

Загальні відомості про курс:

Курс лекцій за програмою підготовки спеціалістів.

Всього 34 год. лекцій.

Курс передбачує практично-демонстраційні заняття, які включають демонстрації методів, що вивчаються, на комп'ютерному обладнанні, і самостійну практичну роботу студентів.

Викладач:

доц., к.ф.-м.н., Курашов В.Н.

Короткий зміст та мета курсу:

Сучасна теорія сигналів є самостійною галуззю науки і самостійною учбовою дисципліною, яка знаходить застосування в багатьох практичних проблемах. Методи теорії сигналів складають підґрунтя телекомунікаційних та мультимедійних технологій, теорії регулювання та автоматичного керування, теорія розпізнавання образів та обробки зображень.

Запропонований курс лекцій включає в себе вивчення як традиційних методів аналогової обробки сигналів (математичні основи теорії сигналів та лінійних перетворень, аналіз і застосування випадкових процесів, спектральні та кореляційні методи в радіоелектроніці, теорії зв'язку і оптиці), так і сучасних цифрових засобів комп'ютерної обробки, в тому числі вейвлет-перетворень та оптимізованих дискретних відображень. Курс відповідає програмі магістерської підготовки на радіофізичному факультеті і включає лекційні та самостійні практичні заняття.

Курс розрахований на майбутніх спеціалістів, зайнятих в розробці та використанні методів і засобів телекомунікаційних інформаційних технологій.

Зміст курсу.

1. Вступ (4 год.). Предмет курсу. Сигнали і системи їх обробки. Головні напрямки застосування (системи керування та зв'язку, телекомунікаційні та мультимедійні технології, т.і.). Просторово-часове та спектрально-частотне представлення сигналів. Аналогові і цифрові сигнали.

2. Простори сигналів.(8 год.). Множини сигналів. Нормовані лінійні простори сигналів. Відображення, функціонали і оператори. Представлення елементів векторного простору з скалярним добутком. Дискретні представлення сигналів. Взаємний базис. Ортонормальні базиси в просторі $L_2(T)$. Процедура Грама-Шмідта ортогоналізації системи лінійно незалежних сигналів. Приклади повних ортонормальних систем: функції Бесселя, функції Ерміта-Гаусса, системи класичних ортогональних поліномів. Поліноми Церніке та їх застосування в оптиці. Функції Уолша та Хаара. Представлення функціоналів і операторів. Неперервні представлення. Інтегральні перетворення і аналіз. Перетворення Фур'є. Характеристики спектрального представлення функцій. Застосування перетворення Фур'є при розробці та дослідженню систем управління і зв'язку. Перетворення Бесселя, Гільберта, Мелліна та їх застосування у радіоелектроніці.

3. Випадкові сигнали (4 год.). Випадкові сигнали. Кореляційна функція і спектральна густина випадкових процесів. Комплексні випадкові процеси. Співвідношення невизначеностей для випадкових сигналів. Область, що займає сигнал на площині час-частота. Скінченновимірні представлення випадкового процесу. Розвинення Карунена - Лоева та його властивості. Використання розвинення Карунена - Лоева у радіоелектроніці, теорії зв'язку і оптиці. Моделі випадкових сигналів. Імпульсні сигнали з випадковою амплітудою і випадковим часом прибуття. Операція дискретизації неперервного сигналу, її вплив на спектральну густина. Псевдовипадкові сигнали та їх застосування в системах зв'язку.

4. Лінійна фільтрація сигналів.(6 год.). Лінійні системи в радіоелектроніці, їх представлення операторами, що діють у просторі $L_2(T)$. Оптимальна лінійна фільтрація сигналів. Узгоджений фільтр. Використання узгодженої фільтрації для виявлення сигналу в адитивному шумі. Фільтр, що мінімізує середній квадрат помилки відтворення сигналів. Рівняння Вінера - Хопфа. Умова фізичної реалізації фільтрів. Методи відновлення сигналів, спотворених детермінованими системами. Задача відновлення як некоректна задача математики. Регуляризація розв'язку. Використання власних функцій лінійної системи для відновлення сигналу. Надрозрізнення та перспективи його використання в техніці.

5. Обробка двовимірних сигналів і зображень (6 год.). Задачі відновлення та покращення якості зображень, спотворених неідеальними системами формування. Реконструкція зображень за проєкціями. Задачі обчислювальної томографії. Ітераційний метод реконструкції томограм. Розпізнавання зображень. Метричні та структурні методи розпізнавання. Виділення ознак і оптимізація простору ознак. Ознаки на основі перетворення Карунена-Лоева. Застосування швидких алгоритмів виділення ознак. Критерії прийняття рішення. Байєсівські вирішуючі правила та їх застосування до проблеми класифікації і розпізнавання зображень.

6. Wavelet-(хвилькове)-перетворення та його застосування в задачах дискретної обробки сигналів (6 год.). Хвилькове перетворення, його переваги. Неперервне хвилькове перетворення, його застосування. Дискретне хвилькове перетворення. Мультирозрізнювальний аналіз. Апроксимуючі і різницеві підпростори. Біортогональні фільтри та їх властивості. Двовимірне хвилькове перетворення і його застосування для обробки зображень. Оптимальне хвилькове перетворення, оптимальний хвильковий базис. Алгоритм наближеного перетворення Карунена-Лоева на основі хвилькового перетворення. Застосування оптимального хвилькового перетворення в системах розпізнавання і стиснення. Застосування Проблема стискання динамічного зображення. Основні відміни від стискання статичної картинки. Надмірність динамічного зображення за рахунок малих змін послідовних кадрів. Застосування хвилькових перетворень для стискання відео в інформаційних мережах.

Передумови:

- Базові курси теорії імовірностей та функціонального аналізу;
- Базовий курс радіоелектроніки;
- Базовий курс "Статистична радіофізика";

ЛІТЕРАТУРА:

- 1.Л. Френкс. Теория сигналов. М., "Сов. радио", 1974.
- 2."Применение цифровой обработки сигналов".П/р Э.Оппенгейма, М. "Мир", 1980.
- 3.В.А.Омельченко. Основы спектральной теории распознавания сигналов. Х., Из-во ХГУ, 1983.

4. Л.А.Залманзон. Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. М., "Наука", 1989
5. Г. Бунш. Теория систем. М., "Сов. радио", 1978.
6. Л.Заде, Ч.Дезоер Теория линейных систем. М., "Наука", 1970.
7. Р.Бейтс, М.Мак-Доннелл. Восстановление и реконструкция изображений, М. "Мир", 1989.
8. I.Daubechies. "Ten lectures on wavelets", CBMS-NSF Series in applied mathematics, SIAM 61, 1992.