

Универзитет у Београду  
Машински факултет

Књига предмета  
мастер академске студије

Београд  
мај 2015. године

## Садржај

Садржај	2
мастер академске студије	9
МФБ	10
аутоматско управљање	11
Аутоматско управљање	12
Биоаутоматика	14
Биомедицинска фотоника	16
Динамика објеката и процеса	18
Динамика посебних класа САУ	20
Идентификација процеса	22
Индустријска аутоматика	24
Интелигентне зграде	27
Интелигентни системи управљања	29
Информационе технологије у медицини	32
Клиничко инжењерство	35
Линеарни стохастички системи	38
Наномедицинско инжењерство	40
Нанотехнологије	43
Нелинеарни системи 1	46
Нелинеарни системи 2	49
Неуронске мреже и фази логика	52
Обрада сигнала	55
Пројектовање и технологија управљачких система	58
Рана дијагностика канцера и меланома	61
Рачунарско управљање	64
Симулација и испитивање динамичких система	67
Синтеза линеарних система	69
Спектроскопске методе и технике	72
Стручна пракса М - БМИ	75
Стручна пракса М - САУ	77
Увод у наносистеме	79
Фази управљачки системи	82
Фрактална механика	85
бродоградња	88
Бродске конструкције 1М	89
Бродске конструкције 2	91
Бродски системи М	93
Кормиларење брода	95
Међународни прописи у бродоградњи	97
Опрема брода М	99
Отпор брода	101
Пловност и стабилитет брода 1М	104
Пловност и стабилитет брода 2	106
Понашање брода на таласима	108
Пројектовање брода	110
Пропулзија брода	112
Рачунарски алати у бродоградњи	114
Стручна пракса М - БРО	116
Чврстоћа брода 1	118
Чврстоћа брода 2	120
ваздухопловство	122
Авионика	123
Аеродинамика великих брзина	126
Аероеластичност	128
Бионика у дизајну	130
Ваздухопловни пропулзори	133

Ветротурбине 2	136
Динамика лета	139
Композитне конструкције	142
Наоружање ваздухоплова	144
Одржавање летелица	147
Перформансе летелица	150
Примењена аеродинамика	153
Пројектовање летелица	155
Прорачунска аеродинамика	157
Системи и управљање летелицама	159
Структурална анализа	162
Стручна пракса М - ВАЗ	165
Теорија коначних елемената	167
Управљање пројектом и ваздухопловни прописи	169
Хеликоптери	172
<b>железничко машинство</b>	<b>174</b>
Вагони 1	175
Вагони 2	177
Градска и специјална шинска возила	179
Кочнице шинских возила	181
Локомотиве 1	183
Локомотиве 2	185
Одржавање шинских возила	187
Основи динамике шинских возила	190
Стручна пракса М - ЖЕМ	193
Теорија вуче	195
<b>индустријско инжењерство</b>	<b>197</b>
Базе података	198
Ергономски дизајн	200
Ергономско пројектовање	202
Индустријска логистика	205
Индустријски менаџмент	208
Инжењерска економија	210
Квантитативне методе	213
Менаџмент информациони системи	215
Операциона истраживања	217
Организација производње 2	220
Пројектовање логистичко-дистрибутивних система	223
Пројектовање организације	226
Пројектовање система човек - машина	229
Савремени приступи у управљању квалитетом	231
Страни стручни језик	233
Стручна пракса М - ИИЕ	235
Теротехнолошко управљање ризиком	237
<b>математика</b>	<b>239</b>
Вероватноћа и статистика	240
Математика М	242
Теорија комплексних функција	245
<b>машинство и информационе технологије</b>	<b>247</b>
С/С++	248
Алгоритми и структуре података	250
Вредновање пројеката у области информационих технологија	252
Дистрибуирани системи у машинству	254
Ексквизиција података у машинству	256
Информациона интеграција пословних функција 2	259
Методи оптимизације	262
Нумеричке методе прорачуна континуалних средина	265
Објектно оријентисана парадигма	267
Програмабилни системи управљања	269
Пројектовање дигиталних система	272
Пројектовање инжењерског софтвера	275

Рачунарске мреже	277
Статистичка обрада података у машинству	279
Стручна пракса М - МИТ	282
<b>механизација</b>	<b>284</b>
Дизајн и екологија	285
Дизајн подсистема грађевинских и рударских машина	287
Елементи машина за механизацију	289
Металне конструкције у машиноградњи	291
Основе динамике рударских и грађевинских машина	293
Пројектовање дизалица	295
Пројектовање транспортних и логистичких система	297
Рачунарско пројектовање машина за транспорт и механизацију	300
Рударске и грађевинске машине	302
Стручна пракса М - ТКЛ	304
Транспортне машине	306
Фабричка постројења и техничка логистика	308
<b>механика</b>	<b>311</b>
Аналитичка механика	312
Биомеханика ткива и органа	315
Механика континуума	318
Механика М	320
Механика робота	322
Мехатронска роботика	325
Случајне осцилације механичких система	328
Стручна пракса М - МЕХ	331
Теорија осцилација	333
<b>механика флуида</b>	<b>336</b>
Динамика гасова	337
Механика биофлуида	340
Механика флуида 1	342
Механика флуида М	345
Микро - нано флуидика	348
Мултифазна струјања	350
Мултифазна струјања М	353
Нумеричка механика флуида	356
Примењена нумеричка механика флуида	359
Транспорт флуида цевима	362
Транспорт чврстих материјала цевима	365
<b>мотори</b>	<b>368</b>
Бродски мотори	369
Дијагностика и одржавање мотора СУС	372
Екологија мобилних извора снаге	374
Испитивање мотора	376
Клипни компресори	378
Компјутерске симулације хибридних погонских система	381
Конструкција мотора 1	384
Конструкција мотора 2	387
Мехатроника мотора	389
Мотори СУС - М	392
Натпуњење мотора	395
Опрема мотора	398
Основе симулација радног процеса мотора СУС	401
Пројекат мотора	404
Радни процеси мотора	406
Сензори и мерења помоћу рачунара	409
Стручна пракса М - МОТ	412
<b>моторна возила</b>	<b>414</b>
Возила и животна средина	415
Ефективност система	417
Инжењерство система	420

Интелигентни системи возила	423
Испитивање возила	426
Мехатроника на возилу	428
Носећи системи возила	430
Одржавање возила	433
Погонски и ходни системи возила	436
Пројектовање возила	439
Стручна пракса М - МОВ	442
Форензичко инжењерство	444
Фрикциони системи возила	447
<b>опште машинске конструкције</b>	<b>449</b>
Експерименти и симулације	450
Иновативни дизајн техничких система	453
Конструисање М	456
Методе у инжењерском дизајну	458
Оштећења техничких система	461
Погонска чврстоћа	464
Поузданост конструкција	466
Поузданост преносника	469
Примењена теорија пластичности	472
Софтверски алати у дизајну	474
Стручна пракса М - ДУМ	477
Технички прописи и стандарди	479
Хибридни технички системи	482
<b>отпорност конструкција</b>	<b>485</b>
Основи механике композитних материјала	486
Теорија еластичности	489
<b>пољопривредно машинство</b>	<b>491</b>
Геоинформационо управљање и аутоматизација биотехничких система	492
Основе појаве преношења и технике сушења	495
Пројектовање машина и опреме за производњу и прераду хране	498
Пројектовање пољопривредних машина и опреме	501
Пројектовање постројења и процесних и енергетских система	503
Специјалне технике и технологије процеса сушења	506
Стручна пракса М - ИБС	509
Технологије прераде пољопривредних производа	511
Технолошки процеси у агрокомплексу	514
Трактори и самоходне пољопривредне машине	517
Управљање безбедношћу и квалитетом хране	520
<b>производно машинство</b>	<b>523</b>
Алати за обликовање лима	524
Аутоматизација производње	526
Експертни системи	529
Индустријски роботи	532
Интелигентни технолошки системи	535
Компјутерска симулација у аутоматизацији производње	538
Компјутерско управљање и надзор у аутоматизацији производње	541
Машине алатке и роботи нове генерације	544
Машине алатке М	547
Менаџмент квалитетом	550
Методе одлучивања	553
Мехатронски системи	556
Микро обрада и карактеризација	559
Нове технологије	562
Нумерички управљане мерне машине	564
Основе микро - нано инжењерства	567
Производни информациони системи	569
Пројектовање обрадних система	572
Рачунарски интегрисани системи и технологије	575
Систем квалитета и интегрисани менаџмент системи	577
Стручна пракса М - ПРО	580

Технологија монтаже	582
<b>процесна техника</b>	<b>585</b>
Биотехнологија	586
Гориви, технички и медицински гасови	588
Дифузионе операције и апарати	590
Заштита ваздуха	592
Мерења и управљање у процесној индустрији	595
Механичке и хидромеханичке операције и опрема	598
Пећи и котлови у индустрији	600
Принципи заштите животне и радне средине	603
Пројектовање, изградња и експлоатација процесних система	606
Процеси и постројења за припрему вода	608
Процесна енергетика	610
Процесни феномени	613
Стручна пракса М - ПТХ	616
Сушаре	618
Технички прописи	621
Топлотне операције и апарати	623
Управљање отпадом и отпадним водама	626
Хемијске и биохемијске операције и апарати	629
<b>системи наоружања</b>	<b>632</b>
Аутоматско оружје	633
Балистика на циљу	636
Вођење и управљање пројектила	639
Динамика лета и аеродинамика пројектила	641
Конструкција пројектила	644
Лансери и опрема	647
Оптички уређаји и оптоелектроника	649
Погон ракета	651
Пројектовање артиљеријских оруђа	654
Пројектовање ракета	656
Системи управљања ватром	658
Стручна пракса М - СИН	660
Теорија лансирања	662
Унутрашња балистика	664
Физика експлозивних процеса	666
<b>теорија механизма и машина</b>	<b>669</b>
Естетика производа	670
Инжењерска дијагностика	672
Машине за паковање	674
Мехатроника	676
Прехрамбене машине	678
Пројектовање механизма и манипулатора у прехрамбеној индустрији	680
Стручна пракса М - ПРМ	683
<b>термоенергетика</b>	<b>685</b>
Гасне турбине	686
Генератори паре	689
Двофазна струјања са фазним прелазом	692
Заштита животне средине у термоенергетици	695
Индустријска и комунална термоенергетска постројења	697
Компјутерске симулације струјнотермичких процеса и CFD	700
Нуклеарни реактори	703
Парне турбине 1	706
Парне турбине 2	709
Планирање у енергетици	712
Пројектовање и експлоатација термоенергетских постројења	714
Стручна пракса М - ТЕН	717
Термоенергетска постројења	719
Техничко-технолошки развој и иновационе делатности	722
Топлотне турбомашине	724

Турбокомпресори	727
<b>термомеханика</b>	<b>730</b>
Преношење количине топлоте	731
Преношење топлоте и супстанције	734
Соларна енергија	737
Термодинамика М	739
<b>термотехника</b>	<b>741</b>
Бродске турбине и котлови	742
Елементи и опрема парних котлова	744
Енергетска сертификација зграда	746
Енергетски парни котлови 1	748
Енергетски парни котлови 2	750
Компоненте расхладних уређаја	752
Основе технике климатизације	754
Процеси у парним котловима	756
Расхладна постројења	758
Системи вентилације и климатизације	760
Системи централног грејања	762
Стручна пракса М - ТТА	764
Термоелектране и топлане	766
Топлотне пумпе	768
Хлађење у прехрамбеним технологијама	770
<b>технологија материјала</b>	<b>772</b>
Биогорива у процесима сагоревања	773
Биоматеријали у медицини и стоматологији	775
Екологија сагоревања	778
Машински материјали 3	781
Металургија заваривања	783
Механика лома и интегритет конструкција	785
Обезбеђење и контрола квалитета заварених спојева	787
Погонски материјали 2	790
Понашање заварених спојева у експлоатацији	792
Поступци заваривања М	794
Прорачун заварених конструкција	797
Сагоревање за системе пропулзије	800
Сагоревање и одрживи развој	802
Сагоревање М	805
Стручна пракса М - ЗЗК	807
Технологија заваривања	809
Трибологија	811
Триболошки системи	814
Триботехника	817
Уређаји за сагоревање	820
<b>физика и електротехника</b>	<b>823</b>
Биомедицинска инструментација и опрема	824
Електричне машине	826
Електроника	828
<b>хидрауличне машине и енергетски системи</b>	<b>831</b>
Вентилатори и турбокомпресори	832
Мерења у хидроенергетици	835
Обновљиви извори енергије - мале хидроелектране	838
Примена турбомашина	841
Пројектовање пумпи, вентилатора и турбокомпресора	843
Прорачуни у турбомашинама	845
Пумпе	847
Пумпе и вентилатори	849
Стручна пракса М - ХЕН	851
Теорија турбомашина	854
Техника мерења и сензори	856
Хидрауличне преноснице	859

Хидрауличне турбине	861
Хидроенергетска постројења и опрема	864



# мастер академске студије

**МФБ**

## аутоматско управљање

Аутоматско управљање  
Биоаутоматика  
Биомедицинска фотоника  
Динамика објеката и процеса  
Динамика посебних класа САУ  
Идентификација процеса  
Индустријска аутоматика  
Интелигентне зграде  
Интелигентни системи управљања  
Информационе технологије у медицини  
Клиничко инжењерство  
Линеарни стохастички системи  
Наномедицинско инжењерство  
Нанотехнологије  
Нелинеарни системи 1  
Нелинеарни системи 2  
Неуронске мреже и фази логика  
Обрада сигнала  
Пројектовање и технологија управљачких система  
Рана дијагностика канцера и меланома  
Рачунарско управљање  
Симулација и испитивање динамичких система  
Синтеза линеарних система  
Спектроскопске методе и технике  
Стручна пракса М - БМИ  
Стручна пракса М - САУ  
Увод у наносистеме  
Фази управљачки системи  
Фрактална механика

## Аутоматско управљање

ID: 0566

носилац предмета: Ристановић Р. Милан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

СТИЦАЊЕ И ПРОДУБЉИВАЊЕ ЗНАЊА ИЗ ТЕОРИЈЕ ЛИНЕАРНИХ СИСТЕМА АУТОМАТСКОГ УПРАВЉАЊА.

### исход

Стечено знање се корисити и инжењерској пракси и као подлога за праћење наставе из Нелинеарних система и напредних курсева синтезе линеарних система.

Студент је оспособљен да изврши анализу и синтезу ПИД управљања код линеарних система.

Студент је оспособљен да изврши анализу линеарних система у простору стања применом Матлаб Симулинк окружења.

Студент је оспособљен да изврши анализу система у фрегентном домену Матлаб Симулинк окружења.

### садржај теоријске наставе

П, ПИ и ПИД управљање. Интегратор windup. Подешавање ПИД регулатора. Анализа система у простору стања. Форме модела у простору стања: контролабилна канонична форма, опсервабилна канонична форма и дијагонална канонична форма. Транформација модела у простору стања. Директно одређивање кретања система. Концепт управљивости. Излазна управљивост. Концепт осмотривости. Стабилизација система повратном спрегом по стањима. Утицај повратне спреге по стању на особину управљивости и осмотривости система. Лик (портрет) стања. Љапуновљев концепт стабилности. Особине стабилности система. Општи фреквентни критеријуми стабилности: Најквистов и Бодев критеријум. Ципкинова формулаиција Најквистовог критеријума. Увод у робусност система.

### садржај практичне наставе

Анализа система путем програмских алата MATLAB i Simulink. Експериментално оређивање преносне функције система. Експериментално подешавање регулатора.

### услов похађања

### ресурси

- Скрипта на страници "Аутоматско управљање"
- Лиценциран software у поседу факултета.
- Freeware software.
- РС рачунари.
- Лабораторија за аутоматско управљање.
- Ротационо инверзно клатно.
- Аеро клатно.
- NI cRIO.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 15

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 5

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

## **литература**

Karl Johan Aström, Richard M. Murray, Feedback Systems, PRINCETON UNIVERSITY PRESS, New Jersey, 2008

Aström K., Hagglund, T., PID Controllers: Theory, Design, and Tuning, Instrument Society of America, Research Triangle Park, NC, 1995.

Nise N.S. Control Systems Engineering, John Wiley & Sons (Asia), 2011.

Dorf R.C., Bishop R.H., Modern Control Systems, Prentice Hall, NJ, 2008.

Franklin G.F., Powell J.D., Emami-Naeini A. Feedback Control of Dynamic Systems, Prentice Hall, NJ, 2009.

## Биоаутоматика

ID: 0676

носилац предмета: Рибар Н. Срђан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Упознавање студената са фундаменталним принципима регулационих процеса и адаптације у биолошким системима. Математичко моделирање регулационих процеса, аквизиција података биолошких система у циљу потврде експерименталних података, могућност примене у биомедицини и техници. Сарадња са стручњацима из области медицине, аутоматике

### исход

Студент стиче способност анализе проблематике везаних за области биорегулационих механизма, формирање математичких модела биолошких система уз употребу савремених аналитичких метода, поступака, рачунарске технике и опреме. Студент се обучава да овлада синтезом знања из анатомије, физиологије, аутоматског управљања и обраде сигнала у циљу постизања што вернијих модела биолошких система.

### садржај теоријске наставе

Увод у предмет биоаутоматика, подела система, биосфера. Животињски свет, системи организовања, адаптација и регулација. Функцијске целине човековог организма, ћелија и функције ћелије. Протеини као градивне јединице живих система, аминокиселине, нуклеинске киселине. Протеинска структура тубулин, функције, микротубуле, центриоле, регулациони процеси у ћелији. ДНК, РНК, регулација и адаптација на ћелијском нивоу. Чула као сензори, подела, улоге. Чуло вида, функције, дефинисање подсистема и интеракције са околином. Сензори у роботици, напредне сензорске технологије.

### садржај практичне наставе

Математичко моделирање система, примери. Математичко моделирање система организовања животињског света. Математичко моделирање подсистема у човековом организму, математички модел ћелије. Математичко моделирање динамичких и статичких карактеристика аминокиселина и протеина, примарна и секундарна структура протеина. Рад на СТМ/АФМ уређају, визуализација протеинских структура. Математичко моделирање динамичких карактеристика и регулационих процеса микротубула и центриоле. Математичко моделирање регулационих процеса ДНК. Рад на СТМ/АФМ уређају, визуализација ДНК структура ћелије. Математичко моделирање чула. Математичко моделирање чула вида, сензори за вид. Математичко моделирање 3Д слике, аквизиција 3Д слике. Аквизиција података са сензора и њихова обрада.

### услов похађања

### ресурси

1. Писани материјал са предавања (хандоутс)
2. Матлаб, Математика и одговарајући софтверски алат

3. Материјал за вежбе у електронском облику доступан на интернет страници

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 5

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 2

рачунски задаци: 4

семинарски рад: 1

пројекат: 10

консултације: 1

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 5

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 3

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 30

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 10

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

#### **литература**

Писани материјал са предавања (хендаут)

Матлаб, Математика и одговарајући софтверски алати

Материјал за вежбе у електронском облику доступан на интернет страници 4.

## Биомедицинска фотоника

ID: 0933

носилац предмета: Матија Р. Лидија

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Опис и увод у пројектовање различитих типова оптичких помагала и оптичких система. Да студенти науче структуру и принцип рада ока, као и његова својства користећи знања из биомеханике и теорија светлости. Да овладају знањима поларизације, интерференција и дифракције светлости на примеру ока. Да науче мерење оштрине вида, објективно и субјективно одређивање диоптрије. Да се упознају са принципима рефрактивне хирургије, овладају знањима промене закривљености рожњаче и преломне моћи рожњаче, као и да се упознају са производњом и уграђивањом вештачких интраокуларних сочива.

### исход

Овладавањем знањима из биофотонике, студент стиче способност разумевања основних закона функционисања ока што је потребно за пројектовање сочива, и учешће у техничкој асистенцији лекару у клиници приликом дијагностике. Студент је оспособљен да разуме функцију контактних сочива и оптичких и оптоелектронских инструмента за идентификацију и мерење рефлексије, апсорпције, расејавања и емисије светлости биомолекула и ткива. Овладавањем софтвером ZEMAX, студент стиче знање неопходно за пројектовање сложених оптичких система.

### садржај теоријске наставе

Пројектовање сочива помоћу софтвера ZEMAX; Пројектовање дубле-а помоћу софтвера ZEMAX; Пројектовање трипле-а помоћу софтвера ZEMAX; Геометријска оптика (основни појмови и закони); Таласна оптика (интерференција, поларизација, дифракција); Оптички системи; Теорија аберација (квалитет оптичких система); Оптичка мерења; Анатомија, физиологија и хистологија ока; Око као оптички систем; Структура и функција ретине; Појам акомодације; Оштрина вида; Визуелна перцепција (веза око - мозак); Бинокуларни вид; Очни покрети; Колорни вид; Рефракционе аномалије ока (кратковидост, далековидост, астигматизам, презбиопија); Објективно и субјективно мерење рефракције (мерење видне оштрине); Корекција рефракционих аномалија ока; Наочари и контактна сочива; Слабовидост; Производња и обрада контактних сочива; Материјали за контактна сочива.

### садржај практичне наставе

Аудиторне вежбе које омогућавају савладавање основних релација и примене формула у оптици, као и пројектовање сложених оптичких система помоћу софтверског пакета ZEMAX; Упознавање са основним компонентама оптичког система; Увид и упознавање са принципом рада апарата и уређаја током офталмолошког прегледа.

### услов похађања

### ресурси



1. Писани изводи са предавања
2. Web-ови из офтамологије
3. Материјали фирми Оптикс и Ласерфокус где ће студенти имати један део практичне наставе

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 45

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 26

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 9

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 3

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 3

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Милојевић Александар: Таласна оптика, Београд, 1970.;

Дарко Васиљевић, Оптички уређаји и оптоелектроника, Машински факултет, Београд, 2005.

Програмски пакет ZEMAX

## Динамика објеката и процеса

ID: 0126

носилац предмета: Дебељковић Љ. Драгутин

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Да полазник упозна основне принципе и етапе математичког моделирања објеката и процеса. Да се оспособи за исписивање основних билансних једначина који описују неуравнотежена стања објеката и процеса које после одговарајућег избора величина стања, управљаних, управљачких и поремећајних величина омогућују исписивање адекватне репрезентације најширег спектра објеката и процеса у простору стања.

### исход

Да се упозна, прихавти и савлада основне принципе математичког моделирања у сфери динамике кретања материјала, струјних и струјно-термичких процеса, динамике машина и мотора, саобраћајно-транспортних средстава и савремених постројења у енергетици. Шта више окечкује се и оспособљавање за анализу основних динамичких показатеља свих раније нведених категорија објеката и процеса аутоматског управљања.

### садржај теоријске наставе

Математичко моделирања објеката и процеса. Динамика кретања материјала Динамика струјних процеса. Динамика струјно-термичких процеса. Динамика размењивача топлоте. Динамика машина и мотора. Динамика саобраћајно-транспортних средстава. Динамика летелица. Динамика пловила. Динамика грађевинских машина. Динамика енергетских постројења. Динамика котловских постројења. Динамика Хидропостојења. Динамика нуклеарних електрана. Динамика процеса обраде материјала. Динамика процеса обликовања материјала. Динамика хемијских процеса.

### садржај практичне наставе

Динамика ниво система. Модел процеса струјања нестишљивог флуида кроз дугачки цеовод . Модел струјања стишљивог флуида кроз резервоар  
Модел крутог и еластичног хидрауличног удара. Модел подног грејања. Модел температурског поља у просторији. Модел парног котла. Модел нуклеарног реактора. Модел гасотурбинског постројења.  
Модел процеса са присутном хемијском реакцијом. ЛАБОРАТОРИЈСКЕ БЕЖБЕ  
Динамика ниво система. Процеси транспорта и ускладиштења. Динамика размењивача топлоте.

### услов похађања

### ресурси

Д.Љ.Дебељковић, Динамика објеката и процеса, Машински факултет, Београд, 1989,  
Д.Љ.Дебељковић, “Збирка задатака из динамике објеката и процеса”, Машински факултет, Београд, 1990  
Д.Љ.Дебељковић, Г.В.Симеуновић, В.С.Мулић, Математички Модели Објеката и Процеса у Системима Аутоматског Управљања”, Машински факултет Београд, Београд, 2006, Писани изводи са предавања (handouts).

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 16

лабораторијске вежбе: 4

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 6

пројекат: 4

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 10

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

## **литература**

Д.Љ.Дебељковић, Динамика објеката и процеса, Машински факултет, Београд, 1989,

Д.Љ.Дебељковић, “Збирка задатака из динамике објеката и процеса”, I Део Машински факултет, Београд, 1990

Д.Љ.Дебељковић, Г.В.Симеуновић, В.С.Мулић, Математички Модели Објеката и Процеса у Системима Аутоматског Управљања”, I I Део Машински факултет Београд, Београд, 2006

Д.Љ.Дебељковић, “Збирка задатака из динамике објеката и процеса”, I I I Део Машински факултет, Београд, 1990

Писани изводи са предавања

## Динамика посебних класа САУ

ИД: 0937

носилац предмета: Дебељковић Љ. Драгутин

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Да полазник упозна основне захтеве при анализи и синтези посебних класа система аутоматског управљања и то прво у виду спознаје основних показатеља рада система као у стационарном стању тако и у прелазним радним режимима  $i$  to u prisustvu dejstva kako determinističkih tako i stohastičkih ulaznih signala.

У том смислу потребни је да полазник основни акценат стави на особину стабилности  $i$  robusnosti stabilnosti система и могуће различите концепте.

Да полазник упозна широки спектар савремених метода за испитивање љапуновске и нељапуновске стабилности, као  $i$  robusnosti посебних класа система аутоматског управљања.

### исход

Да се упозна, прихвати и савлада неке од метода за анализу и пројектовање посебних класа система аутоматског управљања и да буде обучен да их имплементира на сваком конкретном примеру из класе проучаваних система.

Шта више очекује се и примена метода анализе и пројектовања система аутоматског управљања који се одвијају у реалном времену на објектима и процесима а за посебне класе линеарних система са и без повратне спреге.

### садржај теоријске наставе

Priroda stohastičkih signala.

Elementni teorije identifikacije procesa

Основне особине временски континуалних система са кашњењем.

Основне особине временски дискретних система са кашњењем.

Љапуновска и нељаупновска стабилност система са кашњењем.

Основне особине временски континуалних сингуларних система.

Основне особине временски дискретних дескриптивних система.

Љапуновска и нељаупновска стабилност сингуларних и дескриптивних система.

Основне особине временски континуалних сингуларних система са кашњењем.

Основне особине временски дискретних дескриптивних система са кашњењем.

Љапуновска и нељаупновска стабилност сингуларних и дескриптивних система са кашњењем.

### садржај практичне наставе

Експериментално одређивање аутокорелационих функција и спектра густина снаге.  
Класичне методе идентификације једноставних различитих објеката и процеса.

Идентификација на бази ARMAX модела

**услов похађања**

**ресурси**

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 15

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 60

услов за излазак на испит (потребан број поена): 100

**литература**

D. Lj. Debeljkovic, Dinamika posebnih klasa sistema automatskog upravljanja, Mašinski fakultet Beograd, 2014

D. Lj. Debeljkovic, Zbirka zadataka iz dinamike posebnih klasa sistema automatskog upravljanja, Mašinski fakultet Beograd, 2014

## Идентификација процеса

ID: 0148

носилац предмета: Дебељковић Љ. Драгутин

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Да полазник упозна основне појмове из теорије идентификације процеса као би био оспособљен да на основу измерених улазно - излазних података реконструише или структуру објекта или процеса, или њихов ред или да изврши одговарајућу процену недовољно познатих параметара процеса.

### исход

Савременим поступцима идентификације омогућава се боље и потпуније одређивање модела разматраних процеса а када се исти ти поступци користе у реланом времену (on - line) значајна помоћ се пружа управљачком систему да одговори постављеним захтевима. Када су у питању off - line поступци идентификацијом и естимацијом се прикупљају подаци значајни за касније пројектовање управљачких система.

### садржај теоријске наставе

Идентификација објеката и процеса: Основни појмови и идеје.

Општа питања и поставке теорије идентификације. Елементи теорије оцена. Класичне методе идентификације. Оцењивање параметара објеката и процеса. Оцењивање параметара динамичких објеката и процеса. Оцењивање стања објеката и процеса. Двотачкастим гранични проблем. Инваријантно уроњавање.

Квазилинеаризација. Истовремено оцењивање параметара и стања динамичких објеката и процеса. Идентификација структуре објеката и процеса. Нека посебна питања идентификације објеката и процеса .

### садржај практичне наставе

Елементи теорије оцена. Класичне методе идентификације. Идентификација на основу импулсног одскочног и фреквентног одзива. Оцењивање параметара објеката и процеса. Оцењивање параметара динамичких објеката и процеса. Оцењивање стања објеката и процеса - Бајесовско оцењивање, метода најмањих квадрата, дискретни Калман - Бусијев филтер. Истовремено оцењивање параметара и стања динамичких објеката и процеса. Квазилинеаризација. Инваријантно уроњавање. Идентификација структуре објеката и процеса. Нека посебна питања идентификације објеката и процеса .

### услов похађања

### ресурси

Д. Љ. Дебељковић, "Основи теорије идентификације објеката и процеса", Машински факултет, Београд, 1987, (уџбеник), стр.232.,

Д. Љ. Дебељковић, "Identifikacija dinamičkih procesa sa usredsređenim i raspodeljenim parametrima", Машински факултет, Београд, 2010, (monografija), стр.436.,

Handouts.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 6

пројекат: 4

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 10

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Д. Љ. Дебељковић, “Основи теорије идентификације објеката и процеса”, Машински факултет, Београд, 1987, (уџбеник), стр.232.,

Handouts

## Индустријска аутоматика

ID: 0599

носилац предмета: Ристановић Р. Милан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Упознавање студената са савременим идустријским управљачким системима, пројектовањем и технологијом њихове реализације.

### исход

Стечено знање се користи у инжењерској пракси. Студент је компетентан за разумевање савремених система аутоматског управљања у индустрији, избора компоненти и практичну имплементацију једноставних решења. Студент је оспособљен да имплементира једноставна решења електричног, пнеуматског и електропнеуматског управљања. Студент је оспособљен да направи пројекат са Simatic S7-1200 PLC-ом у програмском језику STEP 7 V12. Студент је оспособљен да направи НМI са опраторским панелом.

### садржај теоријске наставе

Преглед развоја аутоматике у индустрији. Дефиниција индустријске аутоматике. Пирамида индустријске аутоматике. Електрично управљање. Компоненте електричног контактеног управљања (тастери, бесконтактни близински прекидачи, контактори и релеји, временски релеји, прекидачи, импулсни релеји, обртни релеји, склопке, solid-state релеји, FI склопке, сигурносно искључење, поскакивање контаката, пренапони искључивања и електрично пражњење). IP класе заштите. Приказивање електричног контактеног управљања. Основне спреге код електричног контактеног управљања. Управљање трофазних асинхроних мотора. Пнеуматско управљање. Извођење пнеуматских инсталација. Системи за сабијање и припрему ваздуха. Пнеуматски цилиндри. Вентили. Електропнеуматско управљање. Програмабилни контролери. Карактеристике програмабилних контролера. Структура ЦПУ-а. Извршавање корисничког програма. Улазно/излазне јединице. Програмирање контролера према стандарду IEC61131-3. Програмски језици. Писање програма. Основне функције. Тајмери. Бројачи. Секвенцијално управљање. Комуникација између контролера (Profibus, Profinet, ...). Интерфејс човек-машина. Дистрибуирано управљање и SCADA системи.

### садржај практичне наставе

Примери реализованих система. Практични аспекти избора компоненти система управљања. Реализација једноставних решења у електричној, пнеуматској и електропнеуматској технологији. Програмирање PLC контролера. Развој SCADA система.

### услов похађања



## **ресурси**

М. Ристановић, Индустриска аутоматика, писана скрипта са предавања  
Лабораторија  
Siemens SIMATIC S7-1200  
Siemens SIMATIC KTP-600PN  
Siemens SIMATIC LOGO!  
TIA PORTAL - лиценцирани софтвер

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 30  
разрада и примери (рекапитулација): 15

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 15  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 5  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

## **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 5  
колоквијум са оцењивањем: 3  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 2

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 50  
лабораторијска вежбања: 5  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 10  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

## **литература**

Schmiedt, Dietmar et. al, "Steuern und Regeln für Maschnienbau und Mechatronik", Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten, 2010.

Berger, Hans "Automating with STEP 7 in LAD and FBD", Publicis Corporate Publishing, Erlangen, 2005.

Tapken, Herbert "SPS Theorie und Praxis", Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten, 2011.

Stenerson J., Industrial automation and process control, Prentice Hall, 2003

## Интелигентне зграде

ID: 0656

носилац предмета: Ристановић Р. Милан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Упознавање студената са концептом интелигентних зграда, техничким система у савременим зградама и технологијом система аутоматског управљања и интеграције система.

### исход

Стечено знање се користи у инжењерској пракси. Студент је компетентан за разумевање техничких подсистема у савременим зградама, њихове конфигурације и међусобне интеграције електро-машинских система.

Студент је оспособљен да направи ETS пројекат и програмира KNX компоненте.

Студент је оспособљен да направи апликативну шему КГХ система, дефинише листу сигнала и направи предмер и предрачун сенора, извршних органа и контролра.

### садржај теоријске наставе

Дефиниција интелигентних зграда. Технолошки системи у интелигентним зградама. Увод у дигиталне управљачке системе: аналогне/дигиталне улазно/излазне величине, сензори, актуатори, дигитални контролери. Основни комуникациони стандарди и њихове карактеристике. Алгоритми управљања и подешавање регулатора. Управљање у системима централног грејања. Управљање у котловима. Управљање топлотних подстаница. Компензација спољашње температуре. Централно и зонско управљање. Управљање у соларним системима. Управљање у системима климатизације. Типичне управљачке шеме климатизације. Каскадно управљање. Секветно управљање. Регулисање влажења ваздуха. Управљање клима комора са променљивим протоком. Системи управљања осветљења. Компоненте система управљања осветљења, аналогно/дигитално управљање осветљења и стратегије управљања. Системи заштите од сунчевог зрачења и стратегије управљања. Мерење потрошње енергије. Против пожарни системи. Системи контроле приступа. Центални системи надзора и управљања. Примена интернет технологија у управљању.

### садржај практичне наставе

Упознавање са физичком реализацијом сензора, покретача и дигиталних контролера.

Упознавање са физичком реализацијом управљачких система у зградама.

Програмирање и умрежавање дигиталних контролера.

Реализација једноставних решења.

### услов похађања

### ресурси

М. Ристановић, Интелигентне зграде, писана скрипта за предавања

Лабораторија

KNX/EIB Trainings Kit

ETS3 - лиценцирани софтвер

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 30

развијање и примери (рекапитулација): 15

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 5

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

#### **литература**

- Shengwei Wang, Intelligent Buildings and Building Automation, Spon Press, New York, 2010  
H. Merz, T. Hansemann, C. Huebner, Building Automation, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2009  
C.F. Mueller, Regelungs- und Steuerungstechnik in der Versorgungstechnik, 2002

## Интелигентни системи управљања

ID: 0657

носилац предмета: Јовановић Ж. Радиша

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

- Упознавање са методама за анализу и пројектовање интелигентних система управљања.
- Стицање практичног знања о неколико главних техника за интелигентно управљање и увод у најновије правце истраживања.
- Примена рачунара за симулацију и евалуацију интелигентних система управљања.

### исход

- Разумевање принципа и функционисања различитих техника интелигентног управљања
- Изучавање теоријских основа са становишта управљања
- Стицање знања о пројектовању интелигентних система управљања заснованог на комбинацији различитих теорија: неуронске мреже, фазе системи, симулација, генетски алгоритми, еволуциони алгоритми, итд.
- Примена рачунара у симулацији и евалуацији интелигентних система управљања кроз програмски пакет Матлаб, као и практична реализација алгоритама управљања на различитим објектима управљања коришћењем пакета Matlab и LabView.

### садржај теоријске наставе

Увод у интелигентно управљање. Класично и интелигентно управљање. Представљање знања и његово процесуирање. "Меки рачун". Фази скупови и фази логичко управљање. Подешавање система управљања. Синтеза различитих фази алгоритама управљања. Основе неуронских мрежа. Неуронске мреже бес и са повратном спрегом. Учење са и без учитеља. Алгоритми учења. Неуронске мреже и њихова примена у идентификацији и управљању система. Еволуциони алгоритми. Генетски алгоритми и оптимално претраживање.

### садржај практичне наставе

РА:

Практична настава укључује рачунске задатке који прате садржај курса.

ПЛ:

Експериментални рад: примена рачунара у симулацији и евалуацији интелигентних система управљања, као и њихова практична реализација коришћењем пакета Matlab и LabView на различитим објектима управљања у склопу модуларног едукационог система управљања у реалном времену (обрнуто клатно, систем куглице и шине, DC серво мотор).

### услов похађања

### ресурси

- Радиша Јовановић, Интелигентни системи управљања, Скрипта са предавања у

електронској форми,

- Модуларни едукациони систем управљања у реалном времену са различитим објектима управљања (DC серво мотор, обрнуто клатно, двоструко обрнуто клатно, куглица-шина систем, струјно термички објект, систем од два проточна резервоара), са аквизиционим хардвером и софтвером,
- РС и РС Embedded рачунари, Siemens Simatic PLC, National Instruments контролери
- Инсталација за испитивање управљачких система и аквизицију електричних величина,
- Лабораторија за Аутоматско управљање, Лабораторија за интелигентне системе управљања, Лабораторија за управљачке системе.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 6

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Simon Haykin, "Neural Networks - a Comprehensive Foundation", Prentice Hall International, 1999.

K. M. Passino, S. Yurkovich, "Fuzzy Control", Addison-Wesley, 1998

## Информационе технологије у медицини

ID: 0938

носилац предмета: Матија Р. Лидија

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Упознавање студената са фундаменталним принципима примењених информационих технологија у медицини у циљу проучавања битних карактеристика имплементација нових технологија у медицини. Симулација реалних проблема и специфичних захтева имплементације логичких структура у оквиру болнице, даљинске дијагностике и анализе биолошких структура на молекуларном нивоу. Упознавање студената са основама инжењерског приступа медицинској генетици и молекуларној дијагностичкој биоинформатици. Сарадња са стручњацима из области медицине и информатике.

### исход

Похађањем предмета студент стиче способност анализе проблематике организовања информационих токова у оквиру медицинских установа, практичне примене и развој алгоритама и структура применљивих у телемедицини и знање потребно за детаљну анализу биолошких информационих структура и система на молекуларном нивоу уз употребу научних метода, поступака, рачунарске технике и опреме.

### садржај теоријске наставе

Информациони системи, однос корисник-информациони систем, информациони системи у медицини, структура информационих система у медицини. Информациони системи болница, врсте, инфраструктура, развој. Клинички информациони системи, дефинисање, структура, проблематика развоја модула система и њихово коегзистентно функционисање. Лабораторијски информациони системи, дефинисање, структура, захтеви, модуларност. Подсистеми информационих система у медицини, подршка главним системима. Менаџерски информациони системи, дефиниција, структуре, захтеви у оквиру медицинских установа. Регионални информациони системи, структура, стандардизација података и комуникације међу медицинским установама. Перспектива развоја информационих система у медицини, тренутни трендови, електронска здравствена књижица. Телемедицина, софтвер, хардвер, тренутни правци развоја.

### садржај практичне наставе

Анализе постојеће документације и пројектовање нове основне информационе документације, њених токова и обраде у здравственим системима (дом здравља, болница, клинички центар, здравствени систем). Рачунске вежбе и примена софтверских пакета за анализу ДНА секвенци, примене знања из биоинформатике на конкретним примерима са посебним освртом на канцере епителних ткива.

### услов похађања

### ресурси

1. Писани материјал са предавања (handouts).



2. Софтвери
3. Calladine, C.R., Drew, H.R., Understanding DNA: The molecule and how it works, Academic press, San Diego, 1997.
4. Guyton, A.C., Hall, J.E., Human physiology and mechanisms of disease, W.B. Saunders Company, Jackson, 1997.
5. Tobias, E.D., Connor, M., Ferguson-Smith, M., Essential Medical genetics, Wiley-Blackwell, Hoboken, 1997
6. Velde, R., Degoulet, P.: Clinical Information systems, Springer, 2003.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 5

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 4

пројекат: 0

консултације: 6

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 3

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 20

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**



## Клиничко инжењерство

ID: 0820

носилац предмета: Матија Р. Лидија

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Да омогући студентима транслацију знања и резултата развоја медицинске технологије у практичне примене у клиничким условима. Обезбеђивање знања у области медицине која омогућују рад у клиничким условима. Да омогући будућим клиничким инжењерима да буду део медицинског тима, и да учествују у свим фазама клиничких активности (припрема уређаја, апликација уређаја, тестирање функције *in vivo*, праћење рада уређаја или система, заштита пацијента и медицинског особља од потенцијалних хазарда у примени поједине технологије).

Упознавање студената са болничком опремом и проблематиком пројектовања и одржавања болничке опреме (хируршки столови, кревети, столице итд.).

Приказ развоја медицинских уређаја са освртом на припадајуће гране медицине.

Упознавање са медицинским разлозима за развој специфичних уређаја. Приказ класификације уређаја на основу улоге у процесу лечења. Упознавање студената са проблематиком одржавања уређаја. Упознавање са законским оквирима у односу на конструкцију и одржавање уређаја. Упознавање студената се са приступом у одржавању конкретних уређаја. Основе дизајна медицинских уређаја. Упознавање студената са употребом ARM микроконтролера у развоју биомедицинских система. Оспособљавање студента за развој уређаја, за конкретну намену, базираних на STM 32, ARM, микроконтролерима.

### исход

Студенти се оспособљавају да буду интегрални део медицинског тима, и да учествују у свим фазама клиничких активности (припрема уређаја, апликација уређаја, тестирање функције *in vivo*, праћење рада уређаја или система, заштита пацијента и медицинског особља од потенцијалних хазарда у примени поједине технологије).

Похађањем предмета студенти стичу основна знања о проблематици одржавања. У могућности су да стекну увид у обавезе лица на одржавању медицинских уређаја као и у одговарајуће прописе који ту област регулишу. Стичу представу о степену повезаности пацијента и уређаја.

Након одслушаног предмета студенти ће разумети основне кораке у пројектовању биомедицинске апаратуре. Разумеће структуру STM 32, ARM, микроконтролера и концепт њиховог коришћења. Биће оспособљени да програмирају микроконтролере у C-у.

### садржај теоријске наставе

Принципи рада у клиничком окружењу. Етика, стандарди, информационе технологије. Појам и основне карактеристике медицинског уређаја. Развој медицинских уређаја. Разлика прибора и уређаја. Повезаност развоја науке са развојем медицинских уређаја. Типови медицинских уређаја. Основни поступак лечења и медицински уређаји који га прате. Подела медицинских уређаја на основу улоге у процесу лечења.

Медицинска слика - клиничке примене (корист, заштита и потенцијални хазарди); DICOM стандард. Електрична и магнетска стимулација - клиничке примене; дејство

електричног и магнетског поља на ћелију; (корист, заштита и потенцијални хазарди). Примена ласера у клиници.

Основне дефиниције одржавања. Законска регулатива. Различити приступи одржавању, основни поступци и обавезе. Организација одржавања. Мере опреза при сервисирању. Поступак организације набавке и одржавања. Сервис и поправка. Обезбеђење радних услова.

Приказ поступка пројектовања медицинских уређаја, од почетне идеје до финалне реализације. Утицај законске регулативе на научно-истраживачки процес за биомедицинске уређаје. Планирање агенде и тока пројекта. Планирање буџета пројекта. Основе микропроцесора, микроконтролера и ембедед система. Архитектура АРМ микроконтролера. Могућности примене микроконтролера у медицинским уређајима. Аквизиција и обрада биомедицинских сигнала помоћу микроконтролера и одговарајућих периферија. Програмирање микроконтролера у програмском језику С и дебаговање програма.

### садржај практичне наставе

Примена гама камере и ПЕТ (на Клиничком центру Србије). Примена ултразвука у медицини (на ВМА). Површинска електрична стимулација малог интензитета. Активација аферентног система - артифицијелна перцепција (у Лабораторији). Мерење евоцираних потенцијала изазваних Транскранијалном Магнетском Стимулацијом (на Неуролошкој клиници КЦС). Мерење расподеле температуре (у Лабораторији). Групне вежбе – пројекти:

1. Припрема материјала за добијање етичке дозволе за клинички рад и
2. Припрема материјала за добијање дозволе за коришћење новог инструмента у клиници.

Упознавање са радом и одржавањем различитих уређаја на Институту за кардиоваскуларне болести "Дедиње" :

Дијагностички уређаји:

- биохемијски анализатор
- ЕКГ апарат
- R<sub>0</sub> апарат

Уређаји код медицинске интервенције:

- електроскалпел
- анестезијска машина

Уређаји за негу пацијената:

- респиратор
- монитор
- шприц пумпа

Помоћни уређаји, терапијски уређаји и медицински уређаји у ширем смислу.

Развој апликације за STM32 микроконтролер за коришћење троосног акцелератора у сврху праћења убрзања појединих удова при различитим кретњама.

Развој апликације за STM32 микроконтролер за коришћење DS1820 сензора температуре за праћење телесне температуре пацијента.

Развој просте БАН (енгл. Body area network) мреже.

### услов похађања

#### ресурси

1. Писани изводи са предавања (handouts).
2. Штампана корисничка упутства.
3. Опрема за аквизицију сигнала.
4. Рачунари са инсталираним програмима за аквизицију и обраду сигнала: LabView i

MATLAB.

5. Четири комплета mikroACQ Kit 3 - STM32 ARM са адекватним периферијама.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 5

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 14

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 5

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 3

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 15

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

### **литература**

Barbara L. Christel: Introduction to Biomedical Instrumentation. Cambridge University Press, 2009.

Bronzino, J.D. (Ed.): The Biomedical Engineering Handbook, 2. ed. CRC Press, 2000.

Myer Kutz (Ed.): Biomedical Engineering and Design Handbook, 2. ed. McGraw-Hill, 2009.

I. Hut, B. Jetic: MATLAB i Microsoft Office za inženjere (autorizovane skripte).

E. White: Making Embedded Systems. O'REILLY MEDIA , 2011.

## Линеарни стохастички системи

ИД: 0314

носилац предмета: Дебељковић Љ. Драгутин

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Да овлада знањима из линеарних стохастичких ергодичних случајних процеса и поступцима за анализу и синтезу истих у временском, фреквентном и комплексном домену.

Да на бази познавања основних стохастичких показатеља изврши предвиђање основних дешавања у системима аутоматског управљања када на систем делују сличајни сигнали.

Да овлада методама оптимизације ове класе система.

### исход

Да се упозна, прихвати и савлада основне принципе на којима почива савремена теорија вероватноће и математичке статистике а све у применама на линеарне временски континуалне стационарне система аутоматског управљања подвргнуте дејству стохастичких ергодичних улазних сигнала.

Да овлада и конкретнo буде оспособљен за имплементацију различитих закона управљања.

### садржај теоријске наставе

Елементи теорије вероватноће. Случајне променљиве. Стохастички (случајни) процеси. Анализа линеарних система у временском домену. Анализа линеарних система у фреквентном домену. Анализа линеарних система у простору стања. Синтеза линеарних система са позиције средње квадратне грешке. Синтеза линеарних система у временском домену. Синтеза линеарних система у фреквентном домену. Синтеза линеарних система у комплексном домену. Естимација стања линеарних система – Калман-Бусијев филтер. Калман - Винеров филтер.

### садржај практичне наставе

Филтрација, интерполација, предикција. Стохастички (случајни) процеси. Анализа линеарних система у временском домену. Анализа линеарних система у фреквентном домену. Средњеквадратна вредност грешке. Анализа линеарних система у простору стања. Синтеза линеарних система у временском домену. Винер-Хопфова једначина. Синтеза линеарних система у фреквентном домену. Боде-Шанонов прилаз. Синтеза линеарних система у комплексном домену. Винер-Колмогоров прилаз. Естимација стања линеарних система – Калман-Бусијев филтер

### услов похађања

### ресурси

Д.Љ.Дебељковић, “Стохастички линеарни системи аутоматског управљања”, Машински факултет, Београд, 1992, стр.257.,

Д.Љ.Дебељковић, “Анализа, синтеза и естимација Линеарних Стохастичких линеарних

система аутоматског управљања у присуству случајних сигнала”, Машински факултет, Београд, 2010, стр.457,

Handouts.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 30

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 10

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

#### **литература**

Д.Љ.Дебељковић, “Стохастички линеарни системи аутоматског управљања”, Машински факултет, Београд, 1992, стр.257.,

Д.Љ.Дебељковић, “Анализа, синтеза и естимација Линеарних Стохастичких линеарни система аутоматског управљања у присуству случајних сигнала”, Машински факултет, Београд, 2010, стр.457,

Рукопис са предавања

## Наномедицинско инжењерство

ID: 0728

носилац предмета: Матија Р. Лидија

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Да студент овлада знањима из области нанонаука и примене нанотехнологија у медицини са посебним освртом на практични лабораторијски рад у карактеризацији биоматеријала нанотехнолошким методама, техникама и инструментацијом. Студент стиче знања о савременим дијагностичким и терапеутским нанотехнолошким методама у медицини и оспособљава се да са медицинским особљем припрема класичне и биолошке узорке и да их карактерише помоћу нанотехнолошке инструментације.

### исход

Способност студента да покаже предности примене у медицини нових уређаја из области нанотехнологија у односу на класичне. Разумевање принципа функционисања и специфичности услова примене уређаја из области нанотехнологија у медицини. Способност модификације техничких решења у нанотехнологијама и квантној информационој технологији у циљу њихове ефикасније примене у медицини.

### садржај теоријске наставе

Кратка историја медицине: Од настанка човека до Асклепија. Од Асклепија до Хипократа. Од Хипократа до исцелитеља. Од исцелитеља до ван Левенхука. Од ван Левенхука до открића ДНК. Од ДНК до квантне медицине. Од квантне медицине до наномедицине; Основе молекуларне медицине: Класични медицински приступ болестима. Ресорпција лекова, расподела лекова, метаболизам лекова, излучивање лекова. Интеракције и нежељени ефекти лекова. Молекуларне основе болести. Основе молекуларне нанотехнологије и њене примене у медицини; Основе наномедицине: Нанопартикуле и наноматеријали у медицини. Квантне тачке на бази полупроводничких нанопартикула. Квантне тачке на бази наноматеријала (фулерени). Адмирање хидроксилних група и других молекула на основне наноматеријале. Употреба АФМ за мерење интермолекуларних везивних сила у физиолошком раствору; Нанотехнологија и нанобиомедицина: Поређење употребе класичних и нанотехнолошких метода и техника у дијагностици и лечењу. Предности и ризици употребе нанопартикула у медицини; Наносензори: Наносензори за електрична, електрохемијска и оптичка мерења. Наносензори за анализу пића и хране; Микротубуле: Актински филаменти. Интермедијална влакна. Микротубуле. Протеини придружени микротубулама. Молекуларни мотори. Миозин. Кинезин. Динеин. Деоба ћелије. Цитокинеза; Нанотехнологије у фармацији: Могућности и дometи нанофармације. Израда наночестица. Баријере у организму. Инжењеринг фармацеутских наносистема. Интелигентни системи за отпуштање лекова; Нанотехнологије у имплантологији: Нанотехнолошки импланти у рехабилитационој медицини. Наноимпланти у стоматологији. Карактеризација стоматолошких материјала помоћу АФМ. Наноимпланти у дерматологији; Нанотехнологије и дијабетес: Главне врсте дијабетеса. Инсулин. Компликације. Медицински нанороботи за контролу дијабетеса. Методе. ; Биокомпатибилност наномедицинских материјала: Биокомпатибилност пресвучених дијамантских



материјала.Биокомпатибилност фулерена и угљеничних нанотуба.Биокомпатибилност флуороугљеничних полимера.

### **садржај практичне наставе**

Спектроскопија лекова:UV-Vis,IR спектроскопија;Нанотехнолошка карактеризација лекова:Примена СТМ, АФМ и МФМ.Одређивање степена парамагнетизма лекова.Динамика парамагнетизам/дијамагнетизам лекова на нанотесла нивоу;Биокомпатибилност наноматеријала:Анализа и карактеризација површина наноматеријала помоћу нанотехнолошке инструментације.Тест токсичности наноматеријала и нанопартикула;Мерења помоћу наносонди:Динамичке нанофотонске сонде.Спектралне „балистичке“ сонде на бази величине нанопартикула.Квантне наносонде на бази инкапсулираних фулерена.Адирање инкапсулираних фулерена растворним групама;Карактеризација импланата:Карактеризација импланата помоћу СТМ, АФМ и МФМ.Карактеризација импланата у физиолошком раствору помоћу АФМ.ехника припреме узорака.Одређивање механичких, електричних и магнетних особина материјала.

### **услов похађања**

#### **ресурси**

Писани материјал за сваку методску јединицу (handouts), NanoLab: савремени НаноПроб уређај са СТМ/АФМ/МФМ, уређај са опто-магнетну спектроскопију, уређај за депозицију танких (нано) филмова, UV/VIS спектрометр, NIR спектрометар,оптички микроскоп,

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 30

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 2

лабораторијске вежбе: 7

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 2

пројекат: 2

консултације: 1

дискусија/радионица: 6

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 1

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 15

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 10

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

**литература**

Папић-Обрадовић, М., Миљковић, С., Матија, Л., Мунћан Ј., Коруга, Ћ., Основе Наномедицине, ДонВас/Наука, Београд, 2011

Матија, Л., Којић, Д., Васић, А., Бојовић, Б., Јовановић, Т., Коруга, Ћ., Увод у нанотехнологије, ДонВас/Наука, Београд, 2011

Kumar, S.S.R., et al. Nanofabrication Towards Biomedical Applications, Wiley-VCH Weinheim, 2005.

Malsch, H.N., Biomedical Nanotechnology, CRS Press, Boca Raton, 2005

Freitas, R.A., Nanomedicine, Volume II: Biocompatibility, Landes Bioscience, Austin, 2003.

## Нанотехнологије

ID: 0727

носилац предмета: Матија Р. Лидија

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА ИЗ: феомена тунеловања електрона, молекуларних атрактивно-репулзивних сила, наноматеријала, конверзије и транспорта енергије на нано нивоу. Упознавање са основним методама, техникама и уређајима за карактеризацију наноматеријала: скенирајућа нано-"проб" микроскопија и спектроскопија. Нано-електрохемијска ћелија. Карактеризација проводних, магнетних и непроводних материјала: неорганских и биолошких. Нано филмови: карактеризација и модификација површине помоћу СТМ/АФМ/МФМ.

### исход

Студент стиче основна знања из нанотехнологија која му омогућавају анализу проблема и могућност предвиђања решења уз употребу научних метода и поступака као и рачунарске технике. Студент се упознаје са основним принципима рада СТМ и АФМ уређаја и оспособљава се да интегрише знања из физике материјала, енергетике и информатике у циљу препознања основних законитости понашања материје, енергије и информације на нано нивоу за потребе пројектовања нано-молекуларних сензора и машина.

### садржај теоријске наставе

Услови за настанак и развој нанотехнологије. Основни појмови из експерименталних и теоретских аспеката скенирајуће микроскопије и спектроскопије. Шредингерова једначина и тунеловање електрона. Технологија заснована на ефекту тунеловања. Организација процеса електрохемијских интеракција. Карактеризација материјала на основу међумолекуларних сила. Алтернативне методе и технике у примени спектроскопских и тунелирајућих микроскопа. Увод у примењену нанотехнологију. Основне области примене тунелирајуће микроскопије и нано-конзолне микроскопије. Проучавање чврстих и течних материјала на нано нивоу. Физика чврстог стања на нано нивоу. Примена нанотехнологије у проучавању органских молекула, лекова и биомакромолекула (нуклеинске киселине, протеини и мембрански агрегати). Метрологија и стандарди у нанотехнологији. Модификација материјала на нано нивоу. Интегрални аспекти нанотехнологија заснованих на физици и хемији. Системски приступ пројектовању нано-молекуларних сензора, апарата и уређаја.

### садржај практичне наставе

Практична настава: Показне вежбе из нанотехнолошке инструментације. Упознавање са радом и могућностима СТМ. Основни склопови и принцип управљања тунеловањем електрона. Упознавање са софтвером за обраду података добијених анализом узорака. Упознавање са инструментом АФМ. Поређење резултата добијених СТМ-ом и АФМ-ом. Основни склопови и принципи управљања атрактивно-репулзивним дејствима. Нано-конзоле: особине, врсте, посматрање увеличавајућом камером. Анализа снимака наноматеријала. Упознавање и рад са софтверским алатима за добијање СТМ и АФМ

слике. Разлике између графичких и аналитичких података. Упознавање са радом нано-флуидне ћелије и електрохемијске ћелије.

#### **услов похађања**

#### **ресурси**

Нанолaborаторија са уређајем за парављење танких филмова, НаноПроб микроскоп са интегрисаним СТМ/АФМ/МФМ, електрохемијском ћелијом и нанофлуидном ћелијом.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 14

лабораторијске вежбе: 8

рачунски задаци: 3

семинарски рад: 3

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 3

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 1

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 10

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

#### **литература**

Л. Матија, Д.Којић, А. Васић, Б.Бојовић, Т.Јовановић, Ђ.Коруга, Увод у нанотехнологије,  
ДонВас, Београд, 2011  
Тошић, Б. и сар., Примена диференцијалног рачуна у анализи наноструктура,  
ВАНУ, Нови Сад, 2005

## Нелинеарни системи 1

ID: 0628

носилац предмета: Јовановић Ж. Радиша

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

- Упознавање са нелинеарностима у објектима и процесима.
- Упознавање са основним концептима анализе нелинеарних система.
- Разумевање и примена основних алата за проверу стабилности нелинеарних система.
- Коришћење програмских пакета Matlab и LabView за анализу нелинеарних система.

