



ПЕРЕТВОРЕННЯ СИГНАЛІВ В ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМАХ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</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 (дистанційна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів, 150 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/поточний контроль, МКР
Розклад занять	Згідно з розкладом занять, наведеним на сайті університету
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	к.т.н., доцент Сокуренко Вячеслав Михайлович <i>контактні дані</i> ¹ sokurenko2@meta.ua , 093-734-85-83
Розміщення курсу	https://do.ipi.kpi.ua/course/view.php?id=5060

Програма навчальної дисципліни

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

Головною метою дисципліни є ознайомлення студентів з сучасними методами розрахунку корисних і шумових сигналів, принципами просторово-частотної фільтрації і модуляції.

Задачею дисципліни є поглиблення у студентів здатностей (компетенцій), знань, вмінь і навичок до системного проектування оптико-електронних приладів (ОЕП) та їх складових елементів з застосуванням системного підходу та спектральної теорії, а саме:

- здатності знаходити часові та просторові спектри корисних і шумових сигналів;
- здатності застосовувати теореми і властивості спектрів;
- здатності визначати ширину смуги пропускання частот з метою найкращого відокремлення сигналу від шуму та досягнення бажаних характеристик ОЕП;
- здатності користуватися спеціальною технічною літературою та прикладними програмами тощо.

Після засвоєння кредитного модуля студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- математичного апарату перетворення електричних та оптичних сигналів в оптико-електронних приладах різного призначення;

уміння:

- уміння застосовувати спеціальні знання з математики при розв'язанні професійних задач;
- уміння забезпечити всебічність отримання інформації в процесі професійно-профільованої діяльності;
- уміння застосовувати спектральний аналіз під час проектування оптико-електронних приладів різного призначення;

досвід:

- роботи з інформацією та аналізу джерел;
- застосування набутих знань в процесі розв'язання професійних задач з проектування та розробки оптико-електронних приладів різного призначення.

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

Вивчення дисципліни базується на знаннях, здобутих студентами в процесі вивчення дисциплін першого (бакалаврського) рівня 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. Сигнали в оптоелектроніці

- Тема 1.1. Типи сигналів в оптико-електронних приладах і системах.
- Тема 1.2. Спеціальні функції, які застосовуються для опису сигналів в оптиці.

Розділ 2. Перетворення Фур'є

- Тема 2.1. Ряд Фур'є в тригонометричній формі.
- Тема 2.2. Ряд Фур'є в комплексній формі.
- Тема 2.3. Дискретний спектр.
- Тема 2.4. Інтеграл Фур'є.
- Тема 2.5. Властивості перетворення Фур'є.
- Тема 2.6. Неперервний спектр.
- Тема 2.7. Перетворення Фур'є сигналів з кінцевою потужністю.
- Тема 2.8. Перетворення Фур'є на площині.
- Тема 2.9. Перетворення Фур'є в оптиці.

Розділ 3. Згортка і кореляція

- Тема 3.1. Лінійні перетворення і інтеграл суперпозиції.
- Тема 3.2. Згортка та її властивості.
- Тема 3.3. Кореляція та її властивості.
- Тема 3.4. Згортка і кореляція на площині.
- Тема 3.5. Усічене перетворення Фур'є.
- Тема 3.6. Усічене перетворення Фур'є в оптиці.
- Тема 3.7. Лінійні системи.
- Тема 3.8. Лінійні системи в оптиці.

Розділ 4. Перетворення випадкових сигналів

- Тема 4.1. Випадковий сигнал та його опис.
- Тема 4.2. Стаціонарність і ергодичність.
- Тема 4.3. Авторокореляційна і крос-кореляційна функції.
- Тема 4.4. Спектральне представлення випадкових сигналів.
- Тема 4.5. Проходження випадкових сигналів через лінійну систему.
- Тема 4.6. Випадкові сигнали на площині.

- Тема 4.7. Випадкові сигнали в оптиці.

