



ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ ТА ЗОБРАЖЕНЬ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5,5 кредитів / 165 годин, з них аудиторні 72 год., самостійна робота - 93 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен (усний) / модульна контрольна робота, розрахунково-графічна робота
Розклад занять	Згідно: https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: к.т.н., доцент Муравйов Олександр Володимирович, stals98@ukr.net; д.т.н., проф. Микитенко Володимир Іванович, v.mykytenko@kpi.ua; д.т.н., проф. Тимчик Григорій Семенович, deanpb@kpi.ua. Практичні: к.т.н., доцент Чепюк Ларіна Олексіївна, l.cherpiuk@kpi.ua; ст. викл. Кравченко Ігор Володимирович, kravchenko.igor@iit.kpi.ua; ас. Третяк Олена Вячеславівна.
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4774 https://github.com/mosolab/DIP/tree/Images

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.

Мета дисципліни: підготовка висококваліфікованих фахівців, які володіють методами побудови та експлуатації засобів цифрової обробки сигналів та зображень, вміють на основі отриманих теоретичних результатів виконувати як моделювання, так і розробку таких засобів.

Предмет дисципліни: теорія та практика застосування засобів цифрової обробки сигналів та зображень.

Дисципліна «Цифрова обробка сигналів та зображень» відноситься до циклу професійної підготовки. Дана дисципліна необхідна для формування у студентів знань про методи та засоби передачі, обробки, аналізу сигналів і зображень за допомогою цифрових систем. Розглянутий матеріал дасть змогу майбутньому фахівцю створювати та застосовувати сучасні комп'ютерно-

інтегровані технології, розробляти цифрові системи, проводити автоматизацію процесів обробки сигналів і зображень. Набуті під час вивчення дисципліни знання, вміння та досвід можуть бути використані студентами в подальшому при вивченні спеціальних дисциплін.

Метою освітнього компонента є формування у студентів **здатностей**:

- ЗК1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні;
- ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- ЗК3. 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.

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)

Дисципліна «Цифрова обробка сигналів та зображень» базується на знаннях, здобутих студентами в процесі вивчення ними вищої математики, програмування, проектування систем автоматизації, теорії автоматичного керування протягом здобуття першого (бакалаврського) рівня 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

На першому занятті передбачається ознайомлення студентів із структурою дисципліни, планом та порядком проведення лекційних занять, видами проміжного контролю, системою оцінювання (зокрема рейтинговою системою оцінювання успішності студентів).

Лекційні заняття присвячені вивченню основних методів та технічної реалізації цифрової обробки інформації; особливостей аналогово-цифрового та цифро-аналогового перетворень сигналів; основ аналізу та розпізнавання цифрових зображень; методів лінійної та нелінійної цифрової фільтрації сигналів; принципів автоматизації процесів аналізу цифрових зображень.

Проведення лекцій супроводжується переглядом презентаційних матеріалів. Тематичний зміст дисципліни наступний:

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, яку потрібно прочитати для опанування дисципліни:

1. Сокурєнко В. М. Перетворення сигналів в оптико-електронних системах [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Сокурєнко В. М. – Електронні текстові дані (1 файл: 1.91 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2023. – 114 с.

2. 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.

3. Кобилін О. А., Творошенко І.С. Методи цифрової обробки зображень: Навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ. – 2021. – 124 с.

4. Боровицький В. М., Розробка програм для цифрової обробки зображень з застосуванням OpenCV", Навчальний посібник. Київ: "Політехніка". – 2022. – 84 с.

Додаткова література, яку рекомендовано використовувати для поглиблених знань з дисципліни:

5. Цимбал О. М., Броніков А.І. Системи адаптації роботів і технологія OpenCV : навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ. – 2019. – 144 с.

6. Крєневич А. П. Python у прикладах і задачах. Частина 1. Структурне програмування. Київ: ВПЦ "Київський Університет". – 2017. – 206 с.

7. Крєневич А. П. Python у прикладах і задачах. Частина 2. Об'єктно-орієнтоване програмування. Навчальний посібник – Київ: ВПЦ "Київський Університет". – 2020. – 152 с.

