



[RE-81] СПЕЦРОЗДІЛИ ЦИФРОВОГО ОБРОБЛЕННЯ СИГНАЛІВ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	17 - Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 - Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	Всі ОП
Статус дисципліни	Вибіркова (Ф-каталог)
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	Доступно для вибору починаючи з 2-го курсу, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кред. (Лекц. 18 год, Практ. год, Лаб. 36 год, СРС. год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: Сушко І. О. , Лаб.: Сушко І. О. ,
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Спецрозділи цифрового оброблення сигналів» належить до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки студентів. Предметом дисципліни є вивчення методів цифрового оброблення зображень з використанням технічних засобів та розробленням алгоритмів для ретрансмісії одно- та багатовимірних зображень.

Всі системи відображення інформації базуються на використанні різних фізичних принципів, мають різні можливості, області застосування та технічні характеристики отримуваних образів. Якість отримуваних зображень значною мірою залежить від якості технічних засобів та математичного апарату оброблення відображуваної інформації. Тому без ґрунтовних знань основних принципів побудови систем відображення та властивостей використовуваного при відображенні математичного апарату неможливо навчити майбутніх радіоінженерів розробляти та досліджувати сучасну електронну техніку, яка використовується в багатьох областях діяльності людини.

Мета вивчення дисципліни - оволодіння студентом навичок та вмінь щодо використання методів дискретної обробки сигналів та образів, які застосовуються у технічній та біомедичній практиці, методів розпізнавання образів (норма або відхилення від норми, чисельна оцінка ступені відхилення).

Завдання вивчення дисципліни: студент повинен вміти розв'язувати задачі щодо ефективності та раціональності використання методів та засобів реконструкції, реставрації та класифікації образів, володіти сучасним програмним забезпеченням, що використовується для цифрового оброблення сигналів.

Загальні компетентності, що забезпечуються вивченням дисципліни:

- ЗК 5. Здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, при необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності.

Фахові компетентності:

- ФК 3. Здатність до системного мислення, вирішення задач розробки, оптимізації та оновлення структурних блоків електронних комунікаційних, радіотехнічних та інформаційних систем.
- ФК 7. Здатність демонструвати та застосовувати на практиці знання методів моделювання динамічних систем, оцінки ефективності систем та методів оцінки якості вимірювань в телекомунікаційних та радіотехнічних системах.
- ФК 10. Здатність застосовувати знання методів обробки та відображення інформації в сучасних телекомунікаційних та радіотехнічних системах та демонструвати вміння проектування, розрахунку та програмування цифрових електронних засобів та систем.

Програмні результати навчання:

- ПРН16. Проектувати та практично реалізувати системи різного функціонального призначення.
- ПРН17. Критично аналізувати та порівнювати варіанти реалізації адаптивних та самоадаптивних систем із змінною структурою.

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

Спецрозділи цифрового оброблення сигналів базуються на дисциплінах: «Вища математика», «Інформатика», «Основи теорії кіл», «Основи теорії телекомунікацій», «Цифрові пристрої», «Цифрове оброблення сигналів».

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. ЗАДАЧА РЕСТАВРАЦІЇ СИГНАЛІВ

Тема 2. НОРМАЛІЗАЦІЯ ПЕРЕТВОРЕНЬ. НОРМАЛЬНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ

Тема 3 ВІКОННА ОБРОБКА СИГНАЛІВ. ЛОКАЛЬНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є

