Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни

Цифрова обробка сигналів

Шифр та назва спеціальності
175 – Інформаційно-вимірювальні технології

Інститут
ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма
Інформаційно-вимірювальні технології збору та обробки даних

Кафедра
Інформаційно-вимірювальні технології і системи (173)

Рівень освіти
Магістр професійного спрямування (1 р. 4 міс.)
Магістр наукового спрямування (1 р. 9 міс.)

Тип дисципліни
Спеціальна(фахова)

Семестр
1

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники

Львов Сергій Геннадійович

(лектор)
Serhii.Lvov@khpi.edu.ua
Кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій і систем НТУ "ХПІ".
Автор та співавтор понад 130 наукових та методичних публікацій.
Курси: Кодові засоби вимірювання, Цифрові вимірювальні прилади, Цифрова обробка сигналів, Основи метрології та електричних вимірювань, Цифрові прилади для наукових досліджень, Системи контролю стану технічних об’єктів.
Детальніше про викладача на сайті кафедри

Тополов Ігор Іванович

(викладач лабораторних та практичних занять)
Ihor.topolov@khpi.edu.ua
Доцент кафедри інформаційно-вимірювальних технологій і систем НТУ "ХПІ"
Детальніше про викладача на сайті кафедри

Загальна інформація

Анотація

Курс "Цифрова обробка сигналів" містить теоретичні відомості щодо принципів цифрового представлення та опрацювання сигналів, дискретної фільтрації, методів синтезу цифрових фільтрів, їх структурної організації. Комплекс лабораторних робіт надає можливість студентам

ознайомлюватися в інтерактивному режимі з особливостями методів ЦОС та здійснювати їх комп’ютерне моделювання.

Мета та цілі дисципліни

Формування теоретичних знань та практичних навичок із цифрової обробки сигналів сучасних інформаційних і вимірювальних систем та мереж, методів та основних напрямків досліджень в теорії цифрової обробки інформації, освоєння студентами методів аналізу і синтезу пристроїв, які застосовуються в вимірювальних приладах і системах.

Формат занять

Лекції, лабораторні та практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

К11. Здатність обирати та застосовувати придатні математичні методи, комп'ютерні технології, а також підходи до стандартизації та сертифікації для вирішення завдань в сфері метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.
К18. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для створення віртуальних засобів вимірювання та інформаційно-вимірювальної техніки.

Результати навчання

ПР01. Знати і розуміти сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту, комп’ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань.
ПР02. Знати і розуміти основні поняття теорії вимірювань, застосовувати на практиці та при комп’ютерному моделюванні об’єктів та явищ.
ПР07. Вміти проектувати і розробляти інженерні продукти, процеси та системи метрологічної спрямованості, обирати і застосовувати методи комп’ютеризованих експериментальних досліджень.
ПР08. Володіти сучасними методами та методиками проектування і дослідження, а також аналізу отриманих результатів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи - 16 год., практичні роботи – 16 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Вища математика", "Цифрові вимірювальні прилади", "Основи цифрової обробки сигналів", "Основи метрології".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Навчальні та методичні матеріали доступні студентам на офіційному сайті кафедри "Інформаційно-вимірювальні технології та системи".

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Основні поняття і визначення ЦОС.
Тема 2. Ряд і перетворення Фур’є. Форми представлення ряду Фур’є. Графічне відображення спектра. Гармонічні аналізатори спектра. Розподіл потужності в спектрі періодичного сигналу. Перетворення Фур'є або інтеграл Фур'є для неперіодичних сигналів. Основні властивості перетворення Фур'є. Співвідношення між тривалістю й спектром сигналу.

Тема 3. Основи дискретизації і відновлення сигналів. Теорема відліків у часовий й у частотній області. Порівняння методів відновлення аналогових сигналів. Спектр дискретного за часом сигналу. Явище перетікання (просочування) спектра (aliasing).
Тема 4. Дискретне перетворення Фур'є (ДПФ). Графічне подання ДПФ. Пряме й зворотне ДПФ. Свойства ДПФ
Тема 5. Швидке перетворення Фур'є(ШПФ). Загальні відомості про ШПФ. Єдиний підхід до складання ШПФ. Постановка завдання пошуку швидкого алгоритму. Основні властивості фазового (повертаючого) множника.
Тема 6. Методика розрахунку ШПФ. Алгоритм ШПФ із проріджуванням за часом. Перестановка даних і двійкова інверсія. Алгоритм ШПФ із проріджуванням по частоті . Обчислення зворотного ДПФ за допомогою ШПФ
Тема 7. Застосування цифрової обробки сигналів для спектрального аналізу випадкових сигналів (послідовностей). Найважливіші параметри спектрального аналізу. Ефект Гиббса. Класичні методи спектрального аналізу (СА).
Тема 8. Введення в цифрову фільтрацію. Дискретні лінійні системи з постійними параметрами. Фізична реализуемость і стійкість дискретних ЛПП-систем. Різницеві рівняння.
Тема 9. Частотна характеристика. Частотна характеристика систем першого порядка. Частотна характеристика систем другого порядка.
Тема 10. Z- перетворення. Пряме Z-перетворення. Зворотне Z -перетворення. Властивості Z-перетворення. Рішення різницевих рівнянь із застосуванням однобічного Z-перетворення.
Тема 11. Цифрові фільтри. Різницеві рівняння як алгоритми дискретних фільтрів. Передатні функції дискретних фільтрів. Структури дискретних фільтрів. Полюсы й нулі передатної функції. Імпульсна характеристика й передатна функція ЦФ.
Тема 12. НІХ – фільтри (рекурсивні). Теорія й апроксимація ЦФ із нескінченними імпульсними характеристиками.
Тема 13. Методи розрахунку СІХ-фильтров з лінійною фазою. Метод зважування. Частотна характеристика СІХ фільтрів з лінійною фазою.
Тема 14. Методи апаратурного спектрального аналізу випадкових сигналів. Поняття про цифрові динамічні фільтри.

