



ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ ТА ЗОБРАЖЕНЬ

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>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5,5 кр. (165 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен /поточний контроль, модульна контрольна робота, розрахункова робота</i>
Розклад занять	<i>Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н, доцент Микитенко Володимир Іванович, v.mykytenko@kpi.ua Практичні: к.т.н. Мамута Марина Сергіївна, rybalkomaryna@gmail.com, Кравченко Ігор Володимирович, anjak@i.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://ecampus.kpi.ua https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5826 https://github.com/SVS97/DIP</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Цифрова обробка сигналів та зображень» призначена для забезпечення підготовки у магістрів здатностей та компетентностей, необхідних для розв'язання практичних задач професійної діяльності, пов'язаної з розробкою, вдосконаленням та експлуатацією засобів цифрової обробки сигналів та зображень.

Метою освітнього компонента є формування у студентів здатностей:

- ЗК 1. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні
- ЗК 3. 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.
- СК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.
- СК7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

- СК8. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу;
- СК9. Здатність використовувати поглиблені знання спеціального математичного інструментарію для моделювання, аналізу та ідентифікації приладів і систем автоматизації, та процесів, що в них протікають.

Основні завдання освітнього компонента.

Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- РН04. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.
- РН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.
- РН13. Використовувати спеціальний математичний інструментарій для моделювання, аналізу та ідентифікації приладів і систем автоматизації, та процесів, що в них протікають.

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

Вивчення кредитного модулю базується на знаннях отриманих на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти.

У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у спеціальних і професійно-орієнтованих дисциплінах, а також при роботі за темою магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Класифікація та основи цифрового представлення сигналів.

- Тема 1.1. Вступ до цифрової обробки сигналів та зображень.
- Тема 1.2. Форми подання та класифікація сигналів.
- Тема 1.3. Узагальнені схеми цифрових систем.
- Тема 1.4. Аналого-цифрове перетворення сигналів.
- Тема 1.5. Цифро-аналогове перетворення сигналів.

Розділ 2. Інтегральні перетворення сигналів.

- Тема 2.1. Підходи до спектрального аналізу сигналів методом Фур'є.
- Тема 2.2. Використання дискретного та швидкого перетворення Фур'є для спектрального аналізу сигналів.
- Тема 2.3. Застосування вейвлет-перетворень для обробки сигналів.
- Тема 2.4. Перетворення Гільберта у цифровій обробці сигналів.

Розділ 3. Модуляція сигналів.

- Тема 3.1. Види та методи модуляції сигналів.
- Тема 3.2. Демодуляція сигналів.

Розділ 4. Цифрова фільтрація та обробка сигналів і зображень.

- Тема 4.1. Лінійна та нелінійна цифрова фільтрація.

- Тема 4.2. Кореляційний аналіз сигналів та зображень.
- Тема 4.3. Цифрова обробка кольорових зображень.
- Тема 4.4. Алгоритми передискретизації сигналів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Наконечний А. Й. Обробка сигналів : навч. посіб. / А. Й. Наконечний, Р. І. Стахів, Р. А. Наконечний. Нац. ун-т «Львівська політехніка». – Львів : Растр-7. – 2017. – 217 с/
2. Вовк С.М., Гнатушенко В.В., Бондаренко М.В. Методи обробки зображень та комп'ютерний зір. Навчальний посібник. Дніпро: «ЛІРА», 2016. – 148 с.
3. Кобилін О.А., Творошенко І.С. Методи цифрової обробки зображень: Навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ, 2021. – 124 с.
4. Зеленський К.Х., Ігнатенко В.М., Поліновський В.В. Комп'ютерні методи обробки сигналів та зображень: навчальний посібник. Київ: Університет "Україна", 2013. - 372 с.
5. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / Ушенко Ю.О., М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 308 с.
6. Рибальченко М.О., Єгоров О.П., Зворикін В.Б. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 79 с.
7. Боровицький В. М., Розробка програм для цифрової обробки зображень з застосуванням OpenCV", Навчальний посібник. Київ: "Політехніка", 2022. – 84 с.