Тема 4. РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

Тема 5. РОЗВ'ЯЗАННЯ ДИФЕРЕНЦІЙНИХ РІВНЯНЬ, РІЗНИЦЕВІ ТА СПЕКТРАЛЬНІ МЕТОДИ

Тема 6. НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ

4. Навчальні матеріали та ресурси

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Gonzalez R. Digital Image Processing / R. Gonzalez, R. Woods. – Pearson Education Limited, 2018 (4th edition). – 1022 p. – ISBN 10: 1-292-22304-9.
2. Alessio. Digital Signal Processing and Spectral Analysis for Scientists / Alessio, Silvia Maria. Springer. — 2016. — 200 p. — ISBN 978-3-319- 25468-5.
3. Alan V. Oppenheim. Digital Signal Processing / Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer — Режим доступу: <https://ocw.mit.edu/courses/res-6-008-digital-signal-processing-spring-2011/> — Назва з екрану.
4. Бортник Г.Г. Цифрова обробка сигналів в телекомунікаційних системах підручник. Г.Г. Бортник / 2014. — Вінниця: ВНТУ 2014.— 231с.
5. Dougherty G. Digital Image Processing for Medical Applications / Geoff Dougherty — 2009. — 462 P. — ISBN 0-521-86085-7.
6. Рибін О.І. Алгоритм формування матричного оператора дискретного нормального перетворення / О.І. Рибін, Ю.Х. Ніжебецька // Вісник НТУУ«КПІ» . Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування .— 2008.— №36.— С.19— 27.
7. Ніжебецька Ю.Х. Нормальне дискретне перетворення сигналу довільної форми / Ю.Х. Ніжебецька, О.І. Рибін, А.П. Ткачук, О.Б. Шарпан // Наукові вісті НУТУ «КПІ».— 2008.— №4.— С.34— 40.
8. Рибін О.І. Аутентифікація особи за динамічно введеним підписом з використанням нормального перетворення / О.І. Рибін, Ю.Х. Ніжебецька, А.М. Луцків // Вісник НТУУ«КПІ». Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування .— 2010.— №40.— С.26— 30.
9. Ушенко Ю.О. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики навчальний посібник. Ю.О. Ущенко, В.В. Дрожай, М.С. Гавриляк, М.В. Талах / 2021. — Чернівці : Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича 2021. — 307 с.
10. Мельник А.Д. Нормалізація тестового сигналу зі збереженням еквідистантного кроку дискретизації / А.Д. Мельник, О.І. Рибін // Вісник НТУУ«КПІ» . Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування .— 2008.— 34.— С. 24— 29.
11. Рибін О. І. Аналіз пульсограм на базі процедури нормалізації ортогональних перетворень REX /О.І. Рибін, О.Б. Шарпан, Т.В. Сакалош // Наукові вісті НТУУ —КПІ|| – 2005.— №4. – С. 29 – 33.
12. Данилевська В. Г. Особливості і можливості діагностики з нормалізованим перетворенням Фур'є пульсового сигналу / В.Г. Данилевська, О.В. Луцук, О.І. Рибін, О.Б. Шарпан // Електроніка и связь – 2006.— №2. – С. 49 – 54.
13. Основи теорії кіл. Ч.2. Підручник для студентів ВНЗ / Ю.О. Коваль, Л.В. Гринченко, І.О. Милютченко, О.І. Рибін / За загальною редакцією В.М. Шокала та В.І. Правди.— Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2006, 668с.
14. Основи теорії кіл: Підручник для студентів вищих навчальних закладів.Ч.2. / Ю.О. Коваль, Л.В. Гринченко, І.О. Милютченко, О.І. Рибін / За загальною редакцією В.М. Шокала та В.І. Правди.— Харків, ТОВ «Компанія СМІТ», 2008, 560с.
15. Волощук Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці. Підручник для ВНЗ/ Ю.І. Волощук // 2003.— т.2.— Х.: Компанія СМІТ.— 496с.
16. Рибін О. І. Погоджена фільтрація на базі нормалізації ортогональних перетворень О.І. Рибін, В.Г. Данилевська // Вісник НТУУ —КПІ||. Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2007. – Вип. 35. – С. 15 – 20.

17. Рибін О.І. Погоджена фільтрація сигналів при зміні масштабу їх аргументів на базі нормалізованих вейвлет- функцій / О.І. Рибін, А.Д. Мельник // Вісник НТТУ«КПІ». Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування.— 2007.— №34.— С.18— 24.
18. Рибін О.І. Погоджена фільтрація: класичний лінійний та нормальний фільтри / О.І. Рибін, Ю.Х. Ніжебецька // Вісник НТУУ«КПІ» . Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування .— 2010.— №41.— С.5 — 12.
19. Основи нейрокомп'ютингу : навчально-методичний посібник до практичних занять / В. Д. Дмитрієнко, О. Ю. Заковоротний, В. І. Носков, М. В. Мезенцев. – Х.: НТМТ, 2014. – 140 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Тема 1. ЗАДАЧА РЕСТАВРАЦІЇ СИГНАЛІВ

ЛЕКЦІЯ 1

Вступні зауваження. Ідентифікація імпульсної характеристики. Ідентифікація шуму. Дискретизація сигналів. Розв'язання задачі реставрації в натуральних координатах за відсутності шуму.

Література: [1 - 3]

Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції, скориставшись [1,3].

ЛЕКЦІЯ 2

Дискретне перетворення Фур'є. Дискретні перетворення з дійсним ядром. Перетворення Уолша. Косинусне перетворення. Реставрація образів за методом умовної деконволюції. Умовна деконволюція в області натуральних координат. Умовна деконволюція в області трансформант Фур'є. Дискретна фільтрація за методом найменших квадратів.

Література: [1 - 4]

Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції, скориставшись [1 - 4].

