



**СТУДИЈСКИ ПРОГРАМ**

**МАСТЕР АКАДЕМСКИХ СТУДИЈА**

**ВИБРО-АКУСТИЧКО ИНЖЕЊЕРСТВО**



**КЊИГА ПРЕДМЕТА**

**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Професионални аспекти истраживања, инжењерства и иновација (20.ОР0001)

**Наставник/наставници:** Ливија Цветићанин

**Статус предмета:** Обавезан предмет

**Број ЕСПБ:** 4

**Услов:** Нема

### **Циљ предмета**

Циљ предмета је да студенти стекну практична знања за реализацију својих научних или техничких идеја кроз пројекте или друге облике стваралаштва у свом будућем инжењерском раду у области вибро-акустике. Поред тога, треба да буду оспособљени да доносе одлуку о понуђеним пројектима као и техничко-технолошким вибро-акустичким решењима и њиховој реализацији. Студенти треба да буду оспособљени за дубље разумевање основних и методолошких питања која се јављају у инжењерској пракси из Вибро-акустике.

### **Исход предмета**

Студенти ће кроз добијена теоријска знања, демонстриране примере из Вибро-акустике и самостални истраживачки рад, бити способни и обучени да у будућој пракси раде на пројектима из ових области по светски прихваћеној методологији, а да при одлучивању и одабиру узму у обзир и регулативна, економска и индустријска ограничења.

### **Садржај предмета**

#### *Теоријска настава*

Инжењерска креативност. Принципи стварања идеје. Софтверска подршка стварању и управљању идејама са илустрацијом за Вибро-акустику. Генерисање и тестирање нових концепта. Хипотезе, модели и експериментална подршка. Технологије, патенти и нова техничко-технолошка решења. Иницирање пројекта (опис, анализа изводљивости, концепт). Доношење одлуке о пројекту. Пројектовање. Врсте пројеката (истраживачко-развојни, иновациони, инвестициони) са илустрацијом за Вибро-акустику. Генерални пројекат и развој техничко-технолошких варијанти. Студија оправданости и економско-финансијски аспекти пројекта. Пројекат изведеног стања. Управљање ризиком (идентификација, анализа, планирање одговора на ризик) са илустрацијом за Вибро-акустику. Инжењерски захтеви и поступци за реализације патента и новог техничког решења у области Вибро-акустике. Инжењерска етика.

#### *Практична настава*

Демонстрација конкретних вибро-акустичких примера за теоријске јединице. Самостална израда практичног домаћег задатка и групна израда предметног пројекта из области вибро-акустике.

### **Литература**

1. Howitt D., Cramer D.: Introduction to Research Methods, 3<sup>rd</sup> Edition, Pearson Education Ltd., 2010.
2. Musorodzata T.: Project Tools and Techniques, AIU Atlantic International University, 2010.
3. Wallingman N.: Research Methods – the Basic, Routledge, London, 2011.
4. Salkind N.: Exploring Research: Pearson New International Edition, 8<sup>th</sup> Edition, Pearson Education Ltd., 2013.
5. Pandey P., Pandey M.M.: Research Methodology: Tools and Techniques, Bridge Center, 2015.
6. Mishra S.B., Alok S.: Handbook of Research Methodology, Educreation Publishing, 2017.
7. Радаковић Н., Морача С.: Основе управљања пројектима, ФТН, Нови Сад, 2012.
8. Водич кроз корпус знања за управљање пројектима (РМВОК водич), РМВОК/ФТН, 2010.

<b>Број часова активне наставе:</b> 3	<b>Теоријска настава:</b> 2	<b>Практична настава:</b> 0
---------------------------------------	-----------------------------	-----------------------------

**Методe извођења наставе**

Предавања. Консултације – индивидуалне и заједничке. На предавањима ће се студентима пружити теоријске основе, поткрепљене конкретним вибро-акустичким примерима по тематским јединицама наведеним у садржају предмета. Студенти ће самостално, по тимовима, изабрати сопствени пројекат из области Вибро-акустике, уз претходно појединачно решен домаћи задатак, и спровести све активности на пројекту по методологији описаној на предавањима. При раду ће користити рачунарски алат, за који ће се претходно обучити.

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

<b>Предиспитне обавезе</b>	50 поена	<b>Завршни испит</b>	50 поена
Присуство на предавањима	5	Усмени испит	50
Домаћи задатак	5		
Предметни пројекат	40		

**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Механичке вибрације (20.ОР0002)

**Наставник/наставници:** Драги Радомировић, Миодраг Зуковић

**Статус предмета:** Обавезан предмет

**Број ЕСПБ:** 5

**Услов:** нема

### **Циљ предмета**

Циљ предмета је да студенти стекну основна теоријска и практична знања из области механичких вибрација. Упознавање са основним појмовима и феноменима механичких вибрација, применом вибрација у техници и другим областима, штетним појавама које оне изазивају и њиховом контролом. Студенти треба да буду оспособљени да препознају узрок штетних вибрација, да их измере и да умеју да пронађу начин како да се оне елиминишу или ублаже. Оспособљавање за самостално решавање комплексних инжењерских проблема који укључују вибрације и повезивање стеченог знања са сродним проблемима и решењима других наука и дисциплина.

### **Исход предмета**

Студенти ће, кроз добијена теоријска знања, решене примере и лабораторијске вежбе, бити обучени и способни да у будућој пракси самостално решавају инжењерске проблеме који укључују вибрације. Биће способни да израде математички модел вибрација механичких система, да одаберу метод решавања и изврше анализу добијених резултата. Моћи ће да изврше потребна мерења, препознају основне параметре и феномене вибрација посматраног система, и на основу њих дају препоруке за решавање датих задатака. На основу познавања механичких вибрација, метода њихове примене, начина контроле студенти ће моћи да решавају и проблеме вибрација немеханичких система и сарађују са другим инжењерима и стручњацима из других области.

### **Садржај предмета**

#### *Теоријска настава*

Механичко моделовање. Теоријске основе. Број степени слободе кретања. Други Њутнов закон. Динамичка једначина обртања. Крутост опруге. Закон о одржању тоталне механичке енергије. Слободне хармонијске осцилације. Амплитуда. Фреквенција. Период осциловања. Осциловање инжењерских структура. Крутости еластичних елемената. Еквивалентне крутости. Осцилације са пригушењем. Вискозно трење. Кулоново трење. Принудне осцилације. Типови принуде (хармонијска, инерцијална, кинематска и непериодична). Амплитудно-фреквентни дијаграм. Резонанција. Подрхтавање. Слободне осцилације система са два и више степени слободе кретања. Фреквенције слободних осцилација. Модови осциловања. Принудне непригушене осцилације система са два и

више степени слободне кретања. Принудне пригушене осцилације система са два и више степени слободне кретања. Динамички апсорбери. Уздужне осцилације еластичних штапова. Фреквенције слободних осцилација и модови осциловања. Попречне осцилације еластичних штапова. Гранични услови. Одређивање фреквенција слободних осцилација и модова осциловања. Принудне осцилације конзоле посматране као штапа који има бесконачно степени слободне кретања за осциловање у попречном правцу.

#### *Практична настава*

Практична настава обухвата лабораторијске вежбе. Вежби су везане за осцилације структуре са једним, два или више степене слободне и анализу слободних и принудних осцилација, као и анализу утицаја изолације и динамичког амортизера. Осим тога, на вежбама се анализирају и осцилације са бесконачно степени слободне: слободне, пригушене и принудне осцилације еластичне конзоле.

#### **Литература**

1. Fahy F., Thompson D.: Fundamentals of Sound and Vibration, 2<sup>nd</sup> Edition, CRC Press, 2015.
2. Вујановић Б.: Теорија осцилација, Факултет техничких наука, Нови Сад, 1995.
3. Rao S.S.: Mechanical Vibrations, 5<sup>th</sup> Edition, Prentice Hall, 2010.
4. Balachandran B., Magrab E.B.: Vibrations, 3<sup>rd</sup> Edition, Cambridge University Press, 2018.
5. Kovačić I., Radomirović D.: Mechanical Vibration – Fundamentals with Solved Examples, John Wiley & Sons, 2017.
6. Радомировић Д., Зуковић М.: ППТ презентације са предавања, Универзитет у Новом Саду.