Додаткова література

8. Бортник, Г. Г. Цифрова обробка сигналів в телекомунікаційних системах: підручник / Г. Г. Бортник, В. М. Кичак. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 232 с.
9. Перекрест А. Л. Практикум з вивчення методів цифрової обробки сигналів у прикладних програмних пакетах: навч. посібник / А. Л. Перекрест, О. П. Чорний, Г. О. Гаврилець. / Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2015. – 145 с.
10. Лавер В.О., Левчук О.М. Обробка зображень: навчальний посібник / В.О. Лавер, О.М. Левчук. – Ужгород : вид-во ПП «АУТДОР - ШАРК», 2021. – 51 с.
11. Цимбал О. М., Броніков А.І. Системи адаптації роботів і технологія OpenCV : навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ, 2019. - 144 с.
12. Крєневич А.П. Python у прикладах і задачах. Частина 1. Структурне програмування. Київ: ВПЦ "Київський Університет", 2017. – 206 с.
13. Крєневич А.П. Python у прикладах і задачах. Частина 2. Об'єктно-орієнтоване програмування. Навчальний посібник – Київ: ВПЦ "Київський Університет", 2020. – 152 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання - лекції, комп'ютерний практикум, індивідуальні завдання, самостійна робота студентів.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття

1. Вступ до цифрової обробки сигналів та зображень.
2. Форми подання та класифікація сигналів.
3. Математичне представлення сигналів та зображень.
4. Узагальнені схеми цифрових систем.

5. Аналого-цифрове перетворення сигналів.
6. Цифро-аналогове перетворення сигналів.
7. Підходи до спектрального аналізу сигналів методом Фур'є.
8. Використання дискретного та швидкого перетворення Фур'є для спектрального аналізу сигналів.
9. Застосування вейвлет-перетворень для обробки сигналів.
10. Перетворення Гільберта у цифровій обробці сигналів.
11. Види та методи модуляції сигналів.
12. Демодуляція сигналів.
13. Лінійна цифрова фільтрація.
14. Нелінійна цифрова фільтрація.
16. Автокореляційна функція та згортка.
17. Цифрова обробка кольорових зображень.
18. Алгоритми передискретизації сигналів.

Практичні заняття (комп'ютерний практикум)

1. Вступне заняття з техніки безпеки й правил поведіння в комп'ютерному класі. Знайомство з засобами цифрової обробки зображень на мові програмування Python.
2. Початок роботи з бібліотекою NumPy. Створення та відображення масивів даних. Базові операції з масивами. Створення градієнтних зображень.
3. Основи роботи з бібліотекою Matplotlib. Побудова двомірних графіків та гістограм. Створення 3D поверхонь.
4. Побудова сигналів з використанням бібліотеки NumPy. Моделі тестових сигналів. Імпульсні, періодичні та випадкові сигнали. Генерація цифрових сигналів певної форми.
5. Початок роботи з бібліотекою OpenCV. Зчитування, запис та відображення зображень. Визначення параметрів зображення: розмір, канали, колір.
6. Робота з графічними інструментами OpenCV.
7. Просторова обробка зображень: поелементна обробка. Гістограма цифрового зображення.
8. Реалізація перетворення Фур'є за допомогою бібліотеки NumPy. Обробка зображення за допомогою фільтру високих частот. Перетворення Фур'є в OpenCV. Обробка зображення за допомогою фільтру низьких частот.
9. Спектральний аналіз сигналів.
10. Застосування перетворень Вейвлет та Гільберта для обробки сигналів.
11. Геометричні перетворення зображень: масштабування, обертання, переміщення, перекис.
12. Цифрова модуляція та демодуляція сигналів.
13. Лінійна фільтрація сигналів.
14. Просторова обробка зображень: просторова фільтрація.
15. Морфологічна обробка зображень: ерозія, діляція, морфологічне відкриття, закриття та градієнт, ізоляція локальних максимумів та темних регіонів.
16. Цифрова згортка та кореляція сигналів та зображень.
17. Порогова обробка зображень.
18. Підведення підсумків.