### исход

Знање и разумевање:

- Нелинеарних појава и феномена у процесима и објектима.
- Математичких описа нелинеарних система.
- Основних метода за анализу нелинеарних система у временском домену и простору стања.
- Симулације нелинеарних система и њихове анализе применом РС рачунара и програмских пакета Matlab и LabView.

### садржај теоријске наставе

Увод у нелинеарне системе и управљање. Типични нелинеарни проблеми и феномени. Типови нелинеарности. Врсте нелинеарних система. Простор стања. Решење нелинеарних

диференцијалних једначина, постојање и јединственост решења, принцип поређења. Равнотежна стања. Анализа у простору стања: лик стања, гранични кругови, домени стабилности, класификација сингуларних тачака. Пуанкаре-Бендиксонов критеријум. Љапуновљев концепт стабилности. Љапуновљеве теореме о стабилности и нестабилности равнотежних стања. Теорема Ла Сала, принцип инваријантности, теорема Четаева. Индиректна и директна метода Љапунова. Критеријум Красовског.

### садржај практичне наставе

ПА:

Нелинеарни математички модели динамичких система. Одређивање равнотежних стања. Анализа у простору стања: лик стања, гранични кругови, домени стабилности, стабилности и привлачење равнотежних стања. Испитивање стабилности система применом индиректне и директне методе Љапунова.

ПЛ:

Експериментални рад: верификација нелинеарних математичких модела различитих објеката применом РС рачунара; експериментално одређивање нелинеарних статичких карактеристика и анализа динамичког понашања различитих објеката аутоматског управљања (DC серво мотор, струјно термички процес, проточни резервоар) применом програмских пакета Matlab/Simulink и LabView.

### услов похађања

## ресурси

- Љ. Грујић, Д. Лазић, Нелинеарни системи, Скрипта са предавања у електронској форми
- Радиша Јовановић, Нелинеарни системи 1, писана скрипта са предавања
- Модуларни едукациони систем управљања у реалном времену са различитим објектима управљања (DC серво мотор, обрнуто клатно, двоструко обрнуто клатно, куглица-шина систем, струјно термички објект, систем од два проточна резервоара), са аквизиционим хардвером и софтвером,,
- Електрохидраулички сервосистем,
- РС и РС Embedded рачунари, Siemens Simatic PLC, National Instruments контролери
- Инсталација за испитивање управљачких система и аквизицију електричних величина,
- Лабораторија за Аутоматско управљање, Лабораторија за интелигентне системе управљања, Лабораторија за управљачке системе.

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 3

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 3

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

## провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

## литература

Hassan K. Khalil: "Nonlinear Systems", 3rd Edition, Prentice-Hall, 2002.

Jean-Jacques E. Slotine, Weiping Li, Applied Nonlinear Control, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1991.



## Нелинеарни системи 2

ID: 0609

носилац предмета: Јовановић Ж. Радиша

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

- Стварање основе за анализу и управљање нелинеарних система.
- Упознавање са уобичајеним техникама управљања нелинеарних система.
- Коришћење програмских пакета Matlab и LabView за анализу и управљање нелинеарних система.

### исход

Знање и разумевање:

- Основа анализе одређених класа нелинеарних система.
- Начина за испитивање стабилности система кроз Љапуновљеве технике и улазно-излазну анализу.
- Техника управљања нелинеарних система.
- Симулације, анализе и управљања нелинеарних система коришћењем програмских пакета Matlab и LabView.

### садржај теоријске наставе

Луријеови системи са директним и индиректним управљањем. Линеарна и Ајзерманова хипотеза. Апсолутна стабилност. Поповљев и кружни критеријум. Ципкинова трансформација. Егзактна (Feedback) линеаризација. Линеаризација улаз-стање. Линеаризација улаз-излаз. Нулта динамика и стабилност улаз-стање. L2 појачање и Small gain теорема. Управљање у клизном режиму. Backstepping. Gain scheduling. Приближне методе. Метода описне функције. Модификовани Најквистов критеријум.

### садржај практичне наставе

ПА:

Практична настава укључује рачунске задатке који прате садржај курса: стабилност Луријевих, директних и индиректних система; одређивање стабилности нелинеарних система применом линеарне и Ајзерманове хипотезе; Поповљев и кружни критеријум; feedback линеаризација; линеаризација улаз-стање, линеаризација улаз-излаз; нулта динамика и улазно-излазна стабилност; управљање у клизном режиму; Backstepping; описна функција; модификовани Најквистов критеријум.

ПЛ:

Лабораторијски рад: анализа, синтеза и симулација рада нелинеарних система; експериментална примена нелинеарних алгоритама управљања применом РС рачунара и програмских пакета Matlab/Simulink и LabView на различитим објектима управљања (DC серво мотор, обрнуто клатно, проточни резервоар, систем куглице и шине).

### услов похађања

### ресурси

- Љ. Грујић, Д. Лазић, Нелинеарни системи, Скрипта са предавања у електронској форми
- Радиша Јовановић, Нелинеарни системи 2, писана скрипта са предавања
- Модуларни едукациони систем управљања у реалном времену са различитим објектима управљања (DC серво мотор, обрнуто клатно, двоструко обрнуто клатно, куглица-шина систем, струјно термички објект, систем од два проточна резервоара), са аквизиционим хардвером и софтвером,
- Електрохидраулички сервосистем,
- РС и РС Embedded рачунари, Siemens Simatic PLC, National Instruments контролери
- Инсталација за испитивање управљачких система и аквизицију електричних величина,
- Лабораторија за Аутоматско управљање, Лабораторија за интелигентне системе управљања, Лабораторија за управљачке системе.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 3

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 3

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Hassan K. Khalil: "Nonlinear Systems", 3rd Edition, Prentice-Hall, 2002.

Jean-Jacques E. Slotine, Weiping Li, Applied Nonlinear Control, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1991.

## Неуронске мреже и фазе логика

ID: 0649

носилац предмета: Јовановић Ж. Радиша

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

- Упознавање студената са фундаменталним принципима рада вештачких неуронских мрежа
- Математичко моделирање вештачких неуронских мрежа и могућност примене у науци и техници.
- Сагледавање фазе приступа у моделирању појава, процеса и система.
- Упознавање са основама теорије фазе скупова и фазе логике.
- Коришћење програмског пакета Матлаб/Симулинк за анализу, синтезу и симулацију рада фазе система.
- Сарадња са стручњацима из области медицине, аутоматике.

### исход

- Стицање способности за анализу проблематике везане за вештачке неуронске мреже, формирање математичких модела биолошких система уз употребу научних метода, поступака, рачунарске технике и опреме.
- Повезивање основног знања анатомије и физиологије, аутоматског управљања у циљу постизања квалитетнијих технолошких процеса, хуманије интеракције човек - машина.
- Знање и разумевање фазе скупова, фазе логике и теорије фазе управљања.
- Знање и разумевање синтезе фазе контролера и различитих фазе алгоритама управљања.

### садржај теоријске наставе

Централни нервни систем, вештачки неурон и вештачке неуронске мреже. Закони учења, принципи, Хебов закон учења, закон учења Видроуа. Перцептрон, без и са унутрашњим слојевима. Вештачке неуронске мреже са повратним простирањем грешке, делта правило. Хопфилдова вештачка неуронска мрежа, Кохоненова вештачка неуронска мрежа. Самоорганизујуће мапирање, теорија адаптивне резонанце. Генетски алгоритми.

Теорија фазе скупова. Фазе релације, операције над фазе скуповима. Фазе логика: лингвистичке променљиве, фазе правила, приближно резоновање. Фазе системи: база фазе правила, фазе закључивање, фазификатори, дефазификатори, математичко представљање фазе система. Фазе управљање: теоријски и практични прилаз. Синтеза и анализа фазе контролера, фазе ПИД контролери. Мамдани и Такаги-Сугено фазе системи. Неуро-фазе контролери.

### садржај практичне наставе

ПА:

Примена перцептрона без унутрашњих слојева у практичним примерима. Мрежа са повратним простирањем грешке. Кохоненова вештачка неуронска мрежа.

Самоорганизујуће мапирање. Генетски алгоритми.

Фазе скупови, релације, операције над фазе скуповима. Фазе логика: лингвистичке

променљиве, фази правила. Фази системи: база фази правила, фази закључивање, дефазификација, математичко представљање фази система, Мамданијева и Ларсенова метода. Синтеза и анализа класичних фази контролера: П, ПД, ПИ и ПИД. Мамдани и Такаги-Сугено фази системи. Анализа и синтеза различитих фази алгоритама управљања.

ПЛ:

Fuzzy toolbox и Neural Network toolbox програмског језика Matlab. Симулациона и експериментална примена фази алгоритама и неуронских мрежа у идентификацији и управљању различитих објеката аутоматског управљања на модуларном едукационом систему управљања у реалном времену, применом програмског пакета Matlab/Simulink.

### **услов похађања**

### **ресурси**

- Радиша Јовановић, Фази логика и неуронске мреже, Скрипта са предавања у електронској форми
- Модуларни едукациони систем управљања у реалном времену са различитим објектима управљања (DC серво мотор, обрнуто клатно, двоструко обрнуто клатно, куглица-шина систем, струјно термички објект, систем од два проточна резервоара), са аквизиционим хардвером и софтвером,
- РС и РС Embedded рачунари, Siemens Simatic PLC, National Instruments контролери
- Инсталација за испитивање управљачких система и аквизицију електричних величина,
- Лабораторија за Аутоматско управљање, Лабораторија за интелигентне системе управљања, Лабораторија за управљачке системе.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

D. Driankov, H. Hellendoorn and M. Reinfrank, "An Introduction to Fuzzy Control" , Springer Verlag, 1996.

Simon Haykin, "Neural Networks - a Comprehensive Foundation", Prentice Hall International, 1999.

## Обрада сигнала

ID: 0935

носилац предмета: Матија Р. Лидија

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Упознавање студената са проблематиком анализе биомедицинских сигнала и слике у временском и фреквенцијском домену, дигиталне обраде детерминистичких и случајних сигнала, реализације дигиталних филтара и основне статистичке анализе података.

### исход

Похађањем предмета студент стиче теоријска знања везана за карактеристике и дигиталну обраду биомедицинских сигнала и слике. Студент се оспособљава за активно коришћење програмског пакета MATLAB у сврху анализе и обраде 1D и 2D сигнала. Студент се оспособљава за коришћење програмског пакета EXCEL за статистичку анализу снимљених података.

### садржај теоријске наставе

Детерминистички и стохастички биомедицински сигнали. Тип и порекло електрофизиолошких сигнала - сигнали који потичу од акционих потенцијала периферних нерава (ЕНГ), мишића (ЕМГ), срца (ЕКГ) и централног нервнег система (ЕЕГ). Кинематички и динамички сигнали при покретима. Анализа сигнала у фреквенцијском домену: Фуријеова трансформација, дискретна Фуријеова трансформација, брза Фуријеова трансформација. Z-трансформација. Одабирање континуалних сигнала - теорема одабирања. Фреквенцијски и амплитудни опсеци биомедицинских сигнала. Спектрограм. Корелација. Филтри и њихова примена. Дигитална обрада континуалних сигнала: дискретизација континуалних сигнала, системи за дискретизацију и реконструкцију сигнала (A/D, D/A конверзија). Дигитални филтри бесконачног импулсног одзива (IIR), дигитални филтри коначног импулсног одзива (FIR). Дискретни случајни сигнали. Основне методе статистичке анализе. Функције расподеле. Параметарски тестови. Оцењивање параметара расподеле. Постављање хипотеза. Формирање дигиталне слике, побољшање квалитета слике у просторном и фреквенцијском домену, морфолошка обрада дигиталне слике, сегментација слике и методе компресије слике.

### садржај практичне наставе

Увод у примену MATLAB-а за обраду сигнала и слике. Увоз различитих биомедицинских сигнала из банке сигнала PhysioBank. Спектрална анализа сигнала. Обрада и анализа ЕКГ, ЕМГ и ЕЕГ сигнала. Обрада и анализа биомеханичких сигнала (покрети, притисак, сила, проток). Препознавање карактеристичних догађаја у сигналу. Употреба дигиталних филтара. Увод у Simulink. Моделовање биолошких система. Image Processing Toolbox. Обрада медицинских слика. Статистичка анализа помоћу програма Microsoft Excel. Дескриптивна статистика-сумарно представљање података. Постављање и тестирање хипотеза. Оцењивање параметара расподеле.

### услов похађања

## ресурси

Сала за предавања са рачунаром, видео пројектором, интернет конекцијом и свим потребним пропратним инвентаром. Рачунарска сала са 30 рачунара на којима су инсталирани непоходни програмски пакети.

[1] Писани материјал са предавања(Handouts).

[2] Писани материјал са аудиторних вежби(Handouts).

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 0

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 25

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 4

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 4

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

## литература



И.Хут, Б.Јефтић: Практикум за вежбе из обраде сигнала и слике, Београд, 2013.

Željko Đurović i Srbijanka Turajlić: skripte sa predmeta "Signali i sistemi", ETF

Beograd:[http://automatika.etf.bg.ac.rs/index.php?](http://automatika.etf.bg.ac.rs/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=14&Itemid=141)

[option=com\\_content&task=blogcategory&id=14&Itemid=141](http://automatika.etf.bg.ac.rs/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=14&Itemid=141)

Igor Đurović: Digitalna obrada slike. ETF Podgorica, 2000. Poglavlje MATLAB & IMAGE PROCESSING TOOLBOX

## Пројектовање и технологија управљачких система

ID: 0118

носилац предмета: Рибар Б. Зоран

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

- Да полазник упозна детаљне карактеристике рачунарских управљачких система и да се оспособи да их примени и провери на конкретним физичким системима.
- Да полазник прихвати неке од методологија за избор рачунарских и других компоненти различитих управљачких система.
- Да полазник овлада статичком и динамичком анализом и синтезом оваквих управљачких система.

### исход

- Стицање основних знања из управљачких система, као области технике која је неопходна савременом инжењеру
- Упознавање и коришћење метода потребних за анализу и синтезу управљачких система.
- Да се аналитички и/или експериментално испитају основне динамичке и статичке карактеристике компоненти система

### садржај теоријске наставе

Увод у рачунарске управљачке системе са примером из праксе. Електропнеуматски серворазводници. Електропнеуматски сервосистеми. Електрохидраулички пропорционални разводници. Регулатори притиска са пропорционалним вентилом. Електропнеуматски серворазводници. Електрохидраулични сервосистеми са трансаторним и ротационим мотором. Индустијски рачунари. Програмабилни логички контролери са свим припадајућим компонентама. Индустијске рачунарске мреже. Синхроне и асинхроне мреже. Топологија индустијских мрежа. Компоненте за индустијске мрежне системе. Редундантни управљачки системи. Редунданса код процесора и уређаја за мерење физичких величина.

### садржај практичне наставе

ПА:

Електропнеуматски серворазводници. Електрохидраулички пропорционални разводници. Регулатори притиска са пропорционалним вентилом. Електропнеуматски серворазводници. Електрохидраулични сервосистеми са трансаторним и ротационим мотором. Индустијски рачунари. Програмабилни логички контролери. Индустијске рачунарске мреже. Синхроне и асинхроне мреже. Топологија индустијских мрежа. Компоненте за индустијске мрежне системе. Редундантни управљачки системи.

ПЛ:

Практични рад са пнеуматским разводницима, електрохидрауличним серворазводницима као и електрохидрауличним сервосистемима. Посебно је обрађен практичан рад са индустијским рачунарима, њиховим повезивањем и умрежавањем.

### услов похађања

## ресурси

- Скрипта на страници [http://au.mas.bg.ac.yu/Nastava-Kau/Nastava\\_Download.htm](http://au.mas.bg.ac.yu/Nastava-Kau/Nastava_Download.htm)
- З. Рибар "Пнеумоелектрични управљачки системи", Машински факултет у Београду, 1997, КПН
- Програмабилни логички контролери SIMATIC S7, SIMATIC S5 – SIEMENS, Лабораторија за аутоматско управљање, ИКТ/РРС
- Програмски пакети STEP 7, WinCC, Pro Tool – Siemens, Лабораторија за аутоматско управљање, ИКТ/РРО
- Електрохидраулички, електропнеуматски систем управљања, Лабораторија за аутоматско управљање, ЕОП/ЛЕО

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

З. Рибар "Пнеумоелектрични управљачки системи", Машински факултет у Београду, 1997, КПН  
Изводи из предавања.

## Рана дијагностика канцера и меланома

ID: 0936

носилац предмета: Матија Р. Лидија

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Циљ предмета је упознавање студента са молекуларним механизмима настанка различитих врста канцера и постојећим методама за њихову рану дијагностику. Кроз критички осврт на постојеће методе, као и овладавањем најновијим неинвазивним или минимално инвазивним методама за рану дијагностику канцера и меланома, студенту је дата основа за укључивање у клинички дијагностички рад са лекарима, истраживачки и развојни рад на новим дијагностичким методама и техникама, као и примени и унапређењу постојећих метода у биомедицинској пракси.

### исход

Студент је упознат са молекуларним, генетичким и биохемијским основама настанка канцера, утицајним факторима на настанак и развој канцера. Студент је овладао структурно, енергетско, биформационим карактеристикама настанка различитих врста канцера и тумора (канцера коже и меланома, канцера грлића материце, канцера усне дупље, канцера дебелог црева, канцера дојке и тумора мозга), упознат је са постојећим дијагностичким методама и изазовима за унапређење специфичности и сензитивности ових метода. Студент је способан за разумевање, дизајн, унапређење и примену најновијих неинвазивних метода за рану детекцију канцера и меланома.

### садржај теоријске наставе

1. Увод у рану дијагностику канцера и меланома : утицајни фактори, генетика и биохемија канцера, структуралне, енергетске и биоинформационе разлике између здраве ћелије и канцерогене ћелије.
2. Ћелијски циклуси : хромозоми, дупликација хромозома, деобно вретено, регулациони механизми, нормалне и канцерогене ћелије.
3. Молекуларне основе канцера : тумор маркери, механизам дејства, врсте маркера и избор маркера, процедура дијагностиковања, сензитивност и специфичност дијагностиковања
4. Постојеће методе, технике и уређаји за дијагностику: канцер коже и меланом, канцер грлића материце, дебелог црева усне дупље, дојке. Тумор мозга.
5. Дијагностика канцера коже и меланома: структура и функције коже, дермоскопске методе и технике, спектроскопске методе (УВ/ВИС/ИР, опто-магнетна)
6. Дијагностика канцера грлића материце: структура епителног ткива грлића материце, постојеће дијагностичке методе, спектроскопске методе (УВ/ВИС/ИР, опто-магнетна) за анализу бриса грлића материце
7. Дијагностика колоректалног канцера: структура епителног ткива дебелог црева, постојеће дијагностичке методе, спектроскопске методе (УВ/ВИС/ИР, опто-магнетна) за анализу бриса и ексцизионих узорака дебелог црева.
8. Дијагностика канцера усне дупље: структура епителног ткива усне дупље, постојеће дијагностичке методе, спектроскопске методе (УВ/ВИС/ИР, опто-магнетна) за анализу бриса и ексцизионих узорака ткива усне дупље.
9. Дијагностика канцера дојке: структура и функција ткива дојке, постојеће дијагностичке методе, спектроскопске методе (УВ/ВИС/ИР, опто-магнетна) за анализу

ексцизионих узорака и дојке ин виво.

10. Дијагностика тумора мозга: структура и функција мозга, постојеће дијагностичке методе, спектроскопске методе (УВ/ВИС/ИР, опто-магнетна) за анализу узорака можданог ткива.

### **садржај практичне наставе**

1. Семинарски рад : задавање теме из области ране дијагностике канцера, инструкције за прикупљање научне грађе, упутства из методологије научног истраживања
2. Лабораторијска вежба: УВ/ВИС/ИР спектроскопија, флуоресцентна спектроскопија и опто-магнетна спектроскопија у раној дијагностици канцера коже и меланома; хардверско-софтверска решења у дермоскопији за рано откривање кожных лезија, канцера коже и меланома
3. Лабораторијска вежба: УВ/ВИС/ИР спектроскопија и опто-магнетна спектроскопија у раној дијагностици канцера грлића материце (брис грлића материце); хардверско-софтверска решења у гинекологији за рано откривање канцера грлића материце. Компарација са ПАП тестом.
4. Лабораторијска вежба: УВ/ВИС/ИР спектроскопија и опто-магнетна спектроскопија у раној дијагностици колоректалног канцера (ексцизионни узорци, брис); хардверско-софтверска решења за рано откривање канцера дебелог црева
5. Лабораторијска вежба: УВ/ВИС/ИР спектроскопија и опто-магнетна спектроскопија у раној дијагностици канцера усне дупље (брис усне дупље, орална камера); хардверско-софтверска решења за рано откривање канцера усне дупље
6. Лабораторијска вежба: УВ/ВИС/ИР спектроскопија и опто-магнетна спектроскопија у раној дијагностици канцера дојке (биопсија ткива, неинвазивна дијагностика ин виво); хардверско-софтверска решења за рано откривање канцера дојке
7. Лабораторијска вежба: УВ/ВИС/ИР спектроскопија и опто-магнетна спектроскопија у раној дијагностици тумора мозга (неинвазивна дијагностика ин виво); хардверско-софтверска решења за рано откривање тумора мозга

### **услов похађања**

#### **ресурси**

1. Писани материјал са предавања (хандоут)
2. Научни радови (КОБСОН) - коришћење Универзитетске мреже доступно са рачунара у лабораторији (Нанолаб) и кабинету 300
3. MATLAB, Excel
4. УВ-ВИС, ВИС-ИР Hamamatsu спектроскопи, спектрофлуорометар SKIN-SKAN; Опто-магнетни апарат - доступни уређаји у лабораторији модула за Биомедицинско инжењерство - Нанолаб

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 3

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 12

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 1  
пројекат: 0  
консултације: 6  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 3  
преглед и оцена семинарских радова: 9  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 6  
завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 30  
лабораторијска вежбања: 10  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 15  
пројекат: 0  
завршни испит: 35  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

Рарић-Obradović, M., Rana dijagnostika kancera epitelnog tkiva, Don Vas, Beograd 2012

## Рачунарско управљање

ID: 0631

носилац предмета: Бучевац М. Зоран

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

- Упознавање: природе рачунарски управљаних система-РУС у погледу врста преноса сигнала; реалних РУС као претежно заступљених у пракси; избора физичког модела РУС; математичког моделовања РУС.
- Овладавање: методама утврђивања статичких и динамичких карактеристика РУС; рачунарским управљањем у реалном времену са дискретним алгоритмима.
- Off line коришћење MATLAB - а као програмског стандарда АУ.

### исход

- Тачно а не приближно третирање РУС у складу са њиховом природом.
- Научно и инжењерско третирање РУС као доминантно заступљених у пракси.
- Коришћење метода анализе и синтезе управљачких система у РУС, као и целих РУС.
- Решавање проблема рачунске природе применом рачунара и MATLAB-а у «off line» режиму, из анализе или синтезе РУС
- Испитивање динамичких и статичких карактеристика РУС.

### садржај теоријске наставе

- Увод у РУ: посебна природа РУС, значај и примери
- Одабирачи, квантовање и кодирање: стварни и идеални одабирачи, математички опис, техничко извођење; опис квантовања и кодирања
- Комплексни и фреквентни лик излаза идеалног одабирача: одређивање; Шенонова теорема
- Преносне карактеристике РУС: дефинисање у фреквентном и  $s$  домену
- Системи за продужавање трајања сигнала: дефинисање, анализа и преносне карактеристике
- $Z$ -трансформација: дефиниција, преносне карактеристике у  $z$ -домену
- Блок дијаграми РУС: алгебра  $s$  и  $z$  блок дијаграма
- Моделовање и анализа РУС: класично математичко моделовање; статичке карактеристике и типови дејства
- Концепт стања РУС: модерно математичко моделовање, особине и решавање
- Динамичке особине РУС: дефиниције, одређивање, критеријуми

### садржај практичне наставе

ПА:

Примери, одређивање:

- графички, сигнала у пријемнику; физичких РУС
- аналитички,  $x^*(t)$ ; квантовања и кодирања
- $X^*(s)$  и  $X^*(j\omega)$ ; примене Шенонове теореме
- дискретних преносних карактеристика
- преносних карактеристика продуживача и анализа
- $z$ -ликова; оригинала



Примери:

- коришћења z-блок алгебре;
- дискретизовања диференцијалне једначине понашања; одређивања дискретне једначине стања и излаза; одређивања кретања и одзива
- испитивања управљивости, осмотривости, стабилности

ПЛ:

Одређивање у MATLAB-у:

- Симулација врста преноса сигнала
- $X^*(s)$  и  $X^*(j\omega)$
- карактеристика продуживача
- z-ликова, оригинала
- дискретних математичких модела
- динамичких особина
- Одзив одабирача на осцилоскопу
- РУ физичког објекта у реалном времену

ПЗ:

- Манипулација са математичким моделима, испитивање статичких и динамичких карактеристика

**услов похађања**

**ресурси**

1. Скрипта на [http://au.mas.bg.ac.rs/Nastava-Kau/Nastava\\_Download.htm](http://au.mas.bg.ac.rs/Nastava-Kau/Nastava_Download.htm), ДВЛ
2. Љубомир Грујић: Дискретни системи, МФБ, Београд 1991, КДА, библиотека и скриптарница МФБ
3. Извор напајања, генератор функција, осцилоскоп, Лаб. за Дигиталне САУ, ЕОП/ЛЕО
4. Протоборд плоче, интегрисана кола, АДДА електронска карта, Лаб. за Дигиталне САУ, ЕОП/ЛЕО
5. Објект управљања, Лаб. за Дигиталне САУ, ЕОП/ЛПИ
6. Лиценциран и freeware software, МФБ
7. РС рачунари, Лаб. за Дигиталне САУ и рачунарска лаб. МФБ

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 16

лабораторијске вежбе: 13

рачунски задаци: 1

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Љубомир Грујић: Дискретни системи, МФБ, Београд 1991, КДА, библиотека и скриптарница МФБ

Benjamin C. Kuo, Digital control systems, Holt Rinehart and Winston, Inc., New York, 1980., КСЈ, расположиво у библиотеци МФБ

H. F. Vanlandingham, Introduction to digital control systems, Macmillan Publishing Company, New York, 1985.

C. H. Houpis, G. B. Lamont, Digital control systems, McGraw-Hill, New York, 1985.

J. R. Leigh, Applied digital Control, theory, design and implementation, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1985.

## Симулација и испитивање динамичких система

ID: 0563

носилац предмета: Рибар Б. Зоран

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Да се кандидат оспособи да ради са симулационим пакетом Matlab Simulink.

Да се кандидат упозна са методама испитивања статичких и динамичких карактеристика

система аутоматског управљања .

Оспособљавање за коришћење метода са идентификацију динамичких система.

### исход

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ОДРЕЂИВАЊЕ СТАТИЧКИХ И ДИНАМИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМА АУТОМАТСКОГ УПРАВЉАЊА.

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА ЗА ПРЕДСТАВЉАЊЕ РАЗЛИЧИТИХ СИСТЕМА АУТОМАТСКОГ УПРАВЉАЊА КАО И УПРАВЉАЧКИХ СИСТЕМА КОРИШЋЕЊЕМ ПРОГРАМСКИХ ПАКЕТА СА СИМУЛАЦИЈУ ДИНАМИЧКИХ СИСТЕМА.

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА ЗА ВЕРИФИКАЦИЈУ ДАТИХ МАТЕМАТИЧКИХ МОДЕЛА ДИНАМИЧКИХ СИСТЕМА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИМ ПУТЕМ И ПОМОЋУ РАДА НА РАЧУНАРУ КОРИШЋЕЊЕМ ПАКЕТА Simulink.

### садржај теоријске наставе

Програмски пакет Simulink. Приближне методе за решавање диференцијалних једначина. Симулација временски континуалних и временски дискретних система аутоматског управљања. Рад са хибридни системима аутоматског управљања. Основни елементи програмског пакета Simulink који су неопходни за симулацију динамичких система аутоматског управљања. Математички модели динамичких система. Њихово представљање коришћењем програмског пакета Simulink. Верификација резултата који су добијени у процесу симулације. Симулација рада најчешћих линеарних корекционих органа. Симулација рада неконвенционалних корекционих органа и то променљиве структуре, пратећих, фази као и њихову примену на дате објекте. Испитивање система давањем одскочне функције на улазу. Испитивање система аутоматског управљања коришћењем синусне промене улазне величине. Одређивање фреквентне карактеристике. Основне методе за идентификацију математичких модела објеката уз помоћ програмског пакета Simulink.

### садржај практичне наставе

Упознавање са основним методама за решавање диференцијалних једначина приближним методама коришћењем пакета Simulink (рад на рачунару). Речшавање диференцијалних једначина. Постављање дискретизованих система у Z домену. Основни елементи програмског пакета Simulink. Моделовање статичких система. Моделовање динамичких система. Начин презентовања података добијених симулацијом. Симулација континуалних динамичких система аутоматског управљања. Симулација дискретних система аутоматског управљања. Симулација хибридних система аутоматског управљања. Рад са конвенционалним алгоритмима аутоматског управљања. Рад са неконвенционалним алгоритмима аутоматског управљања. Идентификација математичких модела динамичких система.

## услов похађања

### ресурси

- Скрипта на страници [http://au.mas.bg.ac.yu/Nastava-Kau/Nastava\\_Download.htm](http://au.mas.bg.ac.yu/Nastava-Kau/Nastava_Download.htm)

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

#### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 5

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 30

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### литература

## Синтеза линеарних система

ИД: 0307

носилац предмета: Дебељковић Љ. Драгутин

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Да полазник упозна основне захтеве при пројектовању система аутоматског управљања и то прво у виду спознаје основних показатеља рада система као у стационарном стању тако и у прелазним радним режимима.

Да полазник упозна широки спектар савремених метода за пројектовање реалних система аутоматског управљања.

### исход

Да се упозна, прихвати и савлада неке од понуђених метода за пројектовање система аутоматског управљања и да буде обучен да их имплементира на сваком конкретном примеру из класе проучаваних система.

Шта више окечкује се и примена метода пројектовања система аутоматског управљања који се одвијају у реалном времену на објектима и процесима а за класе линеарних система са повратном спрегом.

### садржај теоријске наставе

Анализа и синтеза система.

Критеријуми за оцену квалитета понашања система.

Захтеви при синтези.

Халова карта и Николсов дијаграм.

Метода геометријског места коренова у комплексној равни.

Параметарске методе синтезе система. Алгебарска метода.

Структурна синтеза система. Синтеза у Бодевом дијаграму. Синтеза методом геоматријског места коренова.

Интегрални критеријуми за оцену квалитета понашања система.

Параметарска оптимизација.

Условна оптимизација.

Оптимизација у простору стања – Калманов регулатор.

Синтеза у простору стања – Методе подешавања полова.

Пројектовање обсервера.

Декуплованње система.

### садржај практичне наставе

Халова карта и Николсов дијаграм. Метода геометријског места коренова у комплексној равни. Параметарске методе синтезе система. Алгебарска метода.

Структурна синтеза система

Синтеза у Бодевом дијаграму. Синтеза методом геоматријског места коренова.

Интегрални критеријуми за оцену квалитета понашања система.

Параметарска оптимизација.

Условна оптимизација. Оптимизација у простору стања – Методе подешавања полова.

ЛАБОРАТОРИЈСКЕ ВЕЖБЕ Синтеза ускладника са фазним претхођењем са

илустрациојом на рачунару. Синтеза система Калмановим регулатором са илустрацијом на рачунару

### **услов похађања**

### **ресурси**

Д. Љ. Дебељковић, “Збирка задатака из пројектовања линеарних система”, Машински факултет, Београд, 1994.

Р. Милојковић, Д. Љ. Дебељковић, “Пројектовање линеарних система”, Машински факултет, Београд, 1981., (уџбеник), стр.363, (помоћни уџбеник, друго прерађено и допуњено издање), стр.253. ,

Д. Љ. Дебељковић, В. С. Мулић, Синтеза Линеарних система, Чигоја штампа, Београд 2002.

Д. Љ. Дебељковић, Методе подешавања полова Део I, Део II, и Део III, 2005, 2007, 2008.

Писани изводи са предавања .

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 6

пројекат: 4

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 10

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Б. Р. Милојковић, Д. Љ. Дебељковић, “Пројектовање линеарних система”, Машински факултет, Београд, 1981., (уџбеник), стр.363.

Д. Љ. Дебељковић, В. С. Мулић, Синтеза Линеарних система, Чигоја штампа, Београд 2002.

Писани изводи са предавања

## Спектроскопске методе и технике

ID: 0934

носилац предмета: Матија Р. Лидија

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Упознавање студената са основама спектроскопских метода и техника. Кроз теоријску и практичну наставу студент овладава разумевањем интеракције светлост-материја и како се из ове интеракције могу добити информације о структури материје. Кроз израду семинарског рада и практичан рад у лабораторији, студент овладава применом знања о структури материје у циљу унапређења и контроле квалитета различитих производа почев од прехранбених, фармацеутских, до карактеризације нових материјала, као и примене у биомедицинском инжењерству за рану детекцију биомаркера, патогених промена и болести.

### исход

Комбинацијом теоријских предавања и практичног рада у лабораторији студент овладава коришћењем модерне спектроскопске опреме и различитим спектроскопским методама. Кроз практичне задатке и семинарске радове, студент је упознат са техникама обраде спектралних података у карактеризацији материјала, хране, лекова и дијагностици узорака биолошког ткива ин витро и ин vivo.

### садржај теоријске наставе

Основни принципи спектроскопије. Врсте спектроскопије. Примери области примене. Таласно-честична природа светлости. Електромагнетно зрачење. Интеракција светлост - материја. Принципи рада оптичких спектрометара. Ултра-љубичаста/Видљива спектроскопија: инструментација, опрема, припремање и врста узорака, снимање спектра. Примери УВ/ВИС спектра, интерпретација, примери примене. Инфра-црвена спектроскопија: подела инфра-црвеног домена, врсте ИЦ спектрометара и додатне опреме, припремање и аквизиција ИЦ спектра. Примери и интерпретација спектра у ИЦ домену. Мултиваријациона анализа - методе обраде спектралних података: анализа главних компоненти, моделирање класних аналогича, парцијална регресија методом најмањих квадрата, калибрација и валидација модела. Блиска инфрацрвена спектроскопија и Аквафотомика. Примена мултиваријационе анализе. Раманова спектроскопија: инструментација, врсте спектрометара, примена Раманове спектроскопије. Оптико-магнетна имицинг спектроскопија: природа светлости, поларизација светлости, Брустеров угао. Методе, технике и алгоритам Оптико-магнетне имицинг спектроскопије. ФТИР спектроскопија са микроскопијом: трансмисија, трансфлектанса, атенуирана тотална рефлектанса. Квалитативна и квантитативна анализа ФТИР хиперспектралних слика.

### садржај практичне наставе

Израда семинарског рада - прикупљање истраживачке грађе, обрада студије случаја. Самостално закључивање и предлози за унапређење решавања задатог проблема обрађеног у семинарском раду. Упознавање са софтверима за обраду спектралних података : MATLAB - statistics toolbox, Pirouette, The Unscrambler, Origin, SPSS. Практичан рад на УВ/ВИС и ВИС/ИР спектрометру : припрема и аквизиција спектра воде са



различитим садржајем NaCl и глукозе; обрада добијених спектралних података методама мултиваријационе анализе. Креирање акваграма за водене растворе са различитом концентрацијом глукозе и идентификација утицаја повећања концентрације глукозе на водоничне везе у води. Практична примена Опто-магнетне имицинг спектроскопије. Аквизиција дигиталних фотографија у белој и поларизованој светлости коже и аномалија коже опто-магнетном спектроскопском методом. Аквизиција дигиталних фотографија у белој и поларизованој светлости алуминијума и бакра опто-магнетном спектроскопском методом. Обрада дигиталних фотографија и развој конволуционих спектра у MATLAB-у. Увоз и обрада спектра у Excel-у. Идентификација разлика парамагнетних и дијамагнетних метала. ФТИР микроскопија са спектроскопијом. Микроспектроскопија размаза ткива колона – здравог и захваћеног канцером. Микроспектроскопија цитолошког размаза узорка са грлића материце – различите ПАП групе. Аквизиција ФТИР хиперспектралне слике. Идентификација здравих и ћелија канцера на основу спектра. Ин виво аквизиција спектра коже и аномалија коже помоћу оптичких влакана. Ин витро испитивања крви у АТР моду – идентификација карактеристика спектра крви.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. Писани материјал са предавања
2. Научни радови (КОБСОН) - коришћење Универзитетске мреже доступно са рачунара у лабораторијама (Биомедицинско инжењерство и Нанолаб) и кабинету 300
3. MATLAB, The Unscrambler, Pirouette, SPSS, Origin - софтвери доступни у пуној или пробној верзији
4. УВ-ВИС, ВИС-ИР мини спектрометри (Hamamatsu, Japan)- Нанолаб
5. FTIR микроскоп и спектрометар (PerkinElmer, USA)- - Нанолаб
6. OMIS (Опто-магнетна имицинг спектроскопија) уређај (сопствена израда), Лабораторија Биомедицинско инжењерство

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 30

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 10

развијање примера (рекапитулација): 1

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 3

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 4

пројекат: 0

консултације: 1

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 3  
завршни испит: 2

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 45  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 15  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

**литература**

## Стручна пракса М - БМИ

ID: 0817

носилац предмета: Матија Р. Лидија

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Циљ предмета је упознавање студената са радом и одржавањем инструмената, апарата и уређаја који се користе у различитим областима медицине, а нарочито у клиникама и клиничким центрима. Стручна пракса треба да омогући студентима лакше и брже савладавање садржаја који је везан за израду мастер рада.

### исход

Савладавањем програма предмета студент се упознаје са:

1. организационим проблемима клинике, а посебно информационим токовима, базом података
2. радом и одржавањем инструментима за мерење, апаратима и уређајима за дијагностику и терапију
3. процесима одржавања инструментације, апарата и уређаја.

### садржај теоријске наставе

Упознавање студената са извођењем практичне наставе, процедура, правила, документима везаним за заштиту на раду.  
Распоред одржавања праксе.

### садржај практичне наставе

Посете ординацијама, болницама и клиничким центрима.  
Упознавање са реалним условима рада код нас и успостављање комуникационог система са лекарима (усвајање медицинске терминологије од стране инжењера).  
Руковање апаратима и уређајима за рану дијагностику канцера коже и меланома, офтаматолошких поступака за утврђивање вида. Интерпретација добијених резултата са аспекта сензитивности и специфичности добијених резултата.  
Анализа рада апарата за мерење притиска, ЕКГ и ЕЕГ, ултра звука и др.  
Снимак и анализа информационах токова, формирање банке података на клиници, упознавање са медицинском документацијом.

### услов похађања

### ресурси

Биомедицинска лабораторија 2 на Машинском факултету.

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 2

разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 4

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 40

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 40

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

**литература**

Практикум из биомедицинског инжењерства (радни материјал).

Практикум из анатомије и физиологије човека за инжењере (радни материјал).

Практикум из биомедицинских апарата и уређаја (радни материјал).

## Стручна пракса М - САУ

ID: 0818

носилац предмета: Ристановић Р. Милан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: презентација семинарског рада

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Практична искуства и боравак студента у амбијенту у коме ће студент реализовати своју професионалну каријеру.

Препознавање основних функција пословног система у домену пројектовања, развоја и производње, као и улоге и задатака машинског инжењера у таквом пословном систему.

### исход

Студент стиче практична искуства о начину организовања и функционисања средина у којима ће примењивати стечена знања у својој будућој професионалној каријери.

Студент препознаје моделе комуникације са колегама и токове пословних информација. Студент препознаје основне процесе у пројектовању, производњи, одржавању, у контексту његових будућих професионалних компетенција.

Успостављају се лични контакти и познаства која ће моћи да се користе током школовања, или заснивања будућег радног односа.

### садржај теоријске наставе

Настава је практична.

### садржај практичне наставе

Различите делатности повезане са машинским инжењерством.

Одабир тематске целине и привредне или истраживачке организације спроводи се у консултацији са предметним професором. Начелно студент може обављати праксу у: производним организацијама, пројектним и консултантским организацијама, организацијама које се баве одржавањем машинске опреме, јавним и комуналним предузећима и некој од лабораторија на Машинском факултету.

Пракса се може обављати и у иностранству.

Током праксе студенти морају водити дневник у коме ће уносити опис послова које обављају, закључке и запажања.

Након обављене праксе морају направити извештај који ће бранити пред предметним професором. Извештај се предаје у форми семинарског рада.

### услов похађања

### ресурси

Иницијални ресурси су лабораторије факултета.

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 0  
разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 46

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 100  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

**литература**

## Увод у наносистеме

ID: 0681

носилац предмета: Матија Р. Лидија

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Упознавање са основним елементима наносистема: материјалима, енергијом, информацијом, организацијом и управљањем. Увод у физику наноструктура. Основне методе, технике и уређаји за карактеризацију материјала. Међумолекуларне силе и потенцијали. Основе наномеханике, нанофлуидике, нанофотонице, наноелектронике. Кодогени наноматеријали и биомимикрија у наносистемима. Само-асемблирање и организација. Принципи пројектовања наноробота.

### исход

Стицање основних знања из наносистема која омогућавају анализу проблема и могућност предвиђања решења наносистемског проблема уз употребу научних метода и поступака. Упознавање са основним принципима рада СТМ и АФМ. Интеграција знања из физике материјала, електронике, енергетике и информатике у циљу препознања основних критеријума разликовања наносистема од класичних техничких система.

### садржај теоријске наставе

Основни елементи наносистема: материјали, енергија, информације, организација и управљање. Значај посматрања процеса на нано нивоу. Међумолекуларне интеракције, термодинамички и статистички аспекти наноматеријала. Увод у технике за карактеризацију наноматеријала спектроскопском анализом електромагнетног зрачења. Принцип рада радијационих и скенирајућих микроскопа. СТМ и АФМ. Основни и додатни режими рада и модули. Критеријуми само-асемблирања и примери молекуларних система насталих само-асемблирањем. Неоргански и органски системи, неспецифичне и не-ковалентне интеракције. Молекуларно препознавање, биомимикрија. Теоријски (физички и хемијски) аспекти биолошких и техничких наносистема. Синтеза наносистема, молекуларни градивни блокови. Управљање синтезом наносистема и нанороботи.

### садржај практичне наставе

Упознавање са процесима на нано нивоу. Поређење физичких и биолошких система на нано нивоу. Основни изрази и прорачуни интензитета карактеристичних интеракција. Поређења са микро и макро системима. Основни прорачуни карактеристичних величина. Методе за симулацију наносистема. Методе за рачунарску симулацију и оптимизацију нано система. Упознавање са нанотехнолошком инструментацијом за визуелизацију нано система. Основе хардвера и софтвера. Основе управљања. Упознавање са софтверским симулацијама молекуларних нано система. Прорачунски модели неспецифичних и нековалентних интеракција. Практични аспекти и примери примене биолошких и техничких наносистема. Упознавање са склоповима инструмената за синтезу нано система и упознавање са склоповима нано робота.

### услов похађања

## ресурси

- 1) Материјал са предавања, 2) Матија Л., Којић Д., Васић А., Јовановић Т., Бојовић Б., Коруга Ђ., Увод у нанотехнологије, НАУКА, Београд, Србија, 2011,
- 3) Rodgers, B., Nanotechnology: Understanding Small Systems, CRC Press, Boca Raton 2008. 4) Нанолабораторија са ЈЕОЛ- СТМ/АФМ уређајем за нанотехнологије и ЈЕОЛ-уређајем за нанофилмове

## фонд часова

укупан фонд часова: 30

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 8

разрада и примери (рекапитулација): 5

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 2

семинарски рад: 1

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 1

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 1

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 30

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 10

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

## литература



Mansoori Ali G.: Principles of Nanotechnology, University of Illinois, 2005.

Wiesendanger R.: Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy, University of Hamburg, 1994

Bard.A.J., Integrated Chemical Systems: A Chemical Approach to Nanotechnology, John Wiley, New York, 1994

Rogers,B., Nanotechnology: Understanding Small Systems, CRC Press, Boca Ratom, 2008

## Фази управљачки системи

ID: 0642

носилац предмета: Јовановић Ж. Радиша

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

- Сагледавање фази приступа у моделирању појава, процеса и система
- Упознавање са основама теорије фази скупова и теорије фази управљања
- Коришћење програмских пакета Matlab и LabView за анализу, синтезу, симулацију и практичну реализацију фази управљачких система.

### исход

Знање и разумевање:

- теорије фази скупова, логике и управљања
- синтезе фази контролера и фази система
- синтезе различитих фази алгоритама управљања
- симулације рада система и практичне реализације фази система управљања, применом РС рачунара и програмских пакета Matlab/Simulink и LabView.

### садржај теоријске наставе

Теорија фази скупова. Фази релације, операције над фази скуповима. Фази логика: лингвистичке променљиве, фази правила, приближно резоновање. Фази системи: база фази правила, фази закључивање, фазификатори, дефазификатори, математичко представљање фази система. Фази управљање: теоријски и практични прилаз. Синтеза и анализа фази контролера, фази ПИД контролери. Мамдани и Такаги-Сугено фази системи. Фази системи као универзални апроксиматори. Фази подешавање конвенционалних контролера. Неконвенционални фази алгоритми управљања. Примена фази управљања.

### садржај практичне наставе

ПА:

Фази скупови, релације, операције над фази скуповима. Фази логика: лингвистичке променљиве, фази правила. Фази системи: база фази правила, фази закључивање, дефазификација, математичко представљање фази система. Фази управљање: Мамданијева и Ларсенова метода. Синтеза и анализа класичних фази контролера: П, ПД, ПИ и ПИД. Мамдани и Такаги-Сугено фази системи. Анализа и синтеза различитих неконвенционалних фази алгоритама управљања.

ПЛ:

Експериментални рад: симулациона и експериментална примена фази алгоритама у управљању електрохидрауличког сервосистема и различитих објеката аутоматског управљања на модуларном едукационом систему управљања у реалном времену (обрнуто клатно, DC серво мотор, струјно-термички процес) применом РС и PLC рачунара и програмских пакета Matlab/Simulink и LabView.

### услов похађања

## ресурси

- Радиша Јовановић, Фази управљачки системи, Скрипта са предавања у електронској форми,
- Модуларни едукациони систем управљања у реалном времену са различитим објектима управљања (DC серво мотор, обрнуто клатно, двоструко обрнуто клатно, куглица-шина систем, струјно термички објект, систем од два проточна резервоара), са аквизиционим хардвером и софтвером,
- Електрохидраулички сервосистем,
- РС и РС Embedded рачунари, Siemens Simatic PLC, National Instruments контролери
- Инсталација за испитивање управљачких система и аквизицију електричних величина,
- Лабораторија за Аутоматско управљање, Лабораторија за интелигентне системе управљања, Лабораторија за управљачке системе.

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

## провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

D. Driankov, H. Hellendoorn and M. Reinfrank, "An Introduction to Fuzzy Control" , Springer Verlag, 1996.

K. M. Passino, S. Yurkovich, "Fuzzy Control", Addison-Wesley, 1998

## Фрактална механика

ID: 0932

носилац предмета: Матија Р. Лидија

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: аутоматско управљање

### циљ

Циљ овог предмета је да научи студента да примењује фракталну и мултифракталну теорију система у области биомедицинског инжењерства; да научи да користи математички апарат фракталне теорије и моделирање ембриолошког процеса, процеса генезе и функционисања ткива, органа, система органа и целокупног организма; да савлада класичан и квантни приступ анализи ткива; да овлада фракталном анализом слике и фракталном анализом сигнала; да научи да дефинише дијагностичке параметре, алгоритме и инструменте за одређивање функционалних стања ткива, органа и организма (нормална и патолошка стања) на основу фракталне анализе парамагнетних/дијамагнетних карактеристика добијених преко интеракције светлост-материја; да на бази биоритмова разме утицај окружења на биолошке системе.

### исход

Студент стиче способност фракталне анализе слика и сигнала, као и дефинисања параметара ткива и биолошких система који одређују функционална стања ткива, органа и организма, као основу за пројектовање параметара за моделирање и мерење биомедицинским апаратима у сврху успостављања ране дијагностике.

### садржај теоријске наставе

Математичке основе теорије фрактала и мултифрактала. Фрактали и фракталне димензије. Динамички системи, Љапуновљеви експоненти, Колмогорова ентропија и информација. Фрактална анализа слика и сигнала. Рандом пертурбације Канторовог тријадног скупа и ДНК. Ембриогенеза као фрактална кодогена динамика простор-време-маса. Моделирање процеса опште и специјалне ембриологије. Изучавање конформационих стања и промена система. Параметри матрице мултифрактала који одређују функционално стање биомолекула, ткива, органа и организма: колагена, микротубула, хемоглобина, клатрина, кардиоваскуларног система, нервог система и др. Интеракција светлост-материја. Опти-магнетна спектроскопија. Упоредна анализа дијагностичког фракталног алгоритма са класичним моделима и медицинском праксом: канцер коже, меланом, Алцхајмерова болест и др. Фрактални модел динамике соларног система. Биолошки ритмови и динамика соларног система. Наногравитација и интермолекуларне интеракције.

### садржај практичне наставе

Људски организам као фрактални систем. Основни концепт фракталног модела ембриогенезе. Формирање параметара који одређују мултифракталну дијагностичку матрицу биомолекула, ткива, органа и организма. Мерење степена везивања кисеоника за хемоглобин, фрактална анализа дермоскопске слике, фрактална анализа ЕЕГ сигнала, фрактална анализа спектроскопског дијаграма стања коже, фрактална анализа људског тела на бази података о његовим телесним параметрима: механичким, топлотним, електричним, магнетним и другим.

## услов похађања

### ресурси

- [1] Koruga, Dj., Matija, L., Munćan, J., Писани материјал са предавања
- [2] Оптички дигитални микроскоп ( увећање x 1000), Keyence VHX-100, USA
- [3] FTIR микроскоп и спектрометар (PerkinElmer, USA)
- [4] UV-VIS мини спектрометар (HAMAMATSU, Japan)
- [5] NIR мини спектрометар (HAMAMATSU, Japan)
- [6] Генератор осцилаторног магнетног поља (+200/-200mT), NanoLab (сопствена израда)
- [7] OMIS (Опто-магнетна имиџинг спектроскопија) уређај, NanoLab (сопствена израда)
- [8] JR-6A Спино-магнетометар (Brno Czech Republic)

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 26

разрада и примери (рекапитулација): 6

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 6

рачунски задаци: 2

семинарски рад: 2

пројекат: 2

консултације: 2

дискусија/радионица: 2

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 1

преглед и оцена пројекта: 1

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

### литература

Коруга, Ђ., Фрактална механика: Класично-квантни феномени у природи, биологији и инжењерству, DonVas, Београд, 2013

Мунђан, Ј., Матија, Л., Коруга, Ђ., Фрактална механика – практикум, Машински факултет Универзитета у Београду, Београд, 2013

## бродоградња

Бродске конструкције 1М  
Бродске конструкције 2  
Бродски системи М  
Кормиларење брода  
Међународни прописи у бродоградњи  
Опрема брода М  
Отпор брода  
Пловност и стабилитет брода 1М  
Пловност и стабилитет брода 2  
Понашање брода на таласима  
Пројектовање брода  
Пропулзија брода  
Рачунарски алати у бродоградњи  
Стручна пракса М - БРО  
Чврстоћа брода 1  
Чврстоћа брода 2



## Бродске конструкције 1М

ID: 0974

носилац предмета: Моток Д. Милорад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: бродоградња

### циљ

1. Објашњење захтева које треба да испуни конструкција трупа брода и, на основу тога, суштинско разумевање његове глобалне концепције.
2. Упознавање елемената структуре трупа брода до нивоа конструктивних детаља.
3. Практично оспособљавање за примену стандардних инжењерских метода које се користе за димензионисање елемената челичне конструкције трупа брода.

### исход

1. Детаљно познавање глобалне концепције и саставних елемената заварене челичне конструкције трупа брода.
2. Оспособљеност за практичну примену правила за градњу бродова различитих класификационих друштава у избору минималних димензија елемената конструкције трупа.

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава је једним делом енциклопедијског карактера. Ту се се студент упознаје са основним елементима конструкције трупа брода - њиховим називима (на српском и енглеском језику) , изгледом, основном функцијом, условима и оптерећењима које трпе у току експлоатације, начином израде, и различитим варијететима тих елемената и њиховог конструктивног извођења у зависности од типа и величине брода, примењеног система градње и сл. Са друге стране, паралелно се разматрају и основни принципи и методологија димензионисања елемената конструкције трупа, пре свега са аспекта чврстоће. Објашњава се настанак и садашња улога класификационих друштава и њихових правила за градњу бродова и основни аспекти неких директних прорачуна.

### садржај практичне наставе

У практичном делу се на детаљном угледном примеру објашњава поступак избора минималних димензија елемената челичне конструкције трупа према правилима за градњу бродова Лојд регистра. У оквиру самосталног пројекта студент на конкретном примеру "свог брода" димензионише следеће елементе средњег дела брода: лимове и укрућења дна и унутрашњег дна; лимове и укрућења бокова; лимове и укрућења временске и теретне палубе; лимове и укрућења поречних водонепропусних преграда; стубове у међупалубљу и складишту; структуру прамчаног пика; структуру крменог пика.

### услов похађања

### ресурси

1. Предавања у електронској форми.
2. Детаљан угледни пример пројекта.

3. Правила за градњу бродова различитих класификационих друштава.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 14

консултације: 4

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 6

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 15

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

M. Grubisic: Ship structures /In Serbian/, FSB, Zagreb, 1980.

D.J. Eyres: Ship Construction, London, 1972.

\*\*\*: Ship Design and Construction, SNAME, 2003.

N. Barabanov: Structural Design of Seagoing Ships, Peace Publishers, Moscow, 1980.

## Бродске конструкције 2

ID: 0197

носилац предмета: Моток Д. Милорад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: бродоградња

### циљ

1. Детаљно објашњење концепта прорачуна уздужне чврстоће еквивалентног носача.
2. Објашњење специфичних захтева које треба да испуне конструкције трупа три најзаступљенија типа брода: танкера, бродова за превоз расутог терета и контејнерских бродова.

### исход

1. Оспособљеност за практичан прорачун уздужне чврстоће трупа брода према правилима за градњу бродова различитих класификационих друштава.
2. Детаљно познавање специфичности, глобалне концепције и саставних елемената трупова танкера, бродова за превоз расутог терета и контејнерских бродова.

### садржај теоријске наставе

У првом делу предмета разматрају се основни принципи и методологија прорачуна уздужне чврстоће трупа: одређивање оптерећења еквивалентног носача на основу криве специфичног узгона и криве специфичне тежине по јединици дужине брода; одређивање геометријских карактеристика попречног пресека еквивалентног носача; срачунавање додатне трансверзалне силе и момента савијања трупа од таласа према емпиријским формулама класификационих друштава; анализа укупног напонског стања. У другом делу теоријске наставе студенти се упознају са основним елементима и специфичностима конструкције трупа танкера, брода за превоз расутог терета и контејнерског брода - њиховим називима, изгледом, основном функцијом, условима и оптерећењима које трпе у току експлоатације, начином израде.

### садржај практичне наставе

У практичном делу се на детаљном угледном примеру објашњава поступак прорачуна уздужне чврстоће трупа према правилима за градњу бродова класификационих друштава. У оквиру самосталног пројекта студент за "свој брод" одређује: оптерећења еквивалентног носача на основу криве специфичног узгона и криве специфичне тежине по јединици дужине брода; геометријске карактеристике попречног пресека еквивалентног носача; додатну трансверзалну силу и момент савијања трупа од таласа према емпиријским формулама класификационих друштава – и спроводи коначну анализу укупног напонског стања.

### услов похађања

### ресурси

1. Предавања у електронској форми.
2. Детаљан угледни пример пројекта.
3. Правила за градњу бродова различитих класификационих друштава.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 9

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 17

консултације: 4

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 7

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 15

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

M. Grubisic: Ship structures /In Serbian/, FSB, Zagreb, 1980.

\*\*\*: Ship Design and Construction, SNAME, 2003.

D.J. Eyres: Ship Construction, London, 1972.

N. Barabanov: Structural Design of Seagoing Ships, Peace Publishers, Moscow, 1980.

## Бродски системи М

ID: 0976

носилац предмета: Бачкалов А. Игор

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: бродоградња

### циљ

Циљ предмета је да студенти стекну основна знања из бродомашинства везана за бродске цевоводе и постројења.

### исход

Исход треба да представља остварење задатог циља предмета. Циљ предмета је да се студент упозна са бродским системима (каљужни, баластни, санитарни, системи танкера, противпожарни системи итд) и научи основе њиховог прорачуна и пројектовања.

### садржај теоријске наставе

Прорачун сложених бродских цевовода (дијаграм притиска дуж цевовода, карактеристика сложеног бродског цевовода, одређивање пречника цевовода и избор пумпе за задате протоке, карактеристике бродских пумпи, спрезање пумпи и цевовода, проблеми усисне висине). Арматура и симболи бродских цевовода. Типови бродских пумпи. Појединачни бродски системи: Каљужни систем, хаваријски систем, систем за нужду, систем спасавања. Баластни систем. Накретни систем и систем трима. Санитарни системи: систем свеже и спољне воде, систем прљаве и загађене воде. Сливни систем. Системи танкера: теретни системи, одсисни системи, систем вентилације танкова, систем прања танкова, систем циркулације терета, систем грејања терета. Противпожарни системи: системи детекције пожара, системи гашења пожара (гашење водом, гашење инертним гасовима, гашење пеном, гашење халонима).