**Број часова активне наставе: 7**

**Теоријска настава: 3**

**Практична настава: 4**

#### **Методe извођења наставе**

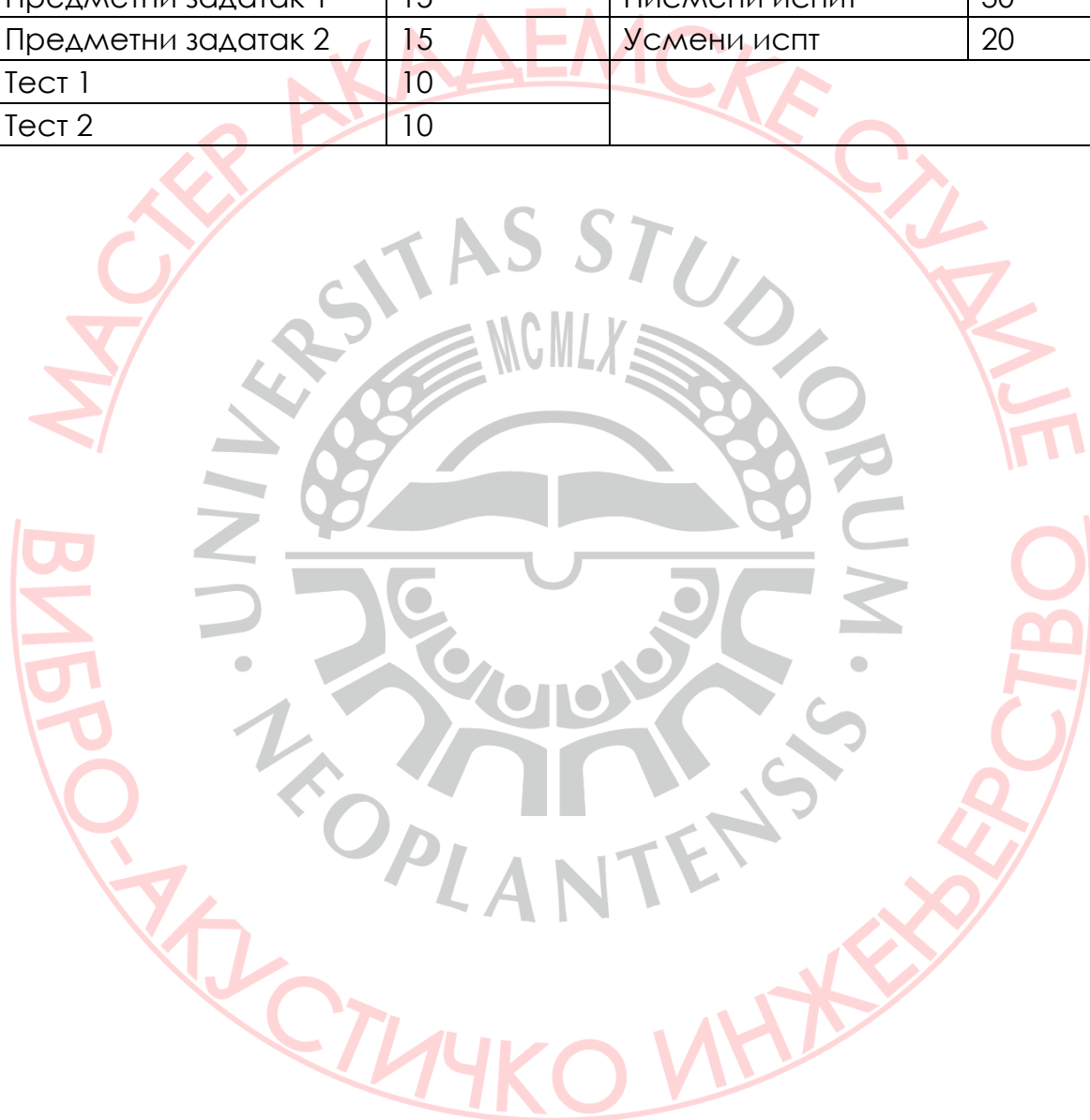
Настава се изводи кроз аудиторна предавања, аудиторне и лабораторијске вежбе. У настави се интензивно примењују савремене наставне методе и мултимедијалне технологије. Кроз наставу ће се студентима пружити теоријске основе, поткрепљене конкретним примерима по тематским јединицама наведеним у садржају предмета. Аудиторне вежбе су организоване тако да, поред дела у којем предавач демонстрира методе и поступке решавања вибрационих проблема, студенти стекну самосталност кроз велики број задатака за самосталан рад, које ће решавати уз потребну помоћ наставника. На лабораторијским вежбама, студентима ће бити омогућено да мере и анализирају основне параметре вибрација посматраних механичких система. Након извршених мерења и записивања података, студенти пишу извештај са лабораторијских вежби, који, поред потребних теоријских основа, садржи обраду и анализу података, одговоре студената на постављена питања, као и



њихове препоруке за решавање анализираних проблема. Извештаји се пишу у унапред припремљене документе, шаљу наставницима који их затим оцењују, дају примедбе и сугестије, а све у циљу бољег разумевања проучаваних феномена.

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

<b>Предиспитне обавезе</b>	50 поена	<b>Завршни испит</b>	50 поена
Предметни задатак 1	15	Писмени испит	30
Предметни задатак 2	15	Усмени испит	20
Тест 1	10		
Тест 2	10		



<b>Студијски програм:</b> Вибро-акустичко инжењерство
<b>Назив предмета:</b> Основи техничке акустике (20.ОР0003)
<b>Наставник/наставници:</b> Владо Делић
<b>Статус предмета:</b> Обавезан предмет
<b>Број ЕСПБ:</b> 5
<b>Услов:</b> Нема
<p><b>Циљ предмета</b></p> <p>Циљ предмета је да утврди знање студената о звуку, како настаје и како се простира кроз различите средине, како се понаша у отвореном и затвореном простору и, делимично, како утиче на човека. Сечена знања су основа за све остале предмете на модулу за техничку акустику. Описати природу-карактеристике звука и презентовати основе теорије настајања звука и пропагације звучних таласа. Објаснити у основи шта и како човек чује, како разликује ниво (dB) и фреквенцијски садржај звука (Hz). Објаснити како на пренос и перцепцију звука утичу затворени простори, како се врши њихова акустичка обрада и како се оцењује акустички амбијент професионалних студија, концертних дворана, конференцијских сала. Упоредити принципе заштите од буке са принципима модерне градње и архитектуре. Укратко представити ултразвучне технологије и њихову примену.</p>
<p><b>Исход предмета</b></p> <p>Поред елемента физичке и физиолошке акустике (шта и како чујемо), студенти разумеју разлике у понашању звука у отвореном и затвореном простору и умеју да оцене акустички амбијент у погледу разумљивости говора, квалитета музике и нивоа буке. Упознају аудио сигнале као сигнале сачињене од синусоидалних компоненти одређених фреквенција и амплитуда које утичу на осећај висине тона и јачине звука. Умеју да прорачунају и измере ниво звука, као и акустичке параметре просторија. Сечена знања ће им олакшати комуникацију са машинцима, грађевинцима, архитектама, правницима и лекарима различитих струка са којима ће се сусретати на темама и пројектима из области акустике.</p>
<p><b>Садржај предмета</b></p> <p><i>Теоријска настава</i></p> <p>Визуелизација настајања и простирања звучних таласа: фреквенција звука, таласна дужина и брзина простирања. Анализа звучног поља: приказати однос звучног притиска и брзине осциловања честица еластичне средине, као и релације које повезују акустичку снагу извора звука, звучни притисак и интензитет сферних звучних таласа. Ниво звучног притиска: акустички децибел. Промене звучног притиска у времену и простору.</p> <p>Аудио сигнали. Фреквенцијска представа звука сачињеног од синусоида на појединим фреквенцијама. Дискретан спектар (прост тон, хармоничан и дисхармоничан звук) и континуалан спектар (бука, шум). Импулсни одзив и преносна карактеристика аудио система. Анализа аналогних аудио сигнала: развој у Фуријеов ред периодичних сигнала и Фуријеова трансформација аналогних аудио сигнала.</p> <p>Праг чујности и граница бола у чујном опсегу фреквенција. Субјективни</p>

осећај јачине звука, висине тона и боје звука. Бинаурална локализација, преносна карактеристика до чула слуха и импулсни одзив главе.

Ефекти при простирању звучних таласа: рефлексија и апсорпција, дифузија, закретање и преламање звучних таласа; анализа односа величине препрека и таласне дужине, као и односа звучног притиска и брзине осциловања честица на граници две средине; стојећи таласи, Доплеров ефекат.

Акустика просторија: директни и реверберантни звук, апсорпција и реверберација. Интензитет реверберантног звука и радијус просторије. Коефицијент апсорпције и коефицијент рефлексије. Импулсни одзив просторије и акустички параметри просторије. Апсорпција просторије и време реверберације. Акустичка обрада просторија: избор и постављање апсорбера, рефлектора и дифузора.

Грађевинска акустика. Нормиране криве дозвољеног нивоа буке по фреквенцијама, зависно од намене просторија.

Акустика у архитектури. Акустички квалитет студијских и режијских простора, акустика учионица и конференцијских сала, акустика концертних сала, оперских кућа и цркава, биоскопа. Анехоичне коморе (глуве собе).