Теми практичних занять

Тема 1. Гармонійний аналіз періодичних сигналів: одержання спектрів найпростіших періодичних сигналів і їхній аналіз (прямокутний сигнал, пилкоподібний сигнал)
Тема 2. Одержання спектрів найпростіших періодичних сигналів і їхній аналіз (послідовність уніполярних прямокутних імпульсів)
Тема 3. Обчислення згорток двох числових послідовностей: лінійної і кругової
Тема 4. Властивості δ-функції. Взаємооборотні властивості ДПФ
Тема 5. Побудова алгоритму ШПФ із основою 2.
Тема 6. Методи рішення різницевих рівнянь.
Тема 7. Обчислення імпульсних характеристик ЦФ.
Тема 8. Перехід від різницевих рівнянь до передатних функцій ЦФ і навпаки, побудова по них структурних схем ЦФ.

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Розкладання періодичних функцій в ряд Фур'є. Спектральній аналіз періодичних сигналів
Тема 2. Інтегральне перетворення Фур'є. Спектральний аналіз неперіодичних сигналів
Тема 3. Дискретне уявлення аналогових сигналів і їх відновлення по дискретним відліком
Тема 4. Дискретне перетворення Фур'є. Спектральній аналіз дискретизованного сигналів
Тема 5. Визначення нулів і полюсів передавальних функцій лінійних систем з постійними параметрами
Тема 6. Розробка систем СІХ -фільтрації
Тема 7. Розробка систем НІХ - фільтрації
Тема 8. Застосування СІХ -фільтра для аналізу випадкових сигналів.

Самостійна робота

Курс передбачає курсовий проєкт з моделювання та розрахунку цифрових фільтрів. Результат розрахунків та моделювання оформлюється у письмовий звіт Виконання курсового проєкту та його захист є обов'язковим елементом навчальної дисципліни, результати якої входять до формування підсумкової оцінки. Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. Бабак В.П., Хандлецький В.С., Шрюфер Е. Обробка сигналів: Підручник. К.: Либідь, 1996. 392 с.
2. D. Sundararajan: Digital Signal Processing: An Introduction : Springer, 2021, p. 403.
3. Richard G. Lyons, D. Lee FugalThe Essential Guide to Digital Signal Processing Prentice Hall, 2014, p. 208.
4. Цифрова обробка сигналів в телекомунікаційних системах : підручник / Г. Г. Бортник, В. М. Кичак. Вінниця : ВНТУ, 2014. 232 с.
5. Заболотній С. В. Цифрове оброблення сигналів: Посібник для студентів напряму підготовки 6.050901 "Радіотехніка" усіх форм навчання [Електронний ресурс] / Авт.-укл. С. В.Заболотній ; За ред. проф. Ю. Г. Леги ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. Черкаси: ЧДТУ, 2010. 119 с.
6. Цифрова обробка аудіо- та відеоінформації у мультимедійних системах: Навчальний посібник. О.В. Дробик, В.В. Кідалов, В.В. Коваль, Б.Я. Костік, В.С. Лазебний, Г.М. Розорінов, Г.О. Сукач. К.: Наукова думка, 2008. 144 с.

Додаткова література:

1. 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.
2. Заболотній С. В. Цифрове оброблення сигналів: Посібник для студентів. Черкаси: ЧДТУ, 2010. 119 с.
3. Філатова Г.Є. Проектування цифрових фільтрів: навчальний посібник /Г.Є. Філатова. Х. : НТУ «ХПІ», 2017. 120 с.
4. Рибальченко М.О., Єгоров О.П., Зворикін В.Б. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. Дніпро: НМетАУ, 2018. 79 с.
5. Теорія сигналів: навч. посіб. . КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: А.О. Попов. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 268 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100 балів підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40 балів) та поточного оцінювання (60 балів).
Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь.
Поточне оцінювання: за результатами виконання лабораторних робіт (40 балів) та курсовий проект (20 балів).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/

Погодження

Силабус погоджено	29.08.2024 р.	Завідувач кафедри Володимир БАЛЄВ
	29.08.2024 р.	Гарант ОПП Тетяна ДРОЗДОВА
	29.08.2024 р.	Гарант ОНП Світлана ГРИГОРЕНКО