### садржај практичне наставе

Вежбе прате наставу с практичним примерима (задацима). Ради се прорачун и пројектовање различитих сложених система бродских цевовода: каљужног система, хаваријског систем, система за нужду, система спасавања, баластног система, накретног система и система трима, санитарних система (система свеже и спољне воде, као и система прљаве и загађене воде), сливног система, система танкера (теретног, одсисног, система вентилације танкова, система прања танкова, система циркулације терета, система грејања терета), противпожарних система (система детекције пожара, системи гашења пожара водом, инертним гасовима, пеном, халонима).

### услов похађања

### ресурси

[1] Писани изводи из предавања (handouts).

[2] Упутства за израду задатака из бродских система.

[3] Каталогзи бродских пумпи и арматуре бродских цевовода. Примери изведених бродских система.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 45

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 12

разрада и примери (рекапитулација): 6

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 18

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 10

### **литература**

Harrington, R.L., Marine Engineering, SNAME 1992

Rowen, A. et al, Introduction to Practical Marine Engineering, SNAME 2005

## Кормиларење брода

ID: 0958

носилац предмета: Симић П. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: писмени

катедра: бродоградња

### циљ

1. Упознавање са елементарним својствима управљивости брода у циљу обезбеђивања сигурније пловидбе брода.
2. Упознавање са стандардним тестовима и критеријумима за оцену управљивости.
3. Упознавање са ИТТС и ИМО прописима.
4. Стицање сазнања неопходних за пројектовање брода која се односе на управљивост (држање курса пловидбе, окретљивост, брзина реакције на отклон кормила).

### исход

1. Познавање основних својстава управљивости брода и критеријума за њихову оцену.
2. Оспособљеност за тумачење прописа који се односе на управљивост брода, као и спровођење одговарајућих тестова управљивости.
3. Познавање мера које треба предузети приликом пројектовања брода ради обезбеђивања задовољавајуће управљивости.

### садржај теоријске наставе

Тежиште теоријске наставе је на упознавању студента са општим принципима управљивости и неопходним математичким формулацијама које се односе на: - основна својства управљивости, - математички модел кретања, као и могућности и ограничења метода за нумеричку прогнозу понашања брода при маневру, - упознавање са стандардним испитивањима управљивости, и то са везаним/вођеним моделима (праволинијска испитивања, испитивања у кружном базену, испитивања РММ уређајем) и са слободним моделима, као и бродовима реалним димензијама (спирални и обрнути спирални тест, тест извлачења, Z тест, маневар окретања итд.).

### садржај практичне наставе

У оквиру практичне наставе тежиште је на примени сазнања у свакодневној инжењерској пракси, а стечених кроз теоријску наставу. Дају се практична објашњења у вези спровођења стандардних тестова управљивости. Студенти се упознају са активним (бочни млазним пропулзорима, пумпним потискивачима, кормиларско пропулзивним уређајима итд.) и пасивним контролним уређајима (разним типовима кормила). Дају се препоруке за пројектовање бродова и избор адекватних контролних уређаја, а у циљу постизања добрих маневарских карактеристика и испуњавања критеријума дефинисаних ИМО прописима.

### услов похађања

### ресурси

1. Писани изводи са предавања (handouts)
2. Детаљни угледни извештај са мерења
3. Проспекти произвођача контролних уређаја

#### 4. Интернет ресурси

##### **фонд часова**

укупан фонд часова: 30

##### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 8

развијање и примери (рекапитулација): 4

##### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

##### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 1

завршни испит: 5

##### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

##### **литература**

E. Lewis, (editor): Principles of Naval Architecture (Chapter IX – Controllability), SNAME, Jersey City, 1988.

J. Brix: Maneuvering Technical Manual, Seehafen Verlag, Hamburg, 1993.

A.F. Molland, S.R. Turnock: Marine Rudders and Control Surfaces, Butterworth – Heinemann, 2007



## Међународни прописи у бродоградњи

ID: 0494

носилац предмета: Бачкалов А. Игор

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: бродоградња

### циљ

Циљ предмета је да обухвати основне аспекте међународних прописа у бродоградњи, њихов настанак и развој, и (посебно) утицај прописа на пројектовање брода. Предметом је обухваћена и критичка анализа постојећих прописа.

### исход

Разумевање основних концепата међународних прописа у бродоградњи, њиховог развоја и утицаја на сигурност, животну средину и поступак пројектовања брода.

### садржај теоријске наставе

Правила, прописи и конвенције у пројектовању, градњи и експлоатацији брода. Врсте прописа. Правила класификационих друштава, међународне конвенције, национални прописи. Детерминистички прописи. Пробабилистички прописи. Прописи засновани на постављеном циљу (Goal-based Standards). Међународни поморски прописи. Међународна конвенција о заштити живота на мору (SOLAS). Баждарење – Међународна конвенција о баждарењу (тонажи). Прописи о слободном боку и теретној водној линији – Међународна конвенција о теретној водној линији (ICLL). Међународна конвенција о спречавању загађења са бродова (MARPOL). Међународна конвенција о контроли и руковању баластном водом. Вибрације и бука. Утицај прописа на сигурност, животну средину и пројектовање бродова. Критичка анализа постојећих прописа. Правила о градњи бродова унутрашње пловидбе. Прописи Европске Уније о градњи бродова унутрашње пловидбе. ЕСЕ прописи. ADN прописи. Национални прописи. Утицај прописа на сигурност, животну средину и пројектовање бродова. Критичка анализа постојећих прописа.

### садржај практичне наставе

Практични примери и примена прописа обухваћених теоријском наставом. Неке појединости прописа. Анализа утицаја прописа на сигурност брода, окружење и поступак пројектовања. Настава се одвија паралелно са предметом Пројектовање брода, тако да студенти могу да примене научено у својим пројектним задацима.

### услов похађања

### ресурси

[1] Бачкалов, И., Изводи из предавања (хендаутс).

[2] Међународни прописи: IMO конвенције (SOLAS, Tonnage, ICLL, MARPOL) и пратећи документи.

[3] Прописи за градњу бродова унутрашње пловидбе: ADN, ECE, Directive 2006/87/EC, итд.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 10

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 34

**литература**

Kuo, Ch., Safety Management and Its Maritime Application, The Nautical Institute, 2007

Lamb, T., (editor): Ship Design and Construction, SNAME, 2003.

H. Schneekluth, V. Bertram: Ship Design for Efficiency and Economy, Butterworth-Heinemann, 1998.

Watson, D., Practical Ship Design, Elsevier, 1998.

Papanikolaou, A.D. (Editor): Risk-Based Ship Design: Methods, Tools and Applications, Springer, 2009

## Опрема брода М

ID: 0975

носилац предмета: Симић П. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: писмени

катедра: бродоградња

### циљ

1. Упознавање са основном бродском опремом, како оном која се налази на сваком броду, тако и посебном коју имају само поједини типови бродова.
2. Упознавање са основним карактеристикама појединих типова теретних бродова.
3. Упознавање са прописима који се односе на опрему брода.
4. Стицање сазнања везаних за очекивани развој бродске опреме, односно појединих типова бродова.

### исход

1. Фундаментално знање о бродској опреми.
2. Фундаментално знање о разним типовима бродова и њиховим основним карактеристикама.
3. Основна сазнања о очекиваном правцу развоја бродске опреме, односно појединим типовима бродова.

### садржај теоријске наставе

Предмет се, укратко, састоји од следећих наставних целина:

- 1) Палубна опрема (опрема за сидрење, опрема за вез и кормиларски уређај)
- 2) Опрема за прекрцај терета (вертикални и хоризонтални прекрцај, бродске дизалице)
- 3) Сигурносна опрема (опрема за спашавање, навигациона опрема).

Предмет добија на значају ако се има у виду чињеница да се поједини типови бродова углавном међусобно разликују управо у погледу уграђене опреме. Наравно, уграђена опрема у знатној мери утиче и на цену самог брода. С друге стране, бродска опрема се махом не прави у бродоградилиштима већ се купује од специјализованих произвођача, па ово, донекле, утиче и на садржај предмета који је махом енциклопедијског карактера.

### садржај практичне наставе

О оквиру практичног дела наставе поклања се већа пажња непосредном раду са студентима. Тежиште је на примени сазнања потребних за свакодневну инжењерску праксу, претходно изложених у теоријској настави. Посебна пажња је посвећена правилима класификационих друштава која се односе на бродску опрему. Студенти се кроз проспектне материјале водећих произвођача бродске опреме упознају са техничким карактеристикама и специфичностима уградње опреме, зависно од типа брода.

### услов похађања

### ресурси

Писани изводи са предавања (handouts)

Прописи класификационих друштава  
Проспекти произвођача бродске опреме  
Интернет ресурси

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 30

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 8  
разрада и примери (рекапитулација): 4

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 2  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 1  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 45  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 50  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

### **литература**

D. J. House: Seamanship Techniques, Shipboard and Marine Operations, Elsevier, Oxford, 2004.  
Bosnic, Vukicevic: Oprema broda, Fakultet strojastva I brodogradnje, Zagreb, 1983.  
Samac, brod, brodogradnja, Tehnicka enciklopedija, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb.  
L. Buxton, R. Daggitt, J. King: Cargo Access Equipment for Merchant Ships, E&F. N. Spon Ltd. London 1978.

## Отпор брода

ID: 0955

носилац предмета: Симић П. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: бродоградња

### циљ

1. Упознавање са основама бродске хидродинамике. Сазнање како основни параметри бродске форме утичу на отпор брода.
2. Стицање знања да се за уобичајене типове морских бродова одреди отпор применом стандардних инжењерских метода, и анализирањем резултата моделских испитивања.
3. Упознавање са неуобичајеним типовима/формама бродова са гледишта отпора брода.

### исход

1. Фундаментална знања о бродској хидродинамици неопходна за пројектовање уобичајених типова бродова.
2. Оспособљеност да се израчуна отпор брода на нивоу свакодневне инжењерске праксе.
3. Познавање основа моделских испитивања и прерачунавања резултата с модела на брод.
4. Основна сазнања о неуобичајеним бродовима и њиховим формама.

### садржај теоријске наставе

Да би се одредила снага главног бродског мотора, неопходно је претходно одредити отпор брода. Овај се може добити моделским испитивањима или разним приближним методама. Настава је првенствено оријентисана ка практичној примени бродске хидродинамике у свакодневној инжењерској пракси. Посебна пажња се придаје моделским испитивањима која су још увек најпоузданија, као и екстраполацији резултата с модела на брод. Настава се реализује кроз следеће наставне целине: а) израчунавање компоненти отпора брода, рашчлана отпора према ИТТС препорукама, б) утицај плитке и ограничене воде, в) моделска испитивања, корелација модела с бродом, систематске и статистичке серије бродова, г) препоруке за избор (пројектовање) бродских форми и д) брзи неконвенционални бродови.

### садржај практичне наставе

У оквиру практичне наставе, тежиште је на изради самосталног пројекта који се, укратко, састоји у прорачуну отпора за уобичајени морски брод (форму), а који је студенту већ познат из предмета Пловност и стабилитет брода I; добијени резултати ће се користити и за пројект у предмету Пропулзија брода. Овим се омогућава да студент сагледа брод као целину, а сам отпор као део примењене бродске хидродинамике која је незаобилазна у процесу пројектовања брода. У оквиру овог дела наставе, студент се обучава да отпор израчуна и уз помоћ рачунара, тј. да сам направи и примени одговарајући математички модел. Поред овог, поједине наставне целине које су обрађене у оквиру теоријске наставе, пропраћене су и израдом рачунских задатака.

### услов похађања

### ресурси

1. Писани изводи са предавања
2. Упутство за израду пројекта
3. Интернет ресурси

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 8

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 9

семинарски рад: 0

пројекат: 8

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 10

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 60

услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

#### **литература**

E. Lewis (editor): Principles of Naval Architecture (Chapter V – Resistance), SNAME, Jersey City, 1988.

Molland, A.F., Turnock, S.R. and Hudson, D.A. „Ship Resistance and Propulsion: Practical Estimation of Ship Propulsive Power“, Cambridge University Press, Cambridge, 2011.

M. Hofman, D. Radojicic: Otpor i propulzija brzih brodova u plitkoj vodi, Masinski fakultet, Beograd, 1997.

A. J. W. Lap, J. D. Van Mannen: Fundamentals of Ship Resistance and Propulsion (Part A – Resistance), NSMB Publication 129A.

Sv. AA. Harvald: Resistance and Propulsion of Ships, John Willey & Sons, 1983.



## Пловност и стабилитет брода 1М

ID: 0973

носилац предмета: Бачкалов А. Игор

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: бродоградња

### циљ

Циљ предмета је да студенти овладају основним знањима о форми (линијама) брода, пловности и стабилитету брода, као и да науче основне бродске хидростатичке прорачуне (дијаграмски лист и стабилитет брода). Пловност и стабилитет брода је један од основних предмета струке, тако да предмет одговарајућег садржаја имају сви смерови (факултети) који школују инжењере бродоградње.

### исход

Исход треба да представља остварење задатог циља предмета. Студент треба да овлада израдом плана бродских линија, као и израдом и анализом основних хидростатичких прорачина брода (дијаграмски лист, стабилитет). Уз то, треба да се оспособи за решавање практичних инжењерских задатака из пловности и стабилитета брода.

### садржај теоријске наставе

Геометрија бродског трупа: Основни појмови и величине, коефицијенти форме, план бродских линија, хидростатичке криве, дијаграмски лист. Почетни стабилитет неоштећеног брода: Момент стабилитета, метацентарска висина, метацентарски радијус, угао статичког нагиба, утицај ветра, скретања и тегљења, утицај померања терета, висећих маса и течног терета, динамички стабилитет. Уздужни стабилитет брода: Трим и уздужно померање терета. Стабилитет неоштећеног брода при већим угловима нагиба: Крива тежишта истиснућа, тежишта водних линија и метацентра. Попречне криве стабилитета. Крива крака и момента стабилитета. Крива пута и потенцијалне енергије стабилитета. Брод са кружним, усправним и косим ребрима. Дијаграм статичког и динамичког стабилитета. Углови статичког и динамичког превртања брода. Методе прорачуна стабилитета. Подела стабилитета. Несиметрично оптерећен брод и брод са негативном метацентарском висином. Прописи о стабилитету брода.

### садржај практичне наставе

Вежбе прате наставу с практичним примерима (задацима) из области почетног стабилитета, уздужног стабилитета и стабилитета брода при већим угловима нагиба. У оквиру вежби, студенти самостално раде и три класична бродска пројекта: План бродских линија, у оквиру кога цртају све три пројекције бродског трупа на основу задатог плана ребара и основних димензија брода. Дијаграмски лист, у оквиру кога прорачунавају и цртају хидростатичке криве брода у функцији газа. Стабилитета брода, у оквиру кога прорачунавају и цртају попречне криве стабилитета и криву крака стабилитета за брод за који су израдили план линија и дијаграмски лист.

### услов похађања

### ресурси



- [1] Хофман, М., Писани изводи из предавања (handouts).  
[2] Рибар, Б., Теорија брода, Машински факултет, Београд, 1987  
[3] Бачкалов, И., Упутства за израду пројеката из пловности и стабилитета брода

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 10

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 40

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 34

### **литература**

Biran, A., Ship Hydrostatics and Stability, Butterworth Heinemann 2003

Lewis, E.V., (editor): Principles of Naval Architecture, Part 1, SNAME 1987

K.J. Rawson & E.C. Tupper, Basic Ship Theory, Longmans 1967

## Пловност и стабилитет брода 2

ID: 0695

носилац предмета: Бачкалов А. Игор

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: бродоградња

### циљ

Предмет представља наставак предмета Пловност и стабилитет брода 1, и у њему студенти треба да допуне знања из ове области бродоградње. Треба да савладају проблеме утовара/истовара терета, продора воде, наплављивости и насукања брода.

### исход

Студент треба да овлада проблемима утовара/истовара терета, продора воде и насукања брода. Уз то, треба да научи прорачун и анализу наплављивости брода, као и прописе о стабилитету оштећеног брода и непотопивости.

### садржај теоријске наставе

Утовар/истовар терета: центрични утовар (тачка центричног утовара, утовар мале и велике количине терета, утовар течног терета), ексцентрични утовар. Продор воде: алтернативни поступци прорачуна (метода утовара терета, метода изгубљеног истиснућа), центрични продор, ексцентрични продор, продор воде у одељења са чврстим и течним теретом. Прорачун наплављивости: класичан, детерминистички и пробабилистички прорачун наплављивости брода. Насукање брода: одређивање реакције дна (случај мале и велике реакције), стабилитет насуканог брода, критична реакција дна, проблем доковања и одсукања. Методе за побољшање стабилитета: методе повећања метацентарске висине, методе побољшања додатног стабилитета брода (повећање слободног бока, промена форме ребара).

### садржај практичне наставе

Вежбе прате наставу с практичним примерима (задацима) из пловности и стабилитета брода при центричном и ексцентричном утовару, и то за случај мале и велике количине терета, затим утовара течног терета, продора воде и насукања брода. У оквиру вежби студенти самостално раде и пројекат Наплављивости брода: за брод чије је план линија, дијаграмски лист и стабилитет израђени у оквиру предмета Пловност и стабилитет брода 1, прорачунава се и црта и анализира крива наплављивих дужина.

### услов похађања

### ресурси

[1] Хофман, М., Писани изводи из предавања (handouts)

[2] Рибар, Б., Теорија брода, Машински факултет, Београд, 1987

[3] Бачкалов, И., Упутства за израду пројеката из пловности и стабилитета брода

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20  
разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 10  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 5  
колоквијум са оцењивањем: 5  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 15  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 25  
завршни испит: 50  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 34

**литература**

Biran, A., Ship Hydrostatics and Stability, Butterworth Heinemann 2003  
Lewis, E.V., (editor): Principles of Naval Architecture, Part 1, SNAME 1987  
K.J. Rawson & E.C. Tupper, Basic Ship Theory, Longmans 1967

## Понашање брода на таласима

ID: 0697

носилац предмета: Бачкалов А. Игор

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: бродоградња

### циљ

Циљ предмета је да студент овлада материјом понашања брода на таласима (тзв. поморственошћу брода). У оквиру тога, неопходно је да савлада проблематику таласа на површини мора, и проблематику љуљања брода на мирној води, на регуларним и нерегуларним таласима.

### исход

Студент треба да овлада материјом понашања брода на таласима (тзв. поморственошћу брода). У оквиру тога, неопходно је да савлада проблематику таласа на површини мора, и проблематику љуљања брода на мирној води, на регуларним и нерегуларним таласима.

### садржај теоријске наставе

Љуљање брода на мирној води: Ваљање, понирање и посртање брода на мирној води. Сопствени периоди љуљања брода. Одређивање додатних маса и пригушења – стрип теорија, Лујсова ребра. Таласи на површини воде: Хидродинамичка теорија таласа. Стохастичка теорија таласа . Љуљање брода на регуларним таласима: Ваљање, понирање и посртање брода. Померање, брзине и убрзања тачака брода. Заливање палубе, излетање пропелера, слеминг. Додатни отпор брода на таласима. Утицај љуљања на путнике и посаду. Љуљање брода на нерегуларним таласима: Спектар љуљања брода на нерегуларним таласима, значајне и RMS вредности љуљања. Померања, брзине и убрзања тачака брода на нерегуларним таласима. Вероватноћа заливања палубе, излетања пропелера и слеминга. Додатни отпор. Утицај на путнике и посаду. Критеријуми поморствености. Могућност смањења љуљања. Стабилизатори љуљања.

### садржај практичне наставе

Вежбе прате наставу с практичним примерима (задацима)из поморствености брода. Прорачунава се ваљање, понирање и посртања брода на мрној води, одређивања додатних маса и пригушења брода, ваљања, понирања и посртања брода на регуларним таласима и нерегуларним таласима. У оквиру вежби студенти самостално раде и пројекат Поморствености брода, у коме (за брод чије су линије, дијаграмски лист, стабилитет и наплављивост израдили у оквиру предмета Пловност и стабилитет брода 1 и 2) прорачунавају понирање и посртање брода при пловидби ка регуларним и нерегуларним таласима.

### услов похађања

### ресурси

[1] Милан Хофман: Писани изводи из предавања (handouts).

[2] Милан Хофман: Понашање брода на таласима, скрипта.

[3] И. Бачкалов: Упутства за израду пројеката из поморствености брода

[4] Програм за прорачун понашања на таласима SEAWAY.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 10

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 40

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 34

## **литература**

Lewis, Edward V. (editor), Principles of Naval Architecture, Part 3, SNAME 1987

A.R.J.M.Lloyd: Seakeeping - Ship Behaviour in Rough Weather

Lewandowski, E., The Dynamics of Marine Craft, World Scientific 2004.

## Пројектовање брода

ID: 0957

носилац предмета: Моток Д. Милорад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: бродоградња

### циљ

Пројектовање брода је предмет који обједињује сва знања из бродоградње која је студент стекао током студија. Циљ је да студент, у оквиру наставе и самосталног пројекта, овлада основним знањем и вештинама пројектовања бродова.

### исход

Студент треба, кроз наставу и (посебно) кроз самостални пројекат, да овлада основним знањем и вештинама пројектовања бродова.

### садржај теоријске наставе

Основни принципи пројектовања брода. Спирала пројектовања. Врсте и саставни делови пројекта брода. Пројекат на бази тежине, запремине и површине. Тежинске групе. Статистички подаци о бродовима. Пројектовање на бази статистичких података и прототипа. Формуле базиране на статистици постојећих бродова: главне димензије и њихови односи, коефицијенти форме, тежинске групе, снага мотора. Утицај димензија и форме брода на стабилитет, отпор, чврстоћу, кормиларење, поморственост. Прорачун прве апроксимације брода. Прорачун друге апроксимације брода. Пројектовање према прототипу. Избор прототипа. Главне димензије, коефицијенти форме, тежинске групе, снага мотора. Формирање бродских линија. Центрација. Израда генералног плана брода. Израда техничког описа. Специфичности у пројектовању теретних бродова (вишенаменских, контејнерских, за расути терет, танкера), путничких бродова, ратних бродова итд. Специфичности у пројектовању речних бродова.

### садржај практичне наставе

Практични проблеми пројектовања брода који илуструју теме садржане у теоријској настави. У оквиру вежби студент, на основу стеченог знања и техничке документације, треба самостално да изради идејни пројекат теретног брода (контејнерског брода, брода за расути терет, вишенаменског брода или танкера).

### услов похађања

### ресурси

- [1] И. Бачкалов: Изводи из предавања (handouts).
- [2] И. Бачкалов: Упутства за израду пројекта.
- [3] Каталогзи и техничка документација изграђених бродова.
- [4] The German Merchant Fleet, Seehafen Verlag, 2006
- [5] Significant Ships, RINA Journals.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 25

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 10

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 40

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 45

**литература**

Watson, D., Practical Ship Design, Elsevier, 1998.

H. Schneekluth, V. Bertram: Ship Design for Efficiency and Economy, Butterworth-Heinemann, 1998.

Lamb, T., (editor): Ship Design and Construction, SNAME, 2003.

## Пропулзија брода

ID: 0956

носилац предмета: Симић П. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: бродоградња

### циљ

Упознавање са типовима бродских пропулзора (специфичности, предности и мане, избор најбољег типа пропулзора). Практична обука треба да оспособи кандидата да одабере/испројектује најповољнији пропулзор применом уобичајених инжењерских метода. Примена рачунара у избору пропулзора. Стицање неопходног знања за одређивање потребне снаге бродског мотора.

### исход

Познавање разних типова бродских пропулзора, а посебно пропелера. Познавање њихових предности и мана.

Познавање концепта пројектовања бродских пропелера применом уобичајених инжењерских метода.

Оспособљеност за одређивање потребне снаге бродског мотора.

### садржај теоријске наставе

Студент се упознаје са међусобним утицајем трупа брода и пропелера, заједничким радом пропелера и мотора, типовима пропелера, и коначно избором/пројектовањем пропелера применом уобичајених инжењерских метода. Објашњавају се и основни елементи неопходни за спровођење пробних вожњи. Проучавају се и моделска испитивања како би студент стекао неопходно знање да наручи, односно протумачи резултате истих. Коначно, студент се упознаје и са разним врстама пропулзора који више или мање базирају на пропелеру (рецимо, пропелер у сапници), као и онима који се од ових знатно разликују и који се уграђују код релативно неуобичајених типова бродова или на чамцима (на пример, водомлазни пропулзор). Помиње се и пренос снаге од мотора до пропулзора од чега зависи и избор (тип) самог пропулзора.

### садржај практичне наставе

У оквиру практичне наставе, поред уобичајених рачунских задатака који прате поједина поглавља теоријске наставе, тежиште је на изради самосталног пројекта (који се наставља на пројект из предмета Отпор брода). Пројект се, укратко, састоји у спровођењу прорачуна применом уобичајених инжењерских метода (неки од њих и уз употребу рачунара), с циљем да се одабере/испројектује оптималан пропелер, односно одабере адекватан бродски мотор. Поред горњег, потребно је урадити и технички цртеж пропелера.

### услов похађања

### ресурси

1. Писани изводи са предавања



2. Упутство за израду пројекта
3. Интернет ресурси

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 10

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 60

услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

### **литература**

E. Lewis,(editor): Principles of Naval Architecture (Chapter VI – Propulsion), SNAME, Jersey City, 1988.

SNAME's Principles of Naval Architecture Series: Propulsion, Justin E. Kerwin and Jacques B. Hadler, 2010.

Molland, A.F., Turnock, S.R. and Hudson, D.A. „Ship Resistance and Propulsion: Practical Estimation of Ship Propulsive Power“, Cambridge University Press, Cambridge, 2011.

John Carlton, Marine Propellers and Propulsion, Butterworth-Heinemann, 2012.

Sv. AA. Harvald: Resistance and Propulsion of Ships, John Willey & Sons, 1983.

## Рачунарски алати у бродоградњи

ID: 0533

носилац предмета: Бачкалов А. Игор

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: бродоградња

### циљ

Циљ предмета је да обухвати промену програмских пакета за пројектовање брода и основне прорачуне у бродоградњи.

### исход

Практична знања у примени компјутерских програма за развој бродске форме, израду хидростатичких прорачуна, предвиђање снаге бродског мотора, избор елемената бродске конструкције, понашање брода на таласима и пројектовање брода.

### садржај теоријске наставе

Концепти и основни аспекти примене компјутерских програма и комерцијалних софтверских пакета за бродоградњу. Током наставе, објашњава се примена и демонстрира употреба неких основних софтверских пакета везаних за геометрију брода, бродске линије, хидростатичке прорачуне, конструкцију, предвиђање снаге мотора, маневрисање и понашање брода на таласима.

### садржај практичне наставе

Студенти се обучавају за рад са постојећим софтверским пакетима, како би решили практичне инжењерске проблеме везане за геометрију брода, бродске линије, хидростатичке прорачуне, конструкцију, предвиђање снаге мотора, маневрисање и понашање брода на таласима. Настава се одвија паралелно са предметом Пројектовање брода, тако да студенти примењују софтвер у својим пројектним задацима.

### услов похађања

### ресурси

[1] Писани изводи са предавања.

[2] Софтверска подршка за AutoCAD, DelftSHIP, AutoShip (ModelMaker, AutoHydro), HydroComp, GL Rules.

[3] Интернет ресурси.

### фонд часова

укупан фонд часова: 45

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 12

разрада и примери (рекапитулација): 6

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 18  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 60  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

DELFTship™ user manual  
AutoCAD user manual

## Стручна пракса М - БРО

ID: 0845

носилац предмета: Моток Д. Милорад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: презентација семинарског рада

катедра: бродоградња

### циљ

Практична искуства и боравак студента у амбијенту у коме ће студент реализовати своју професионалну каријеру.

Препознавање основних функција пословног система у домену пројектовања, развоја и производње, као и улоге и задатака машинског инжењера у таквом пословном систему.

### исход

Студент стиче практична искуства о начину организовања и функционисања средина у којима ће примењивати стечена знања у својој будућој професионалној каријери. Студент препознаје моделе комуникације са колегама и токове пословних информација. Студент препознаје основне процесе у пројектовању, производњи, одржавању, у контексту његових будућих професионалних компетенција. Успостављају се лични контакти и познства која ће моћи да се користе током школовања, или заснивања будућег радног односа.

### садржај теоријске наставе

Предвиђена је само практична настава.

### садржај практичне наставе

Практичан рад подразумева рад у организацијама у којима се обављају различите делатности повезане са машинским инжењерством. Одабир тематске целине и привредне или истраживачке организације спроводи се у консултацији са предметним професором. Начелно студент може обављати праксу у: производним организацијама, пројектним и консултантским организацијама, организацијама које се баве одржавањем машинске опреме, јавним и комуналним предузећима и некој од лабораторија на машинском факултету. Пракса се може обављати и у иностранству. Током праксе студенти морају водити дневник у коме ће уносити опис послова које обављају, закључке и запажања. Након обављене праксе морају направити извештај који ће бранити пред предметним професором. Извештај се предаје у форми семинарског рада.

### услов похађања

### ресурси

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 0

разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 46

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 70  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

**литература**

## Чврстоћа брода 1

ID: 0288

носилац предмета: Моток Д. Милорад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: бродоградња

### циљ

Објашњење свих видова попуштања бродске конструкције и дефинисање њених граничних стања. Објашњење глобалних упрошћења математичког модела трупа брода и концепта прорачуна његове чврстоће аналитичким и нумеричким методама.

### исход

1. Детаљно познавање концепта прорачуна чврстоће трупа брода у савременој бродограђевној пракси.
2. Оспособљеност за практичну примену аналитичких метода науке о чврстоћи у директном прорачуну бродских конструкција и анализи и осавремењивању правила за градњу бродова класификационих друштава.

### садржај теоријске наставе

У теоријском делу наставе студент се упознаје са различитим видовима попуштања бродске конструкције и њеним граничним стањима. Разматрају се основна оптерећења трупа и објашњава њихова класификација на статичка, квазистатичка и динамичка. Објашњава се основни концепт анализе примарног, секундарног и терцијарног одзива структуре и условна подела тих прорачуна на уздужну, попречну и локалну чврстоћу. Проучавају се пре свега аналитичке и неке нумеричке методе прорачуна греда, решетки, неоробрених и оробрених плоча бродске конструкције. Објашњава се глобални концепт одговарајућих математичких модела трупа брода, упрошћења која је неопходно применити у циљу примене аналитичких метода, ограничења таквог приступа анализи и алтернативне нумеричке методе којима се та ограничења могу превазићи.

### садржај практичне наставе

У практичном делу се кроз израду рачунских задатака студенти оспособљавају за самосталне прорачуне савијања и извијања греда и раванских решетки бродске конструкције и анализу савијања и проверу стабилности неоробрених плоча и оробрених панела структуре трупа. У савременој инжењерској пракси ове вештине су неопходне како у директним прорачунима чврстоће трупа тако и у конципирању полуемпиријских формула у правилима за градњу бродова класификационих друштава.

### услов похађања

### ресурси

1. Решени рачунски примери.
2. Правила за градњу бродова различитих класификационих друштава.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијања и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 17

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 3

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 5

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 10

**литература**

M. Motok: Ship Strength /In Serbian/, MF, Beograd, 2005.

J. Khlitchiev: Chapters on Calculations of Ship Structures /In Serbian/, MF, Beograd, 1972.

J. Ursic: Ship Strength I, II, III /In Serbian/, FSB, Zagreb, 1972.1991.1992

O. F. Hughes: Ship Structural Design, John Wiley & Sons, New York, 1983.

\*\*\*: Ship Design and Construction, Vol I, SNAME, 2003.

## Чврстоћа брода 2

ID: 0312

носилац предмета: Моток Д. Милорад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: бродоградња

### циљ

Објашњење основних принципа нумеричких метода структурне анализе. Објашњење теоријских и практичних основа методе коначних елемената. Детаљно објашњење примене методе коначних елемената у прорачуну чврстоће бродских конструкција.

### исход

1. Детаљно познавање концепта структурне анализе методом коначних елемената.
2. Оспособљеност за практичну примену комерцијалних рачунарских МКЕ пакета у директном прорачуну бродских конструкција.

### садржај теоријске наставе

Основни предмет проучавања у овом предмету је метода коначних елемената, као најважнија нумеричка метода за структурну анализу у савременој инжењерској пракси. Теоријски део наставе је осмишљен као први сусрет са методом коначних елемената за слушаоце којима она није главни предмет проучавања, већ само једна од многих алатки чију примену морају да савладају. То у већем делу разматрања дозвољава донекле упрошћен приступ, у коме се не инсистирати на свим детаљима математичких извођења а акценат ставља на аспекте битне за коректну практичну МКЕ анализу применом комерцијалних (готових) програмских пакета.

### садржај практичне наставе

У практичном делу се кроз рад на рачунару и коришћење комерцијалних програмских пакета студенти оспособљавају за самосталне прорачуне типичних МКЕ модела бродске конструкције. Креће се од једноставнијих гредних модела - рамова попречних пресека брода и раванских решетки структуре трупа, па се постепено преко модела оребрених панела бродске конструкције који укључују и коначне елементе типа танке плоче прелази на сложене моделе оквирног ребра и складишта у трупу брода.

### услов похађања

#### ресурси

1. МКЕ рачунарски програми.
2. Упутства за коришћење комерцијалних МКЕ програма.

#### фонд часова

укупан фонд часова: 75

#### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10



### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10  
лабораторијске вежбе: 18  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 2  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 5  
тест са оцењивањем: 5  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 50  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 40  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

### **литература**

M. Motok: Ship Strength /In Serbian/, MF, Beograd 1995.  
M. Kalajdzic: Finite Element Method /In Serbian/, IAMA, Beograd, 1978.  
C.T.F Ross: Advanced Applied Finite Element Methods, Harwood Publishing, Chichester, 1998.  
O.F. Hughes: Ship Structural Design, John Wiley & Sons, New York, 1983.  
\*\*\*: Ship Design and Construction, Vol I, SNAME, 2003.

## **ВАЗДУХОПЛОВСТВО**

Авионика  
Аеродинамика великих брзина  
Аероеластичност  
Бионика у дизајну  
Ваздухопловни пропелзори  
Ветротурбине 2  
Динамика лета  
Композитне конструкције  
Наоружање ваздухоплова  
Одржавање летелица  
Перформансе летелица  
Примењена аеродинамика  
Пројектовање летелица  
Прорачунска аеродинамика  
Системи и управљање летелицама  
Структурална анализа  
Стручна пракса М - ВАЗ  
Теорија коначних елемената  
Управљање пројектом и ваздухопловни прописи  
Хеликоптери

## **Авионика**

**ID:** 0311

**носилац предмета:** Петровић Б. Небојша

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 6

**облик завршног испита:** писмени+усмени

**катедра:** ваздухопловство

### **циљ**

Циљеви предмета су упознавање студената са ваздухоплоном електронском опремом и системима, њиховим функцијама, структурама и принципима рада. Предмет треба да омогући студенту детаљан увид у савремене трендове примене ваздухопловне електронике на летелицама.

### **исход**

Савладавањем предмета студент стиче способности разумевања постојећих решења ваздухопловне електронске опреме и система. Студент стиче знања о структурама различитих типова и различитих изведби ваздухопловне електронске опреме и система. Сечена знања омогућавају студенту који се определи за друге области ваздухопловства да разуме проблематику ваздухопловне електронске опреме и система, а онима који желе да се специјализују за ову проблематику сечена знања представљају темељ даљег рада.

### **садржај теоријске наставе**

Елементи ваздухопловне електронике, AS 15531/MIL-STD-1553B, ARINC 429. Стандарни комерцијални дигитални пренос. Head-Up показивачи, HMD показивачи, Дизајн пилотске кабине. Утицај људског фактора. Батерије, карактеристике, типови. Функције ваздухопловне електронике. Fly-By Wire контрола лета, архитектура система, функционални модови система, контрола пропињања, контрола ваљања, контрола скретања, одржавање система. Навигациони систем. Систем управљања летом, планирање лета, предвиђање путање, прорачун перформанси. Визуализација. Систем упозорења приближавању тла. Систем за избегавање судара. Анализа дизајна. Сертификација ваздухопловне електронике. Софтвер, Ada, RTCA DO-178B/EUROCAE ED-12B. Примена, B-777, A330/340, MD-11, F-22

### **садржај практичне наставе**

Практична настава обухвата приказивање примера, анализирање и разговор са студентима у областима које су претходно теоријски представљене. Елементи ваздухопловне електронике, AS 15531/MIL-STD-1553B, ARINC 429. Стандарни комерцијални дигитални пренос. Head-Up показивачи, HMD показивачи. Дизајн пилотске кабине. Батерије, карактеристике, типови. функције ваздухопловне електронике. Fly By Wire контрола лета, архитектура система, функционални модови система, контрола пропињања, контрола ваљања, контрола скретања, одржавање система. Навигациони и комуникациони системи, сателитска комуникација и навигација, АТС. Систем управљања летом, планирање лета, предвиђање путање, прорачун перформанси, TACAN. Визуализација. Систем упозорења приближавању тла. Систем за избегавање судара. Сертификација ваздухопловне електронике. Софтвер, Ada, RTCA DO-178B/EUROCAE ED-12B. Примена, B-777, A330/340, MD-11, F-22

## услов похађања

### ресурси

Писани извори са предавања.  
Писани извори са аудиторних вежби.  
Civil Avionics Systems, I. Moir and A. Seabridge  
Интелигенти пиезоактуатори, Н. Петровић

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20  
развијање и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 20  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 10  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 5  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 5  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 30  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 30  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### литература

The Avionics Handbook, Cary R. Spitzer



## **Аеродинамика великих брзина**

**ID:** 0950

**носилац предмета:** Костић А. Иван

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 6

**облик завршног испита:** писмени

**катедра:** ваздухопловство

### **циљ**

Циљ предмета је упознавање студената са основним појмовима из области аеродинамике великих брзина. Акцент је на околним и надзвучним проблемима струјања. Анализирају се проблеми опструјавања (аеродинамичко обликовање надзвучних аеропрофила, крила као и узгонске конфигурације летелице у целини) и проблеми прострујавања (надзвучни уводници, млазници и дифузори).

### **исход**

Након одслушаног и положеног предмета од студента се очекује да разуме основне појмове и проблеме којима се бави аеродинамика у области околних и надзвучних брзина. Очекује се да студент уме да примени стечена знања из ове области на решавање практичних инжењерских проблема.

### **садржај теоријске наставе**

У теоријском делу наставе излажу се следеће теме: класификација струјања и моделирање струјног поља (једначина Navier-Stokes-а, Euler-а, потенцијала, малих поремећаја, Prandtl-Glauert-а и Laplace-а). Сингуларитети и дисконтинуитети у струјном пољу. Метод карактеристика и коначна струјна поља. Аеропрофил у околном и надзвучном струјном пољу (линеарна теорија аеропрофила и теорије вишег реда). Крило у околном и надзвучном струјном пољу (утицај крајева крила, утицај стрела крила, делта крила, надзвучна и подзвучна нападна ивица крила). Компјутерска анализа узгонских конфигурација комплетних летелица у околном и надзвучном домену струјања. Уводници, млазници и дифузори.

### **садржај практичне наставе**

У практичном делу наставе демонстрирају се нумерички примери из наведених области. Практични рад студената реализује се кроз виртуелну радионицу, доступну 24 сата (програм MOODLE). У радионици студентима су доступне писане белешке професорових предавања, задаци за вежбу и тестови. Практични део наставе обухвата и израду три пројектна задатка. Сваки студент ради индивидуално, а услов за излазак на завршни испит је комплетирање најмање два од три пројектна задатка.

### **услов похађања**

### **ресурси**

У оквиру предмета отворена је виртуелна радионица на интернету. На првом часу студенти се уписују и обучавају за рад (програм Moodle). У оквиру радионице приступа се изводима са предавања и вежби, упутству за израду пројекта, интернет ресурсима, итд.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 5

консултације: 10

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

**литература**

И.Костић: Аеродинамика великих брзина, скрипта, Машински факултет, 2014.

## Аероеластичност

ID: 0645

носилац предмета: Динуловић Р. Мирко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

1. Упознавање студената са проблемима и савременим методама прорачуна и анализе аероеластичних појава, као и начинима њихове примене у решавању практичних проблема.
2. Упознавање студената са методама за експериментално испитивање динамике ваздухопловних конструкција.
3. Упознавање студената са специфичностима динамике лаких танкозидних структура

### исход

1. овладавање основним теоретским знањима из аероеластичности
2. примена стечених знања на решавање практичних аероеластичних проблема на ваздухопловним конструкцијама

### садржај теоријске наставе

У теоретско делу наставе обрађују се следеће теме: Увод у аероеластичност. Врсте аероеластичних појава на авионима и конструкцијама уопште. Подела аероеластичности. Решавање диференцијалних једначина методом Галеркина, колокације у тачки и колокације на субдомену. Осцилације, врсте осцилација, математички модели. Торзиона дивергенција крила. Реверс команди. Флатер. Осцилације континуално подељене масе.

### садржај практичне наставе

У практичном делу наставе демонстрира се примена изложених теоријских закона. Анализирају се и решавају карактеристични нумерички примери из наведених области. Практични рад студената реализује се, кроз обавезне вежбе, израду пројекта уз обавезну употребу рачунара за моделирање и анализу. Студентима су доступне писане белешке професорових предавања, задаци за вежбу и тестови за проверу знања.

### услов похађања

### ресурси

Настава се изводи у лабораторији на рачунарима

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10



**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 5  
семинарски рад: 0  
пројекат: 10  
консултације: 5  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 5  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 5  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 20  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 10  
семинарски рад: 0  
пројекат: 20  
завршни испит: 40  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

**литература**

Аероеластичност, теорија и решени примери, скрипта са предавања

## Бионика у дизајну

ID: 0953

носилац предмета: Бенгин Ч. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

Увођење студената у процес и у процедуру синтезе (стварања) машинског система комбинацијом инжењерског дизајна (конструисања) и индустријског односно бионичког дизајна. Осим тога циљ предмета је и развој креативних способности студената у дизајну машина. Упознавање методологије и процедуре стварања машинског система кроз фазе конципирања, избора параметара, димензија и облика машинских делова, усклађивања својстава (функционалних и естетских) са околином, животном и радном средином.

### исход

Студент је уведен у процедуру апстрактног размишљања и креативног генерисања идеја, у методологију развоја нових принципских, концепцијских, на бионици заснованих решења. Обучен је за дизајнирање машинских делова и система на бази бионичких принципа, функционалних, технолошких, естетских, ергономских и других. Обучен је да реализује прорачуне ради међусобног усклађивања параметара машинских делова са ограничењима, за развој облика и димензија.

### садржај теоријске наставе

Историја и развој бионичких система. Искуство у инжењерству: летењу, пловидби, грађевинарству, архитектури и војном градитељству. Укључивање бионичких аспеката у процес дизајнирања и конструисања машинских система. Математички постулати бионичких система. Фибоначијев низ. Фибоначијева спирала. "Златни" пресек (однос) и "Златни" угао. Утицај златног односа на инжењерски дизајн. Појам фрактала и фракталне геометрије. Канторов скуп. Еуклидизација природних облика. Ефекти размере, облика и сличности у природи и њихов утицај на развој савремених машинских конструкција и система. Енергетска ефикасност природних система као узор у дизајнирању савремених инжењерских конструкција, искуство летења, пловидбе, енергетике, процесне технике, војне технике и др. Природни (бионички) градивни материјали. Савремени композитни материјали. Термопластични и терморективни материјали у инжењерству. "Паметни" (Smart) и функционални материјали у инжењерским конструкцијама и савременом дизајну.

### садржај практичне наставе

Утицаји Леонарда Да Винчија, Сер Џорџа Кејлија, Ота Лилиентала, Густава Ајфела, Раул Франсеа и Граф фон Цепелина. Примена биостратегијских процеса у духу испуњења законитости норми биолошке еволуције које треба преточити у прихватљиво техничко решење. Десет основних принципа природних конструкција. Имплементација бионичких пропорција хуманоида и утицај на ергономски дизајн. Неки карактеристични односи (бројеви) који карактеришу одређене ефекте сличности и размере у природи. Бионички дизајн – гледишта и узори. Дрво, биљна влакна, влакна животинског порекла: вуна, свила, паукова мрежа и др. Природне смоле. Вештачке смоле – Матрични (везивни) материјали: Епоксидне, Полиестерске, Винил-естерске,

Фенолне, Полиимидне, Бизмалеимидне и др. Ћелијски материјали, интелигентна оптичка влакна. Електро и магнетни реостатици. Полупроводнички спинотроници. Магнетни материјали. ДНК нанопроизводи.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Лабораторија за Дизајн у Машинству. Скрипта: Б. Рашуо, Бионика у Дизајну, Машински факултет Универзитета у Београду, 2011, Б. Рашуо, Технологија производње летелица, Машински факултет, Београд, 1995 и Б. Рашуо, Механика лета, Машински факултет Универзитета у Београду, 2011, обухватају потребан материјал за предавања, вежбе, израду задатака и семинарских радова. Потребни додатни материјали (handouts , поставке задатака, семинарских радова и др.) дају се на web-страницама или умножени на папиру. Електронски материјали већег обима студентима могу бити доступни у непосредном контакту.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 10

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 10

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 15

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 55

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

- Б. Рашуо, Бионика у Дизајну, Машински факултет Универзитета у Београду, 2012
- Б. Рашуо, Технологија производње летелица, Машински факултет, Београд, 19
- Б. Рашуо, Механика лета, Машински факултет Универзитета у Београду, 2012

## Ваздухопловни пропулзори

ID: 0951

носилац предмета: Фотев Г. Васко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

Циљеви предмета су упознавање студената са принципима рада, типовима, основним енергетским елементима, карактеристикама и областима употребе ваздухопловних пропулзора. Поред тога се стално наглашава веза између типа ваздухоплова и пропулзора како би њихова целина могла да реализује мисију на оптималан начин сходно циљним функцијама и ограничењима.

### исход

Савладавањем предмета студент стиче способности анализе и синтезе целине коју чине летелица и њена погонска група. Студент стиче знања о структурама различитих типова ваздухопловних мотора и енергетским компонентама од којих се они састоје. Студент стиче знање о перформанса мотора, на основу којих може практично да доноси суд о квалитету мотора које сусреће у пракси, и неопходно знање зљ даље усавршавање.

### садржај теоријске наставе

Термодинамички циклуси и потисак. Пропулзивни степен корисности и основне перформансе мотора. Пропулзивно коло и елементи за његову реализацију. Идеални набијно млазни и турбомлазни мотори. Идеални турбомлазни мотор са догревном комором и турбомотор снаге. Идеални двострујни турбомлазни мотори: са раздвојеним и заједничким струјама. Реалани елементи пропулзивног кола: уводник и млазник. Реалани елементи пропулзивног кола: компресор и турбина. Реалани елементи пропулзивног кола: мешач, основна и догревна комора сагоревања. Радне линије мотора снаге и мотора потиска. Стартовање мотора. Перформансе мотора: брзинска, висинска и пригушна. Област употребе појединих типова погонских група. Актуелни проблеми у области ваздушно-реактивне пропулзије, тренд и перспективе развоја.

### садржај практичне наставе

Практична настава обухвата приказивање примера, анализирање и разговор са студентима у областима које су претходно теоријски представљене. Термодинамички циклуси и потисак. Пропулзивни степен корисности и основне перформансе мотора. Пропулзивно коло и елементи за његову реализацију. Идеални набијно млазни и турбомлазни мотори. Идеални турбомлазни мотор са догревном комором и турбомотор снаге. Идеални двострујни турбомлазни мотори: са раздвојеним и заједничким струјама. Реалани елементи пропулзивног кола: уводник и млазник. Реалани елементи пропулзивног кола: компресор и турбина. Реалани елементи пропулзивног кола: мешач, основна и догревна комора сагоревања. Радне линије мотора снаге и мотора потиска. Стартовање мотора. Перформансе мотора: брзинска, висинска и пригушна. Област употребе појединих типова погонских група. Актуелни проблеми у области ваздушно-реактивне пропулзије, тренд и перспективе развоја. Практична настава се употпуњује приказивањем школског пресека турбомлазног мотора са догревном комором.

## услов похађања

### ресурси

Писани извори са предавања. Писани извори са аудиторних вежби. Таблице струјних функција. Таблице стандардне атмосфере. Таблице термодинамичких особина гасова. Интернет адресе са којих могу да се прикупе информације. Школски пресек турбомлазног мотора са догревном комором.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 30

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 10

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 20

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

### литература

Ваздухопловни Пропулзори; Васко Фотев, Београд 2011



## Ветротурбине 2

ID: 0545

носилац предмета: Симоновић М. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

У оквиру предмета Ветротурбине 2 студент ће се упознати са принципима анализе и пројектовања ветротурбина и њених делова. Поред детаљног упознавања студената са различитим конструкцијама ветротурбина, проблемима регулисања и динамичког уравнотежења, студент ће бити у прилици да стекне знања о нумеричким симулацијама и анализама струјања, напонско – деформационих стања и модалним анализама компоненти ветротурбина, као и принципима оптимизације ротора за различите услове рада.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче следеће предметно-специфичне способности:

- темељно познавање и разумевање различитих концепата ветротурбина и метода пројектовања;
- решавања проблема избора одговарајуће ветротурбине и њених делова за дате експлоатационе услове уз употребу научних метода и поступака;
- повезивања основних знања из математике, програмирања, механике и механике флуида и њихове примене на пројектовање и прорачун ветротурбина;

### садржај теоријске наставе

- Увод у енергију ветра;
- Историјски преглед развоја ветротурбина; - Компоненте ветрогенератора – анализа и конструкција основних делова;
- Карактеристике ветра; - Анализа струјања око ротора ветротурбине; - Прорачун и оптимизација карактеристика; - Структура и оптерећење лопатице – анализа напонско - деформационог стања лопатице ветротурбине; - Нумеричка симулација струјања око ротора ветротурбине; - Пумпе покретане енергијом ветра;
- Електрични систем ветротурбине – основни концепти, врсте електрогенератора, акумулисање електричне енергије, системи прикључени на јавну мрежу, губици у систему преноса енергије; - Регулација ветротурбина – утицај регулисања на ротор, активно и пасивно регулисање; - Осцилације у ветроенергетском систему – осцилације у систему, моделирање осцилација; - Аеродинамичка и структурна оптимизација лопатица – нумеричке методе - Методи испитивања лопатица ветротурбина – статичка и динамичка испитивања

### садржај практичне наставе

- Приказ различитих конструкција ветротурбина
- Упознавање студената са основним деловима ветроенергетског система
- Уређаји за испитивање карактеристика ветра – анемометри
- Димензионисање лопатица – нумеричка симулација струјања око аеропрофила и димензионисање лопатице
- Прорачун карактеристика – развој и примена постојећег софтвера за прорачун



карактеристика ветротурбина

- Анализа напонско – деформационог стања лопатице ротора ветротурбине
- Статичко испитивање лопатице
- Динамичко испитивање лопатице

**услов похађања**

**ресурси**

452, Рачунарска лабораторија СИМЛАБ  
FORTRAN, Рачунарска лабораторија СИМЛАБ

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 12

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 8

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 4

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 15

лабораторијска вежбања: 15

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 15

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

Пешић С., Енергија ветра - Аеродинамика ветроенергетских система са хоризонталном осом обртања ротора, Машински факултет Београд, 1994.

Петровић С., Ступар С., Fundamental Equations of Aerodynamics, Mechanical Engineering Faculty, 1997

Додатни материјали (писани изводи са предавања, поставке задатака, упутства за решавање задатака)

## Динамика лета

ИД: 0949

носилац предмета: Митровић Б. Часлав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

Основни циљ курса је развијање разумевања стабилности и управљивости ваздухоплова. Овај курс најдиректније припрема студента да знање о стабилности, управљивости и контроле ваздухоплова примени при пројектовању ваздухоплова. У оквиру пројектног задатка који обухвата и интегрише пређено градиво, студенти ће бити оспособљени да уз коришћење савремених софтверских пакета потпуно овладају прорачуном стабилности и управљивости при пројектовању ваздухоплова.

### исход

Савладавањем предвиђеног наставног програма студент стиче довољна теоријска знања да је у стању да самостално може креативно да дефинише стање статичке и динамичке стабилности и управљивости савремених ваздухоплова и сва ограничења летних могућности која из тога проистичу. У оквиру овог курса студенти ће добити потпуну сублимацију и верификацију раније стечених знања и вештина која су добили у оквиру ваздухопловног модула из групе аеродинамичких предмета.

### садржај теоријске наставе

- Увод.
- Репетиторијум механике лета ваздухоплова.
- Основни појмови стабилности и управљивости ваздухоплова.
- Диференцијалне једначине стабилности.
- Критеријуми стабилности.
- Аеродинамички деривативи стабилности.
- Статичка стабилност и управљивост авиона.
- Динамичка стабилност и управљивост ваздухоплова.
- Доприноси делова ваздухоплова уздужној стабилности (допринос крила, хоризонталног репа, трупа и моторских гондола).
- Утицај погонске групе на уздужну статичку стабилност.
- Неутрална тачка ваздухоплова.
- Смештајни угао стабилизатора хоризонталног репа.
- Уравнотежење отклоном крмила висине.
- Гранични задњи и гранични предњи дозвољени положај тежишта летелице.
- Уздужна статичка стабилност ваздухоплова.
- Статичка стабилност ваздухоплова у маневарском лету.
- Попречна статичка стабилност и управљивост ваздухоплова – Ефекат диједра крила.
- Динамичка стабилност ваздухоплова.
- Уздужна динамичка стабилност.
- Попречносмерна динамичка стабилност.

### садржај практичне наставе

Критеријуми стабилности и управљивости кретања ваздухоплова. Израчунавање доприноса појединих делова ваздухоплова укупној уздужној стабилности са држаном

командом. Задњи положај тежишта авиона. Прорачун уздужне управљивости ваздухоплова. Прорачун уздужне статичке стабилности са пуштеном командом. Прорачун сила на палици у стационарном лету. Прорачун уздужне статичке стабилности у маневарском лету са држаном палицом. Прорачун уздужне статичке стабилности у маневарском лету са слободном палицом. Деривативи и параметри у једначинама кретања ваздухоплова. Експериментално одређивање дериватива стабилности. Израда рачунских задатака из пређеног градива. Вежбе прате теоријску наставу. Консултације.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Основни материјал: Ч. Митровић - Динамика лета (handouts) и упутство за израду пројектног задатка(handouts).  
Потребан материјал за предавања, вежбе, израду задатака, пројекта и семинарских радова биће доступан слушаоцима курса на web-страници <http://vaz.mas.bg.ac.rs/moodle>.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 10

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 5

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 40

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Ч. Митровић - Динамика лета (handouts) и упутство за израду пројектног задатка(handouts)

М. Ненадовић, Стабилност и управљивост летелица, I и II део, Београд (1981/1984)

Jan Roskam, Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Controls, Part 1, 2001

M.V. Cook, Flight Dynamics Principles, Second Edition, Butterworth-Heinemann, 2007

R. F. Stengel, Flight Dynamics, Princeton University Press, 2004.

## Композитне конструкције

ID: 0639

носилац предмета: Динуловић Р. Мирко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

1. Упознавање студената са савременим методама прорачуна чврстоће композитних елемената структуре летелице, њихове примене у решавању практичних проблема, као и са методама за експериментално испитивање чврстоће композитних елемената.
2. Упознавање студената са специфичностима лаких танкозидних структура и применом савремених композитних материјала.
3. Упознавање студената са савременим компјутерским методама пројектовања и анализе понашања ваздухопловних композитних структура."

### исход

1. Овладавање основним теоријским знањима из структуралне анализе .
2. Примена научених теоријских знања на решавање практичних проблема.
3. Разумевање основних конструктивних схема летелица.
4. Разумевање савремених метода за пројектовање и анализу конструкција летелица.

### садржај теоријске наставе

Основне дефиниције. Карактеристике влакана и полимера за матрице. Форме тканина. Процеси фабрикације. Процес полимеризације у аутоклаву. Специфичности композитних материјала. Моделирање еластичног понашања композитног материјала. Раванско стање напона. Главни напони и главне деформације ламине. Трансформације тензора напона и деформација. Температурске деформације композитног материјала. Деформације композита с обзиром на промене влажности. Карактеристични модови лома композитног материјала и критеријуми чврстоће. Кирхофова и Миндлинова теорија плоча. Усмерења појединих слојева и ефективне механичке карактеристике ламаната. Композитне греде. Ефективна аксијална и флексиона крутост танкозидне композитне греде. Интерламинарни напони. Извијање елемената од композита. Деламинација, Структурална анализа композитних структура методом коначних елемената.