Тема 2. НОРМАЛІЗАЦІЯ ПЕРЕТВОРЕНЬ. НОРМАЛЬНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ

ЛЕКЦІЯ 3

Нормалізація дискретного ортогонального перетворення. Нормалізація тестового сигналу за рівнем. Нормальне перетворення тестового сигналу. Нормальне одновимірне перетворення. Матричний оператор дискретного нормального перетворення першого виду. Матричний оператор дискретного нормального перетворення другого виду. Матричний оператор нормального перетворення - алгоритм.

Література: [7 - 9]

Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції, скориставшись [7 - 9].

Тема 3 ВІКОННА ОБРОБКА СИГНАЛІВ. ЛОКАЛЬНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є

ЛЕКЦІЯ 4

Віконна обробка сигналів. Стаціонарні та нестаціонарні сигнали. Локальне перетворення Фур'є. Аналіз із сталою роздільною здатністю. Вейвлет перетворення. Аналіз із змінною роздільною здатністю. Неперервне вейвлет перетворення.

Література: [10 - 15]

Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції, скориставшись [10 - 15].

Тема 4. РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

ЛЕКЦІЯ 5

Алгоритм аутентифікації. Приклади роботи алгоритму аутентифікації. Розпізнавання образу за критерієм максимальної правдоподібності. Розклад матриці на її власні значення та власні вектори.

Література: [4,7,10]

Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції, скориставшись [4,7,10].

ЛЕКЦІЯ 6

Навчання класифікатора максимальної правдоподібності та модифікований метод розпізнавання образів. Алгоритм класифікації з уточненням. Зв'язок між нормальним класифікатором та класифікатором з критерієи максимальної правдоподібності.

Література: [3, 7 - 13]

Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції, скориставшись [3, 8 - 13].

ЛЕКЦІЯ 7

Лінійний погоджений фільтр. Сигнал та шум на виході погодженого фільтру. Цифровий погоджений фільтр. Недоліки погоджених класичних фільтрів. Косинусний фільтр. Порівняння лінійної погодженої фільтрації та нормальної фільтрації.

Література: [16-18]

Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції, скориставшись [16-18].

Тема 5. РОЗВ'ЯЗАННЯ ДИФЕРЕНЦІЙНИХ РІВНЯНЬ. РІЗНИЦЕВІ ТА СПЕКТРАЛЬНІ МЕТОДИ

ЛЕКЦІЯ 8

Аналіз лінійних систем в області перетворення Фур'є. Розв'язання диференційних рівнянь в області спектрів дискретних перетворень з дійсним ядром. Різницеві методи розв'язання лінійних диференційних рівнянь. Оператор диференціювання в області трансформант перетворення Уолша-Адамара. Аналіз лінійної системи при ортогональному розкладі матричного оператора диференціювання на власні вектори та власні числа. Алгоритм розв'язання лінійних диференційних рівнянь в області трансформант Уолша-Адамара при впорядкуванні базисних функцій за Адамаром.

Література: [15-18]

Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції, скориставшись [15-18].

Тема 6. НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ

ЛЕКЦІЯ 9

Основні характеристики головного мозку людини. Модель нейрону. Найпростіші штучні нейронні мережі. Поодинокий нейрон. Алгоритм Гебба. Алгоритм Відроу. Односпрямовані нейронні мережі. Архітектура односпрямованих нейронних мереж. Класифікаційні можливості односпрямованих багат шарових перцептронів. Навчання мережі зворотним поширенням

похибок.

Література: [19]

Завдання на СРС: Повторити матеріал лекції, скориставшись [19].

Лабораторні роботи

Лабораторна робота №1 Віконна обробка сигналів. Локальне перетворення Фур'є

Лабораторна робота №2 Вейвлет перетворення. Аналіз із змінною роздільною здатністю

Лабораторна робота №3 Вейвлет розклад

Лабораторна робота №4 Нормалізація тестового сигналу за рівнем

Лабораторна робота №5 Цифрова фільтрація зображень

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота

- Самостійна робота студента передбачає підготовку до лекцій (повторення матеріалу попередніх лекцій) – 0,5 год до кожної лекції
- Підготовка до лабораторних робіт – 2 год до кожної лабораторної роботи з виконанням домашньої роботи за тематикою лабораторної роботи.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика курсу регулюється:

1. Положенням про організацію освітнього процесу у КПІ ім. Ігоря Сікорського https://document.kpi.ua/files/2020_7-124.pdf
2. Критеріями оцінювання знань і вмінь студентів КПІ ім. Ігоря Сікорського http://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pol_systema_ociniuvannia.pdf
3. Положенням про академічну мобільність КПІ ім. Ігоря Сікорського https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pol_pro_akadem_mobil.pdf
4. Положенням про дотримання академічної доброчесності науково-педагогічними працівниками та здобувачами вищої освіти КПІ ім. Ігоря Сікорського (Кодекс честі КПІ ім. Ігоря Сікорського) <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf>
5. Положенням про внутрішню систему забезпечення якості освіти у КПІ ім. Ігоря Сікорського https://document.kpi.ua/files/2020_7-165.pdf

Відпрацювання запізнених завдань та пропусків занять здійснюється у календарні терміни, визначені ЗВО. У разі неможливості присутності бути присутнім на відпрацюванні, студент, за узгодженням з викладачем та ЗВО надсилає електронний звіт з виконання лабораторної роботи на електронну пошту викладача та, у разі необхідності, здійснює захист звіту шляхом відео зв'язку.

