювання оптико-електронних приладів: навч. посібник / А. С. Литвиненко, Г. О. Петченко, О. М. Ляшенко, О. М. Діденко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 139 с.
2. Колобродов В.Г., Микитенко В.І. Комплексування інформації в багатоканальних оптико-електронних системах спостереження: монографія / Київ, ПЦ «Аверс», 2013. – 178 с.
3. Розроблення та контроль автоматизованих оптико-електронних систем дистанційного

зондування Землі / В.Г. Колобродов, І.В. Кравченко, В.І. Микитенко. – Київ: Інтерсервіс, 2021. – 170 с.

Допоміжна література

4. Науково-практичні аспекти створення тепловізійних систем: монографія / В.Г. Колобродов, В.І. Гордієнко, В.І. Микитенко, І.В. Мазурін, С.І. Ключас – К: НТУУ КПІ, 2015. – 159 с.
5. Розрахунок і конструювання оптичних приладів [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів напрямку підготовки «Оптотехніка» професійного спрямування «Оптичне та оптико-електронне приладобудування», «Фотоніка та оптоінформатика» / НТУУ «КПІ»; уклад. О. К. Кучеренко. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,92 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 155 с.
6. Литвиненко А. С. Світлові прилади : навч. посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів / А. С. Литвиненко, О. Л. Черкашина ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 125 с.
7. Назаренко Л. А. Основи радіометрії та фотометрії: монографія / Л. А. Назаренко, В. М. Сорокін; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2014. – 352 с.
8. Проектування оптико-електронних приладів : посібник до самостійної роботи. Змістовий модуль "Оптичні системи ОЕП" [Електронний ресурс] / уклад. : Р. В. Трембовецька, Т. Ю. Кісіль, Ж. В. Сотула, К. В. Базіло ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2015. – 147 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Основні форми навчання - лекції, практичні заняття, індивідуальні завдання, самостійна робота студентів.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття.

1. Критерії якості оптико-електронних систем. Узагальнена методика енергетичного розрахунку
2. Джерела електромагнітного випромінювання
3. Середовища розповсюдження електромагнітного випромінювання
4. Вхідні оптичні блоки
5. Приймальні блоки оптико-електронних систем
6. Узгодження приймачів випромінювання з оптичною та електронною системою
7. Формування оптичного сигналу точковим, площинним, протяжним випромінювачем
8. Активний режим роботи оптико-електронних систем
9. Втрати потоку випромінювання в оптичній системі
10. Методи прийому оптичного сигналу
11. Розрахунок відношення сигнал/шум на виході блока приймача випромінювання
12. Випадкові величини та способи їх опису
13. Опис випадкових функцій
14. Основні поняття теорії ймовірностей
15. Ймовірнісні характеристики виявлення
16. Виявлення сигналу методом одноразового відліку
17. Енергетичні розрахунки радіометрів
18. Особливості енергетичних розрахунків пошуково – виявлювальних та слідкуючих ОЕС

Практичні заняття

1. Розрахунок опроміненості на вхідній зіниці ОЕС від точкового, площинного, протяжного випромінювача.
2. Розрахунок втрат випромінювання на трасі спостереження та в ОЕС.
3. Розрахунок відношення сигнал/шум на виході приймача випромінювання.
4. Визначення ймовірнісних характеристик виявлення в ОЕС, що працюють за критерієм Неймана-Пірсона методом одноразового відліку.
5. Розрахунок робочих характеристик ОЕС в режимі виявлення.
6. Розрахунок радіометра інфрачервоного діапазону спектру
7. Розрахунок пошуково-виявлювального ОЕП
8. Розрахунок слідкуючого ОЕП
9. Розрахунок імпульсного далекоміра

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання полягають у накопиченні та систематизації знань за тематикою навчальної дисципліни. Модульна контрольна робота передбачає перевірку базових знань із фізичних та теоретичних основ утворення, виявлення і аналізу інформації в оптико-електронних системах дистанційного спостереження. Модульна контрольна робота виконується на останньому практичному занятті.