### садржај практичне наставе

У практичном делу наставе демонстрира се примена изложених теоријских закона. Анализирају се и решавају карактеристични нумерички примери из наведених области. Практични рад студената реализује се, кроз обавезне вежбе, израду пројекта уз обавезну употребу рачунара за моделирање и анализу .Студентима су доступне писане белешке професорових предавања, задаци за вежбу и тестови за проверу знања

### услов похађања

### ресурси

Предавања у електронској форми, показни филмови и компјутерске симулације доступни после часа, интернет ресурси

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

## **литература**

Композитне Конструкције, Мирко Динуловић (скрипта са предавања, теорија и решени примери)

## Наоружање ваздухоплова

ID: 0344

носилац предмета: Ступар Н. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

Изучавање овог предмета треба да обезбеди усвајање поступака и метода решавања проблема везаних за прорачуне наоружања ваздухоплова. Студенти треба да се оспособе за самостално проучавање елемената ракетног, бомбардерског и ватреног наоружања ваздухоплова у циљу добијања максималне ефикасности дејства при задатим условима примене сваког од ових типова наоружања са авиона. Посебно ће се обратити пажња на тенденције развоја савременог наоружања ваздухоплова.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче следеће предметно–специфичне способности:

- темељно познавање и разумевање различитих типова наоружања ваздухоплова и њихову примену
- Прорачун карактеристика ваздухопловних оружја и њихову интеграцију на летелицу уз употребу научних метода и поступака
- повезивања основних знања из математике, програмирања, механике и механике флуида и њихове примене на пројектовање и прорачун ваздухопловних наоружања и његове интеграције;

### садржај теоријске наставе

- Увод у област наоружања ваздухоплова
- Подела и класификација
- Историјски развој
- Тенденције развоја
- Бомбардерско наоружање ваздухоплова
- Одређивање стварних координата циља
- Аеродинамичка интеграција бомбе, носача и авиона
- Утицај подвесних терета на карактеристике авиона
- Прорачун одвајања подвесног терета од авиона
- Стабилизација путање
- Одређивање сила и момената на подвесном терету
- Падобрани и кочиони уређаји
- Ракетно наоружање ваздухоплова
- Основне компоненте ракета и њихов размештај
- Прорачун структуре и типови конструкција
- Аеродинамичке карактеристике витких тела
- Аеродинамичка интерференција
- Конструктивне карактеристике органа управљања
- Деривативи стабилности
- Пригушење пропињања и ваљања
- Ватрено наоружање
- Дефиниција и поделе ватреног наоружања



- Основни делови и механизми
- Одређивање сила и оптерећења
- Динамика и удари у механизмима, уређајима и деловима аутоматике
- Постојећа решења уградње
- Амортизација силе трзања у складу са конструкцијом ваздухоплова
- Везе у систему авион–контејнер

#### **садржај практичне наставе**

- Подела и класификација ваздухопловног наоружања
- Бомбардерско наоружање ваздухоплова, класификација авио – бомби
- Аеродинамичка интеграција бомбе, носача и авиона
- Стабилизација путање
- Падобрани
- Ракетно наоружање ваздухоплова
- Класификација ракета
- Конструктивне карактеристике
- Аеродинамичке шеме
- Основне компоненте ракета и њихов размештај
- Прорачун структуре и конструкција ракета
- Аеродинамичка интерференција
- Конструктивне карактеристике органа управљања
- Деривативи стабилности
- Ватрено наоружање ваздухоплова
- Дефиниција и поделе ватреног наоружања
- Основни делови и механизми
- Одређивање сила и оптерећења
- Динамика и удари у механизмима
- Постојећа решења уградње
- Амортизација силе трзања

#### **услов похађања**

#### **ресурси**

1. Јанковић С. Аеродинамика пројектила, Машински факултет Београд, 1979,КДА
2. Додатни материјали (писани изводи са предавања, поставке задатака, упутства за решавање задатака), ДВЛ

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 30

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 10  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0  
тест/колоквијум: 60  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 40  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Јанковић С. Аеродинамика пројектила, Машински факултет Београд, 1979  
Додатни материјали (писани изводи са предавања, поставке задатака, упутства за решавање задатака)

## Одржавање летелица

ID: 0952

носилац предмета: Ступар Н. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

У оквиру курса Одржавање летелица студенти ће добити основна знања из савремене теорије и праксе одржавања и ревитализације цивилних и војних летелица. Такође, један део курса биће посвећен изучавању погодности одржавања, поузданости борбене жилавости, као основних конструктивних карактеристика система, које се дефинишу у раној фази пројектовања и развоја савремених летелица.

### исход

Савладавањем предвиђеног наставног програма студент се уводи у процедуру креативног размишљања и одлучивања из сфере одржавања летелица и стиче довољна теоријска и практична знања да је у стању да учествује у тиму који пројектује летелицу или је одржава или ревитализује, сублимирајући величине као што су поузданост, погодност одржавања, борбена жилавост или толерантност летелице на оштећења у случају принудних слетања.

### садржај теоријске наставе

Увод. Опште поставке у одржавању летелица, Техничко одржавање летелица. Безбедност и поузданост у ваздушном саобраћају. Концепт одржавања. Активности одржавања, Нивои одржавања. Одржавање авиона у ваздухопловној компанији, Линијско и базно одржавање, Квантитативни показатељи погодности одржавања, Математички модели у одржавању летелица, Економски оправдан животни век опреме и система, Потребан број резервних делова, Оптималан број провера, Минимални укупни тошкови, Поузданост, расположивост и време до отказа за периодично одржаване системе. Одређивање интервала превентивне замене делова и система, Предвиђање погодности одржавања, Ваздухопловнотехничко обезбеђење летелица, Технологија одржавања летелица и Контрола и идентификација стања летелица.

### садржај практичне наставе

Активности и нивои одржавања, Линијско и базно одржавање путничких авиона, Расподеле вероватноће у разматрању погодности одржавања и поправљивости, Оптимизација трошкова одржавања, Функција погодности одржавања, Функција поправљивости, Времена одржавања, Индекс погодности одржавања, Индикатор обезбеђења одржавања, Индикатор људског рада. Фактори расположивости елемената (опреме): Сопствена (унутрашња) расположивост, Остварена (достигнута) расположивост, Употребна расположивост, Остварена расположивост. Израда рачунских задатака из пређеног градива, Активности у процесу предвиђања погодности одржавања, Погодност одржавања структуре летелица, Израда рачунских задатака из пређеног градива, Дијагностика - Недеструктивне методе испитивања, Савремени концепт ваздухопловнотехничког обезбеђења летелица, Борбена жилавост летелица, Рањивост летелица и Консултације.

### услов похађања

## ресурси

### Књиге:

Б. Рашуо, Ваздухопловнотехничко обезбеђење, Генералштаб Војске Србије, Београд, 2004, Б. Рашуо, Технологија производње летелица, Машински факултет, Београд, 1995., обухватају потребан материјал за предавања, вежбе и израду семинарских радова.

Потребни додатни материјали (handouts, поставке семинарских радова и др.) дају се на web-страницама или умножени на папиру. Електронски материјали већег обима студентима могу бити доступни у непосредном контакту.

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 10

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 10

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

## провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 15

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 55

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

## литература

Б. Рашуо, Ваздухопловнотехничко обезбеђење, Генералштаб Војске Србије, Београд, 2004;

Б. Рашуо, Технологија производње летелица, Машински факултет, Београд, 1995.;

## Перформансе летелица

ID: 0948

носилац предмета: Бенгин Ч. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

Упознавање студената са сложеним кретањем летелица у атмосферском лету. Изучавање се перформансе летелица, тј. изучавање се кретање тежишта летелице у простору под дејством сила. У оквиру пројектног задатка који обухвата и интегрише комплетну област пређеног градива, студенти ће бити оспособљени да самостално и уз коришћење савремених софтверских пакета, типа: MatLab, Mathcad, Excel и др. потпуно овладају прорачуном перформанси летелица у ваздушном простору.

### исход

Савладавањем предвиђеног наставног програма студент стиче довољна теоријска знања да је у стању да самостално може креативно да дефинише перформансе могућности савремених летелица и сва ограничења летних могућности која из тога проистичу. У оквиру овог курса студенти ће добити потпуну сублимацију и верификацију раније стечених знања и вештина која су добили у оквиру ваздухопловног модула из групе аеродинамичких предмета.

### садржај теоријске наставе

Увод. Опште поставке у прорачуну перформанси летелица, Координатни системи и њихово превођење. Врсте кретања. Силе које делују на авион у току лета. Перформансе погонских група, Елисе. Геометријске и аеродинамичке карактеристике елиса. Избор елисе. Једначине кретања летелица, Основне перформансе летелица, Основне перформансе лета (хоризонталне и вертикалне брзине, време пењања, теоријски и практичан врхунац лета). Специјалне перформансе летелица, Полетање и слетање авиона. Утицај ветра на перформансе лета. Долет и аутономија лета, Акциони радијус. Утицај ветра на долет и акциони радијус. Неустаљена кретања у вертикалној равни, Обрушавање и вађење из обрушавања. Еволуције авиона. Нагло пропињање (искакање). Динамички врхунац лета. Петља. Имелман. Превртање. Ваљак. Кобра. Звоно. Хербстов маневар. Оптимизација путање лета авиона, Просторна кретања авиона, Увод у механику космичког лета.

### садржај практичне наставе

Погонска група, Избор елисе, Перформансе погонских група, Прорачун основних перформанси авиона, Израда рачунских задатака из пређеног градива, Прорачун специјалних перформанси авиона, Прорачун долета и аутономије лета, Израда рачунских задатака из пређеног градива, Прорачун кретања у вертикалној равни: Прорачун планирања. Полара брзина планирања. Прорачун обрушавања. Гранична брзина у обрушавању. Прорачун вађења из обрушавања. Коефицијент оптерећења при вађењу. Прорачун наглог пропињања и искакања авиона. Прорачун динамичког врхунца лета. Прорачун петље, Прорачун заокрета авиона, Заокрет са клизањем. Заокрет са нагибом (правилни координирани заокрет). Заокрет са нагибом и клизањем. Ограничења перформанси заокрета. Борбени заокрет. Екстремни режими лета. Превучени лет и ковит. Маневарска анвелопа лета, Екстремни режими лета и

Консултације.

**услов похађања**

**ресурси**

Књиге, Б. Рашуо, Механика лета, Машински факултет Универзитета у Београду, 2012, Б. Рашуо, Механика лета, теорија, проблеми и решења, Машински факултет, Београд, 2008, и З. Рендулић, Механика лета, Београд, ВИНЦ 1987., обухватају потребан материјал за предавања, вежбе, израду задатака, пројекта и семинарских радова. Потребни додатни материјали (handouts , поставке задатака, семинарских радова и др.) дају се на web-страницама или умножени на папиру. Електронски материјали већег обима студентима могу бити доступни у непосредном контакту.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 10

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 10

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 15

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 45

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

Б. Рашуо, Механика лета, Машински факултет Универзитета у Београду, 2012

Б. Рашуо, Механика лета, теорија, проблеми и решења, Машински факултет, Београд, 2008

Рендулић, Механика лета, Београд, ВИНЦ 1987



## Примењена аеродинамика

ID: 0946

носилац предмета: Костић А. Иван

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

Циљ предмета је да упозна студенате са аспектима практичне примене подзвучне аеродинамике и пружи увод у стишљиво струјање (област ниже трансонице). Предмет се најпре бави теоријом аеропрофила, прелазећи затим на анализу симетричних и несиметричних аеропрофила коришћењем аналитичких и нумеричких алата. Такође обухвата теорију крила, теорију узгонске линије, елиптична крила, витоперена крила, као и њихову примену у пројектовању крила са циљем испуњења постављених аеродинамичких захтева. Коначно, студенти се упознају са методама прорачуна аеродинамичких карактеристика (узгона, отпора и изведених параметара) комплетних ваздухоплова у конфигурацијама за полетање, слетање и крстарење у подзвучној и нижој окозвучној области струјања.

### исход

После положеног предмета од студента се очекује да уме да разуме и објасни разне аспекте везе која постоји између облика аеротела (летелица или возила) његових аеродинамичких карактеристика. При том очекује се да студент препозна и могућности примене нових стечених знања из аеродинамике, не само у ваздухопловним проблемима, већ и у другим областима технике.

### садржај теоријске наставе

У теоријском делу предмета анализирају се следеће теме. Дводимензионални проблеми: прорачун карактеристика аеропрофила: методе сингуларитета, теорија танких аеропрофила, метод капљице, панел методе, емпиријске методе и одређивање аеродинамичког оптерећења. Тродимензионални проблеми: вртложни модели крила, теорија узгонске линије, анализа елиптичног крила, витоперено неелиптично крило, утицај геометријских карактеристика на аеродинамичке карактеристике, оптерећење крила произвољног облика. Анализа аеродинамичких карактеристика летелице као целине. Избор аеропрофила крила, узгонске карактеристике и отпор крила и комплетног авиона на режимима полетања и слетања, као и крстарења при подзвучним и нижим окозвучним брзинама. Улога CFD у анализи и одређивању аеродинамичких карактеристика.

### садржај практичне наставе

У практичном делу наставе демонстрирају се нумерички примери из наведених области. Практични рад студената реализује се кроз виртуелну радионицу, доступну 24 сата (програм MOODLE). У радионици су студентима доступне писане белешке професорових предавања, задаци за вежбу и тестови. Практични део наставе обухвата и израду пројектног задатка (аеродинамички прорачун изабраног авиона). Домаћи задатак сваки студент ради индивидуално.

### услов похађања

## ресурси

У оквиру предмета отворена је виртуелна радионица на интернету. На првом часу студенти се уписују и обучавају за рад (програм Moodle). У оквиру радионице приступа се изводима са предавања и вежби, упутству за израду пројекта, интернет ресурсима, итд.

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 5

консултације: 10

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

## провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

## литература

И. Костић, Скрипта из Примењене Аеродинамике, Београд 2014.

З. Стефановић, АЕРОПРОФИЛИ, Машински факултет, Београд 2005.

Т. Драговић, АЕРОДИНАМИКА ПРОЈЕКТОВАЊА ЛЕТЕЛИЦА, Машински факултет, Београд 1997.

## Пројектовање летелица

ID: 0136

носилац предмета: Петровић И. Златко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: ваздухопловство

### циљ

Циљ предмета је да уведу студенте у процес конципирања летелица. Процес укључује анализу постојећих конструкција процену добрих и мање добрих особина. Одабир жељеног концепта. Дефинисање основних геометријских параметара летелице. Одабир конфигурације. Избор погона специфичног оптерећења и специфичног потиска. Прорачун стабилности и перформанси летелице.

### исход

Након одслушаног предавања и аудиторних вежби, израде и одбране пројекта, студенти ће бити у стању да анализирају специфицирају и разрађују концепт летелица према дефинисаној намени и жељеним перформансама. Израда пројекта подразумеваће пролаз кроз цео процес разраде концепта летелице. Израду претпројекта за одређени сегмент конструкције и на крају израду неколико детаља са комплетном конструкционом документацијом.

### садржај теоријске наставе

Дефинисање намене летелица и њене летне мисије. Статистичка анализа изведених конструкција. Основне геометријске карактеристике летелице. Избор и дефинисање погонске групе. Спољашње обликовање летелице. Интеграција погона, опреме и система у летелицу. Избор конфигурације и типа стајног трапа. Одређивање оптерећења летелице. Избор стандардних конструктивних елемената, технологије израде и материјала. Наглашавање карактеристика челика, алуминијума, титана и композита. Понашање различитих материјала на изложеност повишеним температурама, као и излошености вибрационим оптерећењима. Уздужна статичка стабилност летелице. Попречна статичка стабилност летелице. Динамичке карактеристике летелице. Квалитети лета. Основне перформансе. Специјалне перформансе. Слетање и полетање летелица. Цена пројекта.

### садржај практичне наставе

Имају за циљ да на примерима илуструју градиво изложено на предавањима и да одговоре на студентске потребе при изради пројектног задатка. Након комплетирања пројекта студенти презентују свој пројект осталим студентима. Оцена се добија на основу активности у изради пројекта, завршне презентације и активности током излагања осталих студената. Током вежби у лабораторији студенти се обучавају за рад са софтверским пакетом САТА, са његовим основним модулима за делове, склопове, делове израђене од лима и за моделирање површинама.

### услов похађања

### ресурси

1. КСЈ

2. Хендаути са предавања
3. ЦАД - лабораторија за пројектовање рачунаром
4. ЦСП - софтверски пакет САТИА

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 5

консултације: 10

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 10

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 15

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 55

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

#### **литература**

Sima Milutinovic, Konstrukcija Aviona, Gradjevinska knjiga Beograd, 1970

## Прорачунска аеродинамика

ID: 0577

носилац предмета: Ступар Н. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: ваздухопловство

### циљ

Циљ предмета је да обучи студенте у моделирању струјних проблема. Након одслушаног предмета, урађених вежби и одржане завршне презентације, студенти би требало да буду у стању да препознају тип струјног проблема, формулишу неопходне граничне и почетне услове, одаберу врсту дискретизације и буду у стању да напишу програм за прорачун струјања за простије геометријске облике као што су млазник или аеропрофил.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче довољна теоријска знања да препозна тип проблема, врсту и број потребних допунских услова да би једнозначно дефинисао проблем који се симулира, препозна основне шеме за апроксимацију типских проблема, овлада принципима елементарног програмирања везаног за симулације континуалних средина и уочи структуру симулационог софтвера која се састоји из препроцесирања, симулације и визуализације.

### садржај теоријске наставе

Извођење транспортне једначине и њена примена на законе струјања. Изучавају се апроксимације коначним разликама и коначним запреминама парцијалних диференцијалних једначина. Излажу се основе генерисања прорачунских мрежа, њихова подела. Изводи се трансформација једначина Навије–Стокса у општем криволинијском координатном систему. Израчунава се метрика, а затим се врше упрошћавања једначина за симулацију граничног слоја, као и за симулацију парабололизованог облика једначина Навије–Стокса. Излаже се теорија прорачуна једначина Навије–Стокса за танке вискозне слојеве. Објашњава се апроксимација, задавање граничних и почетних услова, даје се алгоритам за прорачун директном нумеричком симулацијом. Компресибилно невискозно струјање је представљено апроксимацијом Ојлерове једначине. Израчуната је метрика трансформације за општи криволинијски координатни систем. Изводе се основе моделирања турбулентних струјања.

### садржај практичне наставе

Вежбе прате градиво које се излаже током предавања. У почетку се студенти региструју и упознају са радом у Линукс оперативном систему након чега се излажу примери који илуструју теоријску наставу. Примери чине комплетне целине од поставке проблема, једначина које описују физичке законе, њихових апроксимација, проучавања стабилности и конвергенције, кодирања и уноса потребних улазних података до графичког приказа решења. Студенти самостално решавају домаће задатке и презентују решења својим колегама.

### услов похађања

### ресурси

1. Петровић S., Ступар С., Пројектовање рачунаром, Машински факултет Београд, 1992, КПН
2. 452, Рачунарска лабораторија СИМЛАБ, ИКТ/ЦАХ/КЛР
3. FORTRAN, Рачунарска лабораторија СИМЛАБ, ИКТ/РРО
4. Софтвер за МПИ

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 5

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 10

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 15

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 55

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

#### **литература**

Петровић S., Ступар С., Пројектовање рачунаром, Машински факултет Београд, 1992

## Системи и управљање летелицама

ИД: 0109

носилац предмета: Јанковић М. Јован

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

Циљеви предмета су упознавање студената са интегрисаним рачунарским системима управљања летелицом, њиховим функцијама, структурама и принципима рада. Предмет треба да омогући студенту детаљан увид у савремени приступ интеграције система и њихових компонената у управљању летелицама.

### исход

Студент стиче знања о структурама различитих типова и различитих изведби интегрисаних рачунарских система управљања летелицом. Сечена знања омогућавају студенту који се определи за друге области ваздухопловства да разуме сложену проблематику управљања летелицом, а онима који желе да се специјализују за ову проблематику стечена знања представљају темељ даљег усавршавања.

### садржај теоријске наставе

Функције и структура интегрисаних рачунарских система управљања летелицом ИРСУЛ. Специфичне функције рачунарских система за летелице различитих намена. Компоненте интегрисаних рачунарских система. Сензори, Магистрале и процесорске компоненте ИРСУЛ. Електронски показивачи. Извршни органи ИРСУЛ. Системи управљања лета. Класификација и структура система аутопилота и система за динамичку стабилизацију. Модели кретања авиона. Синтеза адекватних математичких модела кретања авиона. Линеаризовани модел лета авиона. Преносне функције система поремећајне динамике авиона. Апроксимације система уздужне и попречне поремећајне динамике. Стабилизација кратко периоде уздужне динамике авиона. Синтеза линеарних аутопилота уздужне и попречне динамике авиона у лету. Структура аутопилота уздужне и попречне динамике авиона. Модел аутопилота краткопериоде уздужне динамике авиона. Модел буре. Модел управљачке улазне команде крмила висине. Модел инерцијалног оптерећења пилота услед дејства нормалног убрзања.

### садржај практичне наставе

Практична настава обухвата приказивање примера, анализирање и разговор са студентима у областима које су претходно теоријски представљене: Функције и структура интегрисаних рачунарских система управљања летелицом ИРСУЛ. Компоненте интегрисаних рачунарских система. Типови сензора ИРСУЛ. Магистрале података и процесорске компоненте. Електронски показивачи. Извршни органи ИРСУЛ. Системи управљања лета. Математички модели кретања авиона. Линеаризовани модел лета авиона. Преносне функције система поремећајне динамике авиона. Апроксимације система уздужне и попречне поремећајне динамике. Стабилизација кратко периоде уздужне динамике авиона. Структура аутопилота уздужне и попречне динамике авиона. Симулациони модел аутопилота краткопериоде уздужне динамике авиона. Динамички модел краткопериоде уздужне динамике авиона F-14. Динамички модел регулатора краткопериоде уздужне динамике

авионе F-14. Динамички модел хидрауличког актуатора крмила хоризонталног стабилизатора авиона F-14.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Оprema I Sistemi Letelica-Sistemi automatskog upravljanja leta, J. Jankovic

Писани извори са предавања.

Писани извори са аудиторних вежби.

Интернет адресе са којих могу да се прикупе информације.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**





## Структурална анализа

ID: 0947

носилац предмета: Петрашиновић М. Данило

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

1. Упознавање студената са проблемима и савременим методама прорачуна чврстоће летелица, као и начинима њихове примене у решавању практичних проблема.
2. Упознавање студената са методама за експериментално испитивање чврстоће ваздухопловних конструкција.
3. Упознавање студената са специфичностима лаких танкозидних структура и применом савремених композитних материјала.
4. Упознавање студената са савременим компјутерским методама пројектовања и анализе понашања ваздухопловних структура.

### исход

1. Овладавање основним теоријским знањима из структуралне анализе .
2. Примена научених теоријских знања на решавање практичних проблема.
3. Разумевање основних конструктивних схема летелица.
4. Разумевање савремених метода за пројектовање и анализу конструкција летелица.

### садржај теоријске наставе

У теоријском делу наставе излажу се следеће теме (лекције): Варијационе методе. Принцип виртуалног и комплементарног виртуалног рада. Принцип минимума укупне потенцијалне енергије и укупне комплементарне потенцијалне енергије. Метода Релеј-Рица. Галеркинова метода. Метода мерног остатка и метода колокације. Формулација методе коначних елемената. Услови конвергенције методе. Коначни елементи облика штапа и греде. Матрице крутости и матрице еквивалентних чворних сила. Коначни елементи за раванско стање напона, раванско стање деформација, осносиметричне проблеме и запремински коначни елементи. Аутоматско формирање мреже коначних елемената. Структура и примери програма на бази методе коначних елемената. Модели еластичног понашања материјала. Проблеми моделирања реалних структура. Избор типа елемента. Избор густине мреже коначних елемената.

### садржај практичне наставе

Моделирање подструктура. Анализа интеракције подструктура. Термички напони. Иницијалне деформације. Иницијални напони. Нелинеарни модели конститутивних једначина. Методе решавања. Тензор велики деформација – велике деформације и ротације. Формулације тензора напона при великим деформацијама. Локални и глобални проблеми анализе стабилности структуре. Методе решавања нелинераних проблема. Анализа резултата. Адаптивне мреже. Оптимизације облика елемената структуре. Квазистатички и динамички проблеми.

У практичном делу наставе демонстрира се примена изложених теоријских закона. Анализирају се и решавају карактеристични нумерички примери из наведених области. Практични рад студената реализује се, кроз обавезне вежбе, израду пројекта уз обавезну употребу рачунара за моделирање и анализу . Практични део наставе обухвата и обилазак хале за статичка и динамичка испитивања у ваздухопловном сектору Војно-

техничког института

**услов похађања**

**ресурси**

Предавања у електронској форми, показни филмови и компјутерске симулације доступни после часа, интернет ресурси.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

**литература**

структурална анализа (материјали са вежби и предавања)



## Стручна пракса М - ВАЗ

ID: 0832

носилац предмета: Бенгин Ч. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: усмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

Практична искуства и боравак студента у амбијенту у коме ће студент реализовати своју професионалну каријеру. Препознавање основних функција пословног система у домену пројектовања, развоја и производње, као и улоге и задатака машинског инжењера у таквом пословном систему.

### исход

Студент стиче практична искуства о начину организовања и функционисања средина у којима ће примењивати стечена знања у својој будућој професионалној каријери. Студент препознаје моделе комуникације са колегама и токове пословних информација. Студент препознаје основне процесе у пројектовању, производњи, одржавању, у контексту његових будућих професионалних компетенција. Успостављају се лични контакти и познаства која ће моћи да се користе током школовања, или заснивања будућег радног односа.

### садржај теоријске наставе

-

### садржај практичне наставе

Практичан рад подразумева рад у организацијама у којима се обављају различите делатности повезане са машинским инжењерством. Одабир тематске целине и привредне или истраживачке организације спроводи се у консултацији са предметним професором. Начелно, студент може обављати праксу у: производним организацијама, пројектним и консултантским организацијама, организацијама које се баве одржавањем машинске опреме, јавним и комуналним предузећима и некој од лабораторија на машинском факултету. Пракса се може обављати и у иностранству. Током праксе студенти морају водити дневник у коме ће уносити опис послова које обављају, закључке и запажања. Након обављене праксе морају направити извештај који ће бранити пред предметним професором. Извештај се предаје у форми семинарског рада.

### услов похађања

### ресурси

Ресурси расположиви на месту обављања стручне праксе.

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 0  
разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 40  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 6

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 70  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

## Теорија коначних елемената

ID: 0833

носилац предмета: Симоновић М. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

Циљ овог предмета је да студенти савладају, разумеју и примене методу коначних елемената на решавање инжењерских проблема. Студенти ће се оспособити да сами, применом методе коначних елемената, математички моделирају једноставне структуре, као што су решеткасте и плочасте структуре, и изврше статичку и динамичку анализу структура. Студенти ће, такође, бити упознати са комерцијалним софтверима који методу коначних елемената користе за статичку и динамичку анализу структура.

### исход

Савладавањем програма овог предмета студенти ће овладати техникама методе коначних елемената за статичку у динамичку анализу структура. Студенти ће бити оспособљени да сами пишу програме за статичку и динамичку анализу једноставних структура, као што су греде, решетке и плоче. Знање стечено на овом курсу, студенти ће убудуће моћи користити за решавање сложенијих инжењерских проблема.

### садржај теоријске наставе

Увод. Основне једначине линеарне теорије еластичности. Варијациони принципи. Рицова и Галеркинова метода апроксимације. Вариациона формулација. Матрице крутости. Директна метода. Метода резидуума. Елементи и интерполационе функције. Једнодимензионални коначни елементи. Дводимензионални коначни елементи. Тродимензионални елементи. Греде и решетке. Плоче. Тродимензионални проблеми. Динамика конструкција.

### садржај практичне наставе

Основни алгоритми примене методе коначних елемената за анализу структура. Интерполационе функције и одређивање матрице облика. Одређивање локалне матрице маса и крутости. Склапање локалних матрица у глобалне. Гранични услови. Одређивање напона и деформације. Динамички проблеми. Одређивање модалне матрице и сопствених фреквенција.

### услов похађања

### ресурси

Хендаути.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 30

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 10

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

**литература**

Zienkiewics O. C., Taylor R. L., The finite element method, Volume 1, The Basis, Butterworth-Heinemann, 2000.

Bathe, K. J., Finite element procedures, Prentice-Hall, 1996.



## Управљање пројектом и ваздухопловни прописи

ID: 0142

носилац предмета: Митровић Б. Часлав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: ваздухопловство

### циљ

- Схватање важности управљања пројектом у ваздухопловству
- Стварање, упознавање и употреба ваздухопловног пројекта.
- Одређивање функционалности сопственог пројекта.
- Припрема, анализа и управљање пројекатом.
- Упознавање и припрема неопходне документације за реализацију пројекта

### исход

Студент може:

- да припреми, направи и прикаже сопствено умеће,
- да одреди функционалност ваздухопловног пројекта,
- да припреми, изведе и руководи изградом ваздухопловног пројекта,
- да утврди технологију изграђивања ваздухопловног пројекта,
- да препозна захтеве локалне ваздухопловне индустрије пројектима,
- направи неопходну документацију и реализује ваздухопловни пројекат.

### садржај теоријске наставе

САВРЕМЕНИ ПРИСТУПИ У ПРОЈЕКТОВАЊУ (студија изводљивости; методологија побољшања; моделирање)

УПРАВЉАЊЕ ПРОЈЕКТОМ (захтеви, квалитет, време, цена, стандарди)

РЕАЛИЗАЦИЈА ПРОЈЕКТА (иницијализација, примена, надзор и контрола; исплатљивост)

СПЕЦИФИЧНОСТИ ПРИ ПРОЈЕКТОВАЊУ ВАЗДУХОПЛОВА (стратегија региона; ваздухопловна терминологија)

ЗАХТЕВИ МАСА И ПЕРФОРМАНСИ (зоне на ваздухоплову; захтеви ограничења брзине; перформансе лета)

ВАЗДУХОПЛОВНО ПРАВО (ваздухопловни прописи; сертификација; пловидбеност)

ПРОПИСИ У ПОГЛЕДУ БЕЗБЕДНОСТИ (људски фактор, мере безбедности, процедуре у ванредним ситуацијама)

ПРОПИСИ ПРАЋЕЊА И ИЗВРШЕЊА ЛЕТА (планирање, дефинисање и праћење лета; оперативни приручник; ревизија плана лета)

ПАКТИЧНА ИЗРАДА ПРОЈЕКТА (прикупљање информација; развој; симулација пројекта)

### садржај практичне наставе

Одређивање параметара и избор софтвера за пројектовање. Одређивање технологије и формирање цене пројекта. Дефинисање захтева маса и перформанси ваздухоплова. Захтеви у погледу технолошке и конструктивне концепције ваздухоплова.

Ваздухопловна сигурност. Ваздухопловна терминологија. Израда руже ветрова. Захтеви ограничења брзине. Аеродинамичко пројектовање перформанси и димензионисање ваздухоплова; захтеви перформанси при полетању, слетању и при осталим режимима лета. Категорија пловидбености ваздухоплова. Анализа ваздухопловних прописа.

Примена CAD технологије. Дефинисање података и визуелизација. Дефинисање обриса ваздухоплова. Дизајн ваздухоплова. Моделирање структуре ваздухоплова. Систематизација документације. Истраживање о несрећама ваздухоплова. Анализа исплатљивости пројекта.

### **услов похађања**

### **ресурси**

За успешно савладавање предмета, неопходно је коришћење уџбеника, упутства за израду пројекта, handout-а, Internet ресурса. ИТ опрема (хардвер , CAD радна станица, софтвер (CAD, CCO, PPO) ком. опрема) ИКТ, расположиво у лабораторији Аеротехничког института).

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 5

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 4

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 15

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Ч. Митровић, Ваздухопловни прописи, Уџбеник у припреми, пун колор, А4 формат,  
Машински факултет  
Ваздухопловно право, ЈАА - Заједница ваздухопловних власти, Теоријски приручник за  
обуку, Оксфорд, 2004  
Европска агенција за безбедност ваздухоплова, Ваздухопловни прописи за категорију  
авиона ЦС23, фебруар 2009

## Хеликоптери

ID: 0326

носилац предмета: Петровић И. Златко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: ваздухопловство

### циљ

1. Упознавање студената са ротопланима, тј. са летелицама које користе обртне узгонске површине и које имају могућност вертикалног лета.
2. Упознавање студената са аеродинамичким теоријама ротора.
3. Упознавање студената са конструктивним карактеристикама хеликоптера.
4. Упознавање студената са аеродинамичким карактеристикама хеликоптера.

### исход

1. Разумевање конструктивних и аеродинамичких схема VTOL летелица.
2. Разумевање конструктивних и аеродинамичких схема хеликоптера.
3. Овладавање теоријским знањима из аеродинамике ротора.
4. Способност одређивања аеродинамичких карактеристика и перформанси хеликоптера.

### садржај теоријске наставе

У теоријском делу наставе излажу се следеће теме (лекције): VTOL летелице, теорија идалног ротора, теорија елемента крака, режими рада ротора, ауторотација ротора, динамика лопатице ротора хеликоптера, хоризонтални лет хеликоптера, перформансе вертикалног лета хеликоптера, перформансе хоризонталног лета хеликоптера, стабилност хеликоптера, конструктивне шеме хеликоптера, управљање хеликоптером, конструкција и прорачун лопатице ротора хеликоптера, ЕАСА прописи за конструкцију хеликоптера и трансмисија хеликоптера

### садржај практичне наставе

У практичном делу наставе се на реалним примерима из праксе анализира изложена теорија. Практични рад студената реализује се, осим кроз обавезне вежбе, кроз виртуалну радионицу доступну 24 сата (програм MOODLE). У виртуалној радионици студентима су доступне писане белешке професорових предавања, задаци за вежбу и тестови за проверу знања. Практични део наставе обухвата и три различита домаћа задатка. Два домаћа задатка сваки студент ради индивидуално, а један домаћи задатак студенти раде колективно у оквиру мањих група (до пет студената у групи).

### услов похађања

### ресурси

Предавања у електронској форми, показни филмови и графичке симулације доступни преко виртуалне радионице (програм MOODLE), интернет ресурси.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 10

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 15

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 55

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

**литература**

## **ЖЕЛЕЗНИЧКО МАШИНСТВО**

Вагони 1  
Вагони 2  
Градска и специјална шинска возила  
Кочнице шинских возила  
Локомотиве 1  
Локомотиве 2  
Одржавање шинских возила  
Основи динамике шинских возила  
Стручна пракса М - ЖЕМ  
Теорија вуче

## Вагони 1

ID: 0282

носилац предмета: Симић Ж. Горан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: железничко машинство

### циљ

1. Упознавање конструкције вагона
2. Стицање знања неопходних за разумевање функционисања конструктивних целина вагона
3. Оспособљавање за примену стечених знања у пројектовању, развоју, ремонту и одржавању вагона

### исход

Завршетком курса студент треба да буде способан да:

1. Објасни функционалне и конструктивне специфичности разних типова вагона.
2. Објасни задатке и начин функционисања склопова вагона.
3. Препозна активности потребне да се у експлоатацији и одржавању отклоне типичне неисправности.
4. Примени одговарајуће прописе и стандарде при пројектовању и одржавању шинских возила.
5. Примени рачунарске алате за прорачун и пројектовање вагона.

### садржај теоријске наставе

Опште основе за пројектовање вагона. Конструктивне целине вагона. Конструктивни параметри вагона. Стандарди и прописи у пројектовању експлоатацији и одржавању шинских возила. Осовински склоп. Улежиштење осовина. Једноосовински трчећи склоп. Обртна постоља теретних вагона. Обртна постоља путничких вагона. Закретни момент. Трчећи склоп са независним точковима. Провера профила шинских возила. Коефицијент нагињања. Провера узајамног положаја трчећег склопа и колског сандука. Оптерећења која делују на конструкцију вагона. Непоништено бочно убрзање. Провера сигурности од превртања у кривини. Прописана оптерећења и прорачун чврстоће осовина.

Конструкција носеће структуре. Материјали за носећу структуру. Прописи за оптерећења и дозвољене напоне колског сандука и рама обртног постоља. Прорачун чврстоће. Испитивање чврстоће. Мере пасивне сигурности у судару.

### садржај практичне наставе

Подела вагона. Избор и ограничења основних параметара. Примери и анализа извода из прописа. Карактеристичне мере точка. Пресовани склоп осовина-точак и обруч-тело точка. Примери улежиштења осовинских склопова. Конструкција типичних теретних обртних постоља. Конструкције обртних постоља путничких вагона. Прорачун габарита. Провера узајамног положаја трчећег склопа и колског сандука. Одређивање оопштих оптерећења вагона.

Прорачун носеће структуре. Провера стабилности елемената носеће структуре. Основи мерне технике и поступци испитивања чврстоће вагона.

### услов похађања

## ресурси

Г. Симић, Вагони, Конструкција и прорачун, Машински факултет Београд 2013.

Г. Симић, Упутство за писање студентских радова, скрипта

У изради задатака као подлога се користе одговарајући прописи и стандарди

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 11

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 3

пројекат: 8

консултације: 3

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 6

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 5

пројекат: 30

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

## литература



## Вагони 2

ID: 0245

носилац предмета: Симић Ж. Горан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: железничко машинство

### циљ

1. Упознавање конструкције вагона
2. Стицање знања неопходних за разумевање функционисања конструктивних целина вагона
3. Оспособљавање за примену стечених знања у пројектовању, развоју, ремонту и одржавању вагона

### исход

Завршетком курса студент треба да буде способан да:

1. Објасни функционалне и конструктивне специфичности разних типова вагона.
2. Објасни задатке и начин функционисања склопова вагона.
3. Препозна активности потребне да се у експлоатацији и одржавању отклоне типичне неисправности.
4. Примени одговарајуће прописе и стандарде при пројектовању и одржавању шинских возила.
5. Примени рачунарске алате за прорачун и пројектовање вагона.

### садржај теоријске наставе

Опште карактеристике система еластичног ослањања. Ослањање са завојним опругама. Ослањање са гибњевима. Ослањање са гуменим опругама. Систем ваздушног ослањања. Еластични системи на бази клатна. Природно и принудно нагињање колског сандука у кривини. Торзионе карактеристике вагона. Пригушујући елементи. Активни и пасивни системи ослањања.

Вучно-одбојни уређаји. Конструкција и механичке карактеристике одбојника. Тегљенички уређај. Аутоматска квачила. Опрема путничких вагона. Врата, прозори, степеништа. Систем грејања и климатизације захтеви и конструктивно извођење. Електрична инсталација. Информациони систем за путнике. Заштита од пожара. Бука у вагону и у околини. Специфичности путничких вагона за велике брзине. Специфичности тертних вагона за повећане брзине.

### садржај практичне наставе

Полазни захтеви и општа ограничења при прорачуну система еластичног ослањања. Конструкција ослањања са гибњевима у склопу са карикама. Конструкција система огибљења са завојним и гуменим опругама. Конструкција система ваздушног огибљења. Одређивање торзионих карактеристика вагона. Конструкција система против нагињања. Системи пасивног и активног нагињања у кривини. Конструкције одбојника. Ограничење простора на челима вагона. Прорачун димензија одбојничких тањира. Прорачун отклона квачила у кривини. Прелазни уређаји. Примери конструктивних решења опреме вагона.

### услов похађања

## **ресурси**

Г. Симић, Вагони, Конструкција и прорачун, Машински факултет Београд 2013.

Г. Симић, Упутство за писање студентских радова

У изради задатака као подлога се користе одговарајући прописи и стандарди

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 2

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 3

пројекат: 9

консултације: 5

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

## **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 6

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

## **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 5

пројекат: 30

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

## **литература**

## Градска и специјална шинска возила

ID: 0239

носилац предмета: Симић Ж. Горан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: железничко машинство

### циљ

1. Упознавање са специфичностима градских шинских возила.
2. Упознавање са разним врстама специјалних шинских возила.
3. Оспособљавање за примену стечених знања у пројектовању, развоју, ремонту и одржавању градских и специјалних шинских возила

### исход

Завршетком курса студент треба да буде способан да:

1. Објасни функционалне и конструктивне специфичности разних типова градских шинских возила.
2. Објасни задатке и начин функционисања разних врста специјалних шинских возила.
3. Објасни специфичне технологије и техничке захтеве у комбинованом транспорту.
4. Примени одговарајуће прописе и стандарде при пројектовању и одржавању градских и специјалних шинских возила.

### садржај теоријске наставе

Облици градског и приградског транспорта: трамвај, брзи трамвај, метро, регионална железница. Основне превозне јединице, састав композиције. Специфични захтеви диктирани експлоатационим условима: прорачунска оптерећења, убрзање, кочење, геометрија колосека, висина перона. Нископодне конструкције. Врата, степеништа, улазишта. Двоспратне конструкције. Зглобне конструкције. Аутоматска квачила. Мере за заштиту конструкције и путника у судару. Специфичности трчећег склопа и система огибљења за нископодне и зглобне конструкције. Трчећи склоп са пнеуматцима. Систем са независним точковиима: радијално вођење точкова, проблеми независног погона и кочења. Једношинске железнице. Возила на магнетном јастуку. Одржавања градских шинских возила: захтеви, основи организације текућег одржавања, опрема и депои. Комбиновани транспорт: вагони за превоз контејнера, покретних сандука и полуприколица. Проблеми габарита. Модуларне теретне композиције. Специјални вагони.

### садржај практичне наставе

Геометрија основне возне јединице. Однос возило-перон. Примери конструкција трчећег склопа градских шинских возила. Специфичности вођења кроз кривине малог радијуса. Примери конструкција неконвенционалних шинских система. Подела и класификација јединица за превоз комбинованим транспортом: палете, контејнери, покретни сандуци. Градска шинска возила. Поступак одређивања кода полуприколица за превоз у комбинованом транспорту железницом. Анализа конструктивних параметара вагона за комбиновани транспорт. Димензионисање цистерни по РИД прописима. Варијанте вентилских система цистерни за превоз опасних материја. Конструкција возила на магнетном јастуку

### услов похађања

## **ресурси**

Г.Симић, Градска и специјална шинска возила, скрипта  
EN стандарди, UIC и RID прописи из области предмета.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 4

семинарски рад: 3

пројекат: 0

консултације: 6

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

## **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 4

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

## **литература**

## Кочнице шинских возила

ID: 0246

носилац предмета: Симић Ж. Горан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: железничко машинство

### циљ

1. Упознавање конструкције кочница шинских возила.
2. Стицање знања неопходних за разумевање функционисања елемената и система кочнице шинских возила.
3. Оспособљавање за примену стечених знања у пројектовању, развоју, ремонту и одржавању кочница.

### исход

Завршетком курса студент треба да буде способан да:

1. Објасни функционалне и конструктивне специфичности разних типова кочница.
2. Објасни задатке и начин функционисања склопова кочница.
3. Препозна активности потребне да се у експлоатацији и одржавању отклоне типичне неисправности.
4. Примени одговарајуће прописе и стандарде при пројектовању и одржавању кочница шинских возила.

### садржај теоријске наставе

Основни услови кочења. Трење и тарни материјали. Основни типови кочнице и техника кочења. Преношење кочног дејства збијеним ваздухом, Пробојна брзина и пробојно време, Време кочења и откочивања. Процес кочења. Коченост, кочна маса и прекретна маса. Зауоставни пут и зауоставно време. Таблице кочења. Прилагођавање кочне силе оптерећењу. Термичко и остала ограничења величине кочне силе. Кочница за случај опасности. Ручна кочница. Електромагнетна шинска кочница. Прописи UIC који се односе на кочнице железничких возила. Режији кочења RIC, R, S, SS... Прорачун кочнице за путничка и теретна кола. Остваривање преноса кочне силе: компресор са прибором, главни вод, резервоари, распоредник, кочни цилиндар, механички пренос, регулатор кочног полужја и извршни органи: држачи кочних папуча, папуче, дискови, кљешта, остали прибор и умети. Испитивање кочнице: функционална испитивања кочнице и опреме, типска испитивања и експериментално утврђивање снаге кочнице.

### садржај практичне наставе

Подела кочница. Функционалне шеме основних типова кочница. Функционалне шеме пнеуматских кочница. Принцип рада кочника. Принципи рада распоредника. Шема кочнице за изабрано возило. Преносни однос и коефицијент корисног дејства. Конструкција кочнице са папучама. Избор параметара кочења на основу прописа. Конструкција диск кочница. Посета радионици за одржавање кочница. Таблица кочења. Примери прорачуна. Примери одређивања кочне масе на бази испитивања зауоставног пута. Прорачун кочне масе. Прорачун ручне кочнице. Конструкција елемената преноса кочне силе. Конструкција магнетне шинске кочнице, ручне кочнице, кочнице за случај опасности. Кочнице возова великих брзина.

### услов похађања

## **ресурси**

Миловановић, М., Лишанин, Р., Кочнице и кочење шинских возила, уџбеник  
У изради задатака као подлога се користе одговарајући прописи и стандарди UIC и ERRI.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 14

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 7

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 4

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

## **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 6

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 30

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

## **литература**

## Локомотиве 1

ID: 0243

носилац предмета: Лучанин Ј. Војкан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: железничко машинство

### циљ

1. Упознавање са основним појмовима значајних за разумевање конструкције дизел локомотива.
2. Стицање знања неопходних за разумевање проблематике конструкције дизел локомотива.
3. Оспособљавање за примену стечених знања у решавању практичних проблема у пројектовању, коришћењу и одржавању дизел локомотива.

### исход

Завршетком курса студент треба да буде способан да:

1. Објасни основне појмове везане за дизел локомотиве.
2. Објасни задатке и начин функционисања склопова дизел локомотива.
3. Изврши одговарајуће прорачуне дизел локомотива.
4. Примени одговарајуће прописе и стандарде у области дизел локомотива.
5. Примени рачунарске алате за одговарајуће прорачуне дизел локомотива.

### садржај теоријске наставе

Кратак историјат, Преглед развоја и основне карактеристике вучних возила, Возила за велике брзине, Утицајни фактори на приањање, Вучна сила, Отпори при кретању, Основна концепција дизел вучних возила, Упознавање са основним склоповима, Конструкција трчећег склопа и носеће структуре, Дизел мотор – Специфичности дизел мотора за железничка возила, Погонске карактеристике, Савремени мотори за железничка возила, Испитивање и емисија издувних гасова, Карактеристике преносника за железничка возила, Конструкција механичког преносника, Конструкција хидродинамичког преносника, Заједнички рад дизел мотора и хидродинамичког преносника, Конструкција расхладног система

### садржај практичне наставе

Практична настава, аудиторне вежбе (Упознавање са примерима из области пређеног градива - Савремена решења дизел мотора за шинска возила, Механички преносници за шинска возила, Хидраулични - хидростатички и хидродинамички преносници за шинска возила, Регулација заједничког рада дизел мотора и преносника, Помоћни уређаји на дизел локомотивама), Израда задатка (конструкција погонског система дизел хидрауличне локомотиве), Упознавање са практичним примерима у области испитивања и одржавања дизел локомотива, Посета фабрици за производњу дизел локомотива. Дискусија и радионица.

### услов похађања

### ресурси

Уџбеници, упутство за израду задатка, handout, персонални рачунар, пројектор и

приступ интернету - истраживање тог ресурса у циљу добијања допунских информација везаних за успешно савладавање градива.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 15

пројекат: 0

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Karl Sachs, Elektrische Triebfahrzeuge, Springer-Verlag, Wien New York, 1973

Здравко Валтер, Дизел - електричне локомотиве, Школска књига, Загреб, 1985



## Локомотиве 2

ID: 0230

носилац предмета: Лучанин Ј. Војкан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: железничко машинство

### циљ

1. Упознавање са основним појмовима значајних за разумевање конструкције дизел електричних и електричних локомотива.
2. Стицање знања неопходних за разумевање проблематике конструкције дизел електричних и електричних локомотива.
3. Оспособљавање за примену стечених знања у решавању практичних проблема у пројектовању, коришћењу и одржавању дизел електричних и електричних локомотива.

### исход

Завршетком курса студент треба да буде способан да:

1. Објасни основне појмове везане за дизел електричне и електричне локомотиве.
2. Објасни задатке и начин функционисања склопова дизел електричних и електричних локомотива.
3. Изврши одговарајуће прорачуне дизел електричних и електричних локомотива.
4. Примени рачунарске алате за одговарајуће прорачуне дизел електричних и електричних локомотива.
5. Примена одговарајућих прописа и стандарда у области дизел електричних и електричних локомотива.

### садржај теоријске наставе

Кратак историјат, Опште карактеристике електричног преносника. Возила за велике брзине. Конструкција електричног преносника и утицај на приањање, вучну силу и отпоре при кретању. Помоћни погони и уређаји. Управљачки и контролни уређаји. Основне концепције електричних вучних возила. Конструкција електричних склопова. Конструкција механичких склопова. Конструкција електромоторних возова за велике брзине. Контактна мрежа, Напајање возила, Електровучне подстанице. Техника регулисања брзине возила.

### садржај практичне наставе

Практична настава, аудиторне вежбе (Упознавање са примерима из области пређеног градива, Савремена решења у области електричних машина, Генератори и Вучни мотори, Технике регулисања), Израда задатка (конструкција погонског система електричне локомотиве), Упознавање са практичним примерима у области испитивања и одржавања електричних локомотива, Практични примери из области регулисања брзине електричних возила - тиристорска регулација, претварачи. Посета радионици за одржавање електричних локомотива. Испитивања компоненти електричних вучних возила. Дискусија и радионица.

### услов похађања

### ресурси

Уџбеници, упутство за израду задатка, handout, персонални рачунар, пројектор и интернет - коришћење овог ресурса за истраживање информација неопходних за савладавање градива.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 15

пројекат: 0

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Karl Sachs, Elektrische Triebfahrzeuge, Springer-Verlag, Wien New York, 1973

Здравко Валтер, Дизел - електричне локомотиве, Школска књига, Загреб, 1985

## Одржавање шинских возила

ID: 0234

носилац предмета: Лучанин Ј. Војкан  
ниво студија: мастер академске студије  
ЕСПБ: 6  
облик завршног испита: усмени  
катедра: железничко машинство

### циљ

Завршетком курса студент треба да буде способан да:

1. Објасни основне појмове везане за поузданост шинских возила.
2. Објасни основне појмове везане за одржавање шинских возила.
3. Објасни задатке и начин функционисања радионице за одржавање шинских возила.
4. Изврши одговарајуће прорачуне везане за одржавање шинских возила.
5. Примени рачунарске алате за одговарајуће прорачуне дизел електричних и електричних локомотива.

### исход

1. Упознавање са основним појмовима значајних за разумевање поузданости и одржавања шинских возила.
2. Стицање знања неопходних за разумевање проблематике одржавања шинских возила.
3. Оспособљавање за примену стечених знања у решавању практичних проблема у одржавању шинских возила везаних за организацију, спровођење пројектованих активности и примену знања у области поузданости и информационах и експертних система.

### садржај теоријске наставе

Теоријске основе поузданости. Предвиђање поузданости. Методе одређивања расподеле за одређени скуп података. Постављање захтева поузданости и мере за њихово остварење за шинска возила. Систем извештавања, анализе и корективне акције у случају отказа. Анализа отказа система – теоријске основе и примери анализе за шинска возила. Концепција конструисања на бази поузданости. Одржавање техничких система. Инжењерство одржавања. Одржавање и животни циклус железничких возила. Процес одржавања. Систем одржавања Логистика и интегрална логистичка подршка. Систем одржавања. Преглед развијених концепција одржавања шинских возила у свету. Анализа и оцена система одржавања. Пројектовање техничких система за одржавање. Управљање резервним деловима. Технологије у одржавању шинских возила. Дијагностика шинских возила. Управљање одржавањем. Организација железничких ремонтних радионица. Основи пројектовања ремонтних погона. Депои. Складишта. Информациони и експертни системи у одржавању шинских возила.

### садржај практичне наставе

Упознавање са примерима из области теорије поузданости система. Примена на шинска возила. Примери из градива. Методе одређивања расподеле за одређени скуп података. Постављање захтева поузданости и мере за њихово остварење за шинска возила. Примери из пређеног градива. Примена рачунара у одређивању поузданости као и Информациони и експертни системи у одржавању шинских возила. Израда рачунарског програма – Информациони и експертни систем у одржавању шинских возила. Посета радионици за одржавање дизел и електричних возила. Упознавање са системом одржавања шинских возила.

## услов похађања

### ресурси

Неопходно је коришћење уџбеника, упутства за израду пројекта, handout-а, рачунара и интернета.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 5

консултације: 5

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 15

пројекат: 30

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### литература

Душан Стаменковић, Одржавање железничких возила, Машински факултет - Ниш, 2011.

Слободан Муждека, Логистика - Логистичко инжењерство-поузданост, погодност за одржавање, готовост, интегрално техничко обезбеђење, Београд, 1981.

Никола Вујановић, Теорија поузданости техничких система, Београд, 1990.



## Основи динамике шинских возила

ID: 0453

носилац предмета: Симић Ж. Горан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: железничко машинство

### циљ

1. Стицање знања о динамичком понашању шинских возила при кретању.
2. Упознавање метода за изучавање динамичког понашања шинских возила.
3. Оспособљавање за примену стечених знања у пројектовању, развоју, ремонту и одржавању шинских возила.

### исход

Завршетком курса студент треба да буде способан да:

1. Објасни динамичке појаве карактеристичне за кретање шинских возила.
2. Примени рачунске методе за одређивање основних показатеља динамике шинских возила.
3. Учествује у састављању програма испитивања динамичког понашања и правилно оцењује резултате испитивања.
4. Примени одговарајуће прописе при новоградњи или реконструкцији шинских возила у циљу обезбеђења прописаних динамичких карактеристика.

### садржај теоријске наставе

Моделирање кретања шинских возила. Неравнине колосека и одступања параметара осовинског склопа као извор побуде. Елементарни модел вертикалног осциловања шинског возила са једностепеним огибљењем. Појава резонанце при кретању по хармонијски деформисаном колосеку. Утицај пригушења у амортизерима. Понашање возила са елементима са сувим пригушењем. Модел шинских возила са двостепеним огибљењем. Моделирање возила са више степени слободе. Примена матричног рачуна у решавању проблема. Основи бочне динамике шинских возила. Вијугаво кретање осовинског склопа-Клингелово решење. Геометрија додира. Еквивалентна коничност. Силе у додиру точак-шина. Кретање везаног осовинског склопа. Стабилност кретања. Критична брзина. Моделирање стационарног, квазистатичко кретања обртног постоља кроз кривину методом центра трења. Критеријуми за оцену понашања шинских возила при кретању. (Y/Q) критеријум. Критеријум бочних сила. Шперлингов критеријум. Испитивање по UIC 518. Критеријум ISO/ORE.

### садржај практичне наставе

Примери побуде: денивелација колосека, овалност и ексцентричност точка, деформације шина, хармонијске деформације. Описивање побуде. Линеарне и нелинеарне карактеристике еластичних и пригушујућих елемената. Линеаризација карактеристика. Примери модела са једним степеном слободе. Типични елементи са сувим трењем примењени на шинским возилима. Модел са сувим трењем. Примери кретања двососовинског вагона у вертикалној равни. Утицај избора генералисаних координата на спрегнутост једначина. Пример модела теретног вагона са обртним постољем. Пример модела путничког вагона са двостепеним огибљењем у вертикалној равни. Модел са више степени слободе решавање коришћењем рачунара. Приказ испитивања динамичког понашања вагона.

## услов похађања

### ресурси

Г.Симић, Основи динамике шинских возила, скрипта.

Milutinović, D., Simić, G, Opterećenja i proračun točkova železničkih vozila, Mašinski fakultet, Beograd 2006.

Упутства за коришћење разунарских програма.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

#### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 11

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 4

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 6

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 30

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### литература





## Стручна пракса М - ЖЕМ

ИД: 0878

носилац предмета: Лучанин Ј. Војкан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: железничко машинство

### циљ

Практична искуства и боравак студента у амбијенту у коме ће студент реализовати своју професионалну каријеру. Препознавање основних функција пословног система у домену развоја, пројектовања, производње, одржавања шинских возила, као и улоге и задатака машинског инжењера у таквом пословном систему.

### исход

Студент стиче практична искуства о начину организовања и функционисања средина у којима ће примењивати стечена знања у својој будућој професионалној каријери. Студент препознаје моделе комуникације са колегама и токове пословних информација. Студент препознаје основне процесе у пројектовању, производњи, одржавању, у контексту његових будућих професионалних компетенција. Успостављају се лични контакти и познанства која ће моћи да се користе током школовања, или заснивања будућег радног односа.

### садржај теоријске наставе

Представља припрему студената за програмске целине дефинисане планом и програмом рада. Такође, договара се начин комуникације при реализацији постављеног плана и програма, дају се појашњења и упутства за вођење дневника и израду завршног извештаја, уз отварање евиденционих картона студената.

### садржај практичне наставе

Практичан рад подразумева рад у организацијама у којима се обављају различите делатности повезане са машинским инжењерством. Одабир тематске целине и привредне или истраживачке организације спроводи се у консултацији са предметним наставником. Начелно студент може обављати праксу у: производним организацијама, пројектним и консултантским организацијама, организацијама које се баве одржавањем шинских возила и некој од лабораторија на Машинском факултету. Пракса се може обављати и у иностранству. Током праксе студенти морају водити дневник у коме ће уносити опис послова које обављају, закључке и запажања. Након обављене праксе морају направити извештај који ће бранити пред предметним наставником. Извештај се предаје у форми семинарског рада.

### услов похађања

### ресурси

Упутство за вођење дневника и писање завршног извештаја.

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 0

разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 46

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 70

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

## Теорија вуче

ИД: 0297

носилац предмета: Лучанин Ј. Војкан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: железничко машинство

### циљ

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА У ПРОЈЕКТОВАЊУ, ИЗРАДИ И ЕКСПЛОАТАЦИЈИ ШИНСКИХ ВОЗИЛА, ПРОЈЕКТОВАЊУ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ПРУГА И ОРГАНИЗАЦИЈИ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ САОБРАЋАЈА.

УПОЗНАВАЊЕ СТУДЕНАТА СА:

- Силама које делују на шинско возило,
- Методама прорачуна вучне силе, силе отпора и силе кочења као и брзине савременим рачунарским алатима,
- Методама одређивања оптималних услова кретања шинских возила,
- Начинима решавања практичних проблема везаних за кретање шинских возила и конфигурацију пруге.