Підсумкова кількість балів за навчальну дисципліну оцінюється у формі рейтингового балу, максимальне значення якого рівне 100, за розширеною шкалою та в системі ECTS. Підсумковий рейтинговий бал є простою сумою рейтингових балів за захист тем, виконання контрольних робіт, складання заліку.

Подання апеляцій з боку студентів здійснюється за допомогою формальної процедури.

Дотримання академічної доброчесності та заходи попередження плагіату у процесі вивчення дисципліни

Дії, що характеризують процес академічної не доброчесності: списування; плагіат. Дії, що характеризують процес плагіату: видавання чужої роботи за власну; копіювання слів або ідей іншої особи без посилання на її праці; умисне упущення посилання зі списку джерел; надання невірних даних про джерело (наприклад «бите» посилання); зміна порядку слів зі збереженням загальної структури речення та без посилання на джерело; копіювання великої кількості тексту або ідей із зазначенням посилань на джерела, що в сукупності складають більшу частину роботи.

Процедура: Звіти лабораторних робіт, перевіряються викладачем на унікальність за допомогою сервісу пошуку текстових збігів та/або шляхом порівняння з іншими роботами. У випадках виявлення плагіату більше 30%, лабораторна робота повертається на доопрацювання.

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

Рейтинг студента протягом семестру складається з балів, що він отримує:

1. Виконання та захист лабораторних робіт.
2. Виконання ДКР.
3. Виконання МКР.

Виконання та захист лабораторних робіт та комп'ютерних практикумів.

Загальна кількість балів за підготовку, виконання та захист лабораторних робіт складає 40 балів. .

Виконання домашньої контрольної роботи.

Робота включає в себе виконання завдання (5 балів) з відображенням та порівняльним аналізом отриманих результатів.

Робота не виконана вчасно (вчасно виконана робота вважається протягом двох тижнів після отримання завдання): *отриманий бал за виконання ділиться навпіл.*

Виконання модульних робіт.

Передбачено виконання 1 модульної контрольної роботи (МКР). Модульна контрольна робота передбачає виконання студентом тестових завдань (теоретичних та практичних), ваговий бал 15 балів.

РОЗРАХУНОК ШКАЛИ РЕЙТИНГУ

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру:

$$R_k = 40 + 15 + 5 = 60 \text{ балів}$$

Екзаменаційні бали:

Допущений до складання іспиту студент (див. Коментарі) пише екзаменаційну роботу у вигляді розв'язання типових задач з курсу (за білетами).

Екзаменаційний білет складається з 4 завдань, кожне з яких має ваговий бал 10 балів.

$$R_s = 4 * 10 = 40 \text{ балів}$$

Загальний рейтинг:

$$RD = Rk + Rs = 60 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка переводиться згідно з таблицею відповідностей рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

- Необхідною умовою допуску до складання іспиту є відсутність заборгованостей по курсу, відвідування не менше 60% аудиторних занять та рейтингу протягом семестру **$Rk \geq 30$ балів**.
- **Календарний контроль** студента проводиться за значенням поточного рейтингу на момент атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50% від максимально можливого на момент проведення атестації, то студент вважається задовільно атестованим.

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)

Тематика модульної контрольної роботи:

1. Ортогональні перетворення. ДПФ, перетворення Адамара, косинусне перетворення. Нормальне перетворення.
2. Створення класифікаторів за допомогою ортогональних перетворень.
3. Розпізнавання та реставрація образів.

Сертифікати дистанційних та/або онлайн курсів за тематикою даної дисципліни зараховуються в поточний рейтинг студента.

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Обладнання для лабораторних робіт: Комп'ютериний клас з 12 комп'ютерів Intel Celeron G540, 2.5 GHz, ОЗУ: 4 ГБ, HDD: 500 ГБ Програмне забезпечення: MatLAB

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Сушко І. О.](#); [Лащевська Н. О.](#);

Ухвалено кафедрою ПРЕ (протокол № 06/2023 від 22.06.2023)

Погоджено Методичною комісією Факультету електроніки (протокол № 06/23 від 29.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією Радіотехнічного факультету (протокол № 06-2023 від 29.06.2023 р.)