8. А. В. Downey Think DSP: Digital Signal Processing in Python. – O'Reilly Media. – 2016. – 165 p.

9. Наконєчний А. Й. Обробка сигналів : навч. посіб. / А. Й. Наконєчний, Р. І. Стахів, Р. А. Наконєчний. Нац. ун-т «Львівська політехніка». – Львів: Растр-7. – 2017. – 217 с.

10. Творошенко І. С. Конспект лекцій з дисципліни «Цифрова обробка зображень» / І. С. Творошенко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бєкетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бєкетова, 2015. – 75 с.

11. Попов А. О. Теорія сигналів [Електронний ресурс] : навчальний посібник / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. А. О. Попов. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,87 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 270 с.

12. Муравйов О. В. Передача даних та сучасні методи обробки сигналів. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / О. В. Муравйов. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,05 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 55 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальні заняття передбачені у формі лекцій, практичних занять та самостійної роботи студентів. Застосовується стратегія активного і колективного навчання, яка визначається інформаційно-комунікаційною технологією, що забезпечує проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо- та відеопідтримки навчальних занять тощо).

Лекційні заняття

Лекція 1. Вступ до цифрової обробки сигналів та зображень.

Вступна частина. Поняття сигналу та зображення. Поняття цифрової обробки сигналу. Растрове і векторне представлення зображень. Типові задачі цифрової обробки сигналів [1-3].

Лекція 2. Форми подання та класифікація сигналів.

Випадкові та детерміновані сигнали. Аналогові та цифрові сигнали. Квантування та дискретизація аналогового сигналу. Одновимірні та багатовимірні сигнали. Загальна класифікація сигналів [1,2,11].

Лекція 3. Математичне представлення сигналів та зображень.

Моделі тестових сигналів. Основні характеристики, математичний опис та властивості тестових сигналів. Функція Хевісайда та її застосування при обробці сигналів. Функція Дірака та її властивості [1,2,12].

Лекція 4. Узагальнені схеми цифрових систем.

Структурні схеми типових модулів аналогово-цифрового та цифро-аналогового перетворювачів, їх основні компоненти та принцип роботи. Будова, призначення та принцип роботи мультиплексора [1,2].

Лекція 5. Аналого-цифрове перетворення сигналів.

Основа принципу часової дискретизації сигналу. Критерії якості наближення сигналу. Види часової дискретизації сигналу. Поняття стиснення даних. Вибір кроку рівномірної часової дискретизації. Теорема Котельникова. Основні характеристики аналогово-цифрових перетворювачів [1,2].

Лекція 6. Цифро-аналогове перетворення сигналів.

Відновлення неперервних сигналів. Екстраполяція даних. Поняття та види екстраполяторів. Імпульсна характеристика і передавальна функція екстраполятора. Аналогова модель екстраполятора. Похибки відновлення аналогової форми сигналу [1,2].

Лекція 7. Підходи до спектрального аналізу сигналів методом Фур'є.

Розклад функції в ряд Фур'є. Поняття та визначення дійсних коефіцієнтів Фур'є. Теорема Найквіста. Особливості розкладу функції в комплексний ряд Фур'є. Поняття та визначення комплексних коефіцієнтів Фур'є. Визначення спектру амплітуд, спектру фаз та спектру потужності сигналу. Теорема Парсеваля. Основні властивості розкладання сигналу в ряд Фур'є [1,2,11].

Лекція 8. Використання дискретного та швидкого перетворення Фур'є для спектрального аналізу сигналів.

Технологія застосування методу Фур'є для аналізу цифрових сигналів. Поняття про дискретне перетворення Фур'є. Основні властивості дискретного перетворення Фур'є. Періодичність та симетричність спектру. Необхідність застосування та суть алгоритму швидкого перетворення Фур'є. Фільтрація сигналів за допомогою дискретного перетворення Фур'є [1,2,12].

Лекція 9. Застосування вейвлет-перетворень для обробки сигналів.

