

<b>Студијски програм:</b> Вибро-акустичко инжењерство
<b>Назив предмета:</b> Обрада аудио сигнала (20.IPR0007)
<b>Наставник/наставници:</b> Никша Јаковљевић, Драгиша Мишковић
<b>Статус предмета:</b> Изборни предмет
<b>Број ЕСПБ:</b> 5
<b>Услов:</b> Нема
<b>Циљ предмета</b> Циљ овог предмета је студентима пружи фундаментална знања о савременим техникама обраде аудио сигнала и њиховим практичним применама.
<b>Исход предмета</b> Студент који успешно савлада градиво овог предмета умеће да: <ul style="list-style-type: none"> <li>• формално математички опише сигнале;</li> <li>• примени Фуријеову (Fourier) трансформацију за анализу фреквенцијског садржаја сигнала на рачунару, и објасни значење добијених резултата;</li> <li>• примени методе за анализу дискретних система;</li> <li>• разуме и примени основне дигиталне аудио ефекте;</li> <li>• пројектује, имплементира и анализира системе засноване на микрофонским низовима за формирање снопова (beamforming) и за потискивање шума (буке);</li> <li>• користи одговарајуће софтверске алате за обраду аудио сигнала.</li> </ul>
<b>Садржај предмета</b> <i>Теоријска настава</i> Теорема о одабирању: алиасинг, типичне учестаности које се користе за дигитализацију аудио сигнала. Квантизација аудио сигнала: униформна/неуниформна квантизација, $\mu$ -law и A-law компандорске карактеристике, грешка квантизације. Дискретни системи: особине (стабилност, каузалност, линеарност, временска непроменљивост), конволуција. Z-трансформација: дефиниција, особине, преносна карактеристика система. Фуријеова трансформација дискретног сигнала: дефиниција, особине, фреквенцијска карактеристика, појам амплитудског и фазног спектра. Дискретна Фуријеова трансформација: дефиниција, особине, веза са Фуријеовом трансформацијом дискретног сигнала. Временско-фреквенцијска репрезентација сигнала: основни појмови, временско-фреквенцијска резолуција, спектрограм, (Short Time Fourier Transform). Дигитални аудио-ефекти: филтри, модулатори и демодулатори, нелинеарни системи, просторни ефекти, виртуални аналогни ефекти. Класично оптимално филтрирање које се користи у микрофонским низовима: опис проблема, Винеров (Wiener) филтар, Фростов филтар, Калманов филтар. Конвенционалне технике за фомирање снопа (beamforming) помоћу микрофонских низова: опис проблема, закасни и сабери (delay-and-sum) приступ, дизајн непроменљивог снопа, филтар са максималним односом сигнал шум. Адаптивне технике за формирање снопа (beamforming) помоћу микрофонских низова: опис проблема, адаптивни системи за формирање снопова (Винеров (Wiener), (MVDR), (LCMF)). Вишеканално потискивање шума (буке) у временском домену: опис проблема, здружена дијагонализација, оптималне филтарске матрице, просторно линеарно филтрирање, оптимални филтри, мерење перформанси.

Вишеканално потискивање шума (буке) у фреквенцијском домену: опис проблема, критеријум средње квадратне грешке, оптимални филтри, уопштена структура за потискивање бочних лобова.

Примена одговарајућих софтвера за анализу аудио сигнала (Audacity, Python).

#### *Практична настава*

Применом метода „flipped-classroom” студенти ће пре предавања погледати одговарајућу видео презентацију, а предавања ће бити искоришћена за решавање свих недоумица које су остале након видео предавања и решавање проблема који илуструју концепте изложене на видео лекцијама. Вежбе су искоришћене за практичан рад са звуком (дигитални аудио ефекти), као и са микрофонским низовима и процесорима аудио сигнала.

#### **Литература**

1. Сечујски М., Јаковљевић Н., Делић В.: Дигитална обрада сигнала, ФТН, Нови Сад, 2019.
2. Zölzer U.: DAFX: Digital Audio Effects, John Wiley & Sons, Chichester, 2011.
3. Loizou P.C.: Speech Enhancement: Theory and Practice, CRC press, Boca Raton, 2013.
4. Benesty J., Cohen I., Chen J.: Fundamentals of Signal Enhancement and Array Signal Processing, John Wiley & Sons, Singapore, 2018.
5. Јаковљевић Н., Сечујски М.: ППТ презентације са предавања, ФТН, Нови Сад.
6. Јаковљевић Н., Сечујски М.: Видео презентације са предавања, ФТН, Нови Сад.

**Број часова активне  
наставе: 5**

**Теоријска настава: 2**

**Практична настава: 3**

#### **Методe извођења наставе**

Предавања се изводе уз PowerPoint презентације с бројним аудио и видео прилозима и анимацијама, као и одговарајућим аудиторним вежбама. За део предавања ће бити спремљене видео презентације, тако да ће се применити метода „flipped-classroom”, где ће студент пре самих предавања погледати одговарајућу видео презентацију, а онда на сама предавањима ће бити искоришћена за решавање свих недоумица које су остале након видео предавања и решавање проблема који илуструју концепте изложене на видео лекцијама. Предиспитне обавезе су семинарски рад, презентација и два теста. Семинарски радови се раде самостално, а најбољи из појединих тема се презентују и доносе додатне бодове. Самостални део рада студента подржан је преко web портала Катедре за телекомуникације и обраду сигнала - [www.telekom.ftn.uns.ac.rs](http://www.telekom.ftn.uns.ac.rs).

#### **Оцена знања (максимални број поена 100)**

<b>Предиспитне обавезе</b>	50 поена	<b>Завршни испит</b>	50 поена
Семинарски рад	20	Писмени испит	25
Презентација	10	Усмени испит	25
Тест 1	10		
Тест 2	10		