Увод у ултразвучне технологије: генерисање, пропација и регистровање ултразвука; ултразвучни уређаји; примене у дијагностици и терапији. Сонар (подводни звук). Како чују поједине животиње.

#### *Практична настава*

Овај уводни предмет је претежно теоријског карактера, али ће део аудиторних вежби бити усмерен на практичне примене. Током курса се организује посета Радио-телевизији Војводине, где студенти виде акустички обрађене студије са аудио-техником, анехоичну комору и драмски комплекс.

#### **Литература**

1. Дринчић Д., Правица П., Новаковић Д.: Основи акустике, ВШЕРСС, Београд, 2018.
2. Дринчић Д., Правица П.: Акустика – Збирка решених задатака, ВШЕР, Београд, 2011.
3. Alton Everest F.: The Master Handbook of Acoustics, 4<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, USA, 2001.
4. Kuttruff H.: Room Acoustics, 5<sup>th</sup> Edition, Spon Press, London, 2009.
5. Делић В.: ППТ презентације са предавања, ФТН, Нови Сад.

**Број часова активне наставе: 5**

**Теоријска настава: 3**

**Практична настава: 2**

#### **Методe извођења наставе**

Предавања се изводе уз PowerPoint презентације с бројним аудио и видео прилозима и анимацијама. Праћена су и аудиторним вежбама. Организује се посета Радио Новом Саду, где студенти виде акустички обрађене студије са аудио-техником, анехоичну комору и драмски комплекс. 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		



**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Бука и вибрације у животној и радној средини (20.ОР0004)

**Наставник/наставници:** Ивана Ковачић, Ливија Цветићанин, Момир Прашчевић

**Статус предмета:** Обавезан предмет

**Број ЕСПБ:** 5

**Услов:** Нема

**Циљ предмета**

Стицање теоријских знања и практичних вештина у области буке и вибрација у животној и радној средини. Оспособљавање студената за решавање конкретних проблема које стварају извори буке и вибрација кроз идентификацију и карактеризацију извора.

**Исход предмета**

Оспособљеност студената за мерење и прорачун нивоа буке у и радној животној средини; примена софтверских решења за прорачун нивоа буке у животној средини; примена буке у дијагностичке сврхе; примена метода за контролу буке.

**Садржај предмета**

*Теоријска настава*

Побуда силом и померањем. Апсолутна и релативна преносивост. Понашање на ниским и високим фреквенцијама. Изолација вибрација. Утицај прогушења. Изолаторске конфигурације. Изолација темеља који нису крути. Механичка импеданца.

Основни типови буке. Подела према временском и фреквенцијском карактеру буке. Појаве које прате простирање буке на отвореном простору: дифракција, дифузија, рефлексија, дисипација. Стање нивоа буке у животној средини. Извори буке и њихове карактеристике: друмски, железнички и ваздушни саобраћај, индустрија, грађевинске машине, комунална возила. Бука у стамбеним објектима. Типови извора буке: линијски и тачкасти. Модели за прогнозу буке. Структура модела. Основни принципи мерења буке. Фреквенцијска анализа буке. Типови фреквенцијске анализе. ФФТ анализа. Појасна анализа. Октавна и терцна анализа буке. Методе фреквенцијске анализе. Инструменти за мерење буке. Типови и врсте инструмената. Основни мерни ланац. Претварачи - кондензаторски микрофони: принцип рада, избор типа и величине. Детектор сигнала. Калибрација мерног система. Утицај окружења на мерење. Штитници. Стандарди и правилници. Европске директиве. Основни елементи мерне процедуре. Обрада резултата. Стандарди за прогнозу. Мапирање буке. Акустичко зонирање простора. Акустичко мапирање и калибрација акустичких мапа. Примена софтверских алата са акустичко мапирање. Контрола буке. Основни принципи. Контрола на извору буке. Контрола на путевима преношења. Контрола на месту пријема. Прорачун система за смањење нивоа буке. Оцена буке.

Индикатори буке. Дозвољене вредности.

#### Практична настава

Мерења буке са пратећим анализама и оценом буке, уз поређење са дозвољеним вредностима. Мапирање буке на основу мерних резултата добијених директним мерењем или прикупљених у клоуду уз примену софтверских алата.

#### Литература

1. Прашчевић М., Цветковић Д., Михајлов Д.: Бука у животној средини – друго допуњено и измењено издање (електронско издање), Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду, Ниш, 2019.
2. Цветковић Д., Прашчевић М.: Бука и вибрације - збирка задатака са теоријским основама, Просвета, Ниш, 1998.
3. Murphy E., King E.: Environmental Noise Pollution – Noise Mapping, Public Health and Policy, Elsevier, Eoin, 2014.
4. Brazile W., Autenrieth D.: Occupational & Community Noise: A Guide for Environmental Health & Safety Students, Kendall Hunt Dubuque, 2017.

**Број часова активне наставе:** 5

**Теоријска настава:** 2

**Практична настава:** 3

#### Методе извођења наставе

Предавања. Рачунарске и лабораторијске вежбе. Консултације – индивидуалне и заједничке. Практичан рад мерења буке одговарајућим инструментима и софтверска обрада резултата.

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

Предиспитне обавезе	50 поена	Завршни испит	50 поена
Присуство на предавањима	5	Писмени испит	30
Присуство на вежбама	5	Усмени испит	20
Тест	10		
Пројектни задатак 1	15		
Пројектни задатак 2	15		

**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Ефекти вибрација на човека (20.IPR0001)

**Наставник/наставници:** Драги Радомировић, Милорад Шпановић,  
Иван Ломен

**Статус предмета:** Изборни предмет

**Број ЕСПБ:** 4

**Услов:** Нема

### **Циљ предмета**

СТИЦАЊЕ ТЕОРИЈСКИХ ЗНАЊА И ПРАКТИЧНИХ ВЕШТИНА У ОБЛАСТИ ХУМАНИХ ВИБРАЦИЈА И ЕФЕКТА ВИБРАЦИЈА НА ЧОВЕКА СА МЕХАНИЧКОГ И МЕДИЦИНСКОГ АСПЕКТА, КАО И АСПЕКТА БЕЗБЕДНОСТИ И ЗДРАВЉЕ НА РАДУ. ОСПОСОБЉАВАЊЕ СТУДЕНАТА ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЈУ, АНАЛИЗУ КОНКРЕТНИХ ПРОБЛЕМА, ПРОЦЕНУ РИЗИКА КОЈЕ СТВАРАЈУ ВИБРАЦИЈЕ У ДВЕ ТИПИЧНЕ КЛАСЕ ПРОБЛЕМА: ВИБРАЦИЈА ШАКЕ И ВИБРАЦИЈА ЦЕЛОГ ТЕЛА.

### **Исход предмета**

ОСПОСОБЉЕНОСТ СТУДЕНАТА ЗА ПРЕПОЗНАВАЊЕ ПРОБЛЕМА ИЗЛОЖЕНОСТИ ЧОВЕКА ВИБРАЦИЈАМА И ОЦЕНУ РИЗИКА. ОСПОСОБЉЕНОСТ СТУДЕНАТА ЗА МЕРЕЊЕ ХУМАНИХ ВИБРАЦИЈА ЗА СЛУЧАЈ ВИБРАЦИЈА ШАКЕ И ВИБРАЦИЈА ЦЕЛОГ ТЕЛА, УЗ АДЕКВАТНУ АНАЛИЗУ, ПОРЕЂЕЊЕ СА РЕГУЛАТИВОМ, МОГУЋНОСТ РЕДУКЦИЈЕ ВИБРАЦИЈА И ИЗБОР ОДГОВАРАЈУЋЕ ЗАШТИТНЕ ОПРЕМЕ.

### **Садржај предмета**

#### *Теоријска настава*

Механичко моделирање вибрација шаке и вибрација целог тела. Типови модела. Формирање диференцијалних једначина, принципи решавања, анализе и оптимизације решења. Поређење резултата добијених различитим механичким моделовањем.

Медицински аспект вибрација шаке и вибрација целог тела. Повезивање објективних физичких карактеристика вибрација са патофизиолошким последицама које оне стварају на телу човека. Дијагностика (тест хладне пробе). Правилник за утврђивање професионалних болести и Правилник о претходним и периодичним лекарским прегледима запослених на радним местима са повећаним ризиком. Комбиновани ефекти буке и вибрација на човека.

Упознавање за релеватном регулативом: EU Vibration Directive, Закон о безбедности и здравља на раду, Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при излагању вибрацијама.

Вибрације шаке: принципи мерења, начини калкулација и интерпретација резултата. Вибрације целог тела: принципи мерења, начини калкулација и интерпретација. Поређење са регулативом. Заштита од вибрација. Редукција вибрација и лична заштитна опрема.