### исход

РАЗУМЕВАЊЕ И СПОСОБНОСТ ПРИМЕНЕ СТЕЧЕНИХ ЗНАЊА ПРИ:

- Прорачуну вучних сила, сила отпора, силе кочења и брзине шинског возила применом одговарајућег софтвера,
- Дефинисању задатака и начина функционисања склопова шинских возила,
- Примени одговарајућих прописа и стандарда у области вуче шинских возила.

### садржај теоријске наставе

Карактеристике железничког транспорта, Анализа утицајних фактора у процесу остварења вучне силе, Процес остварења вучне силе - Приањање као услов реализације вучне силе, Вучна карактеристика возила за велике брзине, Вучна карактеристика возила са дизел мотором, Основне карактеристике преносника за шинска возила, Вучна карактеристика електричних возила, Силе отпора при кретању воза - Основни и допунски отпори, Отпори возова великих брзина, Сила кочења воза - Основне карактеристике процеса кочења и Једначина кретања воза.

### садржај практичне наставе

Практична настава, аудиторне вежбе (Упознавање са примерима из области савременог шинског транспорта, Рекапитулација пређеног градива из предмета неопходних за савладавање предмета (механика, машински елементи и електротехника), Примена рачунарских алата за решавање проблема из вуче возова, Додир точак-шина, Релативна брзина точка у односу на шину, Силе на ободу точка и на месту додира точак-шина, Основни облици вучних карактеристика, Приањање као услов реализације вучне силе, Основни облици вучних карактеристика код дизел возила и електричних возила, Силе отпора при кретању воза, Примери из градива: Једначина кретања воза, Задатак (Израда вучне карактеристике дизел возила са механичким и хидрауличним преносником, Израда вучне карактеристике дизел возила са електричним преносником, Израда вучне карактеристике електричних возила, Аналитичко одређивање силе отпора при кретању воза, Решавање диференцијалне једначине кретања воза), Дискусија и радионица.

### услов похађања

## ресурси

Литература која је доступна у библиотеци и скриптарници факултета; handout-и доступни на предавањима, Интернет ресурси (KOBSON).

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 9

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 11

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 5

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 30

семинарски рад: 5

пројекат: 0

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

## литература

Лучанин, В., Теорија вуче, Машински факултет, Београд, 1996.

Andreas Steimel, Electric Traction - Motive Power and Energy Supply, Oldenbourg Industrieverlag Munich, 2008.

## **индустријско инжењерство**

Базе података  
Ергономски дизајн  
Ергономско пројектовање  
Индустријска логистика  
Индустријски менаџмент  
Инжењерска економија  
Квантитативне методе  
Менаџмент информациони системи  
Операциона истраживања  
Организација производње 2  
Пројектовање логистичко-дистрибутивних система  
Пројектовање организације  
Пројектовање система човек - машина  
Савремени приступи у управљању квалитетом  
Страни стручни језик  
Стручна пракса М - ИИЕ  
Теротехнолошко управљање ризиком

## Базе података

ID: 0521

носилац предмета: Мисита Ж. Мирјана

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Циљ предмета је оспособљавање студената индустријског инжењерства да примене методе и технике које изучавају у оквиру индустријског инжењерства на базама података у производним предузећима. У оквиру предмета планирано је да се путем SQL упита добију повратне информације на основу којих би се повећала ефикасност пословања. Коришћење база података у доношењу пословних одлука и управљању пословно-производним системом.

### исход

Исход предмета је коришћење сложених база података у практичном раду на решавању проблема из области индустријског инжењерства, као нпр.:

- коришћење сложених база података у циљу рационализације ресурса у посматраном пословно-производном систему,
- Побољшање квалитета процеса одлучивања у решавању проблема индустријског инжењерства.

### садржај теоријске наставе

1. Основни појмови из - база података, банке података, базе знања. Типови база података – хијерархијски, мрежни, релациони модел, објектно оријентисани модел података. Системи за управљање базама података. Стандардни SQL језик. SQL типови података. Упити. Примери функција у SQL-у.
2. Методе и технике индустријског инжењерства - скриптови у SQL језику. Дефинисање скриптова за: рационализацију трошкова пословања (Q-C дијаграм, критична тачка, АБЦ метода), за прорачун степена искоришћења машинских капацитета, и других скриптова који подразумевају примену метода и техника индустријског инжењерства у анализи пословања посматраног пословно-производног система.

### садржај практичне наставе

Пројектовање базе података, табела и индекса. Коришћење SQL упита. Оператори и функције у SQL-у. На конкретном примеру из праксе применом SQL језика дефинисање скриптова за: рационализацију трошкова пословања (Q-C дијаграм, критична тачка, АБЦ метода), за прорачун степена искоришћења машинских капацитета, и других скриптова који подразумевају примену метода и техника индустријског инжењерства у анализи пословања посматраног пословно-производног система.

### услов похађања

#### ресурси

1. Handout-и,
2. Рачунарска учионица,
3. Софтверски алат: MySQL,

4. Ресурси са <http://www.mysql.com/>

5. Базе података из конкретног предузећа како би студенти радили на реалном примеру.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 40

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 5

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 30

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 10

### **литература**

Johnson, J., Database - Models, Languages, Design, Oxford University Press, Oxford, 1997.

Beaulieu, A., Learning SQL, O'Reilly Media, 2009.

Geherke, J., Database Management System, McGraw-Hill, New-York. 2003.

## Ергономски дизајн

ID: 0171

носилац предмета: Жуњић Г. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Студенти треба да овладају специфичним практичним вештинама које подразумевају интегрисани ергономски приступ, у циљу свеобухватног решавања различитих дизајнерских проблема. Циљ предмета је стицање основних академских знања из области ергономског дизајна која се могу употребити како за дизајнирање различитих производа, тако и за редизајнирање у смислу унапређења система човек - машина.

### исход

Очекује се да студент стечено знање може применити у свакодневном раду и пракси, имајући у виду да у готово свим гранама индустрије постоји потреба за дизајнирањем које укључује људски фактор. Савладавањем програма ергономског дизајна студент стиче способност свестраног сагледавања и решавања различитих инжењерских проблема уз примену научно заснованих ергономских метода, техника и препорука.

### садржај теоријске наставе

Увод у ергономски дизајн. Примена ергономског приступа у дизајнирању система. Управљање грешкама у систему човек - машина. Дизајн индикатора. Дизајн командних органа. Примена ергономије за дизајн радног места. Дизајн услова радне средине. Компјутерски подржан ергономски дизајн. Примена антропометрије у дизајнирању производа. Ергономски дизајн производа и оцена интерфејса. Комфор и безбедност возила. Примена ергономских метода у истраживањима. Дискусија добрих и лоших дизајнерских решења производа са ергономског аспекта. Студије случаја.

### садржај практичне наставе

Израда семинарског рада - сваки студент врши избор једне од већег броја понуђених тема, за коју пише семинарски рад у форми стручног рада. Прва лабораторијска вежба: Читљивост индикатора - презентују се критеријуми за процену читљивости и обавља се тестирање читљивости аналогних визуелних показивача у лабораторијским условима. Први пројектни задатак - Дизајн ВДТ радног места. Аудиторна вежба - Примена ергономских контролних листа. Други пројектни задатак - Примена антропометрије у дизајнирању производа. Друга лабораторијска вежба: Оцена услова радног окружења - презентују се критеријуми за оцену услова радног окружења и обавља се процена услова радног окружења на одабраном радном месту. Презентација (радионица): Примена софтвера у ергономском дизајну.

### услов похађања

### ресурси

ПРА Жуњић А. И Ћулић М., 2007, Практикум за лабораторијске вежбе из индустријске ергономије, Машински факултет, Београд - доступно у скриптарници и библиотеци МФ. Кларин М. И Жуњић А, 2007, Индустријска ергономија, Машински факултет, Београд.



ЛМС тахистоскоп, фонометар, кониметар, психрометар, луксметар, антропометријска мерна опрема, расположиво у лаб. 417 ИТ опрема - ЦАД радна станица, расположиво у лаб. 455 ЦАД софтверски пакет - Цатиа, расположиво у лаб. 455

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 1

лабораторијске вежбе: 9

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 8

пројекат: 7

консултације: 2

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

### **литература**

Handbook of human factors and ergonomics in consumer product design: uses and applications, 2011, Edited by Karwowski W., Soares M. and Stanton N., Taylor & Francis, London.

Sanders M. and McCormick E., 1993, Human factors in engineering and design, McGraw - Hill, Singapore.

Woodson W., 1981, Human factors design handbook, McGraw-Hill Book Company, New York.

## Ергономско пројектовање

ID: 0417

носилац предмета: Жуњић Г. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Циљ предмета је стицање основних академских знања из области ергономског пројектовања која се могу употребити како за пројектовање различитих производа, тако и за редизајнирање у смислу унапређења система човек - машина - окружење. Студенти треба да овладају специфичним практичним вештинама које подразумевају интегрисани ергономски приступ, у циљу свеобухватног решавања различитих проблема пројектовања.

### исход

Савладавањем програма ергономског пројектовања студент стиче способност свестраног сагледавања и решавања различитих инжењерских проблема уз примену научно заснованих ергономских метода, техника и препорука. Очекује се да студент стечено знање може применити у свакодневном раду и пракси, имајући у виду да у готово свим гранама индустрије постоји потреба за пројектовањем које укључује људски фактор.

### садржај теоријске наставе

Увод у ергономско пројектовање. Ергономски приступ у пројектовању комплексних система. Ергономски алати намењени управљању и реализацији инжењерских пројеката. Пројектовање показивача. Пројектовање командних органа. Пројектовање радног места. Пројектовање услова радне средине. Компјутерски подржано ергономско дизајнирање (ЦАЕД). Примена антропометрије у ергономском пројектовању. Ергономско пројектовање производа и оцена интерфејса. Безбедност и комфор возила. Ергономске методе истраживања. Дискусија добрих и лоших пројектних решења производа. Ергономске студије случаја.

### садржај практичне наставе

Израда семинарског рада - сваки студент врши избор једне од већег броја понуђених тема за коју пише семинарски рад у форми стручног рада. Прва лабораторијска вежба: Читљивост аналогних визуелних показивача - презентују се критеријуми за процену читљивости и обавља се тестирање читљивости аналогних визуелних показивача у лабораторијским условима. Први пројектни задатак - Пројектовање ВДТ радног места. Аудиторна вежба - Ергономске контролне листе. Други пројектни задатак - Примена антропометрије у пројектовању. Друга лабораторијска вежба: Оцена услова радне средине - презентују се критеријуми за оцену услова радне средине и обавља се процена услова радне средине на одабраном радном месту. Презентација (радионица): Примена софтвера у ергономском пројектовању.

### услов похађања

### ресурси

ПРА Жуњић А. И Тулић М., 2007, Практикум за лабораторијске вежбе из индустријске

ергономије, Машински факултет, Београд - доступно у скриптарници и библиотеци МФ.  
Кларин М. И Жуњић А, 2007, Индустијска ергономија, Машински факултет, Београд.  
ЛМС тахистоскоп, фонометар, кониметар, психрометар, луксметар, антропометријска мерна опрема, расположиво у лаб. 417 ИТ опрема - ЦАД радна станица, расположиво у лаб. 455 ЦАД софтверски пакет - Цатиа, расположиво у лаб. 455

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 1

лабораторијске вежбе: 9

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 8

пројекат: 7

консултације: 2

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

### **литература**

Handbook of human factors and ergonomics in consumer product design: uses and applications, 2011, Edited by Karwowski W., Soares M. and Stanton N., Taylor & Francis, London.

Sanders M. and McCormick E., 1993, Human factors in engineering and design, McGraw - Hill, Singapore.

Woodson W., 1981, Human factors design handbook, McGraw-Hill Book Company, New York.



## Индустријска логистика

ID: 0416

носилац предмета: Петровић Б. Душан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Постизање компетенција и академских вештина у процесу пројектовања индустријских система. Посебан акценат се ставља на развој креативних способности и овладавање специфичним практичним вештинама потребним за обављање професије у смислу примене метода операционих истраживања, поступка анализе и синтезе са циљем добијања оптималног практичног решења.

### исход

Савладавањем студиског програма стичу се следеће опште способности: анализа, синтеза и предвиђање решења у процесу пројектовања а на бази примене знања у пракси на основу професионалне етике као и развој критичног и самокритичног мишљења и приступа.

### садржај теоријске наставе

Логистички систем у привредном окружењу (улога логистичког система у привреди, функције које мора да испуни систем и његов бенефит за привреду). Елементи логистичког система (производња на основу захтева крајњег корисника, дистрибуција и складишни систем). Основни подсистеми логистичког система (производња са дефинисаним капацитетом, транспорт са дефинисаном технологијом и складишно-дистрибутивни подсистем). Место и улога складишта у логистичком систему. Примена и ефекти примене логистичких система у привреди (покривеност територије са дефинисањем локације између производње и финалног корисника, смањење трошкова транспорта и складиштења и повећање флексибилности према крајњем кориснику).

### садржај практичне наставе

Аудиторна вежбања (Увод у пројектовање за дефинисани логистички систем - дефинисање елемената логистичког система и основних подсистема за изабрани логистички систем. Увод у пројектовање складишта коадне робе - дефинисање: пријемног дела, главног складишта, припреме за дистрибуцију тј. комисионирање, отпреме и праћења и управљања системом).

Израда пројекта (Одређивање оптималне локације логистичког система у макро окружењу - позиционирање складишта у односу на производњеу и крајњег корисника у функцији система транспорта. Пројекат складишта коадне робе - дефинисање: паковања и капацитета, технологије рада, layout-а, допреме и отпреме и управљања за систем који се пројектује).

### услов похађања

### ресурси

1. Петровић, Д.: Писани изводи са предавања, Машински факултет Београд, Београд, 2008-2011.

2. Бугарић, У., Петровић, Д.: Моделирање система опслуживања, Машински факултет Београд, Београд, 2011.
3. Зрнић, Ђ., Петровић, Д.: Фабричка постројења – збирка задатака, Машински факултет Београд, Београд, 1990.
4. Зрнић, Ђ., Петровић, Д.: Стохастички процеси у транспорту, Машински факултет Београд, Београд, 1994.
5. Bloomberg, D. J., LeMay, S. B., Hanna, J. B.: Logistics, Prentice Hall, New York, 2002.
6. Практична настава у индустријском окружењу.
7. Персонални рачунари.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 25

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 6

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 40

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Asimow, M.: Introduction to Design, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1962.

Hall, A. D.: A methodology for systems engineering, Van Nostrand, Princeton, New Jersey, 1962.

Cooper, B. R.: Introduction to queueing theory (second edition), Elsevier North Holland, New York, 1981.

Muther, R.: Systematic Layout Planning, Cahners Publishing Company Inc., Boston, 1973.

## Индустријски менаџмент

ID: 0419

носилац предмета: Покрајац У. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Циљ овог предмета јесте да се студенти упознају са основним принципима, методама и техникама управљања уопште, и посебно у индустријским предузећима. Циљ је да се усвоје знања и вештине које ће бити солидна основа за даље стицање компетенција за самостално и одговорно учествовање у процесима пословног одлучивања у савременим условима.

### исход

Савладавањем градива из предмета Индустријски менаџмент добијају се савремена знања из теорије и праксе пословног управљања уопште, а посебно у индустријским предузећима, при чему је нагласак на постизању компетентности за јачање иновативности као кључног чиниоца конкурентности у турбулентном пословном окружењу, домаћем и иностраном.

### садржај теоријске наставе

Менаџмент и предузетништво: спољашње окружење, друштвена одговорност и пословна етика. Типови менаџера. Менаџерске улоге. Индустрија и њена трансформација. Планирање, стратешко планирање и стратешки менаџмент. Предвиђање и прогнозирање. Организација и организовање као менаџерски ресурс. Одлучивање као процес решавања проблема. Људски ресурси као имовина предузећа. Конфликти и управљање конфликтима. Управљање креативношћу и иновацијама. Концепт "учеће организације". Принципи управљања технолошким иновацијама. Основни принципи управљања знањем (knowledge management). Вођење. Стилски вођења. Мотивација. Системи комуникација. Контролисање као повратна спрега управљања. Управљање индустријским пројектима. Квалитет као управљачка варијабли. Еколошки менаџмент. Глобализација и менаџмент.

### садржај практичне наставе

Вежбе се састоје од аудиторних вежби, односно дискусија и радионица на којима се додатно разрађују одабране теме, као и карактеристични индустријски случајеви из домаће и светске праксе. Посебна пажња биће посвећена проблематици иновативности, а посебно технолошке иновативности као фактору конкурентности. Такође, питања транзиције менаџмента у лидерство биће шире анализирана, као и друга питања из области савременог пословног управљања. Осим тога, вежбе се користе и за припремне консултације за израду и одбрану семинарских радова.

### услов похађања

### ресурси

Поред наведене литературе биће коришћени и остали ресурси, а пре свега хендаутси и



одабрани линкови на Интернету, као и припремљени пословни случајеви из домаће и иностране праксе.

Слободан Покрајац, Драгица Томић, Менаџмент, Алфа-граф, Нови Сад, 2011

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 10

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 20

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

### **литература**

C.M.Chang, Engineering Management: Challenges in the New Millenium, Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2005

John Jeston and Johan Nelis, Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations, Butterworth-Heinemann, 2006

## Инжењерска економија

ID: 0569

носилац предмета: Милановић Љ. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Да упути студенте у инжењерске и њима одговарајуће економско-финансијске процесе и да им укаже на односе, везе и правила по којима се ти процеси одвијају при генерисању и избору оптималних варијанти пројеката за општу успешност у остваривању развојних циљева предузећа

### исход

Савладавањем овог програма студент стиче следеће опште способности: анализе и синтезе и предвиђања решења и последице; овладавање методима, поступцима и процесима истраживања; примена знања у пракси. Такође стиче и следеће предметно-специфичне способности: решавања конкретних проблема уз употребу научних метода и поступака; повезивања основних знања из различитих области и њихове примене.

### садржај теоријске наставе

Увод у анализу и оцену ефикасности пројеката; садржај инвестиционе студије: анализе бонитета предузећа-инвеститора; анализе тржишта; анализе техничко-технолошких аспеката инвестирања; анализа организационо-управљачких аспеката инвестирања; еколошка анализа и економско-финансијска анализа. Временска вредност новца: методи обрачуна камате и израчунавање каматних формула. Методи оцене пројеката: метод нето садашње вредности, метод анuitета, метод ИСР, МАПИ метод, Б/Ц анализа. Амортизација – врсте амортизација, методи обрачуна амортизације. 5. Анализа трошкова-класификација трошкова са инжењерског становишта. Конкретна анализа пројеката: анализа оперативних, инвестиционих и финансијских активности пројекта; утицај инфлације и ризика на анализу пројеката.

### садржај практичне наставе

1. аудиторна вежба: Обновљање градива са првог часа предавања уз детаљнију анализу садржаја инвестиционе студије. 2. аудиторна вежба: техничко-технолошки и еколошки аспекти пројекта. и  
3. аудиторна вежба: економско-финансијска анализа у инвестиционој студији.

1. рачунска вежба: задаци из временске вредности новца и метода НСВ. 2. рачунска вежба: задаци из метода анuitета. 3. рачунска вежба: задаци из метода интерне стопе рентабилности. 4. рачунска вежба: задаци из МАПИ метода и амортизације. 5. рачунска вежба: задаци из анализе трошкова; 6. рачунска вежба: задаци из анализе оперативних, инвестиционих и финансијских активности пројекта и анализе пројеката под утицајем инфлације.  
7. рачунска вежба: задаци из анализе пројеката под утицајем ризика.

### услов похађања

## **ресурси**

1. Handouts,
2. Дубоњић Р, Милановић Љ Д: Инжењерска економија, Издавачки центар за ИНДУСТРИЈСКИ МЕНАЏМЕНТ плус, Крушевац, 2005.,
3. Милановић Љ Д и др: Израда инвестиционе студије, Београд, 1998.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 8

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 16

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 6

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 4

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 30

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

## **литература**

- Park, Ch: Contemporary Engineering Economics, Addison-Wesley Publishing Company, 1993.  
Young, D.: Modern engineering economy, John Wiley & Sons, 1993.  
Shtub A, Bard J, Globerson S: Project Management, Prentice Hall, 1994.  
Milanović D Lj, Dubonjić R: “Use of the Elasticity of Net Present Value in Risk Analysis of Engineering Investments Projects”, FME Transactions, Vol 33, No 1, 2005., FME, pp. 47-51.  
Newnan D, Lavelle J: Engineering Economic Analysis, Engineering Press, Austin, Texas, USA, 1998.

## **Квантитативне методе**

**ID:** 0415

**носилац предмета:** Вељковић А. Зорица

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 6

**облик завршног испита:** писмени

**катедра:** индустријско инжењерство

### **циљ**

Циљеви предмета се да се студенти упознају са основама статистичких метода које се користе у индустријској пракси. Тежиште је стављено на идентификацију проблема, методе решавања проблема, процедуре за поједине методе и постављања система за одлучивање на основу добијених резултата, односно интерпретације резултата.

### **исход**

Након положеног испита од студената се може очекивати да знају да употребе статистичких методе за циљно решавање проблема у пракси, односно да умеју да поставе проблем тако да на њега могу да добију одговарајући одговор. Током предмета студенти овладавају процедурама за коришћење одговарајућих статистичких метода. Такође се очекује да стекну способност интерпретације добијених резултата

### **садржај теоријске наставе**

Теоријска настава следеће статистичке области: основне појмове из статистике, графичко приказивање података, описно описивање података кроз одређивање основних статистика, параметарске интервале поверења, параметарске тестове хипотеза и то за средину, разлику средина, варијансу, однос варијанси, за велике и мале узорке, као и за пропорцију и однос пропорција. Поред тога дате су основе за доношење одлука на основу п нивоа теста. Непараметарски тестови обухватају тест испитивања функционалне зависности (Колмогоров), тестове поређења две расподеле (Колмогоров-Смирнов, Ман-Витни) и тест испитивања медијане. Анализа варијансе се односи основне моделе једофакторске анализе варијансе, као и на дво- и тро-факторску анализу варијансе. Регресиона испитивања обухватају једноструку и вишеструку линеарну регресију, као и њихове модификације. Посебно је дата корелациона анализа, како за једноструку и вишеструку линеарну регресију, тако и за непараметарску регресију

### **садржај практичне наставе**

Практична настава прати теоријску наставу са задацима чији је циљ идентификација проблема, идентификација методе за решавање проблема, постављање проблема, спровођење одговарајуће процедуре решавања проблема и доношење одговарајућих закључака. Посебна пажња је стављена на обучавање студената за коришћење табела за идентификацију параметарских интервала поверења, а нарочито параметарских хипотеза и то, постављање алгорита за решавање проблема и коришћење табела за избор процедуре тестирања хипотеза, као и правилну идентификацију и постављање проблема, завршно са анализом и начинима правилног доношења закључака на основу добијених резултата.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Пре сваког часа предавања и вежби студенти добијају хендоуте у електронском облику. Према потреби, студенти унапред добијају материјале који ће бити потребни за праћење и активно учествовање у настави.

Радојевић, С, Вељковић З, Квантитативне методе, ЦД, МФ

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 2

рачунски задаци: 18

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 8

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 1

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 31

### **литература**

Радојевић, С, Вељковић З, Квантитативне методе, ЦД, МФ

Montgomery, DC, Runger, GC Applied Statistics and Probability for Engineers, Fourth Edition, Wiley, 2007

## Менаџмент информациони системи

ID: 0523

носилац предмета: Мисита Ж. Мирјана

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Упознавање студената са савременим теоријским и практичним сазнањима из области Менаџмента информационих система. Коришћење савремених софтверских алата у циљу побољшања квалитета одлука у области индустријског инжењерства. Системи за подршку одлучивању и експертни системи.

### исход

Након положеног испита студент разуме значај примене МИС-а у решавању менаџмент проблема. Студент зна да примени софтверске алате: системе за подршку одлучивању, експертне системе у решавању сложених менаџмент проблема.

### садржај теоријске наставе

Појам Менаџмент информациони систем (МИС). Процес доношења одлука. Методе и техинке које се користе у процесу доношења одлука од стране менаџера. Нове ИТ и Web апликације у функционалним областима. Управљачки информациони системи. Системи за подршку одлучивању. Управљање знањем. Интелигентни системи подршке. Експертни системи. Остали интелигентни системи. Хибридни системи. Савремени софтвер у менаџменту.

### садржај практичне наставе

Задатак 1) Коришћењем софтверског алата - Система за подршку одлучивању потребно је извршити пројектовање модела, генерисање хијерархије критеријума и алтернатива увођењем квалитативних и квантитативних скала, увођењем неизвесности или коришћењем функција, описати реални проблем из производне праксе. Извршити рангирање алтернатива по методи АХП или СМАРТ. Анализа сензитивности. Презентација пројектног задатка. Задатак 2) Коришћењем шкољке експертног система потребно је пројектовати базу знања, повезати продукциона правила. Тестирати експертни систем. Презентација пројектног задатка. Задатак 3) Повезати претходна два пројектна задатка и формирати хибридни систем. Презентација пројектног задатка.

### услов похађања

### ресурси

1. Књига - Милановић Д. Драган, Мисита Мирјана, Информациони системи подршке управљању и одлучивању, Машински факултет, Београд, 2008.
2. Hendout-и.
2. Рачунарска учионица.
3. Софтверски пакети: систем за подршку одлучивању, експертни систем.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 40

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 10

**литература**

Милановић Д. Драган, Мисита Мирјана, Информациони сиситеми подршке управљању и одлучивању, Машински факултет, Београд, 2008.

Turban E., Aronson J., Decision Support and Business Intelligence Systems, Pearson International Edition, 9th edition, 2010.



## Операциона истраживања

ID: 0421

носилац предмета: Бугарић С. Угљеша

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Циљ предмета је овладавање (коришћење) академским и научним методама и техникама базираним на квантитативним основама за налажење алтернативних (оптималних) решења проблема реалног света на основу којих корисник може да обави анализу и синтезу решења, донесе одлуку и предвиди последице.

### исход

Решавање конкретних проблема уз употребу научних метода, поступака и техника користећи анализу, синтезу и предвиђање решења и последица као и овладавање методима, поступцима и процесима истраживања и примена знања (стечених вештина) у пракси.

### садржај теоријске наставе

Увод. Класификација проблема. Линеарно програмирање (графичко решавање, симплекс метод, дуални проблем, анализа осетљивости). Транспортни проблем (отворени и затворени). Нелинеарно програмирање. Динамичко програмирање. Мрежно планирање (анализа структуре, анализа времена по методи PERT/CPM, критични пут, анализа трошкова). Системи опслуживања – Теорија редова (модел теорије редова – једноканални, вишеканални са делимичном и потпуном помоћи, са ограниченим и бесконачним извором јединица, оптимизација у системима опслуживања). Симулација система опслуживања (приступ симулацији, Монте Карло метод, генерисање случајних бројева, обрада и презентација резултата). Одлучивање. Предвиђање (методе предвиђања).

### садржај практичне наставе

Аудиторне вежбе (Примери задатака линеарног програмирања, транспортног проблема, нелинеарног програмирања, динамичког програмирања. Примери задатака мрежног планирања – анализа структуре, анализа времена по методи PERT/CPM, анализа трошкова. Примери примене модела теорије редова – једноканални, вишеканални, отворени затворени са и без помоћи међу каналима за опслуживање. Оптимизација система опслуживања. Примена симулације и Монте Карло метода при моделирању и анализи система опслуживања. Примери из области одлучивања и предвиђања.). Лабораторијска вежбања (уознавање са расположивим софтвером).

### услов похађања

### ресурси

1. Бугарић, У.: Писани изводи са предавања, Машински факултет Београд, Београд, 2008-2011.
2. Бугарић, У., Петровић, Д.: Моделирање система опслуживања, Машински факултет Београд, Београд, 2011.

3. Бугарић, У.: Методологија анализе рада једнопозиционих машина, Задужбина Андрејевић, Београд, 2003.
4. Програмски пакет: QtsPlus, Version 3.0 (Queuing theory software Plus).
5. Програмски пакет: QSopt Version 1.0 (Linear programming problems).
6. Програмски пакет: IOR Tutorial (Interactive Operations Research).
7. Програмски пакет: MS – Project (Project management).
8. Персонални рачунари.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 21

лабораторијске вежбе: 9

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 9

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

- Петрић, Ј., Операциона истраживања (књига 1 и 2), Савремена администрација, Београд, 1990.
- Жиљак, В.: Симулација рачуналом, Школска књига, Загреб, 1982.
- Clymer, J. R.: Systems analysis using simulation and Markov models, Prentice-Hall International Inc., 1990.
- Churchman, C. W., Ackoff, R. L., Arnoff, E. L.: Introduction to Operations research, John Willey & Sons Inc., 1957.
- Hillier, F. S., Lieberman, G. J.: Introduction to operations research (seventh edition), McGraw-Hill, New York, 2000.

## Организација производње 2

ID: 0413

носилац предмета: Милановић Д. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Циљ предмета је проучавање процеса управљања пословно-производним системом у интеракцији са околином. Идентификација проблема у пословно-производним системима и процес њиховог решавања са поступком имплементације. Истраживање и пројектовање макро и микро организационе структуре производње. Управљање пословно-производним системом и обезбеђење свих потребних ресурса за нормално функционисање производње.

### исход

Студенти стичу потребна знања и вештине да могу успешно да управљају и руководе пословно-производним системима. Поред тога оспособљени су да пројектују организационе структуре, производни програм и производне процесе. Посебно је значајно што се припремају да аналитички сагледају комплексност проблема и да применом савремених метода реше проблеме.

### садржај теоријске наставе

Комплексна оптимизација пословно-производних система у интеракцији са околином. Класификација пословно-производних система по карактеру технолошког процеса. Типови организационе структуре производње. Методе и технике снимања стања техничко-технолошких основа производње. Пословно-производни проблеми и процес њиховог решавања са поступком имплементације. Организациона структура производних и помоћних јединица, функционисање и функционалне релације са организационим јединицама. Управљање временом као ненадокнадивим ресурсом, производни циклус и рокови испоруке, коефицијент протока, унутрашње резерве и могућности њиховог коришћења. Пројектовање макро, микро и интра организационе структуре. Статички и динамички аспект са садржајем послова по организационим јединицама. Пројектовање кибернетског модела организације непосредне припреме производње и обезбеђење свих потребних ресурса за нормално функционисање производних радних места. Методе и технике снимања радних места.

### садржај практичне наставе

Вежбе се реализују кроз пројектни задатак у предузећу. Пројектни задатак треба да утврди најважније организационе проблеме у предузећу и предложи начин за њихово решавање у циљу повећања општег нивоа организације и рационализације пословања и производње. Посебан акценат се ставља на пројектовање посла на радном месту. Опис посла, услови рада, систематизација радних места и матрица радних места. Студенти дају конкретне предлоге рационализације и побољшања функционисања одређених организационих целина у пословно-производном систему применом савремених метода и техника индустријског инжењерства.

### услов похађања

## ресурси

Предузеће за реализацију пројекта како би се студенти упознали са реалним условима производње, снимили постојеће стање и прикупили документацију. Катедра дозвољава студентима коришћење опреме за снимање услова рада на радном месту. Препоручује се коришћење додатне литературе у зависности од теме пројектног задатка.

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 25

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

## провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

## литература

Вуксан Булат, Организација производње, Машински факултет, Београд, 1999.

Томислав Јовановић, Драган Д. Милановић, Весна Спасојевић, Савремена организација и управљање производњом, Машински факултет, 1996.

Томислав Јовановић, Драган Д. Милановић, Зорица Вељковић, Збирка задатака из квантитативних метода, Београд, 1996.



## Пројектовање логистичко-дистрибутивних система

ID: 0420

носилац предмета: Петровић Б. Душан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Постизање компетенција и академских вештина у процесу пројектовања индустријских система. Посебан акценат се ставља на развој креативних способности и овладавање специфичним практичним вештинама потребним за обављање професије у смислу примене метода операционих истраживања, поступка анализе и синтезе са циљем добијања оптималног практичног решења.

### исход

Савладавањем студиског програма стичу се следеће опште способности: анализа, синтеза и предвиђање решења у процесу пројектовања а на бази примене знања у пракси на основу професионалне етике као и развој критичког и самокритичког мишљења и приступа.

### садржај теоријске наставе

Логистички систем у привредном окружењу (веза производног система са транспортним системом, менаџментом тражње и набавке, и складишним системом). Пројектна документација система (физибилити студија, идејно решење, идејни пројекат, тендерска документација, главни технолошко - машински пројекат, остали главни пројекти, извођачки пројекат и пројекат изведеног стања). Претходне анализе за пројектовање система (генерални урбанистичко - архитектонски услови, логистичке и транспортне везе, енергетски потенцијал). Поступак пројектовања система. Реализација пројекта и генерисање резултата.

### садржај практичне наставе

Аудиторне вежбе (Увод у пројектовање за дефинисани логистичко-дистрибутивни систем. Анализа активности на формирању идејног решења и идејног пројекта, активности око одабира технолошке и остале опреме, активности на формирању главног технолошко - машинског пројекта и извођачког пројекта). Израда пројекта (Израда пројекта логистичко-дистрибутивног система. Дефинисање неопходних параметара и окружења за пројектовање конкретног система. Дефинисање потребних капацитета система. Формирање пројектних задатака за остале пројекте. Реализација самог технолошко - машинског пројекта система).

### услов похађања

### ресурси

1. Бугарић, У., Петровић, Д.: Писани изводи са предавања, Машински факултет Београд, Београд, 2008-2011.
2. Бугарић, У., Петровић, Д.: Моделирање система опслуживања, Машински факултет Београд, Београд, 2011.
3. Бугарић, У.: Методологија анализе рада једнопозиционих машина, Задужбина

Андрејевић, Београд, 2003.

4. Зрнић, Ђ., Петровић, Д.: Фабричка постројења – збирка задатака, Машински факултет Београд, Београд, 1990.

5. Зрнић, Ђ., Петровић, Д.: Стохастички процеси у транспорту, Машински факултет Београд, Београд, 1994.

6. Практична настава у индустријском окружењу.

7. Персонални рачунари.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 4

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 26

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 40

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**



Asimow, M.: Introduction to Design, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1962.

Hall, A. D.: A methodology for systems engineering, Van Nostrand, Princeton, New Jersey, 1962.

Kleinrock, L.: Queueing Systems, Volume I: Theory, John Wiley & Sons, New York, 1975.

Hillier, F. S., Lieberman, G. J.: Introduction to operations research (seventh edition), McGraw-Hill, New York, 2000.

Muther, R.: Systematic Layout Planning, Cahners Publishing Company Inc., Boston, 1973.

## Пројектовање организације

ИД: 0574

носилац предмета: Спасојевић-Бркић К. Весна

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Циљ предмета је стицање неопходних знања и практичних вештина који ће омогућити студенту да дефинише међузависности елемената организационе структуре и процеса тако да у датој или предвиђеној организационој ситуацији обликовани организациони систем (предузеће или његов део) постигне задате циљеве.

### исход

Исходи предмета су : а) стицање теоријског и практичног знања на пољу намерног и контролисаног развоја и промене организације ради побољшања ефикасности и ефикасности, али и услова рада у организацији б) усклађивање организационих и техничко-технолошких фактора и промена организационе културе и климеи ц) постављање модела оптималне организације с обзиром на постављени циљ и расположива средства. По завршетку курса студент ће бити способан да:

- спроведе поступак пројектовања организације
- ефикасно планира и спроводи поступак пројектовања
- користи различите алата и технике пројектовања организације
- управља ризицима у пројектовању
- препознаје и управља претњама и изазовима организационих промена.

### садржај теоријске наставе

Основни појмови о пројектовању организације. Елементи теорије организације. Развој теорије организације. Појам пројектовања организације. Правци досадашњег развоја теорије организације. Ситуацијски модел. Mintzbergov модел. Wilsonov модел. Инксонов модел. Lawrence & Lorshov модел. Frieblander-Brownov модел Denningov модел. НРИ модел. Модел менаџерске решетке. Grainerov модел. Искуства домаћих аутора у пројектовању организације. Емпиријска истраживања организационих, техничко-технолошких и културалних промена у организационим системима.

### садржај практичне наставе

Снимање стања релевантних чинилаца пословања и производње у реалним условима. Анализа ситуацијских фактора (окружење, величина, старост и тип предузећа). Анализа стратегијских варијабли (стратегија раста и развоја). Анализа структурних фактора (технологија 'тип производње и организациона структура). Анализа варијабли понашања (организациона култура и клима) . Анализа показатеља успешности пословања (развојне, оперативне и финансијске перформансе предузећа). Предлог нове макроорганизационе структуре производног предузећа са посебним освртом на микроорганизациону структуру производне функције. Провера предложеног решења организационе структуре предузећа програмским пакетом OrgCon.

### услов похађања

### ресурси

1. Спасојевић Бркић В., Контингентна теорија и менаџмент квалитетом, Машински факултет, Београд, 2009.
2. Јовановић Т., Милановић Д. Д., Спасојевић В., Савремена организација и управљање производњом, Машински факултет, Београд, 1996.
3. Кларин М., Индустијско инжењерство, Књига 1, Организација и планирање производних процеса, Машински факултет, Београд, 1996.
4. Цвијановић Ј., Пројектовање организације, Економски институт, Београд, 1992.
5. Van de Ven A., Ferry D., MEASURING AND ASSESSING ORGANIZATIONS, John Wiley & Sons, New York, 2000.
6. Handout

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 3

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 6

семинарски рад: 0

пројекат: 20

консултације: 1

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 1

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 35

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

1. Спасојевић Бркић В., Контингентна теорија и менаџмент квалитетом, Машински факултет, Београд, 2009.
2. Јовановић Т., Милановић Д. Д., Спасојевић В., Савремена организација и управљање производњом, Машински факултет, Београд, 1996.
3. Кларин М., Индустијско инжењерство, Књига 1, Организација и планирање производних процеса, Машински факултет, Београд, 1996.
4. Cvijanović J., Projektovanje organizacije, Institute of Economics, 1992.
5. Van de Ven A., Ferry D., MEASURING AND ASSESSING ORGANIZATIONS, John Wiley & Sons, New York, 2000.

## Пројектовање система човек - машина

ИД: 0520

носилац предмета: Жуњић Г. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: усмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Циљ предмета је стицање основних академских знања која се односе на дизајнирање система човек - машина. Ова знања се могу употребити како за дизајнирање и оцену различитих производа и индустријских система, тако и за редизајнирање у смислу унапређења система човек - машина - окружење. Студенти треба да овладају неопходним практичним вештинама које подразумевају интегрисани ергономски приступ, у циљу свеобухватног решавања одређених дизајнерских проблема.

### исход

Савладавањем програма који се односи на дизајн система човек - машина, студент стиче способност свестраног сагледавања и решавања различитих инжењерских проблема уз примену научно заснованих ергономских метода, техника и препорука. Очекује се да студент стечено знање може применити у свакодневном раду и пракси, имајући у виду да у готово свим гранама индустрије постоји потреба за дизајнирањем које укључује људски фактор.

### садржај теоријске наставе

Механичке опасности и безбедност рада машина. Анализа опасности у систему човек - машина и њихова превенција. Безбедност и поузданост употребе производа. Управљање грешкама у систему човек - машина. Ергономија дизајнирања техничке и пројектне документације. Препоруке за дизајнирање техничке и пројектне документације.

### садржај практичне наставе

Унапређење безбедности рада машина (аудиторна вежба). Израда семинарског рада - студент бира тему из групе понуђених тема. Основне процедуре за идентификацију и анализу опасности при раду уређаја и постројења (аудиторна вежба). Препоруке за дизајнирање безбедних производа (аудиторна вежба). Класификација и предвиђање грешака у систему човек - машина (аудиторна вежба). Израда првог пројекта - Идентификација опасности у радном окружењу. Примери лоших ергономских дизајнерских решења производа - студије случаја (аудиторна вежба). Израда другог пројекта - Ергономска оцена дизајнерског решења упутства за употребу. Процена ризика у систему човек - машина (аудиторна вежба).

### услов похађања

### ресурси

Жуњић А. и Ћулић М., 2007, Практикум за лабораторијске вежбе из индустријске ергономије, Машински факултет, Београд. Кларин М. и Жуњић А., 2007, Индустријска ергономија, Машински факултет, Београд.

### фонд часова

укупан фонд часова: 45

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 12

разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 2

пројекат: 5

консултације: 6

дискусија/радионица: 2

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 1

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 3

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 40

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

**литература**

Handbook of human factors and ergonomics in consumer product design: uses and applications, 2011, Edited by Karwowski W., Soares M. and Stanton N., Taylor & Francis, London.

Sanders M. and McCormick E., 1993, Human factors in engineering and design, McGraw - Hill, Singapore.

Woodson W., 1981, Human factors design handbook, McGraw-Hill Book Company, New York.

## Савремени приступи у управљању квалитетом

ID: 0524

носилац предмета: Вељковић А. Зорица

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: писмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Циљ предмета је упознавање студената са основним појмовима и значајем квалитета у предузећима. Студенти се упознају са основним принципима, методама и приступима квалитету као што су Тотално управљање квалитетом, систем стандарда ИСО 9001:2008 као и најновијим трендовима у области квалитета као што је Систем шест сигма.

### исход

Након израђених пројектних задатака и положеног испита студенти ће бити у стању да користе основне менаџерске и статистичке методе квалитета. Студенти ће добити информације о савременим трендовима, методама и софтверу који се користе у области квалитета, и биће у могућности да многе од њих примене.

### садржај теоријске наставе

Теоријски део предмета обухвата разматрање појма и улоге квалитета у оквиру предузећа, улоге квалитета са аспекта предузеће и са аспекта производње, дефинисања стварних потреба за квалитетом и квалитет са аспекта потрошача производа или услуга које предузеће пружа. Приказане су основне и менаџерске методе квалитета. Дате су основе статистике потребне за квалитет . Приказана су три основна приступа квалитету Тотални менаџмент квалитета - TQM, стандарди који се односе на квалитет са посебним освртом на ЈУС ИСО 9001:2008 идр., као Систем Шест Сигма, најсавременији и широко примењени приступ у свету. TQM даје Демингов приступ, карактеристике које се захтевају од производње као и основне методе као што су бенчмаркинг, тагучијеве методе, кајзен 5с, итд. Део који се односи на стандарде обухвата приказ садржаја стандарда и њихових основних захтева, предности и ограничења која они дају. Систем Шест сигма приказује основну методологију - DMAIC и методе везане за њу, начин увођења, предности метода и начин доношења одлука на основу података, као основу метода.

### садржај практичне наставе

Предмет садржи лабораторијску вежбу на којој се студенти упознају са савременим софтверским пакетима и самосталне израде семинарског рада из области покривених предметом и на основу расположиве литературе.

### услов похађања

### ресурси

Пре сваког часа предавања и вежби студенти добијају хендоуте у електронском облику. И део литературе потребан за израду семинарског рада.

### фонд часова

укупан фонд часова: 30

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 10

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 2

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 8

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 4

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 1

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 60

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 31

### **литература**

Поповић, Б, Кларин, М (2003) Пројектовани квалитет производа - Quality of Design, Машински факултет, Београд

Stapenhurst T(2005) Mastering Statistical Process Control A Handbook for Performance Improvement Using Cases, Elsviere

Schlickman, JJ (2003) ISO 9001: 2000 Quality Management System Design, Artech House

Pyzdek, T (2003) The Six Sigma Handbook: The Complete Guide for Greenbelts, Blackbelts, and Managers at All Levels, McGraw Hill



## Страни стручни језик

ID: 0805

носилац предмета: Весић-Павловић С. Тијана

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: усмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Овладавање стручном терминологијом машинства и оспособљавање студената за коришћење стручне литературе на енглеском језику које доприноси њиховом активном усавршавању и целоживотном учењу.

### исход

Проширивање и обогаћивање употребе стручне лексике у усменој и писаној форми; стицање и савладавање вештина писања научног рада на енглеском језику.

### садржај теоријске наставе

Тематски садржаји из различитих области машинства, са фокусом на карактеристичне конструкције које се користе у стручном говорном и писаном језику. Овладавање формулацијама које се употребљавају у научним и стручним радовима из различитих области машинства. Структура научног рада на страном језику.

### садржај практичне наставе

Говорна и писана вежбања, тумачење графикона и схема на страном језику. Презентација одабраног научног рада, прављење сажетака, писање биографије и кратког есеја за пријављивање на посао.

### услов похађања

### ресурси

1. M. Ibbotson, Cambridge English for Engineering, Cambridge University Press, Cambridge, 2008.

### фонд часова

укупан фонд часова: 30

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 10

разрада и примери (рекапитулација): 5

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 5

консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 5  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 0

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 50  
завршни испит: 40  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

#### **литература**

E.H. Glendinning, N. Glendinning. Oxford English for Electrical and Mechanical Engineering, Oxford University Press, Oxford, 1996.  
M. Ibbotson, Professional English in Use: Engineering. Technical English for Professionals. Cambridge University Press, Cambridge, 2009

## Стручна пракса М - ИИЕ

ИД: 0798

носилац предмета: Милановић Љ. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Циљ предмета је упознавање са производним процесима у индустријским предузећима и стицање практичних знања на пољу организације рада и економике предузећа. Студенти ће се у оквиру овог предмета упознати са пословима дијагностицирања и подизања општег нивоа организације предузећа и економског пословања предузећа. Методе и технике ће бити од користити студентима у њиховом свакодневном обављању инжењерских послова.

### исход

Савладавањем програма предмета студент се у производним предузећима упознаје са производним процесима у предузећу, унутрашњим транспортом, теротехнолошким процесима, функцијом планирања производње, пословима набавке и складиштења материјала, економско-финансијским пословањем предузећа итд.

### садржај теоријске наставе

Улога и значај стручне праксе - индустријско инжењерство. Организација посете фабрикама металопрерађивачког комплекса у Београду, где студент стиче неопходна знања и практичне вештине на пољу планирања и организације производних процеса и економске основе за пословно одлучивање у предузећима. Студент стиче теоријску подлогу на пољу научних дисциплина, као што су организација производних процеса, теротехнологија, економика предузећа итд. такође се упознаје са могућностима примене савремених метода и техника у предузећу у циљу побољшања производње и развоја предузећа.

### садржај практичне наставе

Производни програм и тип производње у разматраном предузећу. Снимак и анализа постојеће организационе структуре предузећа. Анализа утицајних фактора на пројектовање организационе структуре предузећа. Избор оптималне стратегије за решавање структурних, управљачких и функционалних проблема у предузећу. Приказ и анализа заступљених метода за планирање и праћење производње. Упознавање са системом одржавања. Приказ и анализа заступљених метода за инвестиционо одлучивање у предузећу. Упознавање са билансом успеха предузећа.

### услов похађања

### ресурси

1. Булат В., Организација производње, МФ, Београд, 1999. г.
2. Јовановић Т, Милановић Д Д, Спасојевић В, Савремена организација и управљање производњом, Београд, 1996.

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 0

разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 40

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 3

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 3

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 80

завршни испит: 20

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

**литература**

Дубоњић Р, Милановић Љ Д: Инжењерска економија, Издавачки центар за ИНДУСТРИЈСКИ МЕНАЏМЕНТ плус, Крушевац, 2005.

Кларин М: Планирање и управљање производњом, Индустијско инжењерство I, Београд, 1996.

## Теротехнолошко управљање ризиком

ID: 0513

носилац предмета: Спасојевић-Бркић К. Весна

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: индустријско инжењерство

### циљ

Циљ предмета је стицање неопходних знања и практичних вештина који ће омогућити студенту да примењује системе одржавања засноване на управљању ризицима, захваљујући знањима из области идентификације, анализе, процене ризика и одлучивања на основу тих чињеница.

### исход

Исходи предмета су : а) стицање теоријског и практичног знања на пољу основних система, метода и стратегија одржавања машина и опреме б) упознавања са методама одржавања заснованих на ризику, ц) РИМАП И РЦМ модели и д) примена модела у пракси.

### садржај теоријске наставе

Дефиниција теротехнологије. Теротехнолошки поступци, радње и технологије. Циљ и подциљеви теротехнолошких активности. Начела одржавања. Политика одржавања. Системи одржавања. Организациона структура функције одржавања. Методе и стратегије одржавања. Методе одржавања засноване на ризику. Одржавање према поузданости - РЦМ метода. Квалитативна оцена ризика. Инспекција заснована на ризику - РБИ. Концепт одржавања заснованог на ризику – РБИМ. Управљање животним веком техничких средстава засновано на ризику - РБЛМ. Управљање засновано на ризику - РБМ. Процедуре одржавања заснованог на ризику - РИМАП. Методе и технике управљања ризиком. Процена ризика на радном месту и у радној околини. Могућности примене теротехнолошког управљања ризиком у домаћој индустријској пракси.

### садржај практичне наставе

Прикупљање и систематизација података прикупљених у предузећима. Прикупљање и евалуација података о појединачним ризицима. Прелиминарна матрица ризика. Израчунавање појединачних ризика. Матрица ризика. Прелиминарна евалуација могућих сценарија настанка последица. Примена метода и техника управљања ризиком. Детаљна анализа једног или више одабраних сценарија, укључујући и анализу вероватноће да се они остваре. Детаљна техничка анализа могућих последица различитих сценарија. Свеукупна анализа могућих последица и анализа у смислу осигурања и реосигурања.

### услов похађања

### ресурси

- 1.Кларин М., Ивановић Г., Станојевић П., Раичевић Р. , Принципи теротехнолошких поступака, Машински факултет, Београд,1994.
2. Smith D., Reliability, Maintainability and Risk - Practical methods for engineers, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, 2005.

3. Zio E., AN INTRODUCTION TO THE BASICS OF RELIABILITY and RISK ANALYSIS, World Scientific Publishing Co., 2007.

4. Handout

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 3

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 36

консултације: 1

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 55

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

### **литература**

1.Кларин М., Ивановић Г., Станојевић П., Раичевић Р. , Принципи теротехнолошких поступака, Машински факултет, Београд,1994.

2. Smith D., Reliability, Maintainability and Risk - Practical methods for engineers, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, 2005.

3. Zio E., AN INTRODUCTION TO THE BASICS OF RELIABILITY and RISK ANALYSIS, World Scientific Publishing Co., 2007.

## **МАТЕМАТИКА**

Вероватноћа и статистика

Математика М

Теорија комплексних функција

## Вероватноћа и статистика

ID: 0354

носилац предмета: Аранђеловић Д. Иван

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: математика

### циљ

Упознавање са поступцима терорије вероватноће, теорије поузданости, математичке статистике и њиховим најважнијим применама у техници. Упознавање са поступцима регресионе анализе и стохастичког моделирања.

### исход

Оспособљавње студената за примену терорије вероватноће, теорије поузданости и математичке статистике у решавању техничких проблема, као и развијање способности за самостално моделирање недерминистичких система.

### садржај теоријске наставе

Основни појмови теорије вероватноће. Случајни догађаји. Условна вероватноћа догађаја. Формула тоталне вероватноће. Бајесова формула. Бернулијева формула и њене апроксимације. Случајне променљиве. Централна гранична теорема. Регресија. Задатак математичке статистике. Опште о тачкастим оценама параметара расподеле. Оцене очекиване вредности и дисперзије случајне променљиве. Методе за добијање тачкастих оцена параметара расподеле. Интервали поверења. Тестирање статистичких хипотеза. Метод најмањих квадрата. Поузданост техничких система. Тестирање непараметарских хипотеза. Анализа варијансе. Планирање статистичког експеримента. Случајни бројеви. Метод Монте Карло. Моделирање случајних променљивих. Симулација рада техничког система .

### садржај практичне наставе

Основни појмови теорије вероватноће. Случајни догађаји. Условна вероватноћа догађаја. Формула тоталне вероватноће. Бајесова формула. Бернулијева формула и њене апроксимације. Случајне променљиве. Централна гранична теорема. Регресија. Задатак математичке статистике. Опште о тачкастим оценама параметара расподеле. Оцене очекиване вредности и дисперзије случајне променљиве. Методе за добијање тачкастих оцена параметара расподеле. Интервали поверења. Тестирање статистичких хипотеза. Метод најмањих квадрата. Поузданост техничких система. Тестирање непараметарских хипотеза. Анализа варијансе. Планирање статистичког експеримента. Случајни бројеви. Метод Монте Карло. Моделирање случајних променљивих. Симулација рада техничког система.

### услов похађања

### ресурси

И. Аранђеловић, З. Митовић, В. Стојановић, Вероватноћа и статистика, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд 2011.

И. Аранђеловић, Теорија случајних догађаја, (друго издање) Вездес, Београд 2005.



С. Радојевић, З. Вељковић, Квантитативне методе, електронско издање, Београд 2003.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 5

пројекат: 2

консултације: 3

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 3

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

### **литература**

В. Симоновић: Увод у теорију вероватноће и математичку статистику, Научна књига, Београд, 1995.

З. А. Ивковић: Теорија вероватноћа са математичком статистиком, Грађевинска књига, Београд, 1980.

С. Вукадиновић: Елементи теорије вероватноће и статистике, Београд, 1986.

Б. Видаковић, Д. Бањевић, Вероватноћа и статистика, збирка задатка, Београд 1989.

М. Ненадовић, Математичка обрада података добијених мерењем, Београд 1988.

## Математика М

ID: 0812

носилац предмета: Аранђеловић Д. Иван

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: математика

### циљ

Упознавање са поступцима теорије вероватноће, теорије поузданости, математичке статистике, регресионе анализе и стохастичког моделирања и њиховим најважнијим применама у техници. Упознавање са поступцима теорије комплексних и њеним најважнијим применама у техници.

### исход

Оспособљавње студената за примену теорије вероватноће, теорије поузданости и математичке статистике у решавању техничких проблема, као и развијање способности за самостално моделирање недерминистичких система. Оспособљавње студената за примену теорије комплексних функција у решавању техничких проблема.

### садржај теоријске наставе

Основни појмови теорије вероватноће. Случајни догађаји. Условна вероватноћа догађаја. Формула тоталне вероватноће. Бајесова формула. Бернулијева формула и њене апроксимације. Случајне променљиве. Централна гранична теорема. Регресија. Задатак математичке статистике. Опште о тачкастим оценама параметара расподеле. Оцене очекиване вредности и дисперзије случајне променљиве. Методе за добијање тачкастих оцена параметара расподеле. Интервали поверења. Тестирање статистичких хипотеза. Метод најмањих квадрата. Поузданост техничких система. Тестирање непараметарских хипотеза. Анализа варијансе. Планирање статистичког експеримента. Случајни бројеви. Метод Монте Карло. Моделирање случајних променљивих. Симулација рада техничког система. Парцијалне једначине првог реда и њихови системи. Комплексни бројеви. Низови и редови комплексних бројева. Комплексне функције комплексне променљиве. Изводи комплексних функција. Хармонијске функције. Холморфне функције. Коши-Риманове једначине. Елементарне функције. Конформна пресликавања. Интеграција. Кошијева формула. Степени редови. Аналитичке функције. Рачун остатка. Интегралне трансформације. Фуријеови редови. Специјалне функције. Примене у хидродинамици, термодинамици и електротехници.

### садржај практичне наставе

Основни појмови теорије вероватноће. Случајни догађаји. Условна вероватноћа догађаја. Формула тоталне вероватноће. Бајесова формула. Бернулијева формула и њене апроксимације. Случајне променљиве. Централна гранична теорема. Регресија. Задатак математичке статистике. Опште о тачкастим оценама параметара расподеле. Оцене очекиване вредности и дисперзије случајне променљиве. Методе за добијање тачкастих оцена параметара расподеле. Интервали поверења. Тестирање статистичких хипотеза. Метод најмањих квадрата. Поузданост техничких система. Тестирање непараметарских хипотеза. Анализа варијансе. Планирање статистичког експеримента. Случајни бројеви. Метод Монте Карло. Моделирање случајних променљивих. Симулација рада техничког система. Парцијалне једначине првог реда и њихови системи. Комплексни бројеви. Низови и редови комплексних бројева. Комплексне функције комплексне променљиве.

Изводи комплексних функција. Хармонијске функције. Холморфне функције. Коши-Риманове једначине. Елементарне функције (полиноми, експоненцијалне функције, тригонометријске функције, логаритамска функција и инверзне тригонометријске функције). Конформна пресликавања. Интеграција. Кошијева формула. Степени редови. Аналитичке функције. Рачун остатка. Интегралне трансформације. Фуријеови редови. Специјалне функције. Примене у хидродинамици, термодинамици и електротехници.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. И. Аранђеловић, З. Митовић, В. Стојановић, Вероватноћа и статистика, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд 2011.
2. С. Радојевић, З. Вељковић, Квантитативне методе, електронско издање, Београд 2003.
3. И. Аранђеловић, А. Цветковић, Теорија комплексних функција, електронска скрипта, Београд 2011.
4. Д. Георгијевић, Парцијалне диференцијалне једначине, Машински факултет Београд 2002.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 25

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 5

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 4

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

### **литература**

И. Аранђеловић, Теорија случајних догађаја, (друго издање) Вездес, Београд 2005.

Б. Видаковић, Д. Бањевић, Вероватноћа и статистика, збирка задатка, Београд 1989.

Д. С. Митриновић, Комплексна анализа, Београд 1991.

М. Јевтић, М. Матељевић, Аналитичке функције, Београд 1986.

## Теорија комплексних функција

ID: 0582

носилац предмета: Аранђеловић Д. Иван

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: математика

### циљ

Упознавање са поступцима теорије комплексних и њеним најважнијим применама у техници.

### исход

Оспособљавање студената за примену теорије комплексних функција у решавању техничких проблема.

### садржај теоријске наставе

Парцијалне једначине првог реда и њихови системи. Комплексни бројеви. Низови и редови комплексних бројева. Комплексне функције комплексне променљиве. Изводи комплексних функција. Хармонијске функције. Холморфне функције. Коши-Риманове једначине. Елементарне функције. Конформна пресликавања. Интеграција. Кошијева формула. Степени редови. Аналитичке функције. Рачун остатка. Интегралне трансформације. Фуријеови редови. Специјалне функције. Примене у хидродинамици, термодинамици и електротехници.