Розділ 5. Дискретні перетворення сигналів

- Тема 5.1. Цифрове представлення сигналів.
- Тема 5.2. Дискретизація сигналів з кінцевою смугою частот (з обмеженим спектром).

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. *Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / уклад. : Ю.О. Ушенко, М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 308 с.*
2. *Братченко Г. Д., Перелигін Б. В., Банзак О. В., Казакова Н. Ф., Григор'єв Д. В. Методи та засоби обробки сигналів. Навчальний посібник. – Одеса: Типографія-видавництво «Плутон», 2014. – 452 с.*
3. *Рибальченко М.О., Єгоров О.П., Зворикін В.Б. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 79 с.*
4. *Оптико-електронні системи ближньої локації : монографія / Я. І. Лепіх, В. І. Сантоній, Л. М. Будіянська та інші. За редакцією Лепіха Я.І. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 294 с.*

Додаткова література:

5. *Комп'ютерне моделювання систем і процесів. Методи обчислень. Частина 2 : навчальний посібник / [Р.Н. Кветний, І. В. Богач, О. Р. Бойко та інші]; за заг. Ред. Р. Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 235 с.*
6. *Синявська О. О., Слюсарчук П. В. Ряди Фур'є. Навчальний посібник для студентів спеціальностей математика, прикладна математика, статистика. – Ужгород, 2015. – 70 с.*
7. *Конспект лекцій до кредитного модулю «Спеціальні розділи оброблення сигналів 2» для магістрів радіотехнічного факультету, спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка, спеціалізації «Радіозв'язок та оброблення сигналів» / Уклад.: І.О. Сушко, Н.О. Лащевська, А.В. Мовчанюк, Р. В. Антипенко – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 172 с.*
8. *Сайко В.Г., Оксіюк О.Г., Дікарев О.В. Основи цифрового оброблення сигналів в системах цифрового радіозв'язку. Частина 1. Навчальний посібник. – К.: ДУТ, 2016. – 107 с.*
9. *Хвильова оптика. Частина 1. Електромагнітна теорія світла та інтерференція: Підручник/Уклад.: В.Г. Колобродов. – К.: НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», 2017. – 208 с.*
10. *Хвильова оптика. Частина 2. Дифракція і поляризація світла: Підручник/Автор: В.Г. Колобродов. – К.: НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», 2018. – 240 с.*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання – лекції, практичні заняття, виконання модульної контрольної роботи, самостійна робота студентів.

Лекційні заняття:

1. Вступна лекція.
2. Типи сигналів в оптико-електронних приладах і системах.

3. Гармонічна функція.
4. Спеціальні функції, які застосовуються для опису сигналів в оптиці.
5. Ряд Фур'є.
6. Інтеграл Фур'є.
7. Неперервний спектр.
8. Перетворення Фур'є сигналів з кінцевою потужністю.
9. Перетворення Фур'є на площині. Перетворення Фур'є в оптиці.
10. Лінійні перетворення. Інтеграл суперпозиції.
11. Згортка та її властивості.
12. Кореляція та її властивості.
13. Усічене перетворення Фур'є.
14. Лінійні системи.
15. Передавальна функція вільного простору.
16. Функції розсіювання точки та передавальні функції.
17. ФРТ оптичних систем.
18. ОПФ оптичних систем та її складові.
19. Випадковий сигнал та його опис.
20. Стаціонарність і ергодичність.
21. Автокореляційна і крос-кореляційна функції.
22. Спектральне представлення випадкових сигналів.
23. Проходження випадкових сигналів через лінійну систему.
24. Випадкові сигнали на площині.
25. Випадкові сигнали в оптиці.
26. Цифрове представлення сигналів.
27. Дискретизація сигналів з кінцевою смугою частот (з обмеженим спектром).