#### *Практична настава*

Тест хладне пробе и мерење вредности температуре прстију кожном термометријом и капилароскопијом применом плетизмографије, као и коришћење електродијагностичким испитивањима

сензомоторна спроводљивости нерава и мишића горњих екстремитета, увид у РТГ снимак шака и ручног зглоба.

Мерења хуманих вибрација. Одређивање експозиције вибрацијама, мерење интензитета вибрација, рачунање дневне експозиције вибрацијама графички, номограмом, софтверски.

### Литература

1. Non-Binding Guide to Good Practice for Implementing Directive 2002/44/EC (Vibrations in Work), European Commission, Directorate-General for Employment, Social Affairs and Equal Opportunities.
2. South T.: Managing Noise and Vibration at Work - A Practical Guide to Assessment, Measurement and Control, 1<sup>th</sup> Edition, Butterworth-Heinemann, 2004.
3. Griffin M.J.: Handbook of Human Vibration, Elsevier Science Publishing Co Inc, 1996.
4. Миков М.: Практикум из медицине рада, Ортомедикс, Нови Сад, 1995.
5. Поплашен Д., Кернер И.: Вибрације које се преносе на шаке и руке, Сигурност, Загреб, 2013.
6. Танковић А., Суљић-Бегановић Ф., Талајић М., Лутвица С., Лутвица Е., Голетић А.: Утицај вибрација на људски организам, Билтен Љекарске коморе, Зеница, 2015.

<b>Број часова активне наставе: 4</b>	<b>Теоријска настава: 2</b>	<b>Практична настава: 2</b>
---------------------------------------	-----------------------------	-----------------------------

### Методe извођења наставе

Предавања. Лабораторијске вежбе. Консултације – индивидуалне и заједничке. Практичан рад на мерењу хуманих вибрација, њиховој анализи и поређењу са дозвољеним вредностима.

### Оцена знања (максимални број поена 100)

<b>Предиспитне обавезе</b>	70 поена	<b>Завршни испит</b>	30 поена
Присуство на предавањима	5	Усмени испит	30
Присуство на вежбама	5		
Тест 1	10		
Тест 2	10		
Одбрањени сложени облици вежби	40		



**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Психо-физиолошка акустика (20.IPR0002)

**Наставник/наставници:** Зоран Комазец

**Статус предмета:** Изборни предмет

**Број ЕСПБ:** 4

**Услов:** Нема

### **Циљ предмета**

На овом предмету студенти науче детаље о перцепцији звука и утицају на човека. Циљ је да се јасно повежу објективне физичке карактеристике звука са субјективним доживљајем појединих карактеристика звука. Описати анатомију и физиологију чула слуха. Објаснити везу између акустичког децибела и фона, изофонске криве и нормиране криве једнаке подношљивости буке, као и представу децибела у аудиолошким мерењима. Објаснити како на перцепцију звука утичу затворени простори (закон првог таласног фронта) и како се оцењује акустички амбијент. Анализирати артикулацију и перцепцију говора. Упознати технике испитивања квалитета гласа, разумљивости говора, као и аудиометријског испитивања слуха. Описати функције слушних апарата и кохлеарних импланта.

### **Исход предмета**

Студенти знају каква је осетљивост људског чула слуха на појединим фреквенцијама у чујном опсегу. Разумеју нелинеарност перцепције и разлике у објективним и субјективним карактеристикама звука, шта и како човек чује, како разликује ниво звучног притиска (dB) и фреквенцијски садржај звука (Hz), како опажа правац у ком се налази извор звука, и како бука утичу на човека. Познају анатомију и физиологију чула слуха и како се врши испитивање слуха тоналном и говорном аудиометријом. Разумеју улогу и могућности слушних апарата и кохлеарних импланта. Знају како се артикулише говор, како се испитује квалитет гласа и мери разумљивост говора. Стечена знања ће им олакшати комуникацију са аудиолозима, фонистима и стручњацима који се баве заштитом од буке.

### **Садржај предмета**

#### *Теоријска настава*

Перцепција звука: анатомија и физиологија чула слуха, чујно подручје, бинаурална локализација и ефекат маскирања. Психо-акустика: субјективни осећај јачине, висине тона и боје звука. Чујно подручје, ниво звучног притиска (dB vs. fon), изофонске линије. Шта и како чујемо: dB, фони и сони, dB(A).

Утицај буке на човека: извори и ширење, ниво и доза буке, прописи о допуштеном нивоу, стандарди и технике мерења.

Артикулација и перцепција говора: акустички, моторички и когнитивни аспекти, моделовање продукције и перцепције говорног сигнала. Испитивање квалитета гласа и мерење разумљивости говора: објективно мерење и субјективно испитивање акустичких

карактеристика гласа.

Испитивање слуха: тонална аудиометрија (dBHL) и говорна аудиометрија; слушни апарати и кохлеарни импланти.

#### *Практична настава*

Практични део наставе (вежбе) одвија се у Аудиолошкој лабораторији на ОРЛ клиници Медицинског факултета. Део вежби ће се одвијати и у глувој соби који се односи на просторне димензије звука, а у аудиолошкој лабораторији радиће се испитивање квалитета гласа и мерење разумљивости говора, као и тонална и говона аудиометрија.

#### **Литература**

1. Бабић Б.: Аудиологија и вестибулологија, ФАСПЕР Београд, 2007.
2. Мијић М.: Аудио системи, Академска мисао, Београд, 2011.
3. Howard D.: J. Angus, Acoustics and Psychoacoustics, Elsevier, Oxford, 2009.
4. Vorländer M.: Auralization - Fundamentals of Acoustics, Modelling, Simulation, Algorithms and Acoustic Virtual Reality, Springer, Berlin, 2008.
5. Комазец З.: ППТ презентације са предавања, Медицински факултет, Нови Сад.

**Број часова активне наставе:** 4

**Теоријска настава:** 2

**Практична настава:** 2

#### **Методe извођења наставе**

Предавања се изводе уз PowerPoint презентације с бројним аудио и видео прилозима и анимацијама. Праћена су вежбама у Аудиолошкој лабораторији на ОРЛ клиници Медицинског факултета. 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		

**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Стручна пракса (20.SP0001)

**Наставник/наставници:**

**Статус предмета:** Обавезан предмет

**Број ЕСПБ:** 4

**Услов:** Нема

**Циљ предмета**

Стручна пракса олакшава студенту прелазак са академског школовања на професионални практичан рад инжењера у складу са звањем које се добија након завршетка студијског програма – мастер инжењер вибро-акустичког инжењерства. Образовни циљ обухвата стицање непосредних сазнања о начину пословања организације уопште, са акцентом на послове и проблеме везане за различите аспекте вибро-акустике, те примену стечених знања у пракси и развијање свести код студента о потреби стицања нових или специфичних знања из ове области. Стручна пракса има следеће специфичне циљеве: упознавање студената са делатностима изабране организације; упознавањем студената са начином пословања изабране организације; упознавањем студената са пословима и/или проблемима везаним за различите аспекте вибро-акустике у изабраној организацији; унапређивање способност студента за успешну примену стручних и научних сазнања и метода из Вибро-акустике у пракси; оспособљавање студента за ефикасно прилагођавање процесима рада, организацији рада и тимском раду приликом предстојећег запошљавања; омогућавање студента да се представи евентуалном будућем послодавцу.

**Исход предмета**

Развијене способности студената за успешну примену стручних и научних сазнања и метода из Вибро-акустике у пракси. Креирана свест и стечена знања о практичним пословним процедурама, организацији и технологијама. Оспособљеност за ефикасно прилагођавање процесима рада, организацији рада и тимском раду приликом предстојећег запошљавања. Олакшано доношење каријерних одлука.

**Садржај предмета**

*Теоријска настава*

Формира се за сваког кандидата посебно, на релацији студент - руководиоца стручне праксе - руководство организације у којој се обавља стручна пракса (или овлашћени ментор студента у организацији), а у складу са потребама струке и/или проблематике из вибро-акустичке области.

*Практична настава*

Формира се за сваког кандидата посебно, у договору са руководиоцем стручне праксе и руководством организације у којој се обавља стручна пракса (или овлашћеним ментором студента у

организацији), а у складу са потребама струке и/или проблематике из вибро-акустичке области.

#### **Литература**

1. Ковачић И., Зуковић М.: Упутство за извођење стручне праксе, СЕНВИБЕ пројекат, Нови Сад, 2020.
2. Практикуми, књиге, техничка упутства, научни радови и остала литература. потребне за реализацију праксе.

**Број часова активне наставе: 0**

**Теоријска настава: 0**

**Практична настава: 0**

#### **Методе извођења наставе**

Консултације и писање дневника стручне праксе у коме студент наводи: податке о организацији: општи подаци, делатност и организација и сл.; позиције током обављања стручне праксе: назив, опис и улога у структури и процесу рада; листу активности студента са описом и исходима; опис коришћених знања, метода и технологија; препреке у раду: опис и методе превазилажења.

