



EN503

**ЦИФРОВА ОБРАБОТКА И ПРОГРАМНО ОСИГУРЯВАНЕ В  
КОМУНИКАЦИИТЕ**

Приета: Прот. № 8 от 16.06.2011 г.

Лектор: Проф.д.т.н. Андон Д. Лазаров

**АНОТАЦИЯ**

Дисциплината осигурява знания за математическото и програмно осигуряване на телекомуникационните системи технологии. Основно внимание е отделено на дискретно преобразуване на Фурие, филтри с крайна импулсна характеристика, филтри с безкрайна импулсна характеристика (IIF), адаптивни филтри, спектрален анализ.

**ОСНОВНИ ЦЕЛИ**

Да се придобият нови знания за теорията методите и алгоритмите за цифрова обработка на сигналите в комуникационните вериги  
основни задачи:

1. Алгоритми и програмно осигуряване на бързото преобразование на Фурие.
2. Алгоритми и програмно осигуряване на цифровите филтри с крайна импулсна характеристика
3. Алгоритми и програмно осигуряване на цифровите филтри с безкрайна импулсна характеристика
4. Алгоритми и програмно осигуряване на спектралния анализ.
5. Алгоритми и програмно осигуряване на децимацията, интерполацията и конверсията на цифровите сигнали.

**ПРЕДПОСТАВКИ**

**Необходими предварителни знания:** За успешното овладяване на материала, предложен в този курс, са необходими знания в рамките на обема на съответните курсове по:

1. Математика;
2. Цифрови комуникационни вериги;
3. Компютърни системи;
4. Микропроцесорна схемотехника;

**Дисциплината е профилираща.**

**СТАТУТ И СТРУКТУРА**

специалност	статут	Кредити	редовно обучение				задочно обучение			
			л	с	у	общ	л	с	у	общ
КСТ – магистри	задължителна	6					20	10	30	
КЕВЕИ - магистри	задължителна	6					20	10	30	

# СЪДЪРЖАНИЕ НА КУРСА

## А. Лекции:

### Тема 1 - 4 часа

1. FFT, изградено на принципа на "divide et impera" – "разделяй и владей" – FFT на основа 2 и децимация във времевата област (Radix 2 DIT FFT), FFT на основа 2 и децимация във честотната област (Radix 2 DIF FFT) – 1 ч.
2. 1. FFT, изградено на принципа на "divide et impera" – "разделяй и владей" – FFT на основа 4 и децимация във времевата област (Radix 4 DIT FFT), FFT на основа 4 и децимация във честотната област (Radix 4 DIF FFT) – 1 ч.
3. Изчисляване на DFT чрез крос-корелация. Алгоритъм на Goertzel. Chirp z – преобразование 1 ч.
4. Реално бързо преобразование на Фурие. Алтернативни методи за изчисляване на FFT – Дискретно косинусово преобразование, Дискретно преобразование на Хартли 1 ч.

### Тема 2 - 4 часа

1. Трансверсална и симетрично-трансверзална структура на FIR филтри – реализация във времевата област. Филтрация във времевата област и симулация на работата на ADC и DAC. 1ч.
2. Методи за проектиране на FIR филтри: синтез чрез прилагане на реда на Фурие, синтез на базата на дискретно зададена честотна характеристика чрез линейно програмиране. 1 ч.
3. Синтез на филтри по метода на "прозореца" – Rectangular window, Bartlett, Riemann, Hanning, Hamming, Blackman, Cappelini, Kaiser, Prks-McClellan design. Реализацията на ехо-ефект с FIR филтър. 1 ч.
4. Филтрация в честотната област. Реализацията на кръговата конвулция посредством FFT/IFFT. Филтрация в честотната област, входната дискретна последователност се обработва на сегменти. 1 ч.

### Тема 3 - 4 часа

1. Форми на реализация на филтри с безкрайна импулсна характеристика – директна форма 1 и 2, канонична форма. Методи на реализация. Инвариантност на импулсната характеристика. Билинейно преобразуване. Избор на нискочестотен аналогов филтър – прототип. 2 ч.
2. Проектиране на филтри с безкрайна импулсна характеристика чрез прилагане на апроксимацията на Butterworth. 2 ч.
3. Проектиране на филтри с безкрайна импулсна характеристика чрез прилагане на апроксимацията на Chebyshev. 2 ч.
4. Проектиране на филтри с безкрайна импулсна характеристика чрез прилагане на елптична апроксимация. Спектрална трансформация на предавателната функция. 2 ч.