6. Самостійна робота студента

Самостійне оволодіння теоретичним матеріалом за наданою викладачем методичною літературою. Підготовка до лекцій і практичних занять з використанням підручників, наукових монографій. Розв'язання задач і підготовка до контрольних робіт.

На самостійну роботу студентів виділяється 48 години, з яких 8 годин – на підготовку до заліку і 40 годин на опрацювання матеріалів лекцій, навчальної та наукової літератури відповідно до структури дисципліни.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
 - пропуск заняття у разі хвороби має бути підтверджено медичною довідкою;
 - при навчанні в дистанційному режимі: Zoom-конференція за посиланням викладача;
- **правила захисту практичних завдань:**
 - захист проходить на практичному занятті;
 - до захисту допускаються студенти з виконаним завданням;
 - захист полягає у співбесіді по теоретичних та практичних питаннях поточного завдання;
 - студент надсилає оформлений протокол комп'ютерного практикуму на електронну адресу викладача, Telegram канал або розміщені на платформі дистанційного навчання Moodle (при дистанційному навчанні);
 - у окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту;
- **правила захисту модульних контрольних робіт:**
 - виконання та захист модульної контрольної роботи проходить на практичному занятті;
 - студент надсилає оформлене виконання завдання на електронну адресу викладача Telegram канал або розміщені на платформі дистанційного навчання Moodle (при дистанційному навчанні);

- у окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - штрафні бали призначаються за пропуск лекційного заняття без поважної причини;
 - 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 контролі 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 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 контролі 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	Опитування за темою практичного заняття (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	8	9	72
2	Виконання модульної контрольної роботи	1	28	28
			Усього:	100

Практичне заняття оцінюється в 9 балів:

- повне та вчасне виконання завдання без помилок (не менше 95% потрібної інформації) – 9 балів;

- повне та вчасне виконання завдання з незначними помилками (не менше 75% потрібної інформації) – 7 балів;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи (не менше 60% потрібної інформації) – 5 балів;
- робота не виконана, або не захищена – 0 балів.

Модульна контрольна робота оцінюється в 28 балів:

- повне виконання завдання без помилок (не менше 90% потрібної інформації) – 28 балів;
- повне виконання завдання з незначними помилками (не менше 80% потрібної інформації) – 18-20 балів;
- невиконання завдання – 0 балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тижень) студент має отримати не менш ніж 19 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 32 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тижень) студент має отримати не менш 33 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 56 балів).

Семестровий контроль: залік.

Умовою допуску до семестрового контролю: оцінка з модульної контрольної роботи не менше 18 балів, семестровий рейтинг не менше 60 балів.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

Залікова контрольна робота складається з двох запитань теоретичного характеру. У цілому студент може підвищити оцінку не більше, ніж на 20 балів, система оцінювання кожного з теоретичних питань у відсотках:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 9-8 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 7-6 балів;
- відповідь відсутня/незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) – 0 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, що виносяться на залік:

1. Основні критерії якості ОЕС
2. Мета і основні етапи узагальненої методики енергетичного розрахунку
3. Розрахунок потоку від точкового об'єкта на фоні, що не випромінює
4. Розрахунок потоку від об'єкта кінцевої площі на фоні, що не випромінює
5. Розрахунок потоку від протяжного об'єкта
6. Розрахунок потоку від точкового об'єкта на фоні, що випромінює рівномірно
7. Фізичні втрати випромінювання в оптичних системах
8. Апертурні втрати випромінювання в оптичних системах
9. Відношення правдоподібності в задачах виявлення сигналу
10. Опис випадкових функцій
11. Основні поняття теорії ймовірностей
12. Ймовірнісні характеристики виявлення
13. Виявлення сигналу методом одноразового відліку

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри КІОНС, д.т.н., доцентом Микитенком В. І..

Ухвалено кафедрою КІОНС (протокол № 14 від 06.07.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету¹ (протокол № 7/22 від 07.07.2022 року)

¹Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.