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

<b>Предиспитне обавезе</b>	70 поена	<b>Завршни испит</b>	30 поена
Сложени облици вежби	70	Усмени испит	30



**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Нумеричке методе у вибро-акустици (20.ОР0005)

**Наставник/наставници:** Миодраг Зуковић, Милан Сечујски

**Статус предмета:** Обавезан предмет

**Број ЕСПБ:** 5

**Услов:** Нема

### **Циљ предмета**

Првенствени циљ предмета је оспособљавање студената за употребу модерних инжењерских програма у области вибрација и акустике, као и развијање осталих компетенција у овим областима. Упознавање са основним и напредним нумеричким методама за решавање инжењерских проблема. Примена нумеричких метода на специфичне инжењерске проблеме вибро-акустике. Примена комерцијалног и некомерцијалног софтвера. Кроз овај предмет студенти ће утемељити теоријске основе и применити математичке моделе и изразе који се користе у Техничкој акустици и Теорији вибрација.

### **Исход предмета**

Оспособљеност студената за примену нумеричких метода у проблемима акустике и вибрација. Формирање математичких модела и избор метода за њихово решавање. Имплементација научених метода. Извођење и анализа нумеричких прорачуна уз помоћ комерцијалних (Wolfram Mathematica, Matlab, ADAMS), као и некомерцијалних рачунарских софтвера. Примена стечених компетенција како у решавању проблема уже струке, тако и у мултидисциплинарним проблемима.

Студенти науче да моделују сложене електро-акустичко-механичке системе (електро-акустички претварачи, вентилациони канали, пригушивачи, акустички резонатори) и анализирају их помоћу простих еквивалентних електричних кола. Разумеју како се успоставља/ишчезава звучно поље у просторији након укључивања/искључивања звучног извора, колики је ниво реверберантног звука, а колико време реверберације.

### **Садржај предмета**

#### *Теоријска настава*

Осврт на линеарне осцилације система са једним, два и више степени слободе. Решавање система линеарних и нелинеарних алгебарских једначина. Проблем сопствених вредности и главне форме осциловања. Методе нумеричке интеграције обичних диференцијалних једначина - почетни и гранични проблем. Фреквенцијска анализа. Нумеричке методе решавања парцијалних диференцијалних једначина и примена на проблеме осцилација система са бесконачно много степени слободе. Почетни и гранични услови. Метода коначних елеманата.

Тачкасти, линијски и површински извори звука. Промене звучног притиска у времену и простору: акустичка таласна једначина за равне



и сферне звучне таласе. Парцијалне диференцијалне једначине за динамичку равнотежу и закон о одржању енергије - електро-акустичке аналогije, акустичка импеданса и импеданса акустичког зрачења, акустичка снага зрачења. Електро-механичке аналогije.

#### *Практична настава*

На рачунарским вежбама студенти самостално израђују или дорађују унапред припремљене нумеричке кодове и користе комерцијалне програме за решавање задатих проблема. Примена комерцијалних софтвера (Wolfram Mathematica, Matlab, ADAMS) у анализи вибрација. Анализа акустичко-механичких система преко еквивалентних електричних кола. Анализа звучног поља у просторији помоћу статистичке теорије: успостављање звучног поља, интензитет звука у стационарном стању и закон опадања укупне акустичке енергије у просторији. Организују се и гостујућа предавања инжењера из привреде имају за циљ развијање инжењерских и предузетничких компетенција студената са становишта коришћења и развијања софтверских алата.

#### **Литература**

1. Fahy F., Thompson D. (Eds): Fundamentals of Sound and Vibration, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2015.
2. Wu J.S.: Analytical and Numerical Methods for Vibration Analyses, John Wiley & Sons, Singapore, 2013.
3. Atalla N., Sgard F.: Finite Element and Boundary Methods in Structural Acoustics and Vibration, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2015.
4. Petyt M.: Introduction to Finite Element Vibration Analysis, Cambridge University Press, 1990.
5. Blauert J., Xiang N.: Acoustics for Engineers, Springer, 2008.
6. Vorländer M.: Auralization - Fundamentals of Acoustics, Modelling, Simulation, Algorithms and Acoustic Virtual Reality, Springer, Berlin, 2008.
7. Nilsson A.C., Liu B.: Vibro-Acoustics Volume 3, Springer, 2016
8. Зуковић М.: ППТ презентације са предавања, ФТН, Нови Сад.

**Број часова активне наставе:** 6

**Теоријска настава:** 3

**Практична настава:** 3

#### **Методe извођења наставе**

Предавања су аудиторна, а вежбе рачунарске. Интензивна примена савремених наставних метода и мултимедијалних технологија. Поред PowerPoint презентација и осталих мултимедијалних садржаја, за савладавање градива на предавањима се користи и директна демонстрација нумеричких метода на рачунару. На вежбама студенти самостално израђују или дорађују унапред припремљене нумеричке кодове и користе комерцијалне програме за решавање задатих проблема. У току семестра планирана су предавања инжењера из привреде, која имају за циљ развијање како инжењерских тако и предузетничких компетенција студената са становишта коришћења и

развијања софтверских алата. 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>	<b>70 поена</b>	<b>Завршни испит</b>	<b>30 поена</b>
Присуство на предавањима	5	Усмени испит	30
Присуство на вежбама	5		
Одбрањене рачунарске вежбе	60		



**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Контрола вибрација и виброфеномена (20.IPR0003)

**Наставник/наставници:** Ивана Ковачић, Жељко Кановић

**Статус предмета:** Изборни

**Број ЕСПБ:** 5

**Услов:** Нема

**Циљ предмета**

Образовни циљ предмета је упознавање студената са теоријским и практичним основама метода за пасивну и активну контролу вибрација и виброфеномена.

**Исход предмета**

Знања стечена у оквиру овог предмета оспособљавају студенте за решавање конкретних вибрационих инжењерских проблема, уз коришћење одговарајућих софтверских пакета намењених анализи, симулацији и синтези управљачких система за контролу вибрација и виброфеномена.

**Садржај предмета**

*Теоријска настава*

Адаптивна пасивна контрола: променом типа пригушења; променом крутости; променом масе; подесиви вибрациони неутрализатори.

Активна контрола у затвореној спрези: системи са једним улазом и једним излазом (функција преноса, одзив система, стабилност, ефекат временског кашњења у контролној петљи); системи са више улаза и излаза (концепт простора стања, повратна спрега по излазима и стањима, естиматори стања и опсервери, оптимално и модално управљање).

Активна контрола у отвореној спрези: системи са једним и више улаза и излаза, адаптивна контрола у фреквенцијском и временском домену, поређење са контролом у затвореној спрези.

Сензори и извршни органи за активну контролу вибрација.

*Практична настава*

Упознавање са софтверским пакетима намењеним аквизицији сигнала, анализи система и контроли вибрација; рачунски задаци; експериментални рад; примери решавања конкретних инжењерских проблема.

**Литература**

1. Mallik A.K., Chatterjee S.: Principles of Passive and Active Vibration Control, Affiliated East-West Press, 2014.
2. Fuller C.C., Elliott S.J., Nelson P.A.: Active Control of Vibration-Academic Press, 1996.
3. Hansen C., Snyder S., Qiu X., Brooks L., Moreau D.: Active Control of Noise and Vibration, CRC Press, 2012.

4. Veres S.M., Tokhi M.O.: Active Sound and Vibration Control - Theory and Applications-Institution of Electrical Engineers, 2002.			
<b>Број часова активне наставе:</b> 4	<b>Теоријска настава:</b> 2	<b>Практична настава:</b> 2	
<b>Методe извођења наставe</b>			
Предавања. Аудиторне и екперименталне вежбе. Консултације – индивидуалне и заједничке. У току предавања студенти се упознају са теоријским основама предмета, док се на вежбама обрађује конкретно решавање проблема у виду рачунских задатака и експерименталног рада из активне и пасивне контроле вибрација са одговарајућим софтвером и хардвером.			
<b>Оцена знања (максимални број поена 100)</b>			
<b>Предиспитне обавезе</b>	70 поена	<b>Завршни испит</b>	30 поена
Тест 1	10	Усмени испит	30
Тест 2	10		
Предметни пројекат	50		

**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Електроакустика (20.IPR0004)

**Наставник/наставници:** Бранислав Поповић

**Статус предмета:** Изборни предмет

**Број ЕСПБ:** 5

**Услов:** Нема

#### **Циљ предмета**

Представљање свих аудио-уређаја у ланцу од снимања, преко обраде, до репродукције звука. Посебно детаљно се представљају електро-акустички претварачи, њихови принципи рада и електро-акустичке карактеристике. Упознају се принципи пројектовања и постављања озвучења отворених и затворених простора. Кроз практичан рад упознаје се аудио-техника за снимање и репродукцију звука, стандарди и технике за снимање, аудио мониторинг, анализу, обраду и миксање аудио-сигнала.