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання полягають у накопиченні та систематизації знань за тематикою навчальної дисципліни. Модульна контрольна робота передбачає перевірку базових знань за чотирма лекційними розділами, а саме: основи цифрового представлення сигналів, інтегральні перетворення сигналів, модуляція сигналів, цифрова фільтрація та обробка сигналів і зображень. Розрахункова робота сприяє закріпленню умінь студентів з обчислення характеристик лінійних

дискретних систем та опануванні методів синтезу цифрових фільтрів. Завдання полягають у синтезі лінійних цифрових фільтрів зі скінченною та нескінченною імпульсними характеристиками. Студенти мають синтезувати, розрахувати та побудувати характеристики фільтру Чебишева або Баттерворта у відповідності до варіанту завдання.

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, виконання розрахункової роботи. На самостійну роботу виділяється 93 години, з яких 30 годин – на підготовку до екзамену, 15 годин на виконання розрахункової роботи, 48 годин - на опрацювання матеріалів лекцій, комп'ютерних практикумів та вивчення навчальної 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 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 виконання модульної контрольної роботи:**
 - виконання модульної контрольної роботи проходить на практичному занятті;
 - при дистанційному навчанні виконання окремих виконаних пунктів (завдань) модульної контрольної роботи може проходити за визначеним календарним планом, студент надсилає оформлене виконане завдання на електронну адресу викладача чи Telegram канал;
 - у окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту;
- **правила виконання розрахункової роботи:**
 - розрахункова робота виконується як різновид самостійної роботи студента, на практичному занятті/консультації студент надає виконану роботу на перевірку викладачу, надає відповіді/пояснення на поставлені запитання;
 - при дистанційному навчанні студент надсилає оформлене виконане завдання на електронну адресу викладача чи Telegram канал;
 - у окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**

- штрафні бали призначаються за несвоєчасне виконання завдань модульної контрольної роботи та розрахункової роботи, заохочувальні – за виконання ускладнених завдань;
- 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 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
Опитування за темою практичного заняття	16	2	32
Виконання модульної контрольної роботи	1	10	10
Виконання розрахункової роботи	1	18	18
		Усього	60

Практичне заняття оцінюється в 2 бали:

- повне та вчасне виконання завдання без помилок – 2 бали;
- повне та вчасне виконання завдання з незначними помилками – 1,2 балів;
- робота не виконана, або не захищена – 0 балів.

Модульна контрольна робота оцінюється в 10 балів:

- повне виконання завдання без помилок – 10 балів;
- повне виконання завдання з незначними помилками – 8-9 балів;

- часткове виконання завдання (не менше 60%), або виконання з помилками – 6-7 балів;
- невиконання завдання – 0 балів.

Розрахункова робота оцінюється в 18 балів:

- повне та вчасне виконання завдання без помилок – 17-18 балів;
- повне та вчасне виконання завдання з незначними помилками – 14-16 балів;
- повне, але невчасне виконання завдання з помилками (більше 60% правильно виконаного завдання) – 11-13 балів;
- невиконання завдання, або виконання з суттєвими помилками (менше 60% правильно виконаного завдання) – 0 балів.

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

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) 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 тиждень) 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: екзамен (40 балів).

На екзамені студенти мають надати усну відповідь за тематикою завдання. Кожне завдання містить два теоретичних запитання.

Кожне теоретичне питання оцінюється у 20 балів, за такими критеріями:

19-20 балів – повна відповідь, студент демонструє додаткові знання та загальну обізнаність (не менше 90% потрібної інформації);

15-18 балів – достатньо повна відповідь, незначні неточності, студент володіє знаннями по даному питанню (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);

12-14 балів – неповна відповідь, суттєві неточності, студент володіє тільки частиною знань з даного питання (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);

0 балів – незадовільна відповідь або взагалі відсутня, рівень знань, продемонстрований студентом, низький.

Після оцінювання відповіді студента на екзамені стартові бали та бали за екзамен додаються, зводяться до рейтингової оцінки студента та переводяться до оцінок за університетською шкалою згідно таблиці:

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 «Цифрова обробка сигналів та зображень» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

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 факультету (протокол № 7/22 від 07.07.2022 року)