Недоліки спектрального аналізу цифрових сигналів методом Фур'є. Поняття прямого та оберненого вейвлет-перетворення. Основні ознаки вейвлету. Приклади материнських вейвлетів. Неперервне вейвлет-перетворення. Властивості вейвлет-аналізу [2,3].

Лекція 10. Перетворення Гільберта у цифровій обробці сигналів.

Математичний опис та властивості дискретного перетворення Гільберта. Приклади використання. Швидкі алгоритми обчислення. Перетворювач Гільберта для формування комплексного аналітичного сигналу. Смогова дискретизація сигналів [2,3]. *Модульна контрольна робота, перша частина.*

Лекція 11. Види та методи модуляції сигналів.

Поняття та призначення модуляції сигналів. Види модуляції та їх реалізація. Модуляція аналогових сигналів. Однотональна та багатотональна амплітудна модуляція. Цифрова модуляція сигналів [1,2,12].

Лекція 12. Демодуляція сигналів.

Методи демодуляції амплітудно-модульованого сигналу. Коефіцієнт корисної дії різних методів демодуляції. Схема і принцип роботи амплітудного однонапівперіодного детектора. Амплітудний детектор з синхронною демодуляцією [1,2,12].

Лекція 13. Лінійна цифрова фільтрація.

Поняття лінійної простово-інваріантної системи. Глобальна та локальна лінійна фільтрація. Згладжуючі фільтри. Фільтри піксельних границь. Диференціальні оператори визначення границь на зображенні [1,2,9].

Лекція 14. Нелінійна цифрова фільтрація.

Методи рішення задачі нелінійної фільтрації. Медіанна фільтрація. Фільтри “максимум” та “мінімум”. Оператори математичної морфології. Области застосування нелінійних фільтрів [1,2,9].

Лекція 15. Основи кореляційного аналізу сигналів та зображень.

Вимірювання степені подібності функцій. Поняття коефіцієнту кореляції. Поняття, визначення та властивості функції взаємної кореляції. Використання функції взаємної кореляції для розрахунку часової затримки сигналів [1,2,10].

Лекція 16. Автокореляційна функція та згортка.

Поняття, визначення та властивості функції автокореляції. Теорема Вінера - Хінчина. Поняття спектральної щільності потужності сигналу. Теорема згортки. Властивості операції згортки. Дискретна згортка [1,2,10,12].

Лекція 17. Цифрова обробка кольорових зображень.

Колірні моделі зображень. Псевдокольори. Основи обробки кольорових зображень. Колірні перетворення. Згладжування і підвищення різкості. Стиснення кольорових зображень [3,4].

Лекція 18. Алгоритми передискретизації сигналів.

Поняття децимації та інтерполяції сигналів і зображень. Децимація з цілим кроком. Вплив передискретизації на якість цифрового сигналу. Дискретизація сигналів із запасом по частоті дискретизації. Методи передискретизації зображень [2,9]. *Модульна контрольна робота, друга частина.*

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять: закріпити теоретичний матеріал, отримати практичні навички написання програмного забезпечення для цифрової обробки сигналів та зображень, викликати інтерес до подальшого застосування знань з дисципліни в навчальній, науковій та професійних сферах. Нижче наведено деталізований опис практичних занять:

ПЗ 1. Вступне заняття з техніки безпеки й правил поведінки в комп'ютерному класі. Знайомство з засобами цифрової обробки зображень на мові програмування Python. Налаштування та вхід до віртуального середовища. Перевірка наявності та версії встановлених бібліотек OpenCV, Matplotlib. Основи роботи з Jupyter Notebook [4-8].

ПЗ 2. Початок роботи з бібліотекою NumPy. Створення та відображення масивів даних. Базові операції з масивами. Створення градієнтних зображень [4-7].

ПЗ 3. Основи роботи з бібліотекою Matplotlib. Побудова двомірних графіків та гістограм. Створення 3D поверхонь [4-7].