#### **Исход предмета**

Студенти упознају електро-акустичке претвараче (микрофоне, звучнике и слушалице), као и друге уређаје и опрему са којом се срећу приликом посете музичким студијима. Науче да измере и анализирају карактеристике електро-акустичких уређаја, акустичке параметре просторија, као и да пројектују, изаберу и поставе озвучење на отвореном и у затвореном простору. Науче да оцене акустички амбијент у погледу разумљивости говора, квалитета музике, нивоа буке, као и да изаберу и поставе аудио-технику за снимање говора, музике и амбијенталног звука. Стечена знања ће им олакшати комуникацију са стручњацима из РТВ кућа и медија, као и са пројектантима аудио-система.

#### **Садржај предмета**

*Теоријска настава*

Микрофони: Акустичка подела (пресиони, градијентни и комбиновани) и карактеристика усмерености. Електроакустичке карактеристике микрофона. Режији рада микрофонске мембране. Електрична подела и принципи рада електродинамичких и кондензаторских микрофона.

Избор и поставке микрофона за снимање говора и музике: Драмско снимање, снимање говорног програма са више извођача, звучна кулиса (ефекти, шумови); снимање музичког програма (избор и поставке микрофона за снимање оркестра и појединих музичких инструмената); звук за филм и видео.

Звучници и слушалице: подела звучника; конструкција и принцип рада електродинамичког звучника; електро-акустичке карактеристике; звучнички системи, драјвери, скретнице, кутије и појачала. Звучници са левком; звучне групе и звучни стубови, линијски и лучни извори звука. Аудио мониторинг.

Озвучење: пројектовање и постављање озвучења у отвореном и



затвореном простору (системи и поставке звучника и микрофона, микрофонија, аудио мониторинг, зона стерео слушања, кућни биоскоп).

Стерео презентација и бинаурална локализација. Системи стерео и окружујуће репродукције. Технике снимања у студијима. Вишеканално снимање, окружујући звук (5.1, 7.1,...). Микс, ремикс, мастеринг.

Електроакустички уређаји: тонска техника, мерни уређаји, филтри и појачавачи. Студијска техника и обрада аудио сигнала: аудио миксете (аудио-визуелне контроле, мешање, филтри, регулација нивоа, динамике и реверберације, ехо, панорама, аудио мониторинг и монтажа звука, дигитални аудио ефекти).

#### Практична настава

Настава је праћена лабораторијским вежбама. Организује се и посета Радио-телевизији Војводине и Студију Берар, где студенти практично упознају аудио-технику, музичке и говорне студије, као и системе за озвучење.

#### Литература

1. Мијић М.: Аудио системи, Академска мисао, Београд, 2011.
2. Дринчић Д., Правица П., Новаковић Д.: Основи акустике, ВШЕРСС, Београд, 2018.
3. Everest F.A.: The Master Handbook of Acoustics, McGraw-Hill, USA, 2001.
4. Делић В.: ППТ презентације са предавања, ФТН, Нови Сад.

**Број часова активне наставе**

**Теоријска настава:**  
2

**Практична настава:** 2

#### Методe извођења наставе

Предавања се изводе уз PowerPoint презентације с бројним аудио и видео прилозима и анимацијама. Праћена су лабораторијским вежбама. Организује се и посета Радио Новом Саду и Студију Берар, где студенти практично упознају аудио-технику, музичке и говорне студије, као и системе за озвучење. 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)

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

**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Мониторинг и управљање у урбаним срединама (20.IPR0005)

**Наставник/наставници:** Зоран Чепић, Маја Петровић

**Статус предмета:** Изборни предмет

**Број ЕСПБ:** 5

**Услов:** Нема

**Циљ предмета**

Упознавање студената са структуром и начином функционисања главних комуналних и инфраструктурних система, начином праћења рада, планирања, развоја и одражавања. Стицање знања из савремених технологија које за циљ имају оптимизацију рада комуналних система, као и урбане средине као целине, са аспекта ефикасности, сигурности, утицаја на животну средину и трошкова функционисања.

**Исход предмета**

Оспособљеност за уочавање и решавање проблема животне средине урбаних насеља, на основу стечених фундаменталних знања из области мониторинга, планирања и управљања сложеним комуналним системима.

**Садржај предмета**

*Теоријска настава*

Делови сложених урбаних средина, основе пројектовања комуналних система са аспекта заштите животне средине, основе мониторинга, индикатори праћења квалитета рада комуналних система, идентификација најосетљивијих тачака, реаговање у случају ванредних ситуација. Планирања развоја и одржавања комуналних система, израда акционих планова, минимизација оперативних трошкова у систему. Системски приступ управљању урбаним срединама.

*Практична настава*

Пројектовање, симулација и оптимизација рада комуналних система уз примену софтвера.

**Литература**

1. Wathern P.: Environmental Impact Assessment, Theory and Practice, Taylor & Francis, 2004.
2. Chereminisoff N.P.: Handbook of Waste and Wastewater Treatment, Butterworth – Neineman, 2002.
3. Christensen T.H.: Solid Waste Technology and Management, John Wiley & Sons, 2011.
4. Богдановић С., Нојковић С., Весић А.: Водич кроз поступак процене утицаја на животну средину, Министарство науке и заштите животне средине Републике Србије, 2005.

<b>Број часова активне наставе:</b> 4	<b>Теоријска настава:</b> 2	<b>Практична настава:</b> 2	
<b>Методe извођења наставe</b> Предавања. Рачунарске вежбе. Консултације – индивидуалне и заједничке. Практичан рад у софтверима за пројектовање, симулацију и оптимизацију рада комуналних система.			
<b>Оцена знања (максимални број поена 100)</b>			
<b>Предиспитне обавезе</b>	50 поена	<b>Завршни испит</b>	50 поена
Присуство на предавањима	5	Усмени испит	50
Присуство на вежбама	5		
Одбрањене рачунарске вежбе	40		



**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Структурална динамика (20.IPR0006)

**Наставник/наставници:** Ивана Ковачић, Душан Ковачевић

**Статус предмета:** Изборни предмет

**Број ЕСПБ:** 5

**Услов:** Нема

### **Циљ предмета**

Образовни циљ предмета је упознавање студената са теоријским и практичним основама метода за анализу динамичког понашања инжењерских структура и механизма изазваних различитим типовима побуде.

### **Исход предмета**

Оспособљеност студента за моделирање и анализу динамичког понашања структура и механизма под утицајем различитих динамичких побуда.

### **Садржај предмета**

#### *Теоријска настава*

Извори вибрација у структуралном инжењерству. Нелинеарност вибрација: узроци и модели. Удар као извор вибрација. Вибрације генерисане ротирајућим елементима: деформације зубаца зупчаника, ротирајуће и реципроцирајуће неуравнотежење, критична брзина вратила. Акустичка побуда. Самопобудне вибрације: флатери лопатица турбине, аеродинамички индуковано кретање мостова, шкрипа кочница. Вибрације изазване протоком флуида: аеродинамичка стабилност и нестабилност.

Динамичка дејства на конструкције. Моделирање динамичких дејстава и понашања конструкција. Метод коначних елементата (МКЕ) у моделирању структура. Динамички модели конструкција. Неки аспекти рачунарске технологије од значаја за МКЕ моделирање. Принципи решавања проблема применом одговарајућег МКЕ софтвера. МКЕ у динамичкој анализи. Нумеричке методе и поступци у динамичкој анализи. Појава земљотреса, сеизмички таласи и одзив конструкција. Нумеричко моделирање сеизмичког дејства. Моделирање линеарног и нелинеарног понашања конструкције за дејство земљотреса. Методе анализе конструкција за сеизмичка дејства. Принципи асеизмичког пројектовања објеката високоградње.

#### *Практична настава*

Пројектовање, симулација и оптимизација одзива различитих и механизма и структура уз примену софтвера.

### **Литература**

1. Fahy F., Gardonio P.: Sound and Structural Vibration: Radiation, Transmission and Response, Academic Press, 2007.
2. Blevins R.D.: Flow-Induced Vibration, Krieger Pub Co, 2001.

3. Kovacic I., Brennan M.J.: The Duffing Equation: Nonlinear Oscillators and their Behaviour, John Willey & Sons, 2011.
4. Clough R., Penzien J.: Dynamics of Structures, Computers and Structures Inc, 2010.
5. Ковачевић Д.: МКЕ моделирање у анализи конструкција, Грађевинска књига, Београд, 2006.

<b>Број часова активне наставе:</b> 4	<b>Теоријска настава:</b> 2	<b>Практична настава:</b> 2
---------------------------------------	-----------------------------	-----------------------------

**Методe извођења наставe**  
 Предавања. Рачунарске вежбе. Консултације – индивидуалне и заједничке. Практичан рад у одговарајућим софтверским пакетима.