### садржај практичне наставе

Парцијалне једначине првог реда и њихови системи. Комплексни бројеви. Низови и редови комплексних бројева. Комплексне функције комплексне променљиве. Изводи комплексних функција. Хармонијске функције. Холморфне функције. Коши-Риманове једначине. Елементарне функције (полиноми, експоненцијалне функције, тригонометријске функције, логаритамска функција и инверзне тригонометријске функције). Конформна пресликавања. Интеграција. Кошијева формула. Степени редови. Аналитичке функције. Рачун остатка. Интегралне трансформације. Фуријеови редови. Специјалне функције. Примене у хидродинамици, термодинамици и електротехници.

### услов похађања

### ресурси

1. И. Аранђеловић, А. Цветковић, Теорија комплексних функција, електронска скрипта, Београд 2011.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 10  
семинарски рад: 5  
пројекат: 0  
консултације: 5  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 3  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 5  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 25  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 15  
семинарски рад: 15  
пројекат: 0  
завршни испит: 40  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

**литература**

1. Д. С. Митриновић, Комплексна анализа, Београд 1991.
2. М. Јевтић, М. Матељевић, Аналитичке функције, Београд 1986.

## машинство и информационе технологије

C/C++

Алгоритми и структуре података

Вредновање пројеката у области информационих технологија

Дистрибуирани системи у машинству

Ексквизиција података у машинству

Информациона интеграција пословних функција 2

Методи оптимизације

Нумеричке методе прорачуна континуалних средина

Објектно оријентисана парадигма

Програмабилни системи управљања

Пројектовање дигиталних система

Пројектовање инжењерског софтвера

Рачунарске мреже

Статистичка обрада података у машинству

Стручна пракса М - МИТ

## C/C++

ID: 0508

носилац предмета: Бенгин Ч. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

- Упознавање са програмским језиком C/C++, наредбама, наменом и могућностима самог програмског језика,
- Коришћење C/C++ за програмирање неких проблема у машинству,
- Основна знања о показивачима и показивачкој техници програмирања,
- Обрада података смештених у датотекама.

### исход

После успешног одслушаног програма који је предвиђен овим предметом студент може:

- да овлада вештином коришћења програмског језика C/C++ у решавању неких проблема машинских инжењера.
- да добије основна знања о принципима програмирања у језику C/C++.
- да употребљава показиваче и показивачке технике програмирања.
- да практично решава и програмира карактеристичне машинске прорачуне.

### садржај теоријске наставе

Типови и величине података. Константе. Оператори. Приоритет и редослед израчунавања.

Искази и блокови. Наредбе гранања програма. Петље. Наредбе безусловног скока.

Основни појмови о функцијама. Спољашње промењиве. Правила опсега. Статичке и регистарске промењиве. Структура блока. Иницијализација. Рекурзија.

Декларисање поља. Приступање елементима поља. Иницијализација поља. Стрингови. Вишедимензионална поља. Поља као аргументи функција.

Показивачи и адресе. Показивачи и аргументи функција. Показивачи и поља. Адресна аритметика. Показивачи и стрингови. Показивачи поља; показивачи на показиваче.

Показивачи на вишедимензионална поља. Аргументи командне линије. Показивачи на функције.

Основни појмови о структурама. Структуре и функције. Поља структура. Показивачи на структуре. Уније. Бит-поља.

Стандардни улаз и излаз. Форматизовани излаз. Форматизовани улаз. Приступ датотеци.

Динамичко алоцирање меморије. Карактеристике алоциране меморије. Промена и отпуштање резервисане меморије.

Претпроцесор.

### садржај практичне наставе

Састоји се из аудиторних и лабораторијских вежби које прате садржај предмета.

Основни примери програмског језика C/C++ .

### услов похађања

### ресурси



Неопходан софтвер за овај предмет је под GNU лиценцом - бесплатан је. Уколико користите LINUX неопходни C/C++ Вам је одмах доступан. Уколико користите други оперативни систем C/C++ можете преузети са одговарајуће WEB локације (види URL) или на самом URL-у. За покретање неопходног софтвера довољно је поседовати најједноставнији РС рачунар.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 8

лабораторијске вежбе: 17

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 8

пројекат: 4

консултације: 0

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 4

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

## Алгоритми и структуре података

ID: 0390

носилац предмета: Бенгин Ч. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

- Основе дизајна и анализе алгоритама,
- Разумевање концепта апстрактних типова података и њихове имплементације,
- Упознавање са основним и сложенијим структурама података,
- Представљање стандардних алгоритама који се користе за решавање проблема претраживања, сортирања и оптимизације.

### исход

После успешног одлушаног програма који је предвиђен овим предметом студент може:

- да препозна и одабере одговарајућу структуру података за податке које треба обрађивати,
- да одабере најбржи, најефикаснији или најтачнији алгоритам за одговарајући проблем,
- да одабере алгоритам из класе итеративних или рекурзивних алгоритама.

### садржај теоријске наставе

Дефиниције алгорита. Анализа алгоритама. Запис алгоритама. Појам апстрактног типа података. Елементи од којих се граде структуре података.

Листа. Стек. Ред.

Стабла. Бинарна стабла. Бинарно стабло за претраживање. Бинарни хип.

Скуп. Речник. Хеширање.

Редови приоритета. Пресликавање. Релација.

Сортирање заменом елемената. Сортирање уметањем. Рекурзивни алгоритми за сортирање. Сортирање помоћу бинарног стабла.

Секвенцијално претраживање. Бинарно претраживање. Претраживање помоћу бинарног стабла. Црвено-црно стабло.

Основни појмови. Усмерени и неусмерени графови. Петрага у дубину и ширину.

Примене претраге у дубину и ширину.

Завади па владај. Хановске куле. Сортирање сажимањем. Брзо сортирање. Тражење елемента у листи. Множење великих целих бројева. Фибоначијеви бројеви. Биномни коефицијенти. Најдужи заједнички подниз. Триангулација полигона. Одређивање шансе за победу у такмичењу. Проблем ранца. Проблем враћање кусура. Проблем бојења атласа. Оптимално сжимање сортираних листа. Проблем ранца. Проблем распореда часова. Проблем п краљица. Проблем трговачког путника. Проблем стабилних бракова.

### садржај практичне наставе

Састоји се из аудиторних, лабораторијских вежби које прате садржај предмета.

### услов похађања

### ресурси

Неопходан софтвер за овај предмет је под GNU лиценцом - бесплатан је. Уколико

користите LINUX неопходни C/C++ Вам је одмах доступна. Уколико користите други оперативни систем C/C++ можете преузети са одговарајуће WEB локације (види URL) или на самом URL-у. За покретање неопходног софтвера довољно је поседовати најједноставнији PC рачунар.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 13

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 15

пројекат: 3

консултације: 0

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 3

преглед и оцена пројекта: 3

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 15

пројекат: 15

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

## **Вредновање пројеката у области информационах технологија**

**ID:** 0512

**носилац предмета:** Дондур Ј. Никола

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 6

**облик завршног испита:** писмени

**катедра:** машинство и информационе технологије

### **циљ**

Разумевање значаја процеса планирања, оцене и вредновања пројеката у области информационах технологија. Упознавање са различитим методолошким приступима за анализу ИТ/ИС пројеката. Овладавање софистикованим техникама финансијске и економске анализе као и стандардним техникама за управљање ИТ/ИС пројектима. Овладавање техника и рутинама за идентификовање и монетарну квантификацију тешко уочљивих трошкова и ефеката који имплицира реализација ИТ/ИС пројеката.

### **исход**

После одслушаног курса студент би требао да: идентификује пројектну идеју, припреми базу података са свим трошковима и ефектима ИТ/ИС пројеката, израчуна критерије за селекцију пројектних алтернатива, стекне знања и рутине за препознавање тешко уочљивих трошкова и ефеката ИТ/ИС пројеката, организује мреже активности токова ресурса пројекта са избором оптималних путева и минималних трошкова и оцени неизвесност и ризик ИТ/ИС пројеката.

### **садржај теоријске наставе**

пројекти у области информационах технологија, планирање и оцена ИТ/ИС пројеката, методе оцене и вредновања ИТ пројеката, стандардне (класичне) методе за комерцијалну оцену ИТ пројеката, стандардне методе за економску оцену ИТ пројеката, могућности примена стандардних метода на ИТ/ИС пројекте-COMFAR, COSTTAB, квантификације финансијских и економских нето ефеката ИТ/ИС пројеката, анализа неизвесности и ризика у планирању-примена софтверских пакета RISK, RISKVIEW, BESTFIT, CRYSTAL BALL, оцени и вредновању ИТ/ИС пројеката, управљање ИТ/ИС пројектима-примена софтверских пакета MSPROJECT, PRIMAVERA

### **садржај практичне наставе**

Практична настава се састоји од аудиторних и лабораторијских вежби које прате садржај курса. У оквиру аудиторних вежби кроз примере се раде једноставне демонстрације теоријског градива уз објашњења сваког корака у процедури вредновања ИТ/ИС пројеката. У оквиру лабораторијских вежби уз примену одговарајућих софтверских пакета припремају се реални примери оцене, вредновања и управљања ИТ/ИС пројектима.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Софтвери: EXCEL, MSPROJECT, RISKPROJECT, RISKFOREXCEL. Књиге: Економска анализа пројеката, Information Technology Evaluation Methods and Management,

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 9

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 16

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 55

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

Nikola Dondur: Ekonomska Analiza Projekata, Mašinski Fakultet Beograd, Beograd, 2002.

## Дистрибуирани системи у машинству

ID: 0522

носилац предмета: Митровић Б. Часлав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

- Упознавање са парадигмом дистрибуирања података.
- Познавање основних протокола за пренос и размену дистрибуираних података.
- Пројектовање локалне рачунарске мреже на различито заснованим технологијама.
- Упознавање са вишепроцесорским дистрибуираним системима у ауто и авио индустрији.
- Упознавање са алгоритмима који су карактеристични за вишепроцесорске дистрибуиране системе.

### исход

Стечено знање омогућава студенту:

- да препозна услове за формирање локалне рачунарске мреже,
- да додели ресурсима у мрежи „називе“,
- да додељене ресурсе контролише и њима управља,
- да разуме вишепроцесорске и прерасподелу података међу њима.

### садржај теоријске наставе

Локалне и даљинске рачунарске мреже као слабо спрегнути системи. Појам сервера и сервисних услуга.

Затворени мрежни системи. Додела права и имена у затвореним мрежним системима. Примена ових система у ауто и авио индустрији.

Локалне рачунарске мреже-LAN.

Повезивање локалних рачунарских мрежа. Протоколи који су у употреби. Bluetooth протокол за мале локалне мреже. Рутирање и опсези у рутирању.

Препоруке IEEE у формирању локалних рачунарских мрежа и њиховом повезивању. IP протокол.

Wireless локалне рачунарске мреже. Употреба радио таласа у малим рачунарским мрежама. Контрола корисника у бежичној мрежи.

Вишепроцесорски системи. Алгоритми за контролу ресурса који се користе у оперативним системима за вишепроцесорске хардверске системе.

Студије случаја карактеристичне за ауто индустрију. Студије случаја карактеристичне за цивилну и војну авио индустрију.

### садржај практичне наставе

Састоји се из аудиторних, лабораторијских вежби које прате садржај предмета. Посебно се треба осврнути на студије случаја у ауто индустрији и у авио индустрији.

### услов похађања

### ресурси

- Неопходан софтвер за овај предмет је под GNU лиценцом - бесплатан је.

- За покретање неопходног софтвера довољно је поседовати најједноставнији РС рачунар.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 16

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 7

пројекат: 8

консултације: 0

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 15

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 15

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

## Ексквизиција података у машинству

ИД: 0510

носилац предмета: Митровић Б. Часлав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

- Нумеричка и математичка оспособљеност за анализу сваког мерења.
- Пројектовање и писање програма за анализу мерења.
- Упоређивање анализе нумеричке обраде података и програмске анализе.
- Примена PHP-а и JAVA SCRIPT-а.

### исход

- Да се задато мерење професионално одради и одреде потребне или унапред тражене величине,
- Да се тако измерене величине математички, нумерички и статистички анализирају а затим да се графички и логички припреме за даљу анализу,
- Да се, коришћењем PHP-а или JAVA SCRIPT-а, или оба, направи софтвер који ће обављати прецизну обраду података а која је унапред математички одређена.

### садржај теоријске наставе

ОСНОВИ ТЕОРИЈЕ УЗОРАКА. Популација и прост узорак са враћањем и без враћања. Узорачка – емпиријска расподела као могући закон понашања популације. ОСНОВИ ОБРАДЕ СТАТИСТИЧКИХ ПОДАТАКА. Појам статистичких скупова. Средње вредности статистичких скупова. Дисперзија. Модели расподеле. Тренд у проучавању статистике. Временски низ у проучавању статистике. Показатељи у статистичком проучавању. Хипотезе и тестови. ОСНОВИ РАЧУНА ВЕРОВАТНОЋЕ. Математичка вероватноћа неког догађаја. Теорема сабирања вероватноћа. Теорема множења вероватноћа. Пермутације, комбинације и варијације елемената једног скупа. РЕПЕТИТОРИЈУМ НУМЕРИЧКИХ МЕТОДА. Неки алгебарски проблеми. Интерполациони полиноми. Интерполациони полиноми Лагранжа (Joseph-Louis Lagrange). Њутнови (Isaac Newton) интерполациони полиноми. Нумеричка интеграција. Њутн-Котесове (Isaac Newton – Roger Cotes) формуле. Симпсонова (Thomas Simpson) формула. НЕПОСРЕДНА МЕРЕЊА ЈЕДНАКЕ И НЕЈЕДНАКЕ ТАЧНОСТИ. Одређивање вредности мерених величина. Одређивања грешака мерења. Закон расподеле случајних величина. ПОСРЕДНА МЕРЕЊА ЈЕДНАКЕ ТАЧНОСТИ. Одређивање просечних грешака величина одређених посредним мерењем. Одређивање средње грешке величина одређених посредним мерењем једнаке тачности. Општи случај система једначина посредних мерења једнаке тачности. ПОСРЕДНА МЕРЕЊА НЕЈЕДНАКЕ ТАЧНОСТИ. Нормалне једначине посредних мерења неједнаке тачности. Контрола при решавању нормалних једначина неједнаке тачности. УСЛОВНА МЕРЕЊА ВЕЛИЧИНА. Поступак увођења корелата условних мерења. Поступак свођења на посредна мерења. ОСНОВИ ТЕОРИЈЕ КОРЕЛАЦИЈЕ. Закони димензионе расподеле случајних величина. Вероватноћа корелационих догађаја. Аритметичка средина и варијанса димензионалне расподеле. АНАЛИТИЧКО ПРИКАЗИВАЊЕ ЗАВИСНОСТИ ОДРЕЂЕНИХ МЕРЕЊЕМ. Метода интерполације података. Метода средњих одступања.

### садржај практичне наставе



Састоји се из аудиторних, лабораторијских вежби које прате садржај предмета.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Слушаоцима је доступан лиценциран software у поседу факултета. Слушаоцима је доступан freeware software.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 21

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 7

пројекат: 3

консултације: 0

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 7

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Ч. Митровић, С. Радојевић; Ексквизиција података у машинству, уџбеник (у припреми)  
Машински факултет, Београд

## Информациона интеграција пословних функција 2

ID: 0608

носилац предмета: Митровић Б. Часлав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

- Пројектовање и управљање интегрисаног пословног дигиталног предузећа /фабрике, у складу са пословним перформансама интегрисаног предузећа,
- Стицање знања, вештина и компетенције о информационој и функционалној интеграцији предузећа,
- Интеграција инжењерских, производних и пословних активности,
- Учење о пословним перформансама интегрисаног предузећа,
- Стручно оспособљавање за коришћење комерцијалног софтвера за управљање производњом,
- Примена нових информационо-комуникационих технологија.

### исход

Стечено знање омогућава да студент:

- Разуме функционисање интегрисаног пословног предузећа / фабрике,
- Примењује нове информационо-комуникационе технологије,
- Критички посматра производно пословне системе и процесе,
- Пројектује компјутеризоване активности, процесе и системе,
- Усваја нове методе учења и пројектовања,
- Развија когнитивне особине креативног инжењера информатике,
- Учествује у пројектним тимовима студената и експерата,
- Способан је да води пословне разговоре са пословним партнерима.

### садржај теоријске наставе

Лекција 1.

- Модел информационе и функционалне интеграције предузећа.
- Модел ESPRIT CIMOSA референтне отворене архитектуре информационо-комуникационих система.

Лекција 2.

- Кибернетска дефиниција пословног система, процеса пословања и домена пословања.
- Динамика и комплексност пословних система и процеса.

Лекција 3.

- CIMOSA функционални ентитети и трансфер информација по нивоима пословања.
- Активности предузећа, функционалне операције и пословни догађаји.
- Интеграција инжењерских, производних и пословних активности.

Лекција 4.

- Моделирање за интеграцију предузећа и дигитални опис пословања.
- Моделирање образовно-пословног окружења интегрисаног предузећа.
- Функционална анализа система и процеса са захтевима за синтезу нових пројектних решења.

Лекција 5.

- Пројектовање техничких система, производа и технологија.
- Документација и електронска размена информација.

Лекција 6.

- Планирање, (ре)терминирање и извршење послова.
- Оптимални проток послова кроз секторе и погоне.
- Управљање током и складиштењем материјала.

Лекција 7.

- Информациони ток и интегрисано пословање алатима.
- Поузданост и праћење производа кроз животни циклус.
- Програмска подршка и системи за управљање интегрисаним предузећем.

Лекција 8.

- Интегрисани систем обезбеђивања квалитета.
- Процедуре квалитета.
- Стандарди квалитета.
- Интегрисани нивои менаџмента (информациони, операциони, пословни, стратешки).

Лекција 9.

- Технологија иновација у пословању.
- Управљање трошковима.
- Информационо-комуникациона инфраструктура интегрисаног предузећа.
- Виртуелно предузеће.

Лекција 10.

- Пословне перформансе интелигентног пословања дигиталног предузећа.
- Бизнис план и развој компетитивног предузећа за светско тржиште робе, капитала и знања.
- Софтвер за управљање производњом.
- Анализа резултата (исхода) учења предмета.
- Припрема и упутства за испит.

**садржај практичне наставе**

Састоји се из аудиторних, лабораторијских вежби које прате садржај предмета.

- Информациона интеграција производно-пословног предузећа.
- Системи за управљање компјутеризованим активностима интегрисаног предузећа.
- Бизнис профил производног предузећа.
- Информациона и функционална интеграција пословног предузећа.
- Студенти обављају професионални тренинг у некој од индустрија Србије или на стручној екскурзији у иностранству.

**услов похађања**

**ресурси**

- Слушаоцима је доступан лиценциран software у поседу факултета.
- Слушаоцима је доступан freeware software.
- Поседовање најједноставније РС конфигурације.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 2

лабораторијске вежбе: 8

рачунски задаци: 6

семинарски рад: 8

пројекат: 10

консултације: 4

дискусија/радионица: 2

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 15

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 10

пројекат: 15

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Спасић, Ж., Информациона интеграција пословних функција, Уџбеник, Машински факултет, Београд

Спасић, Ж., Интегрисани систем квалитета дигиталног универзитета, Монографија, Машински факултет, Београд, 2007.

Спасић, Ж., Недељковић, М., Бошњак, С., Обрадовић, А., Машински факултет Универзитета у Београду – Мисија на путу ка европским интеграцијама, Монографија, Машински факултет, Београд, 2003

Машински факултет Београд: Алумни Фонд Машинског факултета –  $\alpha$ МЕ $\beta$ , Уредници Ж. Спасић и М. Недељковић, Б. Росић, Ч. Митровић, Саопштења Другог Алумни конгреса, Београд, 2007.

## Методи оптимизације

ID: 0485

носилац предмета: Росић Б. Божидар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

Главни циљ овог предмета за студента је стицање основних знања:

- из нумеричке анализе и оптимизације,
- разумевање основних принципа оптимизације,
- формулисање оптимизационих проблема и идентификација критичних елемената,

### исход

У току курса, студент стиче:

- широк преглед оптимизације,
- основе инжењерске оптимизације,
- формулације проблема,
- стратегију за оптимизацију.

### садржај теоријске наставе

1. Увод у моделирање и оптимизацију . Поставка оптимизационог проблема. Општи математички модел за оптимизацију.
2. Графички поступак оптимизације. Дефинисање допустиве области. Употреба МАТЛАБ програма за графички поступак оптимизације.
3. Оптимизациони проблеми без ограничења. Услови оптималности функције више променљивих.
4. Оптимизациони проблеми са ограничењима. Потребни услови за ограничења у облику једнакости. Потребни услови за ограничења у облику неједнакости: Каруш-Кун-Такер-ови услови. Постоптимална анализа: физичко значење Лангранжеових множитеља. Инжењерски оптимизациони примери у МАТЛАБ програму.
5. Линеарно програмирање. Поставка проблема. Стандардни ЛП програм. Графичко решење. Карактеристике решења. Оптимално решење линеарног проблема.
6. Нумеричко решење - симплекс метод. Основни кораки симплекс методе. Симплекс алгоритам. Решење (ЛП) применом МАТЛАБ оптимизационих алата.
7. Нелинеарно програмирање. Формулација проблема. Графичко решење. Ограничења у облику једнакости. Ограничења у облику неједнакости. Основна идеја и алгоритми за одређивање величине корака.
8. Нумеричке методе. Једнодимензиони проблеми. Њутн-Рапсов метод. Метод (половљења) бисекције. Метод апроксимације полиномом. Метод златног пресека. Примери инжењерске оптимизације у МАТЛАБ програму.
9. Нумеричке методе за безусловну оптимизацију. Нумеричке методе - неградијентне методе. Powell's метода. Нумеричке методе базиране на методи градијентата. Коњуговани градијентни ( Fletcher-Reeves ) метод. Davidon-Fletcher- Powel (DFP) метод.
10. Нумеричке методе за оптимизацију са ограничењима.

Дефиниција проблема. Потребни услови оптималности. Метод допустивог смера претраживања. Градијентни метод пројекција. Метод спољашњих казних функција. Методи безусловне оптимизације. Методи казних функција.

### **садржај практичне наставе**

Састоји се из аудиторних, лабораторијских вежби.  
Пројекти су главна компонента овог предмета.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Употреба рачунара:  
Студенти интензивно користе рачунар и оптимизациони алат применом МАТЛАБ програма.  
Handout.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20  
разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6  
лабораторијске вежбе: 21  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 7  
пројекат: 3  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 3  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 7  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 3  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 35  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 30  
пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Jasbir S. Arora " Introduction to Optimum Design", Elsevier Academic Press

P. Venkataraman " Applied Optimization with Matlab Programming" John Wiley and sons, inc.

H. Eschenauer, J. Koski, A. Osyczka "Multicriteria Design Optimization", Springer-Verlag



## Нумеричке методе прорачуна континуалних средина

ID: 0474

носилац предмета: Петровић И. Златко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

Упознавање студената са инжењерским симулацијама заснованим на механици континуума. Схватање добро дефинисаног проблема као целине физичких закона и допунских услова који дефинишу једнозначност и постојање решења. Упознавање са утицајем типа проблема на избор и врсту допунских услова, као и на избор апроксимације за решавање моделских проблема. Оспособљавање студената да развију самостално програме за симулацију модлеских једначина.

### исход

Савладавањем студиског програма студент стиче довољна теоријска знања да препозна тип проблема, врсту и број потребних допунских услова да би једнозначно дефинисао проблем који се симулира. Препознаје основне шеме за апроксимацију типских проблема. Овладава принципима елементарног програмирања везаног за симулације континуалних средина. Уочава структуру симулационог софтвера која се састоји из препроцесирања, симулације и визуализације.

### садржај теоријске наставе

1. Увод у симулације где се студенти упознају са моделским једначинама, типовима парцијалних диференцијалних једначина и са апроксимацијама коначним разликама, тачношћу и редом апроксимације. 2. Апроксимација парцијалних диференцијалних једначина, где се изучава процес свођења парцијалних диференцијалних једначина на алгебарске као и апроксимација граничних услова. 3. Решавање моделски параболичних ПДЈ. Изучавају се основне шеме за апроксимацију модлеских једначина. 4. Решавање моделске елиптичке једначине. Илуструју се основне апроксимационе шеме, као и начини за повећање брзине конвергенције. 5. Решавање хиперболичких ПДЈ. Излажу се основне апроксимационе шеме и услов стабилности и конвергенције. 6. Стабилност и конвергенција апроксимација. Излажу се методе за утврђивање стабилности апроксимација. 7. Бургерсова једначина. Излажу се методе апроксимације ове једначине, јер поседује елементе Навиј-Стоксових једначина. Метод конјугованих градијената. Мултигрид метод. Увод у суперкомпјутере. МПИ.

### садржај практичне наставе

Вежбања се састоје из три целине: Упознавање студената са радом на Линукс кластеру. Регистрација студената и упознавање са командама за компилацију едитовање програма и за графички приказ резултата. Другу целину чине аудиторне вежбе где се разрађује градиво са предавањима, такође се раде задаци слични онима који се дају студентима за самостални рад. Трећа компонента рада је унос примера у рачунар и комплетирање циклуса едитовања компиловања и приказа резултата. Студенти се такође обучавају да своје задатке презентују на опште прихватљив начин.

### услов похађања

## ресурси

1. Пројектор за предавања
2. Линукс кластер
3. GnuPlot, Octave, ..

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 10

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 15

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 55

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

## литература

Слајдови са предавања

## Објектно оријентисана парадигма

ID: 0527

носилац предмета: Радојевић Љ. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

- Упознавање са парадигмом ООП.
- Сврховита употреба класе, објекта, наслеђивања, учаурења, метода и скривања.
- Основна знања о класама, изведеним класама, методима.
- Објектно оријентисана методологија пројектовања структура података и апликативних програма.
- Проблеми који се природно решавају коришћењем објектно оријентисане методологије пројектовања и програмирања.

### исход

После успешног одлушаног програма који је предвиђен овим предметом студент може:

- да препозна услове за примену објектно оријентисане методологије пројектовања и програмирања,
- да испројектује једноставне корисничке класе и повеже их са системским класама,
- да испројектује једноставне корисничке методе и употреби у њиховом пројектовању системске методе,
- да успешно користи програмске језике C++ и JAVA.

### садржај теоријске наставе

Преводиоци, интерпретатори и машине. Слабо и јако типизирани програмски језици. Објекат и класа, међусобни однос и примери из реалног живота и технике. Природно дефинисање класа, подкласа, надкласа. Појам инстанце - објекта. Основе програмског језика C++. Разлике између програмских језика C и C++. Дефинисање класа у програмском језику C++. Примена операција и стварање објеката. Објектно оријентисан дизајн података, операција, и проблеми у програмирању и имплементацији. Животни век објекта. Основе програмског језика JAVA. Разлике између програмских језика C++ и JAVA. Дефинисање класа, надкласа и подкласа у програмским језицима C++ и JAVA. Наслеђивање у C++ и JAVA, предности и недостаци. Преоптерећење оператора и стварање нити и струја, као посебних структура у језику JAVA. Проблем учаурења објеката и класа. Предности и недостаци.

### садржај практичне наставе

Састоји се из аудиторних, лабораторијских вежби које прате садржај предмета. Подсећање на програмирање програмским језиком PHP. Основни примери програмског језика C++ и JAVA.

### услов похађања

## ресурси

Неопходан софтвер за овај предмет је под GNU лиценцом - бесплатан је. Уколико користите LINUX неопходни C++ односно JAVA Вам је одмах доступна. Уколико користите други оперативни систем C++ можете преузети са одговарајуће WEB локације (види URL) или на самом URL-у. За покретање неопходног софтвера довољно је поседовати најједноставнији PC рачунар.

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

## активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 0

## активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 11

лабораторијске вежбе: 19

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 5

пројекат: 2

консултације: 0

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 7

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

## провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

## литература

## Програмабилни системи управљања

ID: 0904

носилац предмета: Јаковљевић Б. Живана

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

Циљ предмета је да студенти стекну потребна знања из пројектовања програмирања и имплементације програмабилних система управљања у индустрији и савременој производњи; да овладају вештинама за решавање практичних проблема управљања у индустрији уз примену компјутерских, информационих и управљачких технологија и одговарајућих научних метода.

### исход

Студент разуме принципе, место и улогу програмабилних система управљања у индустрији и савременој програмабилној аутоматизацији; повезује знања из сродних предмета у циљу њихове примене у програмабилној аутоматизацији; овладава научним методама анализе, синтезе, пројектовања и увођења програмабилних система управљања; оспособљен је за решавање практичних проблема и примену компјутерских технологија и савремених програмабилних система управљања.

### садржај теоријске наставе

1. Програмабилни и компјутерски системи управљања у аутоматизацији: CNC управљање, робот контролери, програмабилни контролери, контролери програмабилне аутоматизације и компјутери.
2. Бројни системи и кодови: позициони бројни системи (децимални, бинарни, октални, хексадецимални); конверзија бројева између позиционих бројних система; бинарно децимални код; Грејов код;
3. Прекидачка алгебра: аксиоме Булове алгебре; основне операције прекидачке алгебре; основне теореме прекидачке алгебре; логичке функције, савршене нормалне форме логичких функција; минимизација логичких функција
4. Технологије и компоненте: сензори и актуатори
5. Комбинациони и секвенцијални аутомати: дефиниције, математички модели, анализа и синтеза; електро-пнеуматска реализација
6. Програмабилни контролери: функције, хардвер, софтвер, узлазно-излазни модули; програмски језици и програмирање у складу са IEC 61131-3.
7. CNC управљање: хардвер, софтвер, функције, математички модели; управљање главним и помоћним функцијама, интерполација и интерни прорачуни; командна табла, интерфејс човек-машина, програмирање према ISO 6983 и ISO 14649 (STEP-NC).
8. Дистрибуирани системи управљања и IEC 61499.

### садржај практичне наставе

1. Аудиторне вежбе: задаци из пројектовања, анализе и синтезе програмабилних система управљања, са програмирањем и израдом шеме управљања.
2. Лабораторијске вежбе: примери примене програмабилних система управљања - пројектовање са анализом, синтезом, и практичном реализацијом у лабораторијским условима применом електро-пнеуматских, електричних и електронских компоненти, модуларних робота и система управљања на бази компјутера, CNC управљања, робот и

програмабилних контролера са програмирањем.

3. Семинарски рад: примери примене програмабилних система управљања - пројектовање са анализом, синтезом, програмирањем, и израдом шеме управљања.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. Зарић, С., Аутоматизација производње, Машински факултет у Београду, 1990
2. Пилиповић, М., Аутоматизација производних процеса: Лабораторија, Машински факултет у Београду, 2006
3. Јаковљевић, Ж., Програмабилни системи управљања - Изводи са предавања, Машински факултет у Београду, 2014
4. Лабораторијски сто са пнеуматским, електро-пнеуматским и електричним компонентама и програмабилним контролерима, Лабораторија за аутоматизацију производних процеса
5. Електро-пнеуматски модуларни роботи типа "узми и остави" са програмабилним контролером, Лабораторија за аутоматизацију производних процеса
6. Рачунари за програмирање, Лабораторија за аутоматизацију производних процеса
7. Софтвер за програмирање програмабилних контролера, Лабораторија за аутоматизацију производних процеса
8. Комуникациона мрежа компјутера и програмабилних контролера, Лабораторија за аутоматизацију производних процеса
- пјутера и програмабилних контролера, Лабораторија за аутоматизацију производње
9. CNC и робот управљачке јединице, Завод за машине алатке.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 12

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 6

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 15

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

Kandray, D., Programmable Automation Technology - An Introduction to CNC, Robotics and PLC, Industrial Press, 2010.

Michael Sava, Joseph Pusztai, Computer Numerical Control Programming, Prentice Hall, Inc., 1990.

Parr, E., Programmables Controllers An Engineers Guide, Elsevier 2003.

John, K. H., Tiegelkamp, M., IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems, ISBN: 3-540-67752-6, Springer-Verlag, 2001

GE-Fanuc, CNC 0M, Programming and Operation Manual, GE-Fanuc, 1995.

## Пројектовање дигиталних система

ID: 0597

носилац предмета: Бучевац М. Зоран

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

- Упознавање са: системима бројева, Буловом алгебром и бинарном логиком, логичким функцијама као и овладавање њиховог коришћења и манипулисања.
- Овладавање: различитим врстама логичких кола-ЛК и методама њихове анализе и пројектовања.
- Овладавање радом са интегрисаним дигиталним колима и осцилоскопом.

### исход

- Правилно разумевање природе дигиталних рачунара и процеса у њима.
- Манипулисање дигиталним рачунарима у хардверском и софтверском смислу као дела дигиталних САУ.
- Коришћење метода за анализу и синтезу ЛК.
- Применом рачунара, решавање проблема рачунске природе у «off line» режиму, из анализе и синтезе ЛК.
- Анализа и пројектовање реалних физичких ЛК.

### садржај теоријске наставе

- Системи бројева: дефиниције; претварање; аритметика; комплементи; кодови
- Булова алгебра и бинарна логика: дефиниције
- Логичке функције: дефиниција, логички дијаграми, минимизовање
- Комбинациона логичка кола: дефиниција, пројектовање; аритметичка ЛК; претварачи кодова; анализа
- Комбинациона логичка кола са интегрисаним логичким колима: пројектовање; сабирачи; упоређивач вредности; декодер и демултиплексер; кодер и мултиплексер; РОМ и програмабилна логичка матрица
- Синхрона секвенцијална логичка кола: концепт; флип флопови; анализа; синтеза
- Асинхрона секвенцијална логичка кола: анализа и синтеза
- Регистри, бројачи и меморије
- Алгоритамска секвенцијална логичка кола: дијаграм тока; синхронизација; пројектовање управљачког блока
- А/Д и Д/А претварачи: поступци претварања

### садржај практичне наставе

ПА

Примери:

- системи бројева; аритметичке операције
- теореме Булове алгебре
- минимизовање графичком и табеларном методом
- пројектовање и анализа комбинационих ЛК
- анализа и пројектовање синхроних секвенцијалних ЛК
- анализа и синтеза асинхроних секвенцијалних ЛК
- пројектовање бројача, алгоритамских секвенцијалних ЛК



- различити типови А/Д и Д/А претварача

#### ПЛ

- Симулација бинарних бројева и BCD кода
- Физичка интерпретација логичких операција
- Логички елементи
- Комбинациона ЛК; претварачи кодова
- Пројектовање са дигиталним мултиплексерима
- Флип флопови; синхрона и асинхрона секвенцијална ЛК
- Бројачи, регистри; меморија; алгоритамско секвенцијално ЛК
- А/Д и Д/А претварачи

#### ПЗ

- Логичке функције и елементи, класична и интегрисана комбинациона ЛК
- Пројектовање синхроног и асинхроног секвенцијалног ЛК

#### услов похађања

#### ресурси

- 1.Скрипта на [http://au.mas.bg.ac.rs/Nastava-Kau/Nastava\\_Download.htm](http://au.mas.bg.ac.rs/Nastava-Kau/Nastava_Download.htm), ДВЛ
- 2.Зоран Бучевац: Практикум за лабораторијске вежбе из Дигиталних система, Машински факултет, Београд 2011, ПРА, библиотека и скриптарница МФБ
- 3.Извор напајања, осцилоскоп, Лаб. за Дигиталне системе, ЕОП/ЛЕО
- 4.Протоборд плоче, интегрисана кола, Лаб. за Дигиталне системе, ЕОП/ЛЕО
- 5.Freeware software, МФБ
- 6.РС рачунари, Лаб. за Дигиталне системе и Рачунарска лаб. МФБ

#### фонд часова

укупан фонд часова: 75

#### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 3

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 3

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 1

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 25

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

**литература**

M. Morris Mano, Digital design, Prentice-Hall, New Jersey, 1984., KСJ, расположиво у библиотеци МФБ

A. D. Friedman, Fundamentals of logic design and switching, Computer Science Press Inc., Rockville, Maryland, 1986., KСJ

A. Paul Malvino, D. P. Leach, Digital principles and applications, McGraw-Hill, New York, 1975., KСJ, расположиво у библиотеци МФБ

K. L. Short, Microprocessors and programmed logic, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1981., KСJ

J. B. Peatman, Digital hardware design, McGraw-Hill, N.Y., 1980, KСJ

## Пројектовање инжењерског софтвера

ID: 0605

носилац предмета: Радојевић Љ. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

- Припрема улазних информација за инжењерски софтвер заснован на стандардним прорачунима.
- Припрема инжењерског прорачуна за ефикасно програмирање и добијање ефикасних програма.
- Тестирање и верификација инжењерског софтвера. Валидација инжењерског софтвера.
- Коришћење SQL-а за добијање информација из база података.
- Употреба SQL за инжењерско одлучивање.
- Организација, нормализација података у бази података.
- Заштита, архивирање података. Проблеми лиценцирања софтвера.

### исход

После успешног одслушаног програма који је предвиђен овим предметом студент може:

- припремити прорачун за програмирање.
- оценити квалитет добијених информација из улазних података који су обрађени програмом писаним за дефинисани прорачун.
- употребити базе података за поједине проблеме у машинству.
- искористити SQL као генератор информација нижег нивоа за инжењерски софтвер.

### садржај теоријске наставе

1. Основни нумерички методи у прорачунима.
2. Дизајнирање софтвера за одабране нумеричке методе и прорачуне. Налажење нула функције. Нумеричко диференцирање и нумеричка интеграција.
3. Дизајнирање софтвера за одабране нумеричке методе и прорачуне. Нумеричко решавање диференцијалних и парцијалних једначина првог реда. Основна статистика.
4. Релациона алгебра, релације и индексирање. Основне команде SQL-а за стварање објеката.
5. Основне команде SQL-а за ажурирање објеката и релационе операције.
7. Тестирање програма. Валидација резултата и грешке у рачунању.
8. Лиценцирање софтвера.

### садржај практичне наставе

Састоји се из аудиторних, лабораторијских вежби које прате садржај предмета. Студије случаја. Подсећање на пројектовање база података, различитим алатима. Базе података засноване на чувању цртежа, фотографија и сложених објеката.

### услов похађања

### ресурси

Неопходан софтвер за овај предмет је под GNU лиценцом - бесплатан је. Уколико користите LINUX неопходни Python Вам је одмах доступан. Уколико користите други

оперативни систем, Python можете преузети са одговарајуће WEB локације (види URL) или на самом URL-у. За покретање неопходног софтвера довољно је поседовати најједноставнији PC рачунар.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 11

лабораторијске вежбе: 19

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 5

пројекат: 2

консултације: 0

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 7

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Jery R. Hanly, Essential C++ for Engineers and Scientists, Addison Wesley, ISBN 0-201-74125-3

## Рачунарске мреже

ID: 0528

носилац предмета: Митровић Б. Часлав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

- Упознавање са концепцијом, стандардним задацима и функционисањем рачунарских мрежа.
- Упознавање са протоколима и осталим чиниоцима који контролишу, управљају и учествују у креирању различитим процесима и ресурсима рачунарских мрежа и рачунара.

### исход

- Да препозна и предложи врсту рачунарске мреже,
- Да разуме проблеме који настају при пројектовању рачунарских мрежа,
- Да направи пројекат рачунарске мреже који укључује и предлог наставке потребне опреме.

### садржај теоријске наставе

Основе умрежавања. Основне компоненте рачунарских мрежа. Хардвер. Софтвер. Разлози за умрежавање. Рад у мрежном окружењу. Коришћење информација. Пасивна мрежна опрема. Активна мрежна опрема. Протоколи. Интерфејси рачунара. Стандард рачунарских мрежа.

Подела рачунарских мрежа. Груписање рачунарских мрежа према капацитету за пренос порука, према брзини преноса, према хијерархијској или географској области, према топологији односно према логичком и физичком распореду чворова, према односу чворова у рачунарској мрежи, према архитектури рачунарске мреже и према могућности приступа рачунарске мреже.

Слојевитост и референтни модели. Улога слојева. OSI референтни модел. TSP/IP.

Физички слој. USB, FireWire, IrDA, Bluetooth, Ethernet, WiFi, ISDN, xDSL.

Слој везе. Подела слоја везе. Контрола приступа (MAC), Контрола логичке везе (LLC).

Контрола тока. Контрола грешке. Протоколи на слоју везе. Ethernet. ARP.Token Ring. FDDI.

Мрежни слој. Интернет протоколи (IP). Мреже и класе мрежа. CIDR. ICMP. IGMP.IPX. RARP. BOOTP. DHCP. IPv6.

Транспортни слој. TCP, UDP, SCTP, SPX, iSCSI.

Слој апликације. SSH. Remote Desktop. DNS. FTP. Eletronska pošta. SMB/CIFS. HTTP. NTP. SNMP. Voice over IP. Instant Meassing. Video conference.

Оперативни системи у рачунарским мрежама. Реализације мрежне подршке. Поређење и анализа могућности неких савремених оперативних система.

Безбедност. Доступност. Перформансе. Могући напади и заштите рачунарских мрежа. Firewall. IDS и IPS системи.

### садржај практичне наставе

Састоји се из аудиторних, лабораторијских вежби које прате садржај предмета.

### услов похађања

## ресурси

- Неопходан софтвер за овај предмет је под GNU лиценцом - бесплатан је.
- За покретање неопходног софтвера довољно је поседовати најједноставнији РС рачунар.

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 21

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 7

пројекат: 3

консултације: 0

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 7

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

## провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 15

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

## литература

## Статистичка обрада података у машинству

ID: 0503

носилац предмета: Вељковић А. Зорица

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

Циљеви предмета се да се студенти упознају са основама статистичких метода које се користе у идустијској пракси. Тежиште је стављено на идентификацију проблема, методе решавања проблема, процедуре за поједине методе и постављање система за одлучивање на основу добијених резултата, односно интерпретације резултата. Обрађене методе представљају савремени приступ анализи и обради великог броја података.

### исход

Након положеног испита од студената се може очекивати да знају да употребе статистичких методе за циљно решавање проблема у пракси, односно да умеју да поставе проблем тако да на њега могу да добију одговарајући одговор. Током предмета студенти овладавају процедурама за коришћење одговарајућих статистичких метода. Такође се очекује да стекну способност интерпретације добијених резултата. Подразумева се да студенти овладају и вештинама рада у расположивим програмским пактима

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава обухвата следеће области: Основне параметре статистике са њиховим основним графичким презентацијама, Дискретне и континуалне случајне променљиве, њихове карактеристике, основне облике као што су биномна, поасонова, нормална, лог-нормална, вејбулова, гама, бета, експоненцијална расподела. За већину ових расподела обрађене су одговарајуће функције изводница. Области тестирања хипотеза обухватају процедуре и карактеристике параметарских и непараметарских тестова. Испитивања преко параметарских тестова хипотеза се односе на средину, разлику средина, пропорцију, разлику пропорција, варијансу и однос варијанси. Непараметарски тестови обухватају тестове хипотеза за прилагођавање података као што су Тест Колмогорова, потом тестове поређења података као што су тест Колмогоров-Смирнова, Тест Ман Витнија, тест знакова, тест медијане, тест разлика медијана и Дарлинг андерсонов тест. Области једноставне и вишеструке линеарне регресије базирају се на идентификацији регресионе зависности на основу матричног рачуна који се примењује код великог сета података. Поред постављања модела, предвиђања нових опсервација и провере адекватности модела, дат је прорачун коефицијента корелације. Посебна пажња је обрађена на нелинеарне моделе и њихово проналажење преко вишеструке линеарне регресије и преко ортогоналних полинома. Последња област обухвата основе анализе варијансе - једнофакторске и двофакторске, и њен даљи развој у виду планирања експеримената преко потпуних и делимичних факторијелних планова применом традиционалних и Тагучијевих метода.

### садржај практичне наставе

Практична настава се састоји од аудиторних вежби и пројектних задатака на рачунару који прате поглавља обрађена теоријском наставом.

## услов похађања

### ресурси

<http://mit.mas.bg.ac.rs>

Пре сваког часа предавања и вежби студенти добијају хендоуте у електронском облику. Поред тога, за аудиторне вежбе студенти такође унапред добијају материјале који ће бити потребни за активно учествовање на вежбама. За пројектне задатке студенти добијају материјале у електронској форми.

Радојевић, С, Вељковић З, Квантитативне методе, ЦД, МФ

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

#### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

#### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 3

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 2

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 31

### литература



Радојевић, С, Вељковић З, Квантитативне методе, ЦД, МФ  
Montgomery, DC, Runger, GC Applied Statistics and Probability for Engineers, Fourth Edition,  
Wiley, 2007

## Стручна пракса М - МИТ

ID: 0905

носилац предмета: Митровић Б. Часлав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: машинство и информационе технологије

### циљ

Да студент стекне практична искуства бораваком у амбијенту у коме ће студент реализовати своју будућу професионалну каријеру. Препознавање основних функција информационог система у домену пројектовања, развоја и производње софтвера, као и улоге и задатака машинског инжењера информационих технологија у таквом пословном систему.

### исход

Оспособљавање студената за примену претходно стечених теоријских и практичних научних и стручних знања информационих технологија за решавање конкретних практичних инжењерских проблема у оквиру изабраног предузећа или институције. Упознавање студената са делатностима изабраног предузећа или институције, начином пословања, управљањем и местом и улогом инжењера информационих технологија у њиховим организационим структурама.

### садржај теоријске наставе

МИТ обезбеђује студентима стручну праксу кроз сарадњу са реномираним компанијама као и научно-истраживачким институцијама Србије из ИТ сектора.

Стручна пракса се формира за сваког кандидата посебно, у договору са руководством предузећа или научно-истраживачке институције у којима се обавља стручна пракса, а у складу са развојем нових информационих технологија из којих је студент претходно стекао теоријска знања.

### садржај практичне наставе

Стручна пракса састоји се од укључивања студента у процес рада предузећа или научно-истраживачке институције, консултације и писање дневника стручне праксе у коме студент описује активности и послове које је обављао за време стручне праксе

### услов похађања

### ресурси

Предавања за предмете модула МИТ која се могу преузети са FTP серверу модула МИТ:  
<ftp://mit.mas.bg.ac.rs>

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 0

развија и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 42

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 4

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 80

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 10

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

## механизација

Дизајн и екологија  
Дизајн подсистема грађевинских и рударских машина  
Елементи машина за механизацију  
Металне конструкције у машиноградњи  
Основе динамике рударских и грађевинских машина  
Пројектовање дизалица  
Пројектовање транспортних и логистичких система  
Рачунарско пројектовање машина за транспорт и механизацију  
Рударске и грађевинске машине  
Стручна пракса М - ТКЛ  
Транспортне машине  
Фабричка постројења и техничка логистика

## Дизајн и екологија

ID: 0127

носилац предмета: Зрнић Ћ. Ненад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: механизација

### циљ

Основни циљ предмета је постизање компетенција и академских вештина из области еко дизајна и концепта одрживог развоја производа. Циљ је овладавање методологијама дефинисања стратегија побољшања производа и смањење штетног утицаја производа на околину, као и разумевање утицаја производа на животну средину кроз цео његов животни циклус и иновативан приступ добијању еколошки унапређеног производа.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче способности да овлада стратегијама еко дизајна за добијање иновативних решења за еколошко побољшање производа у оквиру рада на развоју производа. Студент овладава знањима, алатима и практичним способностима добијања одрживог производа, и стиче способност праћења еколошких директива и комуникације са организацијама које намећу еколошке захтеве.

### садржај теоријске наставе

Увод у Еко Дизајн, основни појмови и терминологија, утицај производа на околину. Стратегије Еко Дизајна, моделирање производа, препоруке за избор материјала са малим утицајем на околину, утицај производних технологија, транспорта и паковања, као и фазе употребе и краја живота производа на еколошке ударе. Процена животног века производа, методологије утицаја на околину, практични примери. Еколошка комуникација и мере ЕУ за заштиту животне средине, директиве, еко ознаке и декларације. Примена Еко Дизајна за побољшање постојећег производа. Дизајн за одлагање и рециклирање дотрајалих производа, дизајн за минимизацију отпада, дизајн за демонтажу дотрајалих уређаја.

### садржај практичне наставе

Терминологија Еко Дизајна. Примери утицаја производа на околину. Примери стратегија еко дизајна. Примери анализе животног века производа с аспекта Еко Дизајна. Примери побољшања постојећег производа. Примери одлагања и рециклирања дотрајалих производа. Рачунарски алати Еко Дизајна, обука и рад у рачунарском алату ECODESIGN PILOT+ Assistant+EEG, добијање побољшаног производа кроз неколико фаза које обухватају идентификацију производа, стратегије Еко Дизајна и конкретне мере за побољшање.

### услов похађања

### ресурси

1. Ненад Зрнић: Писани изводи са предавања, 2012, ДВЛ.
2. Рачунари са интернет конекцијом, Лабораторија 455, ИКТ/ЦАХ
3. Софтвер ECODESIGN PILOT+ Assistant+EEG, TU Wien, ИКТ/ЦСП

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

## **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

## **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

## **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

## **литература**

Ненад Зрнић, Милош Ђорђевић: Еко Дозајн - Одрживи развој производа, књига у завршној фази за штампу, Машински факултет Београд, 2012

## Дизајн подсистема грађевинских и рударских машина

ИД: 0791

носилац предмета: Бошњак М. Срђан  
ниво студија: мастер академске студије  
ЕСПБ: 6  
облик завршног испита: писмени  
катедра: механизација

### циљ

Основни циљеви предмета су: 1) упознавање студената са специфичностима радног процеса, конструкције, обликовања и прорачуна основних подсистема грађевинских и рударских машина; 2) овладавање практичним вештинама које су потребне за пројектовање и прорачун грађевинских и рударских машина.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче: 1) опште способности које може да примени у инжењерској пракси (анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; развој критичког приступа); 2) предметно - специфичне способности (примена стечених знања из фундаменталних области на решавање конкретних проблема из области грађевинских и рударских машина; примена савремених поступака пројектовања и прорачуна подсистема грађевинских и рударских машина).

### садржај теоријске наставе

Кратки преглед развоја машина за механизацију. Багери са једном кашиком. Радни отпори багера са једном кашиком. Одређивање геометрије радног уређаја багера са једном кашиком (дубинском, чеоном и повлачном). Дефинисање параметара погона и преносних система радног уређаја багера са једном кашиком. Конструкциона решења елемената радног уређаја багера са једном кашиком. Прорачун чврстоће радног уређаја багера са једном кашиком. Пројектовање и прорачун механизма дозера, скрепера и грејдера. Багери континуалног дејства. Основни дизајн роторних багера. Радни уређај роторног багера. Ротор, кашике. Погон ротора. Одређивање основних параметара стреле ротора. Багери ведричари. Основни дизајн багера ведричара. Радни уређај багера ведричара. Механизми машина за производњу агрегата. Челусне дробилице. Конусне дробилице. Ваљкасте дробилице. Дробилице ударног дејства. Ударне дробилице. Механизми машина за сепарацију агрегата. Ротациона сита. Динамичка сита.

### садржај практичне наставе

Пројектовање радног уређаја багера са дубинском кашиком. Обликовање стреле и држача. Избор хидроцилиндара. Конструисање основних елемената радног уређаја багера са једном кашиком. Пројектовање и прорачун дозерског уређаја. Обликовање и прорачун радног уређаја роторног багера. Обликовање и прорачун ротора са кашикама. Пројектовање, конструисање и прорачун погона ротора. Пројектовање и прорачун четворточковних и осмоточковних колица гусеничног механизма за кретање. Прорачун основних техничко – технолошких параметара, снаге и чврстоће челусних и конусних дробилица. Израда конструкционе документације. Консултације.

### услов похађања

### ресурси

Срђан Бошњак - Писани изводи са предавања (handouts), Срђан Бошњак - Роторни ровокопачи, Машински факултет Универзитета у Београду, 2001.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Момир Плавшић - Грађевинске машине, Научна књига, Београд, 1990.

Винко Јевтић - Грађевинске и рударске машине, Машински факултет Ниш, 1993.



## Елементи машина за механизацију

ID: 0790

носилац предмета: Бошњак М. Срђан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: механизација

### циљ

Основни циљеви предмета су: 1) упознавање студената са конструкцијом, обликовањем и прорачуном основних елемената грађевинских, рударских и транспортних машина; 2) овладавање практичним вештинама које су потребне за пројектовање и прорачун машина за механизацију.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче: 1) опште способности које може да примени у инжењерској пракси (анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; развој критичког приступа) 2) предметно - специфичне способности (примена стечених знања из фундаменталних области на решавање конкретних проблема из области машина за механизацију; примена савремених поступака пројектовања и прорачуна елемената машина за механизацију).

### садржај теоријске наставе

Погони машина за механизацију. Механички и хидраулички системи преноса снаге. Основни механизми машина за механизацију. Обликовање и прорачун специфичних елемената механизма машина за механизацију. Механизми за кретање. Механизми за кретање по шинама. Гусенични механизми за кретање. Корачајући механизми за кретање. Точкови. Гусенични чланци и папуче. Двоточковна колица. Носећа конструкција гусеничних механизма за кретање. Вучени системи. Прорачун погона и преносног система. Конструкција и прорачун колица и вучне траверзе. Ослоно - обртни механизми. Типови, конструкциона решења, прорачун. Механизми за промену дохвата стреле радних уређаја. Типови, конструкциона решења, прорачун. Механизми за подизање и потискивање радних органа. Статичка стабилност машина за механизацију. Обликовање помоћног рама мобилних машина. Стабилизатори.

### садржај практичне наставе

Конструисање и прорачун зглобних веза. Обликовање и прорачун ушки и кука посебне намене. Конструисање и прорачун точкова механизма за кретање. Двоточковна колица механизма за кретање. Обликовање и прорачун тела двоточковних колица. Конструисање и прорачун гусеничних папуча. Обликовање и прорачун помоћног рама мобилних машина за механизацију. Конструисање и прорачун стабилизатора. Израда конструкционе документације. Консултације.

### услов похађања

### ресурси

Срђан Бошњак - Писани изводи са предавања (handouts), Срђан Бошњак - Роторни ровокопачи, Машински факултет Универзитета у Београду, 2001.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Момир Плавшић - Грађевинске машине, Научна књига, Београд, 1990.

Винко Јевтић - Грађевинске и рударске машине, Машински факултет Ниш, 1993.

## Металне конструкције у машиноградњи

ID: 0910

носилац предмета: Гашић М. Влада

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: механизација

### циљ

Основни циљ предмета је увођење студента у прорачун металних конструкција за широк спектар машина за механизацију (рударске, транспортне и грађевинске машине, жичаре и лифтови). Такође, циљ предмета је развој иновативних способности студента у смислу пројектовања лаких а поузданих конструкција, тј. рационалних конструкција.

### исход

Студент проширује фундаментална знања из области прорачуна носећих конструкција машина за механизацију, у смислу идентификације специфичних напонских стања које у одређеним случајевима могу да изазову лом конструкција.

### садржај теоријске наставе

Теорија еластичности са основним формулацијама и претпоставкама. Слободно увијање штапова кружног попречног пресека. Слободно увијање затворених танкозидних профила. Слободно увијање танкозидних отворених профила. Секторска координата. Промена тангенцијалних напона дуж контуре танкозидог профила. Промена тангенцијалних напона дуж контуре танкозидних отворених профила услед тангенцијалних сила. Центар савијања. Разлике између слободног и ограниченог увијања, напонска стања и утицаји код ограниченог увијања. Деформација, депланација и нормални напон ограниченог увијања, Бимомент. Главна секторска координата. Центар увијања. Диференцијална једначина за одређивање угла увијања по јединици дужине, конвенције о знаку партикуларног решења, Доказ напона у условима ограниченог увијања.

### садржај практичне наставе

Различити танкозиди отворени профили: прорачун тежишта, момената инерције контуре, статички момент одсечака контуре, помоћна секторска координата, центар савијања, главна секторска координата, секторски статички момент контуре и главни секторски момент инерције контуре. Различити носачи под дејством оптерећења и пресеком-танкозиди отворени профили: промене угла увијања, момената увијања и бимомента дуж носача, тангенцијални напони услед ограниченог увијања, нормални напон услед ограниченог увијања, доказ напона у критичном пресеку и приказивање промене карактеристичних напона по контури. Одређивање положаја центра савијања помоћу одговарајуће софтверске подршке.

### услов похађања

### ресурси

Рачунарска лабораторија 516, литература.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 4

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

Зоран Петковић, Металне конструкције у машиноградњи 2, Машински Факултет Београд, 2005.

## Основе динамике рударских и грађевинских машина

ID: 0491

носилац предмета: Бошњак М. Срђан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: механизација

### циљ

Основни циљеви предмета су: 1) упознавање студената са специфичностима динамичких процеса рударских и грађевинских машина; 2) овладавање практичним вештинама које су потребне за анализу динамичких појава рударских и грађевинских машина.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче: 1) опште способности које може да примени у инжењерској пракси (анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; развој критичког приступа) 2) предметно - специфичне способности (примена стечених знања из фундаменталних области на решавање конкретних проблема из области динамике рударских и грађевинских машина)

### садржај теоријске наставе

Основе динамике основних машина за земљане радове – багера са једном кашиком и булдозера. Основе динамике машина за припрему минералних сировина – дробилица и сита. Моделирање побуде багера континуалног дејства. Утицај конструкционих и радних параметара машине на побуду изазвану отпором откопавања. Моделирање носећих конструкција и механизма багера континуалног дејства. Идентификација и анализа одзива багера континуалног дејства на побуду изазвану отпором откопавања. Самопобуђујуће осцилације. Одзив носећих конструкција на побуду изазвану дејством ветра. Динамика одлагача мобилних машина за континуални ископ тла.