### Тема 4 - 4 часа

1. Методи за проектиране на адаптивни филтри – метод на най-малките квадрати LMS алгоритъм, рекурсивен LMS метод (Калманов филтър). 2 ч.
2. Системна идентификация – базов LMS метод, нормализиран LMS метод, рекурсивен LMS метод. 2 ч.
3. Подтискане на адитивен шум. Подобряване на параметрите на канала за свързка. 2 ч.
4. Подтискане на известен и измерим смущаващ сигнал. 1 ч.

### Тема 5 - 4 часа.

1. Непараметричен спектрален анализ, традиционни методи. Непараметричен спектрален анализ, нетрадиционни методи. Алгоритъм на Lewison-Durbin. Анализ на речеви сигнали с кодиране с линейно предсказване (LPC). – 2 ч.
2. Спектрално преместване. Метод за получаване на инверсен спектър. Спектрално преместване на произволна честота. Спектрално преместване чрез трансформация на Hilbert. Спектрално преместване (трансформация) в честотната област. 1.
3. Цифрова децимация и интерполация. Цифрови системи с дробен коефициент на промяна на честотата на дискретизация. Теснолентов спектрален анализ. 1 ч.

## Б. Семинарни упражнения

1. Алгоритъм и програмно осигуряване на FFT на основа 2 и децимация във честотната област (Radix 2 DIF FFT).
2. Алгоритъм и програмно осигуряване на FFT на основа 4 и децимация във честотната област (Radix 4 DIF FFT).
3. Алгоритъм и програмно осигуряване на синтеза на филтри по метода на “прозореца” – Rectangular window, Bartlett, Riemann, Hanning, Hamming, Blackman, Cappelini, Kaiser, Prks-McClellan.
4. Алгоритъм и програмно осигуряване на проектирането на филтри с безкрайна импулсна характеристика чрез прилагане на апроксимацията на Butterworth.
5. Алгоритъм и програмно осигуряване на проектирането на филтри с безкрайна импулсна характеристика чрез прилагане на апроксимацията на Chebyshev.
6. Алгоритъм и програмно осигуряване на подтискането на адитивен шум за подобряване на параметрите на канала за свързка.
7. Алгоритъм и програмно осигуряване на подтискане на известен и измерим смуцаващ сигнал.
8. Алгоритъм и програмно осигуряване на анализа на речеви сигнали с кодиране с линейно предсказване (LPC).
9. Алгоритъм и програмно осигуряване на спектралното преместване чрез трансформация на Hilbert и спектрално преместване (трансформация) в честотната област.
10. Алгоритъм и програмно осигуряване на цифровата децимация и интерполация и цифрови системи с дробен коефициент на промяна на честотата на дискретизация, теснолентов спектрален анализ.

## ПРЕПОРЪЧИТЕЛНА ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Р.С., Цифрова обработка на едномерни сигнали, Almamater International, Габрово, 2009г.
2. Rabiner L.R., Gold B., *Theory and application of digital signal processing*, Prentice Hall, New Jersey, 1975.
3. Paulo S. R. Diniz, Eduardo A. B. da Silva, Sergio L. Netto. *Digital Signal Processing: System Analysis and Design*, Cambridge University press, Second publication 2010.
4. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/audio/fourier.html>
5. [http://dea.brunel.ac.uk/cmsp/Home\\_Saeed\\_Vaseghi/Chapter03-Fourier.pdf](http://dea.brunel.ac.uk/cmsp/Home_Saeed_Vaseghi/Chapter03-Fourier.pdf)
6. [http://www8.tfe.umu.se/courses/systemteknik/Media\\_signal\\_processing/04/material/2-fourier-wavelets-hmm-svm.pdf](http://www8.tfe.umu.se/courses/systemteknik/Media_signal_processing/04/material/2-fourier-wavelets-hmm-svm.pdf)
7. [http://books.google.bg/books?id=CIPeHVI9ZEC&pg=PA872&lpg=PA872&dq=rabiner+and+gold+theory+and+application+of+digital+signal+processing&source=bl&ots=C\\_jWB5nht2&sig=PwY8\\_0Kct6YhTZdqVgFiNX2OIJk&hl=bg&sa=X&ei=fvmMUbS\\_MMm2hAef54CoDQ&ved=0CHEQ6AEwCQ#v=onepage&q=rabiner%20and%20gold%20theory%20and%20application%20of%20digital%20signal%20processing&f=false](http://books.google.bg/books?id=CIPeHVI9ZEC&pg=PA872&lpg=PA872&dq=rabiner+and+gold+theory+and+application+of+digital+signal+processing&source=bl&ots=C_jWB5nht2&sig=PwY8_0Kct6YhTZdqVgFiNX2OIJk&hl=bg&sa=X&ei=fvmMUbS_MMm2hAef54CoDQ&ved=0CHEQ6AEwCQ#v=onepage&q=rabiner%20and%20gold%20theory%20and%20application%20of%20digital%20signal%20processing&f=false)