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

<b>Предиспитне обавезе</b>	70 поена	<b>Завршни испит</b>	30 поена
Присуство на предавањима	5	Усмени испит	30
Присуство на вежбама	5		
Одбрађене рачунарске вежбе	60		





**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Обрада аудио сигнала (20.IPR0007)

**Наставник/наставници:** Никша Јаковљевић, Драгиша Мишковић

**Статус предмета:** Изборни предмет

**Број ЕСПБ:** 5

**Услов:** Нема

### Циљ предмета

Циљ овог предмета је студентима пружи фундаментална знања о савременим техникама обраде аудио сигнала и њиховим практичним применама.

### Исход предмета

Студент који успешно савлада градиво овог предмета умеће да:

- формално математички опише сигнале;
- примени Фуријеову (Fourier) трансформацију за анализу фреквенцијског садржаја сигнала на рачунару, и објасни значење добијених резултата;
- примени методе за анализу дискретних система;
- разуме и примени основне дигиталне аудио ефекте;
- пројектује, имплементира и анализира системе засноване на микрофонским низовима за формирање снопова (beamforming) и за потискивање шума (буке);
- користи одговарајуће софтверске алате за обраду аудио сигнала.

### Садржај предмета

#### Теоријска настава

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, спетрограм, (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)).

Вишечанално потискивање шума (буке) у временском домену: опис проблема, здружена дијагонализација, оптималне филтарске матрице, просторно линеарно филтрирање, оптимални филтри, мерење перформанси.

Вишечанално 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		



**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Акустички и вибро-акустички материјали (20.IPR0008)

**Наставник/наставници:** Ливија Цветићанин, Драгана Штрбац, Селена Самарцић

**Статус предмета:** Изборни предмет

**Број ЕСПБ:** 5

**Услов:** Нема

**Циљ предмета**

СТИЦАЊЕ основних и специфичних знања из области материјала за контролу буке и вибрација животној. Познавање процедура и метода добијања, карактеризације и оптимизације вибро-акустичких материјала. Оспособљавање студената за избор и примену адекватних вибро-акустичких материјала за различите намене у области контроле буке и вибрација. Механички модели вибро-акустичких метаматеријала.

**Исход предмета**

Оспособљеност за механичко и математичко моделовање, као и карактеризацију и оптимизацију материјала и структура за контролу буке и вибрација.

**Садржај предмета**

*Теоријска настава*

Конвенционални материјали за контролу буке и вибрација. Методе за карактеризацију акустичких и вибро-акустичких материјала. Мулти-функционални порозни материјали. Акустички и вибро-акустички метаматеријали. Механички модели метаматеријала. Метаструктуре. Сонични кристали. 3-D принтане структуре. Нано-порозни материјали. Еколошки материјали за редукцију буке.

*Практична настава*

Моделовање вибро-акустичких материјала.

**Литература**

1. Adeymier P. (Ed): Acoustic Metamaterials and Phononic Crystals, Springer, 2013.
2. Laude V.: Phononic Crystals: Artificial Crystals for Sonic, Acoustic and Elastic Waves, De Gruyter, 2015.
3. Hawkins T.G.: Studies and Research Regarding Sound Reduction Materials with the Purpose of Reducing Sound Pollution, 2014.
4. Yang H.S.: Outdoor Noise Control by Natural/Sustainable Materials in Urban Areas, School of Architecture, University of Sheffield, 2013.

**Број часова активне наставе:** 4

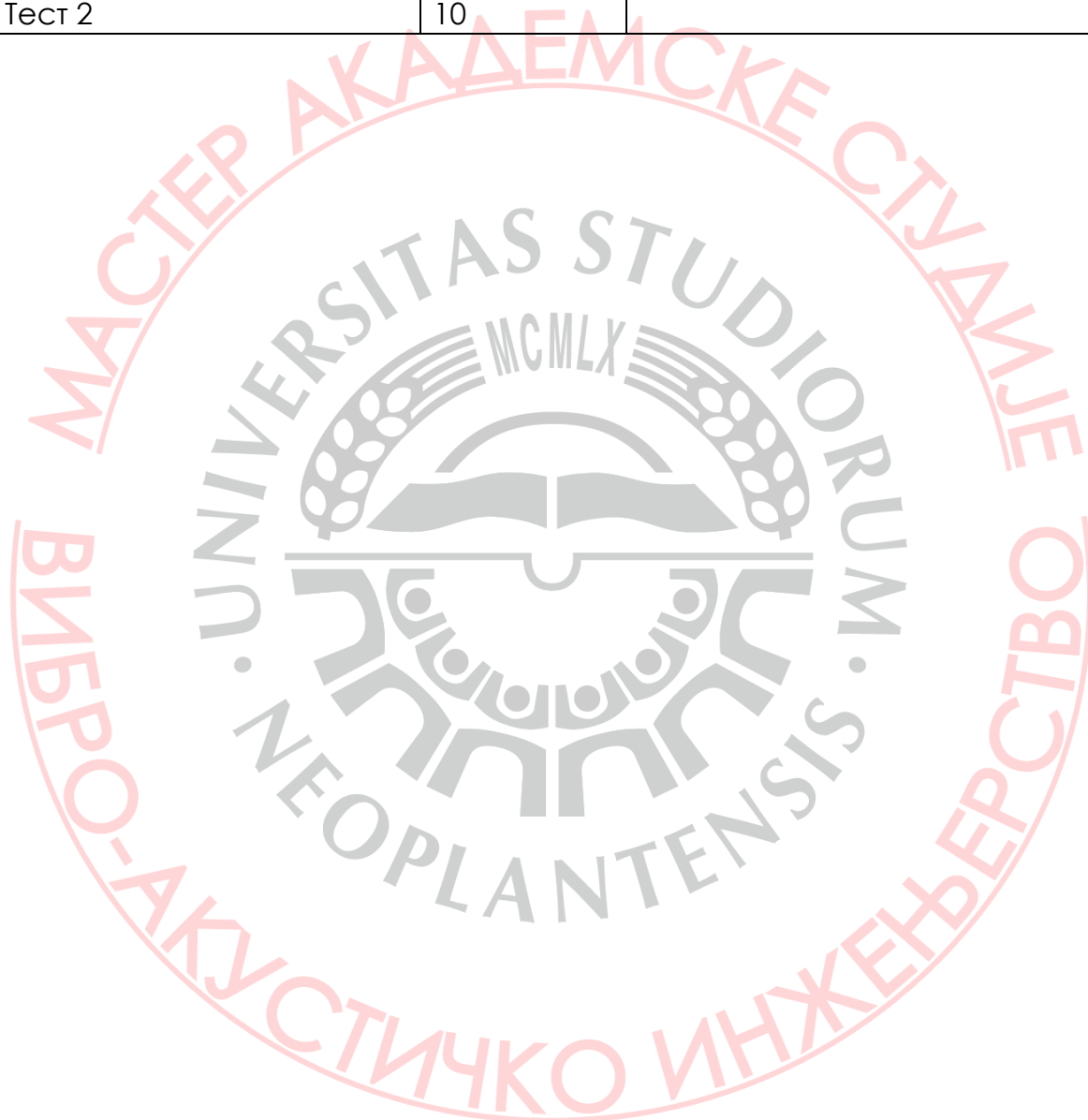
**Теоријска настава:** 2

**Практична настава:** 2

**Методе извођења наставе**

Предавања. Рачунарске вежбе. Консултације – индивидуалне и заједничке.

Оцена знања (максимални број поена 100)			
<b>Предиспитне обавезе</b>	30 поена	<b>Завршни испит</b>	70 поена
Присуство на предавањима	5	Усмени испт	70
Присуство на вежбама	5		
Тест 1	10		
Тест 2	10		





**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Мастер рад - СИР (20.MRS0001)

**Статус предмета:** Обавезан предмет

**Број ЕСПБ:** 8

**Услов:** Нема

### **Циљ предмета**

Примена основних, теоријско-методолошких, научно-стручних и стручно-апликативних знања и метода на решавању конкретних проблема у оквиру изабраног подручја из Вибро-акустике. У оквиру овог дела мастер рада студент изучава проблем, његову структуру и сложеност и на основу спроведених анализа изводи закључке о могућим начинима његовог решавања. Проучавајући литературу студент се упознаје са вибро-акустичким методама које су намењене за решавање сличних задатака и инжењерском праксом у њиховом решавању. Циљ активности студената у оквиру овог дела истраживања огледа се у стицању неопходних искустава кроз решавања комплексних вибро-акустичких проблема и задатака и препознавање могућности за примену претходно стечених знања у пракси.