ПЗ 4. Побудова сигналів з використанням бібліотеки NumPy. Моделі тестових сигналів. Імпульсні, періодичні та випадкові сигнали. Генерація цифрових сигналів певної форми [4-7].

ПЗ 5. Початок роботи з бібліотекою OpenCV. Зчитування, запис та відображення зображень. Визначення параметрів зображення: розмір, канали, колір. Доступ до окремих пікселів та окремих кольорних каналів кольорового зображення. Робота з групою пікселів [4-7].

ПЗ 6. Робота з графічними інструментами OpenCV. Побудова двомірних графіків. Знаходження та побудова контурів об'єкта. Порогова обробка зображення [4-7].

ПЗ 7. Просторова обробка зображень: поелементна обробка. Гістограма цифрового зображення. Перетворення зображення в негатив. Зміна контрасту зображення. Гама-корекція зображення. Еквалізація гістограми. Порівняти гістограми двох зображень [4-7].

ПЗ 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. Зниження роздільної здатності за допомогою Гауссового фільтра. Підвищення роздільної здатності зображення за допомогою перетворення Фур'є. Відновлення розмитих зображень [4-7].

ПЗ 9. Спектральний аналіз сигналів. Побудова спектру амплітуд та фаз імпульсного сигналу. Фільтрація аналогового сигналу за допомогою перетворення Фур'є [4-7].

ПЗ 10. Застосування перетворень Вейвлет та Гільберта для обробки сигналів. Безперервне одновимірне вейвлет-перетворення. Побудова вейвлетного спектру сигналу. Дискретне перетворення Гільберта [4-7].

ПЗ 11. Геометричні перетворення зображень: масштабування, обертання, переміщення, перекис. Просторове перетворення координат. Інтерполяція значень яскравості пікселів. Перетворення перспективи зображення. Аугментація зображення [4-7].

ПЗ 12. Цифрова модуляція та демодуляція сигналів. Дослідження сигналів з амплітудною модуляцією. Спектри одно- та багатотонального амплітудно-модульованих сигналів. Методи демодуляції сигналів та порівняння їх ефективності [4-7].

ПЗ 13. Лінійна фільтрація сигналів. Моделювання фільтрів низьких та високих частот і дослідження результатів їх застосування. Шумова фільтрація та виділення смуги частот сигналів [4-7].

ПЗ 14. Просторова обробка зображень: просторова фільтрація. Лінійна фільтрація зображень. Фільтрація зображення за допомогою функції Гауса. Нелінійна фільтрація зображень. Медіанний фільтр. Фільтри підвищення різкості. Порівняти гістограми двох зображень після просторової фільтрації [4-7].

ПЗ 15. Морфологічна обробка зображень: ерозія, діляція, морфологічне відкриття, закриття та градієнт, ізоляція локальних максимумів та темних регіонів. Збільшення та зменшення контурів зображення [4-7].

ПЗ 16. Цифрова згортка та кореляція сигналів та зображень. Кореляційний аналіз і згортка дискретних сигналів. Функція взаємної кореляції дискретних сигналів. Кореляційне зіставлення зображень [4-7].

ПЗ 17. Порогова обробка зображень. Глобальна порогова обробка. Бінарізація методом Оцу. Порогова обробка з декількома порогами. Адаптивна порогова обробка зображень [4-7].

ПЗ 18. Підведення підсумків.

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання полягають у накопиченні, поглибленні та систематизації знань за тематикою навчальної дисципліни. Модульна контрольна робота передбачає перевірку базових знань за чотирма лекційними розділами. Розрахунково-графічна робота сприяє розвитку умінь студентів із застосування методів цифрової обробки даних, моделювання амплітудно-модульованих сигналів та їх детектування за допомогою різних методів демодуляції, методів синтезу цифрових фільтрів, а також закріпленню навичок цифрової обробки сигналів з використанням мови програмування Python.