Практичні заняття:

1. Вступне заняття. Електричні і оптичні та сигнали. Часова та просторова гармоніки.
2. Ряд Фур'є в тригонометричній формі.
3. Ряд Фур'є в комплексній формі.
4. Інтегральні перетворювання Фур'є.
5. Інтеграл згортки і кореляції.
6. Лінійна система.
7. Випадкові сигнали і поля.
8. Модульна контрольна робота.
9. Підсумкове заняття.

Індивідуальні завдання:

Індивідуальні завдання передбачають розв'язання практичних завдань для закріплення теоретичного матеріалу та підготовки до практичних занять.

На першу частину модульної контрольної роботи виносяться два теоретичних питання з розділів 1 і 2, а саме: основні типи сигналів в оптико-електронних приладах і системах, ряди Фур'є в тригонометричній та в комплексній формах, перетворення Фур'є та його властивості, спектри сигналів з кінцевою потужністю. На другу частину модульної контрольної роботи виносяться два теоретичних питання з розділів 3 і 4, зокрема: згортка та її властивості, кореляція та її властивості, усічене перетворення Фур'є, лінійні системи.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Підготовка до лекцій та практичних занять. Виконання самостійної роботи, яка сприяє накопиченню та систематизації знань за тематикою навчальної дисципліни. Розв'язання

задач. Підготовка до написання модульної контрольної роботи, призначеної для перевірки отриманих базових знань за лекційним матеріалом.

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 виконання завдань на практичних заняттях**
 - на практичному занятті студент надає виконане практичне завдання для перевірки викладачу, під час опитування відповідає на запитання викладача;
 - надсилає виконане практичне завдання за темою заняття на електронну адресу викладача, Telegram канал або розміщені на платформі дистанційного навчання Moodle (при дистанційному навчанні), під час опитування відповідає на запитання викладача;
- **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 контроль 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 контроль 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)

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Поточний контроль:

Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
Опитування на практичних заняттях	4	5	20
Виконання модульної контрольної роботи (дві частини)	2	20	40
		Усього	60

Система оцінювання відповіді на практичному занятті:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 5 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 4 бали;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками (правильно виконано не менше 60% завдання) – 3 бали;
- «незадовільно», завдання не виконано, або правильно виконано менше 60% завдання – 0 балів.

Система оцінювання кожної з двох частин модульної контрольної роботи:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 20-19 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 18-15 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 14-12 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь, або правильно виконано менше 60% завдання – 0 балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_C = 20 + 40 = 60 \text{ балів.}$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 40% від R, а саме:

$$R_E = R_C \frac{0,4}{1-0,4} = 40 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = R_C + R_E = 100 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації:

Для отримання "зараховано" з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент

матиме на менш ніж 14 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом "ідеальний" студент має отримати 24 бали).

Для отримання "зараховано" з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менше 30 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом "ідеальний" студент має отримати 50 балів).

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 60. Необхідною умовою допуску до екзамену є позитивна оцінка з МКР і стартовий рейтинг, не менший за 30 балів.

Система оцінювання екзамену:

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне (задачу). Перелік екзаменаційних питань доводиться до відома студентів на початку семестру. Кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, а практичне – 10 балів. Максимальна оцінка за екзамен – 40 балів.

Система оцінювання теоретичних питань екзамену:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15-14 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 13-11 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 10-9 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь або містить менше 60% потрібної інформації – 0 балів.

Система оцінювання практичного питання (задачі) екзамену:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 10 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 8-9 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками (правильно вирішено не менше 60% завдання) – 6-7 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Сума рейтингових балів та балів за екзамен переводиться до загальної оцінки згідно таблиці переведення рейтингових оцінок.

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)

В рамках опанування дисципліни «Перетворення сигналів в оптико-електронних системах» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено посада доцентом кафедри КІОНС, к.т.н., доцентом Сокуренок Вячеславом Михайловичем.

Ухвалено кафедрою КІОНС (протокол № 14 від 06.07.2022)

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