### садржај практичне наставе

Динамички модели радних уређаја багера са једном кашиком. Удар булдозера о препреку. Прорачун основних параметара машина за припрему минералних сировина. Моделирање побуде роторних ровокопача и багера. Анализа одзива носеће конструкције роторних багера на побуду изазвану отпором копања. Моделирање и одзив носећих конструкција на побуду изазвану дејством ветра. Основе динамике мобилних одлагача. Консултације.

### услов похађања

### ресурси

1. Рачунари, Лабораторија 516
2. Софтверски пакет Matlab, Catia

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20  
разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 19  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 15  
консултације: 5  
дискусија/радионица: 1  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 6  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 4  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 35  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 25  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Срђан Бошњак, Роторни ровокопачи, Машински факултет Универзитета у Београду, 2001.

Срђан Бошњак, Писани изводи са предавања (handouts), Машински факултет Универзитета у Београду, 2008.

Срђан Бошњак, Основе динамике рударских и грађевинских машина - Упутство за израду семинарског рада, Машински факултет Универзитета у Београду, 2008.

J.P. Ден Хартог, Механичке осцилације, McGraw-Hill Book Company, Inc., SAD, 2007.

## Пројектовање дизалица

ID: 0139

носилац предмета: Зрнић Ћ. Ненад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: механизација

### циљ

Основни циљ предмета је постизање компетенције студента да овлада принципима пројектовања дизалица и да је оспособљен да се укључи у процес пројектовања дизалица у будућем инжењерском раду. Циљ је да овлада специфичним практичним вештинама за избор погонских група, прорачун носеће челичне конструкције дизалице уз познавање стандарда за прорачуне, као и израду техничке документације.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче опште способности које може да примени у инжењерској пракси: захтевима који се постављају пред пројектанта, повезивање основних знања из области транспортних машина и уређаја, овладавање методама и поступцима прорачуна дизалица, способности анализе алтернативних решења у процесу пројектовања, развоја вештине у презентацији пројеката.

### садржај теоријске наставе

Основни принципи пројектовања дизалица, трендови развоја, одржавање, транспорт дизалица и монтажа, испитивање и регистрација дизалица, мере заштите. Стандарди за прорачун носеће конструкције дизалице, избор витла, димензионисање и прорачун носеће конструкције и погона колица. Прорачун носеће конструкције мосне дизалице, избор геометрије главних и чеоних носача, доказ напона, доказ деформација, доказ динамичке крутости, оптерећења главног носача, докази заварених веза лимова носача. Еластична стабилност носача, локална стабилност лимова, прорачун везе главних и чеоних носача, прорачун чеоног носача, специфичност прорачуна једногредних мосних дизалица.

### садржај практичне наставе

Израда пројекта двогреде мосне дизалице, избор погонских група, избор геометрије и прорачун носеће конструкције колица и дизалице, докази еластичне стабилности - избочавања лимова, прорачун једногредних мосних дизалица. Рачунарске вежбе, прорачун носеће конструкције мосне дизалице помоћу МКЕ, уз обуку за коришћење и примену специјализованог програмског пакета KRASTA (KRAAn STATik, некомерцијална универзитетска верзија без ограничења везаних за прорачуне), за статичку и динамичку анализу носећих конструкција транспортних машина непрекидног и прекидног дејства методом коначних елемената.

### услов похађања

### ресурси

1. Ненад Зрнић: Писани изводи са предавања, 2012, ДВЛ
2. Слободан Тошић, Давор Острић: Дизалице, Машински факултет Београд, 2005, КДА.
3. KRASTA – Program for statical and modal analysis of spatial frames, MANUAL, ДВЛ.

4. Рачунари, Лабораторија 516, ИКТ/ЦАХ

5. Софтверски пакет KRASTA – Program for statical and modal analysis of spatial frames, Kühne BSB GmbH, ИКТ/ЦСП

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 5

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 40

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Зоран Петковић: Металне конструкције у машиноградњи, Машински факултет Београд, 1996, КДА.



## Пројектовање транспортних и логистичких система

ID: 0119

носилац предмета: Косанић Ж. Ненад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: механизација

### циљ

Основни циљ предмета је увођење студента у логику пројектовања савремених транспортних, складишних и логистичких система. Осим тога, циљ предмета је и развој креативних и иновативних способности студента у смислу пројектавања система који на најбоњи могуће начин треба да допринесу укупној ефикасности унутрашњег транспорта, складиштења и логистичких делатности, доприносећи тако укупном степену развијености привреде земље.

### исход

Студент је уведен у логику пројектовања и основне математичке моделе који се користе у моделирању транспортних, складишних и логистичких процеса. Студент је обучен да одреди најважније пројектне променљиве подсистема и система, као и да одреди најважније перформансе система и подсистема, који представљају меру успешности пројектних решења, тј. степен испуњења циљева постављених пројектанту.

### садржај теоријске наставе

Променљиве и променљиве перформанси система, елементарних подсистема и окружења флексибилних транспортних система (ФТС-а). Елементарни подсистеми ФТС-а. Основне карактеристике система двошинских флексибилних транспортера („power and free“). Основне карактеристике система подних флексибилних транспортера. Систем једношинских флексибилних транспортера. Систем шинских аутоматских возила; Систем аутоматски управљаних возила (АГВС-а. Методе за одређивање потребног броја флексибилних транспортних уређаја. Основне поставке пројектовања свих подсистема складишта, складишно-дистрибутивних и логистичких система: Подсистем за пријем робе; подсистем главног складишта; подсистем за прикупљање и сортирање поруџбина; подсистем за отпрему робе; Модели за једнодимензионално комисионирање са и без стратегије. Модели за дводимензионално комисионирање. Примери изведених складишних система са најважнијим пројектним параметрима. Разрада и примери предаваног градива.

### садржај практичне наставе

Израда задатака из модела за прикупљање поруџбина. Израда пројекта из конвенционалних складишта основних технологија складиштења, високорегалних складишта различитих степена аутоматизације, складишно-дистрибутивних и логистичких система: Одређивање површине и типа подсистема за пријем и сортирање робе на улазу и подсистема за отпрему робе; Избор технологије ускладиштења и капацитета у подсистему главног складишта; Избор технологије и основни прорачуни подсистема за прикупљање поруџбина; Техничке карактеристике стационарне складишне опреме; Одређивање укупног потребног броја транспортних уређаја примењеног транспортног подсистема; Дефинисање перформанси подсистема; Израда диспозиционог решења система; Консултације о проблемима, начинима решавања и препорукама за решавање подсистема складишта.

## услов похађања

### ресурси

- 1, Ђ.Зрнић, Пројектовање фабрика, МФ Београд, 1993. 2, Ђ.Зрнић, М. Прокић, П. Миловић, Пројектовање ливница, МФ Београд, 1998.
- 3, Ђ. Зрнић, Д. Савић, Симулација процеса унутрашњег транспорта, МФ Београд, 1997;
- 4, Ђ.Зрнић, Д. Петровић, Збирка решених задатака из фабричких постројења, МФ Београд, 1992. 5, Рrogramски пакет за основне моделе теорије редова чекања, МФ Београд, 1999., лабораторија 459.6. Handout предавања.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 18

разрада и примери (рекапитулација): 2

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 5

пројекат: 20

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 3

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### литература

- 1, Ђ.Зрнић, Пројектовање фабрика, МФ Београд, 1993. 2, Ђ.Зрнић, М. Прокић, П. Миловић, Пројектовање ливница, МФ Београд, 1998.
  - 1, Ђ.Зрнић, Пројектовање фабрика, МФ Београд, 1993. 2, Ђ.Зрнић, М. Прокић, П. Миловић, Пројектовање ливница, МФ Београд, 1998.
  - 3, Ђ. Зрнић, Д. Савић, Симулација процеса унутрашњег транспорта, МФ Београд, 1997;
  - 4, Ђ.Зрнић, Д. Петровић, Збирка решених задатака из фабричких постројења, МФ Београд, 1992.
- Handout предавања.

## Рачунарско пројектовање машина за транспорт и механизацију

ID: 0909

носилац предмета: Гашић М. Влада

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: механизација

### циљ

Основни циљеви предмета су: 1) упознавање студената са методом коначним елементима и њеном применом у области прорачуна структура и механизма машина за механизацију. 2) овладавање практичним вештинама које су потребне за пројектовање и прорачун транспортних, грађевинских и рударских машина.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче: 1) опште способности које може да примени у инжењерској пракси (анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; развој критичког приступа) 2) предметно - специфичне способности (примена рачунара у пројектовању и прорачуну транспортних, грађевинских и рударских машина).

### садржај теоријске наставе

Уводна разматрања, Метода померања, Директна метода крутости, Појам матрице крутости елемената, Глобална матрица крутости, Интерполационе функције, Алгоритам директне методе добијања матрице крутости за линијске КЕ, Глобална статичка анализа структура, Трансформациона матрица између локалних и глобалних координатних система, Формирање глобалне матрице крутости структуре, Формирање вектора оптерећења, Одређивање померања чворова структуре, Одређивање чворних утицаја елемената. Карактеристична решења носећих конструкција транспортних, грађевинских и рударских машина. Моделирање просторних решеткастих структура коначним елементима типа штапа и типа греде.

### садржај практичне наставе

Моделирање у коначноелементом софтверу карактеристичних решења носећих конструкција транспортних, грађевинских и рударских машина (рамни носач, решеткасти носач, носећа конструкција конзолне дизалице, носећа конструкција порталне дизалице, носећа конструкција претоварног моста). Припрема улазних података (координатни системи, карактеристике пресека) и анализирање одзива. 3Д моделирање изабраног механизма машина за механизацију (рударске, грађевинске, транспортне машине).

### услов похађања

### ресурси

1. Рачунарска лабораторија 516
2. Програми за МКЕ

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 8

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 15

лабораторијска вежбања: 45

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

Зоран Петковић, Металне конструкције у машиноградњи 2, Машински Факултет  
Београд, 2005.

Скрипте са решеним примерима

## Рударске и грађевинске машине

ID: 0102

носилац предмета: Бошњак М. Срђан  
ниво студија: мастер академске студије  
ЕСПБ: 6  
облик завршног испита: усмени  
катедра: механизација

### циљ

Основни циљеви предмета су:

- 1) упознавање студената са специфичностима радног процеса, конструкције, обликовања и прорачуна основних подсистема грађевинских и рударских машина, првенствено машина за континуални ископ и машина за уситњавање и просејавање;
- 2) овладавање практичним вештинама које су потребне за пројектовање и прорачун грађевинских и рударских машина.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче:

- 1) опште способности које може да примени у инжењерској пракси (анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; развој критичког приступа);
- 2) предметно - специфичне способности (примена стечених знања из фундаменталних области на решавање конкретних проблема; примена савремених поступака пројектовања и прорачуна грађевинских и рударских машина).

### садржај теоријске наставе

Конструкциона решења и прорачун обртних ослонаца и механизма за окретање надградње машина копаца. Конструкциона решења и прорачун гусеничних и корачајућих механизма за кретање машина копаца. Намена, радни процес, структурна схема, погонски и преносни системи и прорачун роторних багера и багера ведричара. Аналитичко – експерименталне методе одређивања параметара статичке стабилности. Теоријске основе процеса уситњавања. Челусне, конусне и ваљкасте дробилице и дробилице ударног дејства, млинови – конструкција, прорачун. Теоријске основе процеса просејавања. Статичка и динамичка сита – конструкција, прорачун.

### садржај практичне наставе

Прорачун радне опреме, режима рада и снага механизма багера континуалног дејства. 3Д моделирање карактеристичних подсклопова багера континуалног дејства. Прорачунски модели просторних решеткастих подструктура роторног багера. Симулација спољашњег гоптерећења применом рачунара. Случајеви оптерећења. Идентификација напонско – деформационог стања. Израда конструкционе документације. Одређивање положаја, избор и прорачун основних параметара кружно - лучног одлагача. Прорачун основних техничко – технолошких параметара, снаге и чврстоће челусних и конусних дробилица, сита и млинова. Консултације.

### услов похађања

### ресурси

1. Срђан Бошњак, Роторни ровокопачи, Машински факултет Универзитета у Београду, 2001., КПН

2. Срђан Бошњак, Писани изводи са предавања (handouts), Машински факултет Универзитета у Београду, 2008., ДВЛ
3. Срђан Бошњак, Грађевинске и рударске машине - Упутство за писање лабораторијског извештаја, Машински факултет Универзитета у Београду, 2008., ДВЛ
4. Рачунари, Лабораторија 459, ИКТ/ЦАХ
5. Софтверски пакет КАТИА, ИКТ/ЦСП

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 5

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 30

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Винко Јефтић, Грађевинске и рударске машине, Машински факултет Универзитета у Нишу, 1993.

Момир М. Плавшић, Грађевинске машине, Научна књига, Београд, 1990.

## Стручна пракса М - ТКЛ

ID: 0789

носилац предмета: Бошњак М. Срђан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: презентација семинарског рада

катедра: механизација

### циљ

Циљ предмета је упознавање студената са средствима, машинама и уређајима из области механизације који се користе у различитим гранама привреде, а нарочито у индустрији, грађевинарству, рударству, саобраћају, туризму, енергетици, процесној техници, услужним делатностима, итд.

### исход

Савладавањем програма предмета студенти се упознају са: 1. Производним процесима у предузећима која производе или користе средства за механизацију, 2. Унутрашњим прекидним и непрекидним транспортом, 3. Процесима одржавања опреме и машина за механизацију, и др.

### садржај теоријске наставе

Уводне напомене из области механизације. Основе примене мера безбедности и здравља на раду при коришћењу опреме и средстава за рад уопште, а посебно у области механизације. Основни принципи рада уређаја и машина за механизацију. Основе технолошких процеса у индустрији која производи машине и конструкцију из области механизације. Основе пројектовања транспортних и логистичких система.

### садржај практичне наставе

Практична настава се остварује кроз посете индустријским комплексима и предузећима у којима се производе или користе машине и уређаји из области механизације. Остварује се увид у транспортне токове у којима се користе средства унутрашњег транспорта, производно-технолошке процесе израде делова машина за механизацију, монтажне процесе, одржавање машина за механизацију, конструкционе карактеристике дизалица и транспортних уређаја, улогу грађевинске механизације на објектима високоградње, улогу транспортера и роторних багера на површинским коповима за експлоатацију угља, складишно-дистрибутивне системе... Такође, изводи се презентација реализованих пројеката од стране Катедре за потребе привреде у претходном 10-годишњем периоду. Приказују се коришћене методе, основне фазе у процесу пројектовања (од идејног решења до финалног производа), као и техничка решења за реконструкцију постојећих машина за механизацију.

### услов похађања

### ресурси

Тошић, С.: Транспортни уређаји - Механизација транспорта, Београд, 1999., Острић, Д., Тошић, С.: Дизалице, Београд, 2005, Петковић, З.: Металне конструкције у Машиноградњи, Београд, 1996., Бошњак, С.: Роторни ровокопачи, Београд, 2001., Зрнић, Ћ., Прокић, М., Миловић, П.: Пројектовање ливница, Београд, 1988.



### **фонд часова**

укупан фонд часова: 46

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 2

развијање примера (рекапитулација): 4

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 25

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 60

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 10

### **литература**

Тошић, С.: Транспортни уређаји - Механизација транспорта, Београд, 1999.

Острић, Д., Тошић, С.: Дизалице, Београд, 2005.

Петковић, З.: Металне конструкције у Машиноградњи, Београд, 1996.

Бошњак, С.: Роторни ровокопачи, Београд, 2001.

Зрнић, Ђ., Прокић, М., Миловић, П.: Пројектовање ливница, Београд, 1988

## Транспортне машине

ИД: 0308

носилац предмета: Зрнић Ђ. Ненад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: механизација

### циљ

Основни циљ предмета је упознавање студента са машинама прекидног и непрекидног транспорта, типовима и конструкционим решењима и принципима рада. Циљ је увођење студента у овладавање практичним вештинама потребним за обављање инжењерске професије, као што су главни параметри машина, анализа оптерећења, избора погонске групе и прорачуна капацитета претовара.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче опште способности које може да примени у инжењерској пракси: познавање и разумевање принципа рада транспортних машина прекидног и непрекидног транспорта, избор параметара, дефинисање оптерећења носеће конструкције, избор и прорачун погонске групе и одређивање капацитета машина у експлоатацији.

### садржај теоријске наставе

Одређивање капацитета транспорта машина непрекидног и прекидног дејства. Машине непрекидног транспорта, тракасти транспортери, плочасти транспортери, грабуљасти транспортери, висући транспортери, елеватори, завојни транспортери, осцилаторни транспортери, ваљкасти транспортери, гравитациони транспортери, бункери, додавачи и затварачи, жичаре, основне перформансе машина, конструкциона извођења, основе прорачуна. Машине прекидног транспорта са транслаторним кретањем, мосне дизалице, порталне дизалице, претоварни мостови, контејнерске дизалице, перформансе, принципи рада, анализа оптерећења, прорачуни. Машине прекидног транспорта са обртним кретањем, конзолне дизалице, торањске дизалице, обртне лучке дизалице, перформансе, конструкције, механизми. Лифтови и машине унутрашњег транспорта, виљушкарни, складишне дизалице.

### садржај практичне наставе

Прорачун машина непрекидног транспорта са траком, прорачун по контури и избор погонске групе тракастих транспортера, прорачун машина са ланцем као вучним елементом - плочасти и грабуљасти транспортери, прорачун кофичастих елеватора, ваљкастих транспортера (ролганга), завојних (пужних) транспортери. Видео прикази савремених конструкција машина прекидног транспорта, анализа рада машине у систему, аутоматизација рада.

### услов похађања

### ресурси

1. Ненад Зрнић: Писани изводи са предавања, 2012, ДВЛ.
2. Слободан Тошић, Транспортни уређаји - механизација транспорта, Машински факултет Београд, 1999, КДА.

3. Слободан Тошић, Давор Острић: Дизалице, Машински факултет Београд, 2005, КДА.
4. Рачунари, Лабораторија 516, ИКТ/ЦАХ

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 10

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 60

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Слободан Тошић: Прорачун машина непрекидног транспорта и дизаличних уређаја, друго издање, Машински факултет Београд, 2001, 33Д.

Миломир Гашић: Транспортни уређаји - непрекидни транспорт, Машински факултет Краљево, 1997.

## Фабричка постројења и техничка логистика

ID: 0187

носилац предмета: Косанић Ж. Ненад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: механизација

### циљ

Основни циљ предмета је увођење студента у логику пројектовања фабрика, фабричких постројања, транспортних и складишних система. Осим тога, циљ предмета је и развој креативних и иновативних способности студента у смислу пројектавања система који на најбоњи могуће начин треба да допринесу укупној ефикасности производње, складиштења и услужних делатности, доприносећи тако укупном степену развијености привреде земље.

### исход

Студент је уведен у логику пројектовања и основне математичке моделе који се користе у моделирању производних, транспортних и складишних процеса у фабрикама, фабричким постројањима, транспортним и складишним система. Студент је обучен да одреди најважније перформансе система и подсистема, који представљају меру успешности пројектних решења, тј. степен испуњења циљева постављених пројектанту.

### садржај теоријске наставе

Системски приступ у пројектовању. Изградња објеката. Израда и прикупљање предпроектне документације. Пројектни задатак. Основни типови програма производње. Обим производње и технички капацитет. Састав фабрике. Документација технолошког пројекта. Поступак пројектовања. Режији рада производних система. Фонд времена рада. Прорачун потребног броја машина и опреме. Прорачун броја радних места. Прорачун потребне радне снаге и потребних површина. Основне карактеристике размештаја опреме и простора. Дефиниција, област примене и основне карактеристике флексибилних производних система. Модели за размештај опреме и простора. Кретање материјала. Основни принципи управљања ланцем снабдевања. Основне карактеристике чворних тачака. Основне поставке теорије редова чекања. Модели за анализу кретања материјала. Основи елементи потребни за решење размештаја опреме и простора. Снабдевање енергијом. Грејање, проветравање и отпашивање. Ситуациони план. Разрада и примери предаваног градива.

### садржај практичне наставе

Избор модела теорије редова чекања, којим се моделира карактеристичан производни или транспортни процеса, са израчунавањем свих излазних параметара и њихова провера на рачунару. Израда технолошког процеса ливнице: Избор уређаја и машина у топионици са основним прорачунима; Избор технологије и прорачун потребног броја машина и уређаја одељења за припрему песка за калуповање; Избор технологије и прорачун потребног броја машина и уређаја одељења за припрему песка за језгра; Прорачун потребних капацитета одељења за чишћење одливака, избор основних уређаја и машина одељења; Пројектовање складишта ливнице; Прорачун неког од уређаја прекидног и непрекидног дејства у изабраном одељењу ливнице; Израда диспозиционог решења ливнице и диспозиционог решења само једног одељења. Консултације о проблемима, начинима решавања и препорукама за решавање и моделирање задатка

пројектовања подсистема или система фабрика, фабричких постројења, транспортних, складишних и логистичких система.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1, Ћ.Зрнић, Пројектовање фабрика, МФ Београд, 1993.; 2, Ћ.Зрнић, М. Прокић, П. Миловић, Пројектовање ливница, МФ Београд, 1998.; 3, Ћ. Зрнић, Д. Савић, Симулација процеса унутрашњег транспорта, МФ Београд, 1997.; 4, Ћ.Зрнић, Д. Петровић, Збирка решених задатака из фабричких постројења, МФ Београд, 1992.; 5, Рrogramски пакет за основне моделе теорије редова чекања, МФ Београд, 1999., лабораторија 459.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 18

разрада и примери (рекапитулација): 2

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 35

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 3

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

- 1, Ћ. Зрнић, Пројектовање фабрика, МФ Београд, 1993,
- 2, Ћ. Зрнић, М. Прокић, П. Миловић, Пројектовање ливница, МФ Београд, 1998.
- 3, Ћ. Зрнић, Д. Савић, Симулација процеса унутрашњег транспорта, МФ Београд, 1997;
- 4, Ћ.Зрнић, Д. Петровић, Збирка решених задатака из фабричких постројења, МФ Београд, 1992.
- 5, Ррограмски пакет за основне моделе теорије редова чекања, МФ Београд, 1999., лабораторија 459.

## **МЕХАНИКА**

Аналитичка механика  
Биомеханика ткива и органа  
Механика континуума  
Механика М  
Механика робота  
Мехатронска роботика  
Случајне осцилације механичких система  
Стручна пракса М - МЕХ  
Теорија осцилација

## Аналитичка механика

ID: 0825

носилац предмета: Јеремић М. Оливера

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: механика

### циљ

Циљ предмета је да се студент:

- упозна са појмовима, принципима и методама у аналитичкој механици,
- оспособи за решавање конкретних проблема из праксе употребом стеченог знања из аналитичке механике,
- оспособи за праћење новина у науци и струци.

### исход

Студент :

- овладава појмовима, методама и принципима из аналитичке механике,
- успешно повезује знања из других научних и стучних област са стеченим знањима из аналитичке механике,
- примењује знања у анализи, синтези и предвиђању решења и последица конкретних проблема из науке и струке
- успешно прати новине у науци и струци

### садржај теоријске наставе

Analitička dinamika sistema.- Slobodni i neslobodni materijalni sistemi. Veze i njihova klasifikacija. Stvarna, moguća i virtuelna pomeranja. Broj stepeni slobode. Virtuelni rad sila. Idealne veze. Lagranževe jednačine prve vrste. Lagranževa mehanika i diferencijalni principi.- Elementi tenzorskog računa. Stanje kretanja holonomnog mehaničkog sistema u konfiguracionom prostoru. Kinetička energija. Generalisane sile. Princip virtuelnog rada. Lagranž-Dalamberov princip. Lagranževa funkcija. Lagranževe jednačine druge vrste za holonomne mehaničke sisteme i njihova struktura. Prvi integrali. Lagranževe jednačine druge vrste za neholonomne mehaničke sisteme. Hamiltonova mehanika.- Hamiltonove promenljive. Fazni prostor. Hamiltonova funkcija i njena struktura. Hamiltonove kanonske jednačine za konzervativne i nekonzervativne holnomne mehaničke sisteme. Direktni metod za nalaženje prvih integrala Hamiltonovih kanonskih jednačina. Poasonova zagrada. Liuvilova teorema. Vitekerove jednačine. Rautove jednačine. Varijacioni principi.- Elementi varijacionog računa. Veza između opšte jednačine dinamike i varijacionog računa. Centralna jednačina dinamike. Hamiltonov princip. Drugi oblik Hamiltonovog principa. Hamilton-Jakobijeva metoda integracije kanonskih jednačina. Lagranžev princip.

### садржај практичне наставе

Analitička dinamika sistema.- Slobodni i neslobodni materijalni sistemi. Veze i njihova klasifikacija. Broj stepeni slobode. Virtuelni rad sila. Idealne veze. Lagranževe jednačine prve vrste. Lagranževa mehanika i diferencijalni principi.- Elemenata tenzorskog računa u analitičkoj mehanici. Kinetička energija. Generalisane sile. Princip virtuelnog rada. Lagranž-Dalamberov princip. Lagranževa funkcija. Lagranževe jednačine druge vrste za holonomne mehaničke sisteme. Prvi integrali. Lagranževe jednačine druge vrste za neholonomne mehaničke sisteme.



Hamiltonova mehanika.- Hamiltonove promenljive. Hamiltonova funkcija i njena struktura. Hamiltonove kanonske jednačine za konzervativne i nekonzervativne holnomne mehaničke sisteme. Direktni metod za nalaženje prvih integrala Hamiltonovih kanonskih jednačina. Vitekerove jednačine. Rautove jednačine. Varijacioni principi.- Elementi varijacionog računa u mehanici. Hamilton-Jakobijeva metoda integracije kanonskih jednačina.

#### **услов похађања**

#### **ресурси**

- [1] Leko M., Plavšić M., Rešeni problemi iz tenzorskog računa sa primenom u mehanici, Naučna knjiga, Beograd, 1973.
- [2] Fempl S., Elementi varijacionog računa, Građevinska knjiga, Beograd, 1965.
- [3] Lurje A.I., Analitička mehanika, Gosud.izdav. F.M., Moskva, 1961.
- [4] Bakša A., Racionalna mehanika, Predavanja 1999/2000, Beograd, 2000.
- [5] Hend- auti

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 30

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 10

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

### литература

Simić S. S., Analitička mehanika, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2006

Vuković J., Odabrana poglavlja iz mehanike, Pisana predavanja za doktorske studije, Mašinski fakultet u Beogradu, Beograd

Gantmaher F. R., Analitička mehanika, Zavod za udžbenike, Beograd, 1965.

Anđelić T., Tenzorski račun, Naučna knjiga, Beograd, 1980.

Vujanović B., Metode optimizacije, Radnički univerzitet "Radivoj Ćirpanov", Novi Sad, 1980.

## Биомеханика ткива и органа

ID: 0559

носилац предмета: Лазаревић П. Михаило

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: усмени

катедра: механика

### циљ

Упознавање студената са применом фундаменталних принципа и закона биомеханике ткива и органа у циљу разумевања и проучавања истих. Формирање одговарајућих биомеханичких модела ткива и органа применом савремене теорије вискоеластичности, могућност симулације на бази истих у циљу потврде експерименталних података, могућност примене у сврхе дизајнирању и основе пројектовања истих. Омогућава се потенцијална сарадња са стручњацима из области медицине, односно рад у специјализованим клиничким установама.

### исход

Похађањем предмета студент стиче способност анализе и могућност решавања актуелних проблема који се односе на биомеханичке особине и карактеристике ткива и органа човека уз употребу научних метода и поступака као и рачунарске технике и опреме. При томе студенту је омогућено повезивање основних знања из механике, математике, физике, анатомије, физиологије, биомеханике са применом у биоинжењерингу ткива и органа.

### садржај теоријске наставе

Увод у биомеханику ткива/органа. Увод у механике континуума, феномена преноса, основне поставке биофлуида. Основне поставке линеарне теорије еластичности (ЛТЕ). Моделирање применом теорије ЛТЕ. Биомеханичке особине крвних судова: артеријски систем, венски систем. Васкуларна анатомија, вентрикуларна геометрија и хемодинамика. Динамика биомеханичког модела срца. Биомеханика плућа. Биомеханика нервног и лимфног система. Динамичко понашање биолошких ткива/органа: релаксација напона, пузање, хистерезис. Увод у теорију вискоеластичности (ТВ): Келвин-Војтов и Макселов модел. Основне поставке нелинеарне теорије еластичности - коначна еластична деформација. Нелинеарно динамичко понашање ткива/органа. Елементи реологије ћелија. Толеранција ткива/органа на ударна оптерећења. Повреда органа/ткива- биомеханичко моделирање истих. Биомеханички инжењеринг у превенцији траума ткива. Биомеханички аспекти раста ткива/органа. Инжењеринг ткива и органа. Историјат и перспективе будућег развоја вештачких ткива/органа

### садржај практичне наставе

Уводни примери тензорске анализе. Биомеханичке особине чврстог ткива- пример зуба и кости човека. Биомеханичке особине меких везивног ткива- пример мишића, мишићног влакна. Биолошка ткива- моделирање применом ЛТЕ.

Примери: еластин, колаген, хрскавица- особине. Моделирање понашања биолошких ткива применом ЛТВЕ: пример ткива плућа, крвни судови. Биомеханички модели респираторног, нервног и лимфног система. Структура и функција плућног паренхина. Примери динамичког понашања биолошких ткива/органа: релаксација напона, пузање, хистерезис. Случај динамичког понашања дијафрагме. Илустративни пример једне

коначне еластичне деформације. Примери поврде органа/тквива: глава и кичмена мождина-биомеханичко модели истих. Толеранција органа/тквива на ударна опеређења. Раст тквива и органа - пример костију. Примери вештачких модела тквива/органа (делова органа).

### **услов похађања**

### **ресурси**

- [1] Y. C. Fung, Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues, Springer, Berlin, 2000.
- [2] Писани изводи са предавања (handouts),
- [3] М. Лазаревић, Биомеханика тквива и органа, (скрипта у припреми), 2013
- [4] Joseph D. Bronzino, «Tissue Engineering and Artificial Organs (The Biomedical Engineering Handbook), CRC Press, 2006.
- [5] D. Schneck, J. Bronzino, Biomechanics principles and applications, CRC Press, New York, 2003.
- [6] National Instruments-LABVIEW, (ЦСП)
- [7] WWWinternetlaboratorije, MATLAB,

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 45

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 8

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 4

семинарски рад: 0

пројекат: 2

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 1

преглед и оцена пројекта: 1

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 1

завршни испит: 3

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

S. Cowin, S. B.Doty, Tissue Mechanics, Springer Science+Business Media, LLC, 2007

Ed. Joseph D. Bronzino, The Biomedical Engineering HandBook, Second Edition. Boca Raton: CRC Press LLC, 2000

M, Lai, D. Rubin, E. Creml, Introduction to Continuum Mechanics, Pergamon Press, 1993.

H.A. Barnes, J.E Hutton, K. Walters F. R. S, An Introduction to rheology I, Elsevier Amsterdam, 1993

C. Oomens, M. Brekelmans, F. Baaijens, Biomechanics: Concepts and Computation, Cambridge University Press, 2009

## Механика континуума

ID: 0826

носилац предмета: Стокић М. Зоран

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: механика

### циљ

Упознавање механике континуума као примењене форме класичне механике. Циљ овог предмета је да студенти савладају и разумеју појмове механика континуума тј. да упознају основне принципе: Ојлеровог и Лагранжовог приступа континуумима као и основе тензорског начина обележавања и израчунавања.

### исход

Савладавањем програма овог предмета студенти се упознају са основним принципима механика континуума који им касније омогућавају да се баве конкретним проблемима у механици флуида, теорији еластичности, теорији пластичности и реологији. тног значаја за примену тако стеченог знања у савременој инжењерској пракси.

### садржај теоријске наставе

Хипотеза о континууму. Лагранжов и Ојлеров приступ проучавању континуума. Материјални извод. Површинске и запреминске силе. Тензор напона. Симетричност тензора напона. Кошијев принцип. Главни напони и правци главних напона. Екстремне вредности главних напона. Моров круг. Градијенти деформације. Тензор деформације. Вектор померања. Инфинитезимална деформација и ротација. Енергија деформације. Хуков Закон. Особине флуида. Дивергенција и ротор вектора брзине. Прва Хелмхолчева теорема. Брзина деформисања. Убрзање – Келвинова теорема. Вртложна и невртложна струјања. Закон одржања масе – једначина континуитета. Извори и понори. Ојлерова једначина. Бернулијев интеграл Ојлерове једначине. Закони о промени количине и момента количине кретања. Унутрашње силе. Претпоставке о напонима. Навије-Стоксове једначине.

### садржај практичне наставе

Примене тензорске алгебре и анализе. Одређивање компонената напона.. Деформације по Lagrange-у и Euler-у. Израчунавање главних деформација. Тензори напона и деформације. Једначине континуитета. Навије-Стоксове једначине.

### услов похађања

### ресурси

Хендаути

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 30

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 10

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

### **литература**

Јово Јарић, Механика континуума, Грађевинска књига, Београд, 1988.

C.A Eringen, Mechanics of Continua, Krieger Pub. Co., 1980.

Т. Анђелић, Тензорски рачун, Научна књига, Београд, 1991.

I. S. Sokolnikoff, Tensor Analysis, Willey, 1951.

## Механика М

ID: 0004

носилац предмета: Митровић С. Зоран

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: механика

### циљ

Циљ овог предмета је да студенти савладају елементе динамике осцилаторног кретања тачке, динамике тачке променљиве масе, сложенијих задатака кинематике тачке, кинематике сложеног кретања тела и система тела као и динамике сферног и општег кретања тела, приближне теорије гироскопа и теорије удара.

### исход

Стицањем знања у овом предмету студенти ће бити у могућности да ефикасно решавају сложене проблеме Кинематике као и Динамике материјалне тачке и материјалног система. Ова знања омогућавају студентима да могу пратити наставу на стручним предметима који анализирају кинематичке и динамичке проблеме.

### садржај теоријске наставе

Праволинијске линеарне осцилације тачке. Слободне и принудне, пригушене и непригушене осцилације тачке. Декремент осцилација. Подрхтавање. Резонанција. Динамички фактор појачања. Резонантни дијаграми. Динамика тачке променљиве масе. Кинематика тачке у криволинијским координатама. Кинематика општег кретања кретања тела. Кинематика сложеног кретања тела. Слагање кретања тела. Увод у кинематику система крутих тела. Динамика сферног и општег кретања тела. Приближна теорија гироскопа. Гироскопски момент. Основне поставке теорије удара. Коефицијент удара. Теореме о променама количине кретања и момента количине кретања за време удара.

### садржај практичне наставе

Праволинијске линеарне осцилације тачке. Слободне и принудне, пригушене и непригушене осцилације тачке. Декремент осцилација. Подрхтавање. Резонанција. Динамички фактор појачања. Резонантни дијаграми. Динамика тачке променљиве масе. Кинематика тачке у криволинијским координатама. Кинематика општег кретања кретања тела. Кинематика сложеног кретања тела. Слагање кретања тела. Увод у кинематику система крутих тела. Динамика сферног и општег кретања тела. Приближна теорија гироскопа. Гироскопски момент. Основне поставке теорије удара. Коефицијент удара. Теореме о променама количине кретања и момента количине кретања за време удара.

### услов похађања

### ресурси

[1] Павишић, М., Голубовић, З., Митровић, З. Механика - динамика система, Машински факултет, Београд, 2011.

[2] Вуковић, Ј., Симоновић, М., Обрадовић, А., Марковић, С., Збирка задатака из динамике, МФ Београд, 2007.



[3] Писана предавања

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 30

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 10

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

#### **литература**

Pavišić, M., Golubović, Z., Mitrović, Z., Mehanika, Dinamika sistema, Mašinski fakultet Beograd, 2011.

Ђурић, С., Динамика и теорија осцилација, МФ Београд, 1987.

Rusov, L., Dinamika, Naučna knjiga, 1988.

## Механика работа

ID: 0007

носилац предмета: Лазаревић П. Михаило

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: механика

### циљ

Упознавање студената са основним појмовима кинематике и динамике роботских система. Омогућено је решавање директног и инверзног задатка кинематике и динамике роботског система (РС) применом савремене теорије Родригове матрица трансформације и теорије коначних ротација. Одређивање (симулационих) модела РС-диференцијалних једначина кретања РС која су значајна у практичним проблемима РС. Практичне симулације РС у Cyberbotics Webots софтверском пакету, као и рад студената са лабораторијским роботом NEUROARM.

### исход

Похађањем предмета студент стиче способност анализе проблема и синтезе решења проблема кинематике и динамике роботских система уз употребу научних метода и поступака као и рачунарске технике и опреме. Тиме му је омогућено примењивање решења у практичним проблемима роботских система као и праћење и примени новина у развоју нових роботских система.

### садржај теоријске наставе

Основни појмови, дефиниција роботског система (РС). Ортогоналне трансформације координата. Родригов образац и матрица трансформације (МТ), Произвољна и референтна конфигурација РС. Сложена МТ координата. Вектори положаја који дефинишу конфигурацију РС, унутрашње и спољашње координате РС. Брзина и убрзање центра инерције роботског сегмента (РСЕ). Угаона брзина и угаоно убрзање произвољног РСЕ. Брзина врха хватаљке РС. Директан и инверзан задатак кинематике робота-сингуларни случајеви. Везе РС. Количина кретања, кинетички момент, кинетичка енергија произ. сегмента РС. Кинетичка енергија и метрички тензор РС. Генералисане силе и принцип идеалности РС- различити случајеви. Диференцијалне једначине (ДИФЈ) кретања РС. ДИФЈ кретања РС у коваријантном облику. Други поступци формирања ДИФЈ кретања РС. ДИФЈ кретања РС који је дат у облику кинематичког ланца са структуром тополошког дрвета; ДИФЈ кретања РС који је дат у облику затвореног кинематичког ланца. Допунске једначине веза. Везано кретање роботске хватаљке. Једначине кретања РС са Лангражевим множитељима. Редундантни РС. Основни појмови управљања РС.

### садржај практичне наставе

Примери одређивања броја степени слободе кретања РС; Израчунавање матрице трансформације (МТ)-случајеви Ојлерових углова, Хамилтон-Родригових параметара; Одређивање кинематичких карактеристика роботског сегмента (РСЕ): угаона брзина и угаоно убрзање РСЕ, брзина и убрзање уочене тачке РСЕ-случајеви Резалових и Ојлерових углова. Примена Родригове матрице трансформације, одређивање вектора положаја који одређују конфигурацију РС у МАТЛАБ окружењу. Кинематичке карактеристике  $i$ -тог РСЕ. Решавање директног и инверзног задатка кинематике РС. Одређивање (планарног) тензора инерције РСЕ, РС. Одређивање количине и момента

количине кретања, кинетичке енергије, коефицијената метричког тензора РС, генералисаних сила, Кристофелови симбола прве врсте. Решавање директног и инверзног задатка динамике РС. Примери симулације ДИФЈ РС у МАТЛАБ-у-ГУИ, МАТЕМАТИЦИ, пример једног редувантног РС. Пример симулације РС у Cyberbotics Webots пакету. Пример управљања РС-лабораторијског робота NeuroArm са 7 степени слободe у МАТЛАБ окружењу.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. Човић В., Лазаревић М., Механика робота, МФ Београд, 2009, (књига)
2. Лазаревић М., Збирка задатака из механике робота, МФ Београд, 2006. (ЗЗД)
3. Wittenburg J., Dynamics of Systems of Rigid Bodies, Teubner, Stuttgart, 1977. (КСЈ)
4. Craig J., Introduction to robotics, Mechanics and Control, Addison-Wesley, 1989.
5. Писани изводи са предавања (Handouts)
6. Cyberbotics Webots - софтверски пакет,
7. NeuroArm-лабораторијски робот са 7 степени слободe
8. Matlab, Mathematica-софтверски пакети

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 6

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 6

консултације: 3

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 20  
завршни испит: 40  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### литература

Bruno Siciliano, Oussama Khatib, Springer Handbook of Robotics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008.  
Thomas R. Kurfess., Robotics and automation handbook, CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, 2005  
Ahmed A. Shabana, Dynamics of Multibody Systems, Cambridge University Press The Edinburgh Building, Cambridge, UK, 2005.  
M.W. Spong, M. Vidyasagar: Robot Dynamics and Control (Wiley, New York 1989)  
R. Paul: Robot Manipulators: Mathematics, Programming and Control (MIT Press, Cambridge 1982)

## Мехатронска роботика

ID: 0827

носилац предмета: Лазаревић П. Михаило

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: механика

### циљ

Упознавање студената са основним појмовима кинематике и динамике роботских система. Омогућено је решавање директног и инверзног задатка кинематике и динамике роботског система (РС) применом савремене теорије Родригове матрица трансформације, теорије коначних ротација и кватерниона. Одређивање (симулационих) модела РС-диференцијалних једначина кретања РС која су значајна у практичним проблемима РС. Практичне симулације РС у Cyberbotics Webots софтверском пакету, као и рад студената са лабораторијским роботом NEUROARM. Упознавање студената са основним принципима управљања РС са освртом на карактеристичне методе и алгоритме управљања РС.

### исход

Похађањем предмета студент стиче способност анализе проблема и синтезе решења проблема кинематике и динамике роботских система уз употребу научних метода и поступака као и рачунарске технике и опреме. Тиме му је омогућено примењивање решења у практичним проблемима роботских система као и праћење и примени новина у развоју нових роботских система и одговарајућих алгоритама управљања.

### садржај теоријске наставе

Основни појмови, дефиниција роботског система (РС). Ортогоналне трансформације координата. Родригов образац и матрица трансформације (МТ), Произвољна и референтна конфигурација РС. Сложена МТ координата. Вектори положаја који дефинишу конфигурацију РС, унутрашње и спољашње координате РС. Брзина и убрзање центра инерције роботског сегмента (РСЕ). Угаона брзина и угаоно убрзање произвољног РСЕ. Брзина врха хватаљке РС. Директан и инверзан задатак кинематике робота-сингуларни случајеви. Везе РС. Количина кретања, кинетички момент, кинетичка енергија произ. сегмента РС. Кинетичка енергија и метрички тензор РС. Генералисане силе и принцип идеалности РС- различити случајеви. Диференцијалне једначине (ДИФЈ) кретања РС. ДИФЈ кретања РС у коваријантном облику. Други поступци формирања ДИФЈ кретања РС. ДИФЈ кретања РС који је дат у облику кинематичког ланца са структуром тополошког дрвета; ДИФЈ кретања РС који је дат у облику затвореног кинематичког ланца. Допунске једначине веза. Везано кретање роботске хватаљке. Једначине кретања РС са Лангражевим множитељима. Редундантни РС. Основни појмови управљања РС.

### садржај практичне наставе

Примери одређивања броја степени слободе кретања РС; Израчунавање матрице

трансформације(МТ)-случајеви Ојлерових углова, Хамилтон-Родригових параметара; Одређивање кинематичких карактеристика роботског сегмента (PCE): угаона брзина и угаоно убрзање PCE, брзина и убрзање уочене тачке PCE-случајеви Резалових и Ојлерових углова. Примена Родригове матрице трансформације, одређивање вектора положаја који одређују конфигурацију РС у МАТЛАБ окружењу. Кинематичке карактеристике  $i$ -тог PCE. Решавање директног и инверзног задатка кинематике РС. Одређивање (планарног) тензора инерције PCE, РС. Одређивање количине и момента количине кретања, кинетичке енергије, коефицијената метричког тензора РС, генералисаних сила, Кристофелови симбола прве врсте. Решавање директног и инверзног задатка динамике РС. Примери симулације ДИФЈ РС у МАТЛАБ-у-ГУИ, МАТЕМАТИЦИ, пример једног редувантног РС. Пример симулације РС у Cyberbotics Webots пакету. Симулациони примери управљања РС применом карактеристичних метода управљања. Један пример примене управљања на постојећем лабораторијском роботу NeuroArm са 7 степени слободе у МАТЛАБ окружењу.

### услов похађања

#### ресурси

1. Човић В., Лазаревић М., Механика робота, МФ Београд, 2009, (књига)
2. Лазаревић М., Збирка задатака из механике робота, МФ Београд, 2006. (ЗЗД)
3. Wittenburg J., Dynamics of Systems of Rigid Bodies, Teubner, Stuttgart, 1977. (КСЈ)
4. Craig J., Introduction to robotics, Mechanics and Control, Addison-Wesley, 1989.
5. Писани изводи са предавања, (Handouts)
6. Cyberbotics Webots - софтверски пакет,
7. NeuroArm-лабораторијски робот са 7 степени слободе
8. Matlab, Mathematica-софтверски пакети

#### фонд часова

укупан фонд часова: 75

#### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 6

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 6

консултације: 3

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

Bruno Siciliano, Oussama Khatib, Springer Handbook of Robotics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008.

Thomas R. Kurfess., Robotics and automation handbook, CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, 2005

Ahmed A. Shabana, Dynamics of Multibody Systems, Cambridge University Press The Edinburgh Building, Cambridge, UK, 2005.

M.W. Spong, M. Vidyasagar: Robot Dynamics and Control (Wiley, New York 1989)

Bruno Siciliano, Lorenzo Sciavicco Luigi Villani, Giuseppe Oriolo, Robotics: Modelling, Planning and Control, 2009 Springer-Verlag London

## Случајне осцилације механичких система

ID: 0729

носилац предмета: Тришовић Р. Наташа

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: механика

### циљ

Упознавање студената са појмовима и алатима теорије случајних вибрација у присуству неизвесности и основним појмовима случајних променљивих и случајних процеса (густина вероватноће, расподела вероватноће, статистички моменти, функција аутокорељације).

Стандардне технике анализе детерминистичких вибрација.

Студенти ће бити оспособљени да креирају односе улаз/излаз за случајне осцилаторне линеарне системе.

### исход

Овладавање основним појмовима и методама теорије случајних осцилација механичких система. Примена теорије случајних осцилација на примеру замора механичких система.

### садржај теоријске наставе

Увод у вероватноћу и случајне променљиве. Увод у случајне процесе. Случајне осцилације система са једним степеном слободе. Недостаци система са случајним осцилацијама. Прелом услед замора и дијаграми промене енергије осцилација. Решавање проблема.

Кључне речи: Класичне дефиниције, случајни догађај, скуп свих могућих решења, аксиоме вероватноће, условна вероватноћа; независни догађаји; општа вероватноћа и BAYES-ова формула; теорема укупне вероватноће; случајна променљива; расподела вероватноће; функција густине вероватноће; математичко очекивање, дискретне, континуалне и мешовите случајне променљиве; скаларне случајне променљиве; Моменти случајне променљиве; Варијансе; Поасонова расподела; Неједнакости Bienenme и Tchebysheff; Rayleigh-ева расподела; Weibull-ова расподела; Гаусова расподела; Дефиниција случајне функције; Функције расподеле првог и другог реда; Моменти функција; Особине аутоковаријансне функције; Функција густине вероватноће; Нормална случајна функција; Расподела више случајних функција; Стационарне случајне функције; Спектрална густина стационарне случајне функције; Диференцирање случајне функције; Интеграција случајне функције; стационарност и ергодичност случајних функција;

Случајне осцилације дискретних система: Одзив линеарног механичког система изложеног детерминистичким побудним оптерећењима; Одзив линеарног механичког система изложеног случајним побудним оптерећењима;

Замор и отказ механичког система услед случајних осцилација.

### садржај практичне наставе

Увод у вероватноћу и случајне променљиве. Увод у случајне процесе. Случајне осцилације система са једним степеном слободе. Недостаци система са случајним осцилацијама. Прелом услед замора и дијаграми промене енергије осцилација. Решавање проблема.



## услов похађања

### ресурси

Писана предавања (хендаути)

MATLAB software

Лазих Д., Ристановић М.: Увод у Матлаб , Машински факултет, Београд 2005.

Гилат, А.: Увод у Матлаб са примерима, Микро књига, Београд 2005 (превод са енглеског)

Цветковић, А., Радојевић, С., Мат Лаб 1, Машински факултет, Београд 2012.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 10

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 10

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

Џ. Б. Робертс, П. Д. Спанос, Случајне осцилације и статистичка линеаризација, Џон Вили и Синови, 1999.

С. Х. Крандал, В. Д. Марк., Случајне осцилације механичких система, Академска штампа, 1963.

Џ. Д. Робсон, Увод у теорију случајних осцилација, Универзитетска штампа, Егинбург, 1964

## Стручна пракса М - МЕХ

ID: 0828

носилац предмета: Митровић С. Зоран

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: усмени

катедра: механика

### циљ

Практична искуства и боравак студента у амбијенту у коме ће студент реализовати своју професионалну каријеру. Препознавање основних функција пословног система у домену пројектовања, развоја и производње, као и улоге и задатака машинског инжењера у таквом пословном систему.

### исход

Студент стиче практична искуства о начину организовања и функционисања средина у којима ће примењивати стечена знања у својој будућој професионалној каријери. Студент препознаје моделе комуникације са колегама и токове пословних информација. Студент препознаје основне процесе у пројектовању, производњи, одржавању, у контексту његових будућих професионалних компетенција. Успостављају се лични контакти и познства која ће моћи да се користе током школовања, или заснивања будућег радног односа.

### садржај теоријске наставе

/

### садржај практичне наставе

Практичан рад подразумева рад у организацијама у којима се обављају различите делатности повезане са машинским инжењерством. Одабир тематске целине и привредне или истраживачке организације спроводи се у консултацији са предметним професором. Начелно, студент може обављати праксу у: производним организацијама, пројектним и консултантским организацијама, организацијама које се баве одржавањем машинске опреме, јавним и комуналним предузећима и некој од лабораторија на машинском факултету. Пракса се може обављати и у иностранству. Током праксе студенти морају водити дневник у коме ће уносити опис послова које обављају, закључке и запажања. Након обављене праксе морају направити извештај који ће бранити пред предметним професором. Извештај се предаје у форми семинарског рада.

### услов похађања

### ресурси

Ресурси расположиви на месту обављања стручне праксе.

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 0  
разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 46

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 70  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

## Теорија осцилација

ID: 0037

носилац предмета: Обрадовић М. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: механика

### циљ

Оспособити студенте за самостално формирање и решавање линеарних диференцијалних једначина кретања механичких модела реалних објеката који се крећу осцилаторно у различитим областима машинске технике.

### исход

Овладавање основним појмовима и методама линеарне теорије осцилација механичких система са произвољним коначним бројем степена слободе и еластичних тела са једнодимензијским распоредом масе, уз коришћење одговарајућих рачунарских алата.

### садржај теоријске наставе

Стабилност равнотеже конзервативног система. Силвестеров критеријум. Линеаризација диференцијалних једначина кретања. Осцилације конзервативних система. Фреквенције. Главни облици осцилација. Модална матрица. Конзервативни системи са посебним вредностима сопствених фреквенција. Осцилације тела на гредним носачима. Пригушене осцилације. Принудне непригушене осцилације. Принудне осцилације. Резонанца. Подрхтавање. Динамички фактор појачања. Динамички апсорбер без пригушења. Линеарне осцилације нестационарних система. Принудне пригушене осцилације система. Попречне осцилације затегнуте жице. Уздужне осцилације призматичног тела. Торзионе осцилације вратила кружног пресека. Попречне осцилације призматичних тела.

### садржај практичне наставе

Стабилност равнотеже конзервативног система. Силвестеров критеријум. Линеаризација диференцијалних једначина кретања. Осцилације конзервативних система. Фреквенције. Главни облици осцилација. Модална матрица. Конзервативни системи са посебним вредностима сопствених фреквенција. Осцилације тела на гредним носачима. Пригушене осцилације. Принудне непригушене осцилације. Принудне осцилације. Резонанца. Подрхтавање. Динамички фактор појачања. Динамички апсорбер без пригушења. Линеарне осцилације нестационарних система. Принудне пригушене осцилације система. Попречне осцилације затегнуте жице. Уздужне осцилације призматичног тела. Торзионе осцилације вратила кружног пресека. Попречне осцилације призматичних тела.

### услов похађања

### ресурси

Вуковић, Ј., Обрадовић, А., Теорија линеарних осцилација механичких система, Машински факултет, Београд, 2007., КПН

писана предавања ( хендаути)

Ружић Д., Чукић Р., Дуњић М., Милованчевић М., Анђелић Н., Милошевић-Митић В.: Отпорност материјала ,књига 5, таблице, Машински Факултет, Београд 2007.

Лазић Д., Ристановић М.: Увод у MATLAB , Машински факултет, Београд 2005.

MATLAB software

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 24

лабораторијске вежбе: 6

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

- Вуковић, Ј., Обрадовић, А., Теорија линеарних осцилација механичких система, Машински факултет, Београд, 2007.
- Вујановић Б.: Теорија осцилација, Факултет техничких наука, Нови Сад 1995.
- Којић М., Мићуновић М.: Теорија осцилација, Научна књига, Београд 1991.
- Вујичић В.: Теорија осцилација, Научна књига, Београд 1977.
- Rao S.S.: Mechanical vibrations, Addison-Wesley Publishing Company Inc., 1995.

## механика флуида

Динамика гасова  
Механика биофлуида  
Механика флуида 1  
Механика флуида М  
Микро - нано флуидика  
Мултифазна струјања  
Мултифазна струјања М  
Нумеричка механика флуида  
Примењена нумеричка механика флуида  
Транспорт флуида цевима  
Транспорт чврстих материјала цевима



## Динамика гасова

ID: 0619

носилац предмета: Стевановић Д. Невена

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: механика флуида

### циљ

Студент треба да:

1. стекне основна теоријска знања из области динамике гасова;
2. се оспособи за обављање елементарних инжењерских прорачуна стишљивих струјања;
3. се упозна са основним поступцима за експериментално истраживање у области динамике гасова.

### исход

Похађањем и редовним праћењем теоријске и практичне наставе студент треба да темељно овлада основним знањима из области динамике гасова. То ће му омогућити, са једне стране, решавање конкретних елементарних инжењерских проблема из области стришљивих струјања, а са друге стране, праћење одговарајућих научно-стручних и стручно-апликативних предмета.

### садржај теоријске наставе

Основни појмови.

Основне једначине. Једначине континуитета, количине кретања, стања и енергије.

Појам ентропије.

Поремећаји коначног интензитета. Прави ударни талас. Коси ударни таласа.

Међудејство и рефлексивност ударних таласа. Прантл-Мајерова експанзија.

Струјања кроз млазнице. Једначине изентропског струјања са променом попречног пресека. Конвергентни и Лавалов млазник - прорачунски и непрорачунски режими струјања.

Неизентропска струјања. Утицај трења при струјању гаса у цевима. Адијабатско и изотермско струјање са трењем. Струјање са разменом топлоте са околином.

Особине окозвучног опструјавања тела. Појам критичног Маховог броја. Гранични слој.

Међудејство ударних таласа и граничног слоја.

Експерименталне методе и уређаји. Методе за визуализацију струјања. Разни типови аеротунела.

Основне методе за мерење притиска и температуре. Анемометарске методе.

### садржај практичне наставе

Примена основних једначина струјања гаса. Брзина звука. Појам тоталних и критичних величина стања. Процена утицаја стишљивости.

Прорачун изентропског струјања гаса.

Прорачун правога ударног таласа.

Коси ударни талас. Услови за настапак косога ударног таласа. Прорачун косога ударног таласа. Прорачун струјања гаса кроз секвенцу ударних таласа. Међудејство ударних таласа у струјном пољу. Прантл-Мајерова експанзија.

Нелинеаризована теорија профила. Прорачун сила на профил у надзвучној струји гаса.

Прорачун струјања кроз млазнице. Струјање кроз конвергентни млазник. Струјање кроз

Лавалов млазник. Надзвучни дифузор. Одређивање вредности реактивне силе. Неизентропска струјања. Прорачун адијабатског струјања вискозног гаса. Прорачун изотермског струјања вискозног гаса. Прорачун струјања невискозног гаса са разменом топлоте.

Линеаризована теорија опструјавања аеропрофила.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1.Хендаути; 2. Милош Д. Павловић, Зоран Стефановић, Приручник за прорачун стишљивих струјања, Машински факултет Београд, 2004.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 4

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Handouts

## Механика биофлуида

ID: 0332

носилац предмета: Стевановић Д. Невена

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: механика флуида

### циљ

Циљеви предмета су стицање академских знања о процесима струјања биофлуида у људском телу, овладавање научним и стручним методама за предвиђање, анализу и истраживање биолошког процеса у организму човека везаних за струјање биофлуида.

### исход

Студенти се оспособљавају да савременим научним и стручним методама самостално анализирају процесе струјања биофлуида у људском организму. Такође, стечена знања им омогућавају математичко-физичко моделирање струјања биофлуида у крвотоку, бубрезима, плућима и зглобовима.

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава обухвата: основне једначине механике флуида примењене на моделирање процеса струјања биофлуида у органима, модели нејутновских флуида присутних у људском организму, реолошки модели крви, болести крвних судова, системска и плућна циркулација, модел стационарног струјања крви кроз крвне судове, пулсационо струјање крви кроз крвне судове, одређивање брзине, протока и притиска у артеријама, венама и капиларима, простирање таласа притиска проузрокованог радом срца, улога срчаних залистака и утицај њиховог оштећења на циркулационе системиме, струјање крви и размена материје у бубрезима, дифузиони процеси при хемодијализи, дифузиони процеси у реналним цевчицама, струјање крви и ваздуха у плућима, подмазивање зглобова.

### садржај практичне наставе

Практична настава обухвата: примену основних једначина механике флуида, тачна решења за струјање њутновског флуида кроз канале и цеви, формирање и решавање математичког модела којим се описује струјање крви кроз крвне судове, решавање модела стационарног струјања крви кроз круте и еластичне крвне судове, моделирање пулзационог струјања крви кроз крвне судове и прорачун простирања таласа притиска, прорачун брзине, протока и притиска у крвним судовима, моделирање и решавање дифузионих проблема између крвних судова и ткива и примена решења на процес хемодијализе и струјања кроз реналне цевчице.