6. Самостійна робота студента

У відповідності до робочого навчального плану передбачено 93 години для самостійної роботи студентів, з яких 30 годин відводиться на підготовку до іспиту, 8 годин – на виконання індивідуального завдання, 10 годин – на підготовку до модульної контрольної роботи та 45 годин на підготовку до аудиторних занять, опрацювання матеріалів лекцій, оформлення результатів виконання практичних робіт та ознайомлення із навчальною літературою відповідно до структури дисципліни. Робота студента направлена на засвоєння та поглиблення вивченого матеріалу, підготовку до занять та семестрового контролю. Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань, отриманих під час вивчення дисципліни та здобуття навичок самостійного опанування матеріалу.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні вимоги для вивчення дисципліни та успішного проходження семестрового контролю:

- **правила відвідування занять:**
 - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції на платформі Zoom (або будь якій іншій за вимогою студентів), посилання надається старостам груп на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни;
 - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
 - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;
 - поточні запитання за темою заняття необхідно прописувати в чаті конференції, щоб запобігти перериванню викладення матеріалу на середині. У перерві між темами (підтемами) ці питання будуть розглянуті.
- **правила захисту практичних завдань:**
 - захист практичних робіт проходить під час проведення практичного заняття, а у випадку дистанційного навчання – у режимі онлайн-конференції на платформі Zoom (кожен отримує індивідуальні запитання для усної відповіді) або шляхом заповнення тесту через GoogleForm;
 - у окремих випадках допускається можливість захисту не за розкладом та за домовленістю зі студентами.
- **правила захисту розрахунково-графічних робіт:**
 - захист розрахунково-графічних робіт проходить під час одного з лекційних занять, а у випадку дистанційного навчання – у режимі онлайн-конференції на платформі Zoom (кожен отримує індивідуальні запитання для усної відповіді);
 - у окремих випадках допускається можливість захисту не за розкладом та за домовленістю зі студентами.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - докладна інформація про штрафні та заохочувальні бали наведена у п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
 - 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 тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;
 - захист практичних робіт вважається вчасним, якщо він відбувається у межах трьох занять після проведення практичної роботи;
 - перескладань для підвищення балів не передбачено.
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- **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

У випадку незгоди із результатами контрольних заходів студенти можуть виконувати і/або захищати їх у присутності комісії, яка формується із викладачів кафедри, на якій викладається дисципліна.

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

Оцінювання результатів навчання студента здійснюється за 100-бальною системою та складається з двох складових – стартової (виконання та захист практичних робіт, виконання модульної контрольної роботи, виконання та захист розрахунково-графічної роботи) та екзаменаційної (оцінювання під час семестрового контролю).

8.1. Розмір стартової складової PCO дорівнює 60 балів, екзаменаційної – 40 балів.

Стартові бали формуються як сума рейтингових балів, отриманих студентом за:

- виконання та захист завдань 16 практичних робіт за результатами практичних занять;
- модульну контрольну роботу;
- розрахунково-графічну роботу;

Контрольні заходи:

<i>Назва контрольного заходу</i>	<i>Кількість</i>	<i>Ваговий бал</i>	<i>Усього</i>
<i>Виконання та захист практичних робіт</i>	<i>16</i>	<i>1-2</i>	<i>30</i>
<i>Виконання модульної контрольної роботи</i>	<i>1</i>	<i>20</i>	<i>20</i>
<i>Виконання розрахунково-графічної роботи</i>	<i>1</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
		<i>Усього</i>	<i>60</i>

8.2. Критерії нарахування балів.

8.2.1. Практичні заняття

Ваговий бал завдань з практичних робіт номер 1-2 – 1; з практичних робіт 3-16 – 2. Максимальна кількість балів за всі практичні заняття дорівнює $2 \times 1 + 14 \times 2 = 30$ балів.

Критерії оцінювання для завдань з практичних робіт номер 1-2:

1 бал – завдання виконані в повному обсязі, є усне пояснення виконаних завдань;

0 балів – завдання не виконано.

Критерії оцінювання для завдань з практичних робіт номер 3-16:

2 бали – завдання виконано в повному обсязі, є усне пояснення виконаних завдань;

1 бал – виконана більша частина завдань, пояснення невпевнені;

0 балів – завдання не виконано.