### **Исход предмета**

Оспособљеност студената да самостално примењују претходно стечена знања из различитих подручја вибро-акустике и других дисциплина које су претходно изучавали, ради сагледавања структуре задатог проблема и његовој системској анализи у циљу извођењу закључака о могућим правцима његовог решавања. Кроз самостално коришћење литературе, студенти стиче прошерено знања из изабраног подручја и проучавању различитих метода и радова који се односе на сличну вибро-акустичку проблематику. На тај начин, код студената је развијена способност да спроводе анализе и идентификују проблеме у оквиру задате теме. Практичном применом стечених знања из различитих области код студената је развијена способност сагледавања места и улоге вибро-акустичког инжењера у изабраном подручју, потребу за сарадњом са другим струкама и тимским радом.

### **Садржај предмета**

#### *Теоријска настава*

Формира се појединачно у складу са потребама израде конкретног мастер рада, његовом сложености и структуром. Студент проучава стручну литературу, дипломске и мастер радове студената који се баве сличном тематиком, врши анализе у циљу изналажења решења конкретног задатка који је дефинисан задатком мастер рада. Самостални студијски истраживачки рад обухвата и активно праћење примарних сазнања и методологија из теме рада, статистичку обраду података, писање и/или саопштавање рада на конференцији из уже научно наставне области којој припада тема мастер рада.

### Практична настава

У складу са дефинисаном темом, могуће је да самостални студијски истраживачки рад обухвати и израду експеримента у лабораторијама универзитета или организацији која је учествовала у дефинисању предмета мастер рада.

### Литература

1. Научни радови са Кобсон-а.
2. Књиге и остала литература потребне за реализацију мастер рада.
3. Дипломски и мастер радови.

<b>Број часова активне наставе:</b> 5	<b>Теоријска настава:</b> 0	<b>Практична настава:</b> 0
---------------------------------------	-----------------------------	-----------------------------

### Методe извођења наставе

Студент је обавезан да рад изради у оквиру задате теме која је дефинисана задатком мастер рада, користећи литературу предложену од ментора. Током израде мастер рада, ментор може давати додатна упутства студенту, упућивати на одређену литературу и додатно га усмеравати у циљу израде квалитетног мастер рада. У оквиру студијског истраживачког рада студент обавља консултације са ментором, а по потреби и са другим наставницима који се баве проблематиком из области теме самог рада. У оквиру задате теме, студент по потреби врши и одређена мерења, испитивања, бројања, анкете и друга истраживања, статистичку обраду података, ако је то предвиђено задатком мастер рада.

### Оцена знања (максимални број поена 100)

<b>Предиспитне обавезе</b>	50 поена	<b>Завршни испит</b>	50 поена
Семинарски рад	50	Усмени испит	50

**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Мастер рада - предмет завршног рада (20.MR0001)

**Статус предмета:** Обавезан предмет

**Број ЕСПБ:** 2

**Услов:** Нема

**Циљ предмета**

Детаљно дефинисање предмета рада са пратећим дефинисањем теоријско-методолошких аспеката активности које воде ка његовом квалитетном опису, обради и анализи.

**Исход предмета**

Креирана свест о детаљном дефинисању предмета рада, као и начинима његовог описа са различитих аспеката. Развијене способности студената за дефинисање теоријско-методолошких аспеката стручних и научних сазнања.

**Садржај предмета**

Формира се за сваког студента посебно, на релацији студент – ментор , а у складу са релевантним темама и проблематиком из вибро-акустичких области.

**Литература**

1. Научни радови са Кобсон-а.
2. Књиге и остала литература потребне за реализацију мастер рада.
3. Дипломски и мастер радови.

**Број часова активне наставе:** 2

**Теоријска настава:**  
0

**Практична настава:** 0

**Методe извођења наставе**

Ментор мастер рада, након консултација са студентом, саставља задатак рада и доставља га студенту.

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

<b>Предиспитне обавезе</b>	70 поена	<b>Завршни испит</b>	30 поена
Сложени облици вежби	70	Усмени испит	30

**Студијски програм:** Вибро-акустичко инжењерство

**Назив предмета:** Мастер рад - израда и одбрана (20.MRZ001)

**Број ЕСПБ:** 8

**Услов:** Нема

### **Циљ предмета**

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА О НАЧИНУ, СТРУКТУРИ И ФОРМИ ПИСАЊА ИЗВЕШТАЈА НАКОН ИЗВРШЕНИХ АНАЛИЗА И ДРУГИХ АКТИВНОСТИ КОЈЕ СУ СПРОВЕДЕНЕ У ОКВИРУ ЗАДАТЕ ТЕМЕ МАСТЕР РАДА. ИЗРАДОМ МАСТЕР РАДА СТУДЕНТИ СТИЧУ ИСКУСТВО ЗА ПИСАЊЕ РАДОВА У ОКВИРУ КОЈИХ ЈЕ ПОТРЕБНО ОПИСАТИ ПРОБЛЕМАТИКУ, СПРОВЕДЕНЕ МЕТОДЕ И ПОСТУПКЕ И РЕЗУЛТАТЕ ДО КОЈИХ СЕ ДОШЛО. ПОРЕД ТОГА, ЦИЉ ИЗРАДЕ И ОДБРАНЕ МАСТЕР РАДА ЈЕ РАЗВИЈАЊЕ СПОСОБНОСТИ КОД СТУДЕНАТА ДА РЕЗУЛТАТЕ САМОСТАЛНОГ РАДА ПРИПРЕМЕ У ПОГОДНОЈ ФОРМИ ЈАВНО ПРЕЗЕНТУЈУ, КАО И ДА ОДГОВАРАЈУ НА ПРИМЕДБЕ И ПИТАЊА У ВЕЗИ ЗАДАТЕ ТЕМЕ.

### **Исход предмета**

ОСПОСОБЉЕНОСТ СТУДЕНАТА ЗА СИСТЕМАТСКИ ПРИСТУП У РЕШАВАЊУ ЗАДАТИХ ПРОБЛЕМА, ОДАБИР МЕТОДОЛОГИЈА РЕШАВАЊА, СПОВОЂЕЊЕ АНАЛИЗА, ПРИМЕНУ СТЕЧЕНИХ И ПРИХВАТАЊУ ЗНАЊА ИЗ ДРУГИХ ОБЛАСТИ У ЦИЉУ ИЗНАЛАЖЕЊА РЕШЕЊА ЗАДАТОГ ПРОБЛЕМА. ИЗРАДОМ МАСТЕР РАДА СТУДЕНТИ СТИЧУ ОДРЕЂЕНА ИСКУСТВА КОЈА МОГУ ПРИМЕНИТИ У ПРАКСИ ПРИЛИКОМ РЕШАВАЊА ПРОБЛЕМА ИЗ ОБЛАСТИ ЊИХОВЕ СТРУКЕ. ПРИПРЕМОМ РЕЗУЛТАТА ЗА ЈАВНУ ОДБРАНУ, ЈАВНОМ ОДБРАНОМ И ОДГОВОРИМА НА ПИТАЊА И ПРИМЕДБЕ КОМИСИЈЕ СТУДЕНТ СТИЧЕ НЕОПХОДНО ИСКУСТВО О НАЧИНУ НА КОЈИ У ПРАКСИ ТРЕБА ПРЕЗЕНТОВАТИ РЕЗУЛТАТЕ САМОСТАЛНОГ ИЛИ КОЛЕКТИВНОГ РАДА.

### **Садржај предмета**

#### *Теоријска настава*

Формира се појединачно у складу са потребама и облашћу која је обухваћена задатом темом мастер рада. Студент у договору са ментором сачињава мастер рад у писменој форми у складу са предвиђеним правилима и формом. Студент припрема и брани писмени мастер рад јавно у договору са ментором и у складу са предвиђеним правилима и поступцима.

#### *Практична настава*

У складу са дефинисаном темом, могуће је да реализација мастер рада обухвати и израду експеримента у лабораторијама универзитета или организацији која је учествовала у дефинисању предмета мастер рада.

### **Литература**

1. Научни радови са Кобсон-а.
2. Књиге и остала литература потребне за реализацију мастер рада.
3. Дипломски и мастер радови.

**Број часова активне**

**Теоријска настава:**

**Практична настава: 0**

<b>наставе:</b> 0	0		
<b>Методe извођења наставe</b>			
Током израде мастер рада, студент консултује ментора, а по потреби и друге професоре који се баве облашћу која је тема мастер рада. Студент сачињава мастер рад и након добијања сагласности од стране комисије за оцену и одбрану, укоричене примерке доставља комисији. Одбрана мастер рада је јавна, а студент је обавезан да након презентације усмено одговори на постављена питања и примедбе.			
<b>Оцена знања (максимални број поена 100)</b>			
<b>Предиспитне обавезе</b>	50 поена	<b>Завршни испит</b>	50 поена
Израда мастер рада	50	Одбрана мастер рада	50