8.2.2. Модульна контрольна робота

МКР складається з двох частин, які проводяться у середині та в кінці навчального семестру за розділами лекційного курсу. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $10 \times 2 = 20$ балів. Проводиться у вигляді письмової роботи.

Критерії оцінювання:

9-10 балів – відповіді правильні, повні, повністю розкривають сутність поставленого питання, демонструють глибокі знання студента з даного розділу (не менше 90% потрібної інформації);

7-8 балів – виконана більша частина завдання, відповіді в основному правильні, але не повні (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями;

6 балів – виконані не всі пункти завдання, відповіді не конкретизовані, не розкривають сутності поставленого питання або розкривають її лише частково (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки;

0 балів – незадовільна відповідь, завдання не виконано.

У випадку дистанційного навчання можливе проведення МКР у вигляді тесту через GoogleForm або на платформі дистанційного навчання «Сікорський». Типи завдань, що використовуються в тестах: одиночний вибір; множинний вибір; встановлення порядку; співставлення; погодження / спростування; введення чисел з клавіатури; вибір частини зображення; перестановка літер і чисел, розгорнута відповідь.

8.2.3. Розрахунково-графічна робота

Ваговий бал – 10. Критерії оцінювання:

9-10 балів – творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи, продемонстровано глибокі знання з даної дисципліни (не менше 90% потрібної інформації);

7-8 балів – роботу виконано з незначними недоліками, проте виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки;

6 балів – роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки (наявно не менше 60% потрібної інформації);

0 балів – завдання не виконане або є грубі помилки.

8.3. Штрафні та заохочувальні бали:

- якщо завдання практичних робіт здається невчасно (пізніше встановленого строку) без поважної причини, то нараховується 0,5 штрафних балів (знімається 0,5 балу від максимальної оцінки);

- за участь у факультетських олімпіадах з дисципліни, модернізації курсу практичних робіт надається від 1 до 5 заохочувальних балів;

- за активність на лекційних заняттях надається від 1 до 5 заохочувальних балів.

Сума штрафних балів не може перевищувати -5, сума заохочувальних балів не може перевищувати +5.

8.4. Умови позитивного календарного контролю (атестації).

Для отримання «атестовано» з першої проміжної атестації (8 тижень) студент має отримати не менш ніж 6 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 10 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тижень) студент має отримати не менше 25 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 42 бали).

8.5. Умови допуску до семестрового контролю (екзамену).

Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх завдань практичних робіт, розрахунково-графічної роботи, складання модульної контрольної роботи та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

8.6. Критерії оцінювання екзаменаційної роботи.

На екзамені студенти мають представити усну доповідь за тематикою завдання. Кожне завдання містить два теоретичних запитання і одне практичне завдання.

Кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, за такими критеріями:

15-14 балів – повна відповідь, студент демонструє додаткові знання та загальну обізнаність (не менше 90% потрібної інформації);

13-11 балів – достатньо повна відповідь, незначні неточності, студент володіє знаннями по даному питанню (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);

10-9 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.

Практичне завдання оцінюється у 10 балів, за такими критеріями:

9-10 балів – повне безпомилкове розв'язування завдання з усіма коментарями;

7-8 балів – повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями;

6 балів – завдання виконане з певними недоліками;

0 балів – завдання не виконано.

Після оцінювання виконаної екзаменаційної контрольної роботи студента стартові бали та бали за екзамен підсумовуються, зводяться до рейтингової оцінки студента та переводяться до оцінок за університетською шкалою згідно таблиці:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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)

У рамках опанування дисципліни «Цифрова обробка сигналів та зображень» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (за попереднім узгодженням з викладачем).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц. Муравйовим Олександром Володимировичем; д.т.н., проф. Микитенком Володимиром Івановичем; д.т.н., проф. Тимчиком Григорієм Семеновичем.

Ухвалено кафедрою автоматизації та систем неруйнівного контролю (протокол № 17 від 21.06.2023 р.).

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/23 від 22.06.2023 р.).