### услов похађања

### ресурси

Писани изводи са предавања и литература: [1] Mazumdar, N.J., Biofluid Mechanics, World Scientific, 1992. [2] Kleinstreuer, C., Biofluid Dynamics, Principles and Selected Applications, Taylor & Francis, 2006. [3] Fung, Y.C., Biomechanics Motion, Flow, Stress and Growth, Springer-Verlag, 1990.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 9

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 6

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 4

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 20

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Kleinstreuer, C., Biofluid Dynamics, Principles and Selected Applications, Taylor & Francis, 2006.

Fung, Y.C., Biomechanics Motion, Flow, Stress and Growth, Springer-Verlag, 1990.

## Механика флуида 1

ID: 0829

носилац предмета: Стевановић Д. Невена

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: механика флуида

### циљ

Циљ изучавања предмета је упознавање студента са основним принципима и законима у области науке о струјању флуида. Суштинско разумевање фундаменталних једначина механике флуида омогућава студенту како њихову успешну примену у пракси у циљу решавања конкретних инжењерских проблема, тако и његов даљи научно-стручни развој.

### исход

Савладавањем студијског програма из механике флуида студент стиче следеће знања и опште способности: аналитичко мишљење, овладавање савременим методама и процесима истраживања, примена знања у пракси, повезивање основних знања из различитих области машинства, креативност, итд.

### садржај теоријске наставе

Физичко-математичке основе механике флуида. Силе, опште стање напона и напонски модели флуида. Опште једначине механике флуида. Закони одржања: масе, импулса и енергије.

Динамика невискозног флуида: раванска и осносиметрична струјања, струјна функција и Коши-Риманове једначине. Примена функција комплексне променљиве, комплексни потенцијал и комплексна брзина. Извор у праволинијској струји, дипол, циклично и ациклично опструјавање кружног цилиндра. Силе на телу у струји невискозног флуида, комплексно пресликавање, опструјавање тела облика аеропрофила, услов Кута-Жуковског.

Динамика вискозног флуида. Навије-Стоксове једначине. Тачна решења Н-С једначина, струјање у кружним цевима, струјање око сферног тела. Основи теорије хидродинамичког подмазивања.

Турбулентна струјања нестишљивог флуида. Рејнолдсове једначине. Моделирање турбулентних напна. Развијени турбулентни профил брзине. Турбулентно струјање у хидраулички глатким и хидраулички хрпавим цевима. Слободан турбулентни млаз.

Теорија граничног слоја, Прандтлове једначине, гранични слој на равnoj плочи, примена интегралних метода за прорачун граничног слоја, метода Полхаузена.

Једнодимензијска струјања флуида. Основне једначине једнодимензијског струјања флуида. Једнодимензијско струјање вискозног нестишљивог флуида. Кавитација. Хидраулички удар: брзина звука у еластичним цевима, мере за ублажавање последица хидрауличког удара.

Примена закона о промени количине кретања, турбореактивни млазни мотор, Ојлерова једначина за турбомашине, Пелтонова турбина.

Једнодимензијско струјање стишљивог флуида. Брзина звука, Махов број, разлика између дозвучног и надзвучног струјања гасова, једначина енергије, тоталне и критичне вредности физичких величина, струјање невискозног гаса са разменом топлоте. Теорија ударних таласа, Прантлова релација, мерења у струји гаса. Адијабатско и изотермско струјање гасова у цевима. Струјања гасова кроз конвергентни, Лавалов млазник и надзвучни дифузор.

### **садржај практичне наставе**

Једнодимензијска струјања вискозног флуида у цевоводима, прорачун сложених цевовода. Хидро удар.

Једнодимензијска струјања стишљивог флуида у цевима и млазницима. Изотермско и адијабатско струјање са трењем. Струјање у млазницима. Прав ударни талас.

Димензијска анализа. Одређивање силе отпора и узгона опструјаваног тела.

Раванска струјања невискозног флуида. Струјна функција, потенцијал, комплексна брзина. Конформно пресликавање.

Тачна решења Навије-Стоксових једначина.

Турбулентна струјања у цевима, каналима и млазевима.

Примена интегралне методе за прорачун граничног слоја.

### **услов похађања**

#### **ресурси**

Књиге наставника Катедре, збирке задатака наставника Катедре, лабораторијска опрема и инсталације, писани изводи са предавања.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 28

лабораторијске вежбе: 2

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 5  
тест са оцењивањем: 3  
завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 45  
лабораторијска вежбања: 10  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 40  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

**литература**

Чантрак С., Хидродинамика, Машински факултет  
Ђорђевић В., (2000): Динамика једнодимензијских струјања флуида, Машински факултет, Београд.  
Црнојевић Ц., (1998): Класична и уљна хидраулика. Машински факултет, Београд.  
С., Бенишек М., Павловић М., Марјановић П., Црнојевић Ц.: Механика флуида, теорија и пракса, Машински факултет, Београд, 2005.



## Механика флуида М

ID: 0685

носилац предмета: Црнојевић Ћ. Цветко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: механика флуида

### циљ

Циљ изучавања предмета је упознавање студента са основним принципима и законима у области науке о струјању. Суштинско разумевање фундаменталних једначина механике флуида омогућава студенту како њихову успешну примену у пракси и циљу решавања конкретних инжењерских проблема, тако и његов даљи научно-стручни развој.

### исход

Савладавањем студијског програма из механике флуида студент стиче следеће знања и опште способности: аналитичко мишљење, овладавање савременим методама и процесима истраживања, примена знања у пракси, повезивање основних знања из различитих области машинства, креативност, итд.

### садржај теоријске наставе

Физичко-математичке основе механике флуида. Силе, опште стање напона и напонски модели флуида. Опште једначине механике флуида. Закони одржања: масе, импулса и енергије. Динамика невискозног флуида: Раванска и осносиметрична струјања, струјна функција и Коши-Риманове једначине. Примена функција комплексне променљиве, комплексни потенцијал и комплексна брзина. Извор у праволинијској струји, двопол, циклично и ациклично опструјавање кружног цилиндра. Силе на телу у струји невискозног флуида, комплексно пресликавање, опструјавање тела облика аеропрофила, услов Кута-Жуковског. Динамика вискозног флуида. Навије-Стоксве једначине. Тачна решења Н-С једначина, струјање у кружним цевима, струјање око сферног тела. Основи теорије хидродинамичког подмазивања. Турбулентна струјања нестишљивог флуида. Рејнолдсове једначине. Моделирање турбулентних напна. Развијени турбулентни профил брзине. Турбулентно струјање у хидраулички глатким и хидраулички храпавим цевима. Слободан турбулентни млаз. Теорија граничног слоја, Прандтлове једначине, гранични слој на равној плочи, примена интегралних метода за прорачун граничног слоја, метода Полхаузена. Једнодимензијска струјања флуида. Основне једначине једнодимензијског струјања флуида. Једнодимензијско струјање вискозног нестишљивог флуида. Кавитација. Хидраулички удар: брзина звука у еластичним цевима, мере за ублажавање последица хидрауличког удара. Примена закона о промени количине кретања, турбореактивни млазни мотор, Ојлера једначина за турбомашине, Пелтонова турбина. Једнодимензијско струјање стишљивог флуида. Брзина звука, Махов број, разлика између дозвучног и надзвучног струјања гасова, једначина енергије, тоталне и критичне вредности физичких величина, струјање невискозног гаса са разменом топлоте. Теорија ударних таласа, Прантлова релација, мерења у струји гаса. Адијабатско и изотермско струјање гасова у цевима. Струјања гасова кроз конвергентни, Лавалов млазник и надзвучни дифузор. Основи нумеричке механике флуида.

### садржај практичне наставе

Једнодимензијска струјања невискозног флуида у цевоводима, прорачун сложених

цевовода. Хидро удар.

Једнодимензијска струјања стишљивог флуида у цевима и млазницима. Изотермско и адијабатско струјање са трењем. Струјање у млазницима. Прав ударни талас.

Димензијска анализа. Одређивање силе отпора и узгона опструјаваног тела.

Раванска струјања невискозног флуида. Струјна функција, потенцијал, комплексна брзина.

Конформно пресликавање.

Тачна решења Навије-Стоксових једначина.

Турбулентна струјања у цевима, каналима и млазевима.

Примена интегралне методе за прорачун граничног слоја.

**услов похађања**

**ресурси**

Књиге наставника Катедре, збирке задатака наставника Катедре, лабораторијска опрема и инсталације.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 26

лабораторијске вежбе: 4

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

### литература

Црнојевић Ц., (2014): Механика флуида, Машински факултет, Београд.

Чантрак С., (2013): Хидродинамика, Машински факултет

Ђорђевић В., (2000): Динамика једнодимензијских струјања флуида, Машински факултет, Београд.

Црнојевић Ц., (1998): Класична и уљна хидраулика. Машински факултет, Београд.

Чантрак С., Бенишек М., Павловић М., Марјановић П., Црнојевић Ц.: Механика флуида, теорија и пракса, Машински факултет, Београд, 2005.

## Микро - нано флуидика

ID: 0940

носилац предмета: Стевановић Д. Невена

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: механика флуида

### циљ

Циљеви предмета су стицање академских знања о процесима микро и нано струјања флуида, овладавање научним и стручним методама за предвиђање, анализу и истраживање струјања гасова и течности у каналима чија је карактеристична димензија реда величине микрометра и нанометра.

### исход

Студенти се оспособљавају да савременим научним и стручним методама самостално анализирају и прорачунавају поље притиска, брзине и температуре у микро и нано структурама. Такође, стечена знања им омогућавају да уоче специфичне феномене који су присутни при микро и нано струјању флуида.

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава обухвата: основне једначине механике флуида примењене на моделирање процеса струјања гасова и течности у микро и нано каналима, као и упознавање са утицајем разређености, граничним условима клизања и температурског скока на зиду, проучавање могућности контроле и манипулације струјања флуида у нано и микро структурама, упознавање са феноменом двојног електричног слоја, Дебајевом дужином, електрокинетичким ефектима као што је електрофореза и електроосмоза који су често присутним у микро и нанофлуидици, основним једначинама дифузије и неким тачним аналитичким решењима за пренос супстанце у флуиду, могућношћу коришћења процеса дифузије за мешање и сепарацију у микро системима, капиларним појавама које су значајне за микро и наносистеме, капиларном пумпом.

### садржај практичне наставе

Практична настава обухвата: примену основних једначина механике флуида, тачна решења за струјање гасова кроз микро и нано структуре које узимају у обзир различите утицаје: разређеност, клизање и температурски скок на зиду, прорачун електроосмотских струјања за различите геометрије канала узимајући у обзир присуство двојног слоја и Дебај-Хакелове (Debye-Huckel) апроксимације за расподелу густине наелектрисања у електричном двојном слоју, прорачун електроосмотске пумпе различитих конструкција, прорачун простирања супстанце услед дифузије и адвекције за различите услове, прорачун капиларног кретања флуида и капиларне пумпе.

### услов похађања

### ресурси

Писани изводи са предавања и литература: [1] Karniadakis G., Beskok A., Aluru N., *Microflows and Nanoflows Fundamental and Simulations*, Springer, 2005. [2] Kirby, B., *Micro and Nanoscale Transport in Microfluid Devices*, Cambridge University Press, 2010. [3]

Dongqing L., Encyclopedia of Microfluidics and Nanofluidics, Springer, 2008. [4] Stevanović, N., Strujanje razređenih gasova u mikrokanalima, Mašinski fakultet Beograd, 2010.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 25

разрада и примери (рекапитулација): 5

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 5

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 40

семинарски рад: 20

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Kirby, B., Micro and Nanoscale Fluid Mechanics Transport in Microfluid Devices, Cambridge University Press, 2010.

Dongqing L., Encyclopedia of Microfluidics and Nanofluidics, Springer, 2008.

Bruus H., Theoretical Microfluidics, Oxford University Press, 2008.

Tabeling P., Introduction to Microfluidics, Oxford University Press, 2005.

## Мултифазна струјања

ID: 0457

носилац предмета: Црнојевић Ћ. Цветко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: механика флуида

### циљ

Из области мултифазних струјања посебно се проучавају важни инжењерски проблеми као што су: флуидизација, пнеуматски транспорт, хидраулички транспорт, пнеумо-хидраулички лифтови, кавитација, испаравање, кондензација и двофазна струјања. Основни циљ предмета јесте да се овлада знањима, прорачунским моделима и одговарајућим практичним вештинама којима се третирају проблеми једнодимензијских мултифазних струјања у цевима и каналима.

### исход

Као основни исходи предмета сматра се упознавање и овладавање вештинама прорачуна за различите класе мултифазних струјања, као што су: примена одговарајућих прорачунских модела којима се долази до основних инжењерских струјних параметара: притисака, брзине струјања, протока и падова притисака у цевима и каналима.

### садржај теоријске наставе

Појам и врсте мешавина. Мултифазна струјања са и без размене топлоте. Физичка својства мешавина, густина, вискозност, реолошки модели. Гранулометрија. Основне једначине за прорачун струјања мешавина. Закони одржања материје, количине кретања и енергије, једначина дифузије, једначина кретања честица. Ојлеровски и лагранжевски приступ проучавању мултифазних струјања. Једначине једнодимензијског мултифазног струјања у цевима. Силе које делују на мехур гаса и чврсту честицу, Стоксово решење. Концентрације.

**МУЛТИФАЗНА СТРУЈАЊА ФЛУИДА И ЧВРСТИХ ЧЕСТИЦА:** Брзине таложења.

Порозност.

**ФЛУИДИЗАЦИЈА.** Пад притиска у флуидизованом слоју. Прорачун промене притиска при изотермском стишљивом струјању. Прва и друга критична брзина флуидизације.

**ПНЕУМАТСКИ ТРАНСПОРТ.** Примена, предности и недостаци, и системи пнеуматског транспорта. Хоризонтални пнеуматски транспорт. Флуид-лифт.

**ЛЕТЕЋИ ПНЕУМАТСКИ ТРАНСПОРТ.** Изотермско стишљиво струјање мешавине.

Критична брзина струјања.

**ХИДРАУЛИЧКИ ТРАНСПОРТ.** Реологија суспензије. Ламинарно струјање суспензије.

Хидраулички транспорт нехомогене мешавине у хоризонталном, вертикалном и косом цевоводу. Примена и прорачун пнеумо-хидрауличког лифта.

**МУЛТИФАЗНА СТРУЈАЊА ТЕЧНОСТ-ГАС:**

Брзина звука у мултифазним мешавинама, изотермска и изентропска промена стања у гасној фази.

**ДВОФАЗНА СТРУЈАЊА.** Режији и мапе струјања у хоризонталним и вертикалним цевима. Одређивање пада притиска. Метода Локарт-Мартинели. Хидрауличка карактеристика мешавине. Двофазна струјања са површином раздвајања. Кавитација, испаравање, кондензација. Двофазна струјања у цевима са разменом топлоте.

Нумеричке методе прорачуна мултифазних струјања.

### **садржај практичне наставе**

ТРАНСПОРТ МЕШАВИНА. Облик честице. Фактор облика. Еквивалентна честица.

Сила отпора. Коефицијент отпора. Мерење масене концентracије.

ФЛУИДИЗАЦИЈА. Кретање честице кроз флуидизовани слој. Порозност флуидизованог слоја.

ПНЕУМАТСКИ ТРАНСПОРТ. Промена притиска у нестишљивом и стишљивом флуидизованом слоју у функцији од допунског отпора.

ЛЕТЕЋИ ПНЕУМАТСКИ ТРАНСПОРТ. Системи пнеуматског транспорта. Усисници. Дозатори.

СЕПАРАЦИЈА. Степен издвајања. Критеријуми за избор типа сепаратора. Коморе за издвајање чврстог материјала. Платнени и електростатички филтери.

Циклони.

ХИДРАУЛИЧКИ ТРАНСПОРТ. Примена, подела, критична брзина флуида и вискозност хомогене мешавине. Системи за хидраулички транспорт.

ЕЈЕКТОРИ. Примена, карактеристике ејектора. Одређивање оптималних параметара ејектора.

### **услов похађања**

#### **ресурси**

Књига предметног наставника (има у библиотеци). Збирка задатака (има у библиотеци). Лабораторијска опрема и инсталације.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање примера (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 25

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 8

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

### **литература**



## Мултифазна струјања М

ID: 0830

носилац предмета: Црнојевић Ћ. Цветко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: механика флуида

### циљ

Из области мултифазних струјања посебно се проучавају важни инжењерски проблеми као што су: флуидизација, пнеуматски транспорт, хидраулички транспорт, пнеумо-хидраулички лифтови, кавитација, испаравање, кондензација и двофазна струјања. Основни циљ предмета јесте да се овлада знањима, прорачунским моделима и одговарајућим практичним вештинама којима се третирају проблеми једнодимензијских мултифазних струјања у цевима и каналима.

### исход

Као основни исходи предмета сматра се упознавање и овладавање вештинама прорачуна за различите класе мултифазних струјања, као што су: примена одговарајућих прорачунских модела којима се долази до основних инжењерских струјних параметара: притисака, брзине струјања, протока и падова притисака у цевима и каналима.

### садржај теоријске наставе

Појам и врсте мешавина. Мултифазна струјања са и без размене топлоте. Физичка својства мешавина, густина, вискозност, реолошки модели. Гранулометрија. Основне једначине за прорачун струјања мешавина. Закони одржања материје, количине кретања и енергије, једначина дифузије, једначина кретања честица. Ојлеровски и лагранжевски приступ проучавању мултифазних струјања. Једначине једнодимензијског мултифазног струјања у цевима. Силе које делују на мехур гаса и чврсту честицу, Стоксово решење. Концентрације.

**МУЛТИФАЗНА СТРУЈАЊА ФЛУИДА И ЧВРСТИХ ЧЕСТИЦА:** Брзине таложења.

Порозност.

**ФЛУИДИЗАЦИЈА.** Пад притиска у флуидизованом слоју. Прорачун промене притиска при изотермском стишљивом струјању. Прва и друга критична брзина флуидизације.

**ПНЕУМАТСКИ ТРАНСПОРТ.** Примена, предности и недостаци, и системи пнеуматског транспорта. Хоризонтални пнеуматски транспорт. Флуид-лифт.

**ЛЕТЕЋИ ПНЕУМАТСКИ ТРАНСПОРТ.** Изотермско стишљиво струјања мешавине.

Критична брзина струјања.

**ХИДРАУЛИЧКИ ТРАНСПОРТ.** Реологија суспензије. Ламинарно струјање суспензије.

Хидраулички транспорт нехомогене мешавине у хоризонталном, вертикалном и косом цевоводу. Примена и прорачун пнеумо-хидрауличког лифта.

**МУЛТИФАЗНА СТРУЈАЊА ТЕЧНОСТ-ГАС:**

Брзина звука у мултифазним мешавинама, изотермска и изентропска промена стања у гасној фази.

**ДВОФАЗНА СТРУЈАЊА.** Режији и мапе струјања у хоризонталним и вертикалним цевима. Одређивање пада притиска. Метода Локарт-Мартинели. Хидрауличка карактеристика мешавине. Двофазна струјања са површином раздвајања. Кавитација, испаравање, кондензација. Двофазна струјања у цевима са разменом топлоте.

Нумеричке методе прорачуна мултифазних струјања.

### **садржај практичне наставе**

ТРАНСПОРТ МЕШАВИНА. Облик честице. Фактор облика. Еквивалентна честица.

Сила отпора. Коефицијент отпора. Мерење масене концентracије.

ФЛУИДИЗАЦИЈА. Кретање честице кроз флуидизовани слој. Порозност флуидизованог слоја.

ПНЕУМАТСКИ ТРАНСПОРТ. Промена притиска у нестишљивом и стишљивом флуидизованом слоју у функцији од допунског отпора.

ЛЕТЕЋИ ПНЕУМАТСКИ ТРАНСПОРТ. Системи пнеуматског транспорта. Усисници. Дозатори.

СЕПАРАЦИЈА. Степен издвајања. Критеријуми за избор типа сепаратора. Коморе за издвајање чврстог материјала. Платнени и електростатички филтери.

Циклони.

ХИДРАУЛИЧКИ ТРАНСПОРТ. Примена, подела, критична брзина флуида и вискозност хомогене мешавине. Системи за хидраулички транспорт.

ЕЈЕКТОРИ. Примена, карактеристике ејектора. Одређивање оптималних параметара ејектора.

### **услов похађања**

#### **ресурси**

Књига предметног наставника (има у библиотеци). Збирка задатака (има у библиотеци). Лабораторијска опрема и инсталације.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 25

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 8

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 35  
лабораторијска вежбања: 5  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 50  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 10

### **литература**

Шашић М., Транспорт флуида и чврстих материјала цевима, Научна књига, Београд, 1990.  
Црнојевић Ц., Транспорт чврстих материјала флуидима, Машински факултет, Београд, 2002.  
Шашић М., Прорачун транспорта флуида и чврстих материјала цевима, Научна књига, Београд, 1976.

## Нумеричка механика флуида

ID: 0941

носилац предмета: Тоћић С. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: механика флуида

### циљ

Студент треба да стекне основна теоријска знања и принципе нумеричке механике флуида, затим да се оспособи за обављање основних прорачуна коришћењем метода и поступака нумеричке механике флуида и да се оспособи за коришћење софтвера отвореног кода (open-source) OpenFOAM.

### исход

Похађањем и редовним праћењем теоријске и практичне наставе студент треба да темељно овлада основним знањима из области нумеричке механике флуида. То ће му омогућити: решавање конкретних елементарних инжењерских проблема коришћењем метода и поступака нумеричке механике флуида; развој/коришћење софтвера из области нумеричке механике флуида који омогућава извођење нумеричких симулација струјања. Стечена знања треба да подигну квалитет рада у оквиру стручно-апликативних предмета.

### садржај теоријске наставе

Основне идеје и принципи нумеричке механике флуида. Анализа различитих форми основних једначина механике флуида. Типови парцијалних диференцијалних једначина: параболичке, хиперболичке и елиптичке једначине. Гранични услови за парцијалне диференцијалне једначине. Основе методе коначних разлика. Апроксимација парцијалних диференцијалних једначина методом коначних разлика. Експлицитне и имплицитне методе дискретизације. Критеријуми стабилности експлицитних и имплицитних метода дискретизације. Методе решавања система алгебарских једначина. Метода коначних запремина. Дискретизација интегралних облика једначина у методи коначних запремина. Дискретизација домена - генерисање нумеричке мреже. Структурирана, блок-структурирана и неструктурирана мрежа - упоредна анализа. Критеријуми квалитета нумеричке мреже. Нумеричко решавање Навије-Стоксових једначина. Основни принципи моделирања и нумеричког решавања једначина које описују турбулентно струјање. Основи примене методе коначних елемената у нумеричкој механици флуида.

### садржај практичне наставе

ГНУ/Линукс (GNU/Linux) оперативни систем. Рад у терминалу и беш (bash) окружење. Програмски језик Пајтон (Python). Решавање једнодимензијске нестационарног Куетовог струјања коначних разлика применом експлицитног и имплицитног поступка. Имплементација метода у програмски код написан у Python-у. Решавање нестационарне хиперболичке једначине методом карактеристика на примеру хидрауличког удара. Имплементација метода у програмски код написан у Python-у. Напредни софтвери за постпроцесирање резултата - паравју (paraview). Решавање елиптичке, Лапласове једначине методом коначних разлика на примеру стационарне дводимензијске дифузије. Имплементација методе у програмски код написан у Python-у. Метода коначних запремина. Решавање стационарних проблема дифузије и конвекције-

дифузије методом коначних запремина. Методе дискретизације конвективног члана: узводна, централна и хибридне шеме. Имплементација у програмски код написан у Python-у. OpenFOAM - структура и програмски код. Генерисање нумеричке мреже у OpenFOAM-у: blockMesh, snappyHexMesh и cfMesh. Решавање проблема дифузије у произвољним доменама. Решавање проблема струјања нестишљивог вискозног флуида.

### **услов похађања**

### **ресурси**

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 5

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 50

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

### **литература**

Petrović Z., Stupar S. Projektovanje primenom računara, Mašinski fakultet Beograd

## Примењена нумеричка механика флуида

ID: 0939

носилац предмета: Ђоћић С. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: механика флуида

### циљ

Студент треба да стекне основна теоријска знања и принципе нумеричке механике флуида, затим да се оспособи за обављање основних прорачуна коришћењем метода и поступака нумеричке механике флуида и да се оспособи за коришћење софтвера отвореног кода (open-source) OpenFOAM.

### исход

Похађањем и редовним праћењем теоријске и практичне наставе студент треба да темељно овлада основним знањима из области нумеричке механике флуида. То ће му омогућити: решавање конкретних елементарних инжењерских проблема коришћењем метода и поступака нумеричке механике флуида; развој/коришћење софтвера из области нумеричке механике флуида који омогућава извођење нумеричких симулација струјања. Стечена знања треба да подигну квалитет рада у оквиру стручно-апликативних предмета.

### садржај теоријске наставе

Основне идеје и принципи нумеричке механике флуида. Анализа различитих форми основних једначина механике флуида. Типови парцијалних диференцијалних једначина: параболичке, хиперболичке и елиптичке једначине. Гранични услови за парцијалне диференцијалне једначине. Основе методе коначних разлика. Апроксимација парцијалних диференцијалних једначина методом коначних разлика. Експлицитне и имплицитне методе дискретизације. Критеријуми стабилности експлицитних и имплицитних метода дискретизације. Методе решавања система алгебарских једначина. Метода коначних запремина. Дискретизација интегралних облика једначина у методи коначних запремина. Дискретизација домена - генерисање нумеричке мреже. Структурирана, блок-структурирана и неструктурирана мрежа - упоредна анализа. Критеријуми квалитета нумеричке мреже. Нумеричко решавање Навије-Стоксових једначина. Основни принципи моделирања и нумеричког решавања једначина које описују турбулентно струјање. Основи примене методе коначних елемената у нумеричкој механици флуида.

### садржај практичне наставе

ГНУ/Линукс (GNU/Linux) оперативни систем. Рад у терминалу и беш (bash) окружење. Програмски језик Пајтон (Python). Решавање једнодимензијске нестационарног Куетовог струјања коначних разлика применом експлицитног и имплицитног поступка. Имплементација метода у програмски код написан у Python-у. Решавање нестационарне хиперболичке једначине методом карактеристика на примеру хидрауличног удара. Имплементација метода у програмски код написан у Python-у. Напредни софтвери за постпроцесирање резултата - паравју (paraview). Решавање елиптичке, Лапласове једначине методом коначних разлика на примеру стационарне дводимензијске дифузије. Имплементација методе у програмски код написан у Python-у. Метода коначних запремина. Решавање стационарних проблема дифузије и конвекције-

дифузије методом коначних запремина. Методе дискретизације конвективног члана: узводна, централна и хибридне шеме. Имплементација у програмски код написан у Python-у. OpenFOAM - структура и програмски код. Генерисање нумеричке мреже у OpenFOAM-у: blockMesh, snappyHexMesh и cfMesh. Решавање проблема дифузије у произвољним доменима. Решавање проблема струјања нестишљивог вискозног флуида.

### **услов похађања**

### **ресурси**

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 5

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 50

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

### **литература**



Petrović Z., Stupar S. Projektovanje primenom računara, Mašinski fakultet Beograd

## Транспорт флуида цевима

ID: 0458

носилац предмета: Црнојевић Ћ. Цветко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: механика флуида

### циљ

Циљ изучавања предмета јесте упознавање и изучавање важних инжењерских проблема који се односе на цевоводни транспорт флуида, а посебно на методе прорачуна водовода, вреловода, нафтовода, гасовода и паровода. Као циљ се такође постиже и упознавање са проблемима: хидроудара, корозије цевовода, начина ослањања цеви и техно-економском анализом цевоводног транспорта.

### исход

Као исход проучавања предмета јесте овладавање теоријским поставкама, физичким законима, апроксимацијама и методама прорачуна једнодимензијских струјања флуида кроз цевоводе посебне намене, као што су: водоводи, вреловоди, нафтоводи, гасоводи и пароводи. У исходу предмета добијају се и практична знања којима се решавају технички проблеми : хидроудара у цевоводима, корозије цевовода, термичких дилатација цевовода и начина ослањања цеви.

### садржај теоријске наставе

Физичка својства флуида, густина и вискозност. Основне једначине једнодимензијских струјања у цевима. Струјни губици. Коефицијент трења, тачне и приближне формуле, емпиријске методе, временски утицаји на промену коефицијента трења.

#### ВОДОВОДИ

Прорачун разгранатих и прстенастих мрежа. Методе: Hardy-Cross-a, чворова, линеаризације и Newton-Raphson-a. Мерење протока у водоводима.

#### ПРЕЛАЗНИ ПРОЦЕСИ У ХИДРОСИСТЕМИМА

Хидроудар. 1Д модел нестационарног струјања течности. Брзина звука у елстичним цевима, и у присуству нерастворених гасова. Утицај геометрије цевовода на брзину звука. Методе заштите од хидроудара. Метода карактеристика.

#### ТРАНСПОРТ ЗАГРЕЈАНИХ ТЕЧНОСТИ

Нафтоводи и вреловоди. Промена температуре флуида дуж цевовода. Начини одређивања пада притиска.

#### НАФТОВОДИ

Налазишта и састав нафте. Реолошки модел. Изотермско стационарно струјање нафте. Промена температуре дуж нафтовода при различитим струјним и термичким параметрима. Одређивање пада притиска неизотермског струјања нафте.

#### ДВОФАЗНА СТРУЈАЊА

Режими двофазног струјања нафте и гаса. Бекеров дијаграм. Одређивање пада притиска-метода Локарт-Мартинелија.

#### ГАСОВОДИ

1Д модел стационарног струјања гаса. Одређивање коефицијент трења у гасоводима. Изотермско струјање гаса у нагнутим гасоводима. Неизотермско струјање гаса. Прстенасте гасоводне мреже. Гасне станице и подстанице.

#### ПАРОВОДИ

Транспорт прегрејане, сувозасићене и влажне паре. Одређивање пада притиска у пароводима. Компензатори термичких дилатација.

## садржај практичне наставе

### ГУБИЦИ СТРУЈНЕ ЕНЕРГИЈЕ

Општи облик Дарсијеве формуле. Одређивање коефицијента трења.

### ПРЕЛАЗНИ ПРОЦЕСИ У ХИДРОСИСТЕМИМА

Брзина звука у еластичним цевима. Утицај начина ослањања цеви на брзину звука.

Одређивање брзине звука у течности у присуству нерастворених гасова.

### НАФТОВОДИ

Налазишта. Одређивање пада притиска.

### ГАСОВОДИ

Сабирне, главне и мерно-регулационе станице. 1Д модел изотермског и адијабатског струјања са трењем и невискозног струјања са разменом количине топлоте.

### КОРОЗИЈА ЦЕВОВОДА

Процес корозије. Пасивни и активни начини заштите цевовода од корозије. Начини чишћења цевовода у експлоатационим условима.

Начини спајања цеви. О неопходности поштовања прописа при пројектовању цевоводних система.

### ОСЛОНЦИ ЦЕВОВОДА И НАЧИНИ СПАЈАЊА ЦЕВИ

Врсте ослонаца. Прорачун ослонаца цевовода. Прирубнички и заварени спојеви цеви. О прописима из области цевоводног транспорта и заварених цевних спојева.

### ТЕХНО-ЕКОНОМСКИ ПРОРАЧУН ЦЕВОВОДА

## услов похађања

### ресурси

Књига (има у библиотеци). Збирка задатака (има у библиотеци). Књиге других аутора. Рачунарска опрема

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 25

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 10

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

**литература**

## Транспорт чврстих материјала цевима

ID: 0562

носилац предмета: Црнојевић Ћ. Цветко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: механика флуида

### циљ

Основни циљ предмета јесте да се овлада знањима, прорачунским моделима и одговарајућим практичним вештинама којима се третирају проблеми једнодимензијских струјања мешавина флуида и чврстих честица у цевима и каналима. Из области струјања хомогених и нехомогених мешавина посебно се проучавају важни инжењерски проблеми као што су: флуидизација, пнеуматски транспорт, хидраулички транспорт, пнеумо-хидраулички лифтови и проблеми одвајања честица из флуида.

### исход

Као основни исходи предмета сматра се упознавање и овладавање вештинама прорачуна за различите класе струјања мешавина, као што су: примена одговарајућих прорачунских модела којима се долази до основних инжењерских струјних параметара: притисака, брзине струјања, протока и падова притисака у цевима и каналима.

### садржај теоријске наставе

ТРАНСПОРТ МЕШАВИНА. Појам и врсте мешавина. Гранулометрија. Ојлеровски и лагранжевски приступ проучавању струјања мешавина. Силе које делују на честицу. Брзине таложења. Порозност. Концентрације.  
ФЛУИДИЗАЦИЈА. Пад притиска у флуидизованом слоју. Прорачун промене притиска при изотермском стишљивом струјању. Прва и друга критична брзина флуидизације.  
ПНЕУМАТСКИ ТРАНСПОРТ. Примена, предности и недостаци, и системи пнеуматског транспорта. Хоризонтални пнеуматски транспорт. Флуид-лифт.  
ЛЕТЕЋИ ПНЕУМАТСКИ ТРАНСПОРТ. Изотермско стишљиво струјање мешавине. Критична брзина струјања.  
ХИДРАУЛИЧКИ ТРАНСПОРТ. Реологија суспензије. Ламинарно струјање суспензије. Хидраулички транспорт нехомогене мешавине у хоризонталном, вертикалном и косом цевоводу. Примена и прорачун пнеумо-хидрауличног лифта.  
СЕПАРАТОРИ. Врсте сепаратора. Степен корисности сепаратора. Коморни сепаратори, цилони, врећасти филери, електростатички филтери, мори поступци сепарације. Класификатори.  
ЕЈЕКТОРИ. Структура струјања, једнодимензијски модел прорачуна. Прорачун промене притиска. Гасни ејектори.

### садржај практичне наставе

ТРАНСПОРТ МЕШАВИНА. Облик честице. Фактор облика. Еквивалентна честица. Сила отпора. Коефицијент отпора. Мерење масене концентрације.  
ФЛУИДИЗАЦИЈА. Кретање честице кроз флуидизовани слој. Порозност флуидизованог слоја.  
ПНЕУМАТСКИ ТРАНСПОРТ. Промена притиска у нестишљивом и стишљивом флуидизованом слоју у функцији од допунског отпора.  
ЛЕТЕЋИ ПНЕУМАТСКИ ТРАНСПОРТ. Системи пнеуматског транспорта. Усисници. Дозатори.

СЕПАРАЦИЈА. Степен издвајања. Критеријуми за избор типа сепаратора. Коморе за издвајање чврстог материјала. Платнени и електростатички филтери.

Циклони.

ХИДРАУЛИЧКИ ТРАНСПОРТ. Примена, подела, критична брзина флуида и вискозност хомогене мешавине. Системи за хидраулички транспорт.

ЕЈЕКТОРИ. Примена, карактеристике ејектора. Одређивање оптималних параметара ејектора.

**услов похађања**

**ресурси**

Књига предметног наставника (има у библиотеци). Збирка задатака (има у библиотеци). Лабораторијска опрема и инсталације.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 25

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 4

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

## литература

- Црнојевић Ц., Транспорт чврстих материјала цевима, Машински факултет, Београд, 2002.  
Шашић М., Транспорта флуида и чврстих материјала цевима. Научна књига, Београд, 1990.  
Шашић М., Прорачун транспорта флуида и чврстих материјала цевима. Научна књига, Београд, 1985.

## **МОТОРИ**

Бродски мотори  
Дијагностика и одржавање мотора СУС  
Екологија мобилних извора снаге  
Испитивање мотора  
Клипни компресори  
Компјутерске симулације хибридних погонских система  
Конструкција мотора 1  
Конструкција мотора 2  
Мехатроника мотора  
Мотори СУС - М  
Натпуњење мотора  
Опрема мотора  
Основе симулација радног процеса мотора СУС  
Пројекат мотора  
Радни процеси мотора  
Сензори и мерења помоћу рачунара  
Стручна пракса М - МОТ



## Бродски мотори

ID: 0861

носилац предмета: Миљић Л. Ненад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

Циљ предмета је да пружи свеобухватан увид у специфичну материју бродских мотора СУС, како двотактних тако и четворотактних а пре свега мотора великих снага са сложеним моторним механизмом. Предмет је намењен студентима усмерења за Бродоградњу, којима ће пружити увод у касније дубље проучавање специфичности конструкције ове класе мотора и моторских система током професионалне праксе.

### исход

Опште сп.: Усвојена основна теоријска и практична знања из области бродских мотора са унутрашњим сагоревањем у којима се преплићу фундаменталне и примењене научне дисциплине. Пред.-стр. сп.: Студенти стичу основну оспособљеност за компетентан приступ у избору, организацији експлоатације и одржавања мотора у области бродских погонских система.

### садржај теоријске наставе

1. Уводна разматрања 2. Специфичности конструкције делова бродских мотора – непокретни и покретни, систем развода бродских мотора. 3. Систем напајања горивом и систем натпуњења мотора. 4. Систем подмазивања и хлађења мотора. Улога, значај и врсте моторних уља за бродске motore. Систем хлађења мотора течном шћу. Ваздушно хлађење. 5. Систем стартовања и прекретања мотора и погонске карактеристике бродског мотора. Пропелерна карактеристика мотора. Оптимирање спреге мотор - пропелер. 6. Вибрације бродских мотора. Торзионе осцилације коленастог и преносних вратила. Могућности појаве резонансе и методе за њено избегавање. 7. Избор мотора као главне бродске погонске машине 8. Прикази система натпуњења бродских мотора. 9. Ослањање бродског мотора.

### садржај практичне наставе

а) Аудиторне вежбе: 1. Конструкцијска извођења бродских мотора. Приказ и анализа различитих концепција и конструкција бродских погонских мотора од најмањих до највећих снага. 2. Систем напајања горивом бродских дизел мотора. Системи са механичком регулацијом (пумпа-цев-бризгач, пумпа-бризгач), акумулаторски системи (common rail), системи са електронском регулацијом. 3. Систем натпуњења мотора – приказ и анализа конструкције физичког модела турбопуњача. 4. Регулатори броја обртаја бродских мотора – улога и врсте, подела према месту уградње, анализа конструкције и принципа рада регулатора. Анализа могућности електронских регулатора у оптимирању радног подручја бродског дизел мотора. б) Лабораторијска вежба: Испитивање мотора - снимање пропелерне карактеристике мотора.

### услов похађања

### ресурси

Скрипта предавања (handouts), доступно у електронској форми у pdf формату на сајту Катедре за моторе. Упутства за извођење лабораторијске вежбе и израду извештаја у електронском облику, Лабораторијска инсталација - пробни сто са мотором СУС, мерна опрема и софтвер за аквизицију података при мерењима.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 45

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 8

разрада и примери (рекапитулација): 4

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 18

лабораторијске вежбе: 4

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 3

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 25

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Скрипта предавања (handouts), доступно у електронској форми у pdf формату на сајту Катедре за моторе.

С. Петровић, М. Томић: Основи клипних мотора, Машински факултет, Београд, 1991.

М. Ц. Живковић, Р. Трифуновић: Мотори са унутрашњим сагоревањем, 2. део,

Конструкција мотора, 2. свеска, Конструкција и прорачун основних елемената мотора, Машински факултет, Београд, 1985.



## Дијагностика и одржавање мотора СУС

ID: 0857

носилац предмета: Миљић Л. Ненад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

Примена статистичких метода у праћењу и предвиђању појава отказа мотора. Проширење знања из трибологије кроз проучавање истрошења моторских делова. Упознавање са основама "on-board" дијагностике на савременим моторним возилима. Развој способности за примену савремених рачунарско-заснованих дијагностичких метода. Стицање знања о организацији, извођењу и трошковима генералног ремонта мотора.

### исход

Опште сп.: Примена статистичких метода у анализи отказа машина и уређаја. Организација послова одржавања и ремонта машина и уређаја. Пред.-стр. сп.: Способност анализе и установљивања узрока отказа мотора. Способност примене "on-board" дијагностике код савремених возила. Способност организације и надгледања процеса одржавања и генералног ремонта мотора СУС.

### садржај теоријске наставе

1. Квалитет и трајност рада мотора, погонски квалитет и погонска сигурност мотора. 2. Поузданост мотора и статистички поступци праћења поузданости мотора у експлоатацији. 3. Стационарни и нестационарни режими рада мотора. 4. Потрошња горива у експлоатацији мотора. 5. Истрошење моторских делова и склопова - опште карактеристике, карактеристике истрошења најважнијих склопова мотора. 6. Техничка дијагностика мотора. 7. "On-Board" дијагностика возила и возилских мотора. 8. Генерални ремонт мотора, трошкови ремонта мотора. 9. Утицај експлоатационих фактора на поузданост и истрошење мотора. 10. Радне карактеристике, типичне неисправности и одржавање главних моторских механизма и система мотора. 11. Анализа истрошења елемената моторног механизма у функцији радног режима.

### садржај практичне наставе

а) Аудиторне вежбе: 1. Рачунски задаци из области обрађених на предавањима, 2. Припреме за лабораторијске вежбе, опис инсталација и мерне опреме, упутства за извођење експеримента и обраду података и формирање извештаја. 3. Класификација моторних уља. б) Лабораторијске вежбе: 1. Утицај промене одабраних реглажних параметара мотора на погонске и употребне величине у експлоатацији. 2. Приказ и анализа карактеристичних кварова и хаварија делова и подсклопова мотора. 3. Стручна екскурзија - посета радној организацији која се бави одржавањем мотора.

### услов похађања

### ресурси

Обавезни уџбеник: Трифуновић, Р.: Експлоатација мотора I део, Машински факултет, Београд, 1983., Предавања у електронском облику, Упутства за извођење

лабораторијских вежбања и израду извештаја у електронском облику, Примери рачунских задатака у електронском облику, Лабораторијска инсталација - пробни сто са мотором СУС, мерна опрема и софтвер за аквизицију података при мерењима.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 8

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 12

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 4

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 15

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Трифуновић, Р.: Експлоатација мотора I део, Машински факултет, Београд, 1983.

## Екологија мобилних извора снаге

ID: 0862

носилац предмета: Поповић Ј. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

СТИЦАЊЕ основних знања о утицају мотора СУС на животну средину. ОБЈАШЊЕЊЕ механизма настајања токсичних компонената у издуву мотора СУС и поступака за њихову редукуцију. УПОЗНАВАЊЕ са нормативима на основу којих су уведена законска ограничења издувне емисије мотора. СТИЦАЊЕ основних знања о изворима буке на моторима СУС и поступцима за њено смањење.

### исход

Опште сп.: Разумевање утицаја човека и његових активности на животну средину и негативних последица које при томе настају у околини. Пред.-стр. сп.: Разумевање механизма појаве токсичних компонената и гасова одговорних за ефекат стаклене баште у издуву мотора, као и буке мотора. Способност примене решења за смањење токсичних и осталих непожељних компонената у издуву мотора, као и буке мотора.

### садржај теоријске наставе

1. Утицај мотора СУС на животну средину – општи поглед (токсична издувна емисија, гасови одговорни за ефекат стаклене баште, бука мотора). 2. Настајање токсичних компонената издувне емисије мотора и поступци за њихово смањење, код ото- и дизел-мотора. 3. Нормативи и законска регулатива у области издувне емисије мотора СУС у разним областима примене. 4. Емисија гасова одговорних за ефекат стаклене баште и глобално загревање. 5. Бука мотора, настајање, нормативи, поступци за смањење. 6. Презентација прописа о издувној емисији мотора. 7. Емисија перспективних погонских агрегата саобраћајних средстава. 8. Конструкцијска решења мотора и загађење.

### садржај практичне наставе

а) Аудиторне вежбе: 1. Рачунски задаци из области обрађених на предавањима. 2. Прикази и анализе поступака и решења за смањење токсичне емисије издува ото- и дизел-мотора: рецикулација издувних гасова (EGR) код ото- и дизел-мотора, катализатор троструког дејства (ото-мотори), катализатори за накнадни третман издувних гасова дизел-мотора. 3. Прикази и анализе конструкцијских решења за смањење буке мотора. Анализа утицаја моторских технологија и конструкцијских решења на ниво емитоване буке од стране ото и дизел мотора. б) Лабораторијска вежба: 1. Снимање издувне емисије мотора без и са применом система EGR на мотору.

### услов похађања

### ресурси

Предавања (handouts) у електронском облику; упутство за извођење лабораторијске вежбе и израду извештаја у електронском облику; примери рачунских задатака у електронском облику; лабораторијска инсталација са мотором СУС, мерна опрема и софтвер за аквизицију података при мерењима, анализатори издувних гасова.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 45

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 12

разрада и примери (рекапитулација): 6

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 11

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 2

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

## **литература**

Sher, E. (Ed.): Handbook of air pollution from internal combustion engines. Academic Press, San Diego, 1998. ISBN 0-12-639855-0. (на енглеском)

Heywood J. B., Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, New York, 1988. ISBN 0-07-028637-X. (на енглеском)

Gruden, D.: Umweltschutz in der Automobilindustrie. Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2008. ISBN 978-3-8348-0404-4. (на немачком)

## Испитивање мотора

ID: 0860

носилац предмета: Миљић Л. Ненад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА О ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОМ РАДУ У ОБЛАСТИ МОТОРА СУС. Проширење знања из инжењерских мерења кроз упознавање са мерном опремом за испитивање мотора. Развој способности за пројектовање пробних столова за испитивање мотора, правилан избор мерне опреме, уређаја и помоћне опреме за формирање инсталације. Развој способности за планирање, организацију и спровођење испитивања мотора.

### исход

Опште сп.: Разумевање значаја и улоге експерименталног рада у машинству. Повећање нивоа стручности и способности у области метрологије. Пред.-стр. сп.: Способност пројектовања и опремања инсталације за испитивање мотора; способност планирања, организације и спровођења испитивања мотора. Разумевање значаја стандарда у области испитивања мотора.

### садржај теоријске наставе

1. Мерење сила и момената, мерење броја обртаја. 2. Мерење потрошње горива и ваздуха, брзина струјања флуида. 3. Мерење температура и притисака, индицирање мотора. 4. Уређаји за анализу издувне емисије мотора. 5. Моторске кочнице. 6. Технолошка решења пробних столова за испитивање мотора. 7. Посебне операције испитивања мотора. 8. Грешке мерења - појмови тачности и прецизности мерења, појам несигурности мерења. 9. Калибрација (баждарење, еталонирање) мерног ланца: значај, појам следивости. 10. Увод у Labview програмско окружење - виртуелни инструменти, техника програмирања 11. Напредне технике испитивања мотора.

### садржај практичне наставе

а) Аудиторне вежбе: 1. Општи метролошки појмови, несигурност мерења и рачунски задаци из области несигурности мерења. 2. Припреме за лабораторијске вежбе, описи инсталација и мерне опреме, упутства за извођење експеримента и обраду података и формирање извештаја. б) Лабораторијске вежбе: 1. Примена Labview програмског окружења на примеру мерења угаоне брзине вратила. 2. Калибрација давача силе са мерним тракама. 3. Индицирање мотора – снимање тока притиска у цилиндру мотора. 4. Снимање универзалног дијаграма специфичне потрошње мотора. 5. Снимање топлотног биланса мотора.

### услов похађања

### ресурси

Уџбеник: Живковић, М.Ц., Трифуновић, Р.: Испитивање мотора са унутрашњим сагоревањем. Машински факултет, Београд, 1987. Предавања, упутства за извођење лабораторијских вежбања и израду извештаја, примери рачунских задатака - у електронском облику (pdf). Лабораторијске инсталације са пробним столовима и



моторима, мерна опрема и софтвер за аквизицију података при мерењима (National Instruments PXI-1042-RT8186/5401/6123/6229/4070/6602/8461, National Instruments LabView 7.1.).

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 14

рачунски задаци: 4

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 6

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 30

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Plint, M., Martyr, A.: Engine testing - Theory and practice, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1997. ISBN 0-7506-1668-7. (на енглеском)

Holman, J. P.: Experimental methods for engineers. McGraw-Hill, 1984. ISBN 0-07-029613-8. (на енглеском)

Grohe, H.: Messen an Verbrennungsmotoren, Vogel-Verlag, Würzburg, 1979. ISBN 3-8023-0087-4. (на немачком)

Nachtigal, C. L.: Instrumentation and control. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1990. ISBN 0-471-88045-0. (на енглеском)

## Клипни компресори

ID: 0864

носилац предмета: Миљић Л. Ненад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

СТИЦАЊЕ основних знања о клипним компресорима. Проширење знања из термодинамике кроз проучавање сабијања реалних гасова, мешавина гасова и влажних гасова, као и проучавање стварних радних циклуса клипних компресора. Проширење и стицање нових знања у области конструисања машина кроз проучавање конструкције основних елемената, система и допунске опреме клипних компресора. Развој способности за пројектовање клипних компресора, избор, испитивање, инсталисање и одржавање у експлоатацији.

### исход

Опште способности: Разумевање комплексних реалних радних циклуса топлотних машина при раду са реалним гасовима, као и сложених конструкцијских извођења таквих машина. Успостављање узрочно-последичних веза између радног циклуса и конструкције машине. Предметно-стручне способности: способност прорачуна, конструисања, избора, испитивања, инсталисања и одржавања у експлоатацији клипних компресора.

### садржај теоријске наставе

1. Клипни механизам, кинематика и динамика, неравномерност обртања и проблем у равнотежења клипних компресора. 2. Теоријске основе сабијања идеалних и реалних гасова, смеша гасова и влажних гасова. Теоријски циклус сабијања компресора без штетног простора. 3. Реални радни циклус једноступног клипног компресора, параметри измене радне материје и компресора као целине. 4. Вишеступно сабијање. 5. Прорачун главних димензија компресора. 6. Системи и допунска опрема компресора. 7. Системи регулисања клипних компресора. 8. Конструкцијска извођења клипних компресора. 9. Основи експлоатације

### садржај практичне наставе

а) Аудиторне вежбе: 1. Рачунски задаци из области обрађених на предавањима, 2. Прикази и анализе конструкција клипних компресора, главних делова, система и допунске опреме клипних компресора, основни приказ ротационих клипних компресора. 2. Припреме за лабораторијске вежбе, опис инсталација и мерне опреме, упутства за извођење експеримента и обраду података и формирање извештаја. б) Лабораторијске вежбе: 1. Одређивања карактеристика (карактеристичних параметара) компресора. 2. Одређивање капацитета клипног компресора на основу процеса пуњења резервоара високог притиска.

### услов похађања

### ресурси

Обавезни уџбеник: Јанков, Р.: Клипни компресори, 5. издање, Машински факултет,

Београд, 1990., Предавања у електронском облику, Упутства за извођење лабораторијских вежбања и израду извештаја у електронском облику, Примери рачунских задатака у електронском облику, Лабораторијска инсталација са клипним компресором, мерна опрема и софтвер за аквизицију података при мерењима.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 16

лабораторијске вежбе: 4

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 6

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 15

рачунски задаци: 25

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Јанков, Р.: Клипни компресори, 5. издање, Машински факултет, Београд, 1990.

Bloch, H. P, Hoefner, J. J.: Reciprocating compressors: operation and maintenance, Butterworth-Heinemann, Woburn, 1996. ISBN 0-88415-525-0.

Brown, R. N.: Compressors: selection & sizing – 2nd ed., Butterworth-Heinemann, Woburn, 1997. ISBN 0-88415-164-6.

Bendler, H., Spengler, H. (ed.): Technisches Handbuch Verdichter, Veb Verlag Technik, Berlin, 1986.

Frenkel, M., I.: Kolbenverdichter, Veb Verlag Technik, Berlin, 1969.



## Компјутерске симулације хибридних погонских система

ID: 0868

носилац предмета: Поповић Ј. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: мотори

### циљ

Математичко моделирање и компјутерска симулација хибридних погонских система имају велики значај за оптимизацију конструкције и побољшање перформанси, енергетских и еколошких карактеристика савремених погонских система. Основни циљ предмета је упознавање студената са основним приступом у развоју и примени квазистатичких и динамичких математичких модела хибридних погонских система.

Остали циљеви су:

1. Стицање основних теоријских знања о принципима моделирања мотора СУС, електричних и хидрауличких система који се примењују у хибридном погонским системима и начинима и перспективама њихове примене,
2. Овладавање основним техникама за процену ефикасности конвенционалних и хибридних погонских система применом детаљних симулационих модела компонената погонског система.
3. Овладавање основним техникама развоја детаљних квазистатичких и динамичких модела погонских система и њихове примене у анализи понашања погонског система током извођења стандардних и нестандартних возних циклуса

### исход

Опште способности: Разумевање основних принципа примене мотора СУС, електропогона и хибридних погонских система.

Предметно-стручне способности: Студент се оспособљава за спровођење прорачуна и анализа енергетских губитака у погонском систему, прорачуна за одређивање карактеристика погонског система возила, основног прорачуна за процену уштеде енергије код хибридних погонских система и/или система за рекулерацију енергије кочења возила применом и комбиновањем детаљних симулационих модела компонената погонског система

### садржај теоријске наставе

1. Уводна разматрања;
2. Потрошња енергије за погон возила;
3. Конвенционални погонски систем са мотором СУС;
4. Електрични и хибридни електрични погон - модел електричне машине;
5. Системи за складиштење електричне енергије. Основни модел батерије и суперкондензатора;
6. Модел електричног хибридног погонског система;
7. Хидраулички хибридни погонски системи. Основни модел хидрауличке машине;
8. Механички системи за регенерацију енергије кочења;
9. Управљање погонским системом током возног циклуса;
10. Оптимизација рада ХПС.

### садржај практичне наставе

1. Компоненте модела хибридног погонског система;

2. Моделирање отпора које савлађује погонски систем;
3. Модел мотора СУС;
4. Моделирање карактеристика електричне машине;
5. Моделирање карактеристика система за складиштење електричне енергије;
6. Моделирање суперкондензатора;
7. Модел електричног хибридног погонског система (ЕХПС) - интеграција подмодела, примери и применаразвијаних модела;
8. Моделирање хидрауличких машина и система за складиштење хидрауличке енергије;
9. Модел хидрауличног хибридног погонског система (ХХПС) - интеграција подмодела, примери и применаразвијаних модела;
10. Системи за регенерацију енергије кочења са замајцем - основни принципи развоја и примене модела са примерима;
11. Модел возача и модел управљачке јединице ХПС

### **услов похађања**

### **ресурси**

С. Поповић: Предавања и вежбе (handouts) у електронском облику,  
С. Поповић: Примери рачунских задатака у електронском облику,  
Mathworks Matlab/Simulink IDE (лиценца)  
Ricardo WAVE – Софтверски пакет за симулацију једнодимензионалних динамичких процеса код мотора СУС (лиценца)  
LMS Imagine.Lab AMESim – Софтвер за симулацију, моделирање и анализу једнодимензионалних динамичких процеса сложених система (лиценца)  
Потпуно опремљена лабораторијска инсталација за испитивање мотора СУС (пробни сто са динамометром и мерном опремом)  
Дигитални аквизициони систем на платформи National Instruments PXI са припадајућим софтвером за развој мерних апликација National Instruments LabView (лиценца)

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 4

лабораторијске вежбе: 12

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 2

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 8

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 50

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

**литература**

L. Guzzella, A. Sciarretta: Vehicle Propulsion Systems, Springer Verlag 2007., ISBN 978-3-540-74691-1

R. Hodkinson, J. Fenton: Lightweight Electric/Hybrid Vehicle Design, Butterworth-Heinemann, A division of Reed Educational and Professional Publishing Ltd, ISBN 0 7506 5092 3

## Конструкција мотора 1

ID: 0854

носилац предмета: Миљић Л. Ненад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

Предмет пружа теоријска и практична знања из динамике мотора, осцилација елемената и конструкције елемената мотора. Кроз израду кинематског, динамичког и механичког прорачуна елемената мотора стиче се осећај за конструкцију делова и пројектовање целокупног мотора. Основна знања из 3D моделирања елемената мотора и прорачуна применом МКЕ омогућавају савремен приступ пројектовању и конструкцији.

### исход

Обједињавање теоријских знања из механике, отпорности материјала и машинских елемената, и аплицирање на елементе мотора СУС.

Оспособљавање је за конструкцију, моделирање и прорачун елемената мотора и система.

Овладавање основним теоријским и практичним знањима потребним за пројектовање комплетног мотора.

### садржај теоријске наставе

1. Кинематика моторског механизма. Динамика моторског механизма и пренос сила кроз моторски механизам. Неравномерност обртног момента и угаоне брзине коленастог вратила. Уравнотежење инерцијалних сила код једноцилиндричног и сила и момената код вишецилиндричних мотора. 2. Улога, конструкција, избор материјала и прорачун механичких напрезања елемената клипне групе. Конструкција избор материјала и прорачуна напрезања клипњаче. Конструкција, избор материјала и прорачун напрезања коленастог вратила и улежиштења коленастог вратила. 3. Конструкција и прорачуна елемената система развода мотора. 4. Проблем вибрација у мотору. Вибрације мотора на ослонцима. Торзионе осцилације коленастог вратила.

### садржај практичне наставе

1. Силе моторског механизма. Тангенцијална сила, и неравномерност обртног момента и угаоне брзине коленастог вратила. Улога и прорачун замајца. Упутства за кинематски и динамички прорачун мотора. 2. Примери из конструкције и прорачуна напрезања елемената мотора. Упутства за механички прорачун клипа, клипњаче и коленастог вратила мотора. 3. Примери конструкције система развода мотора и упутства за прорачун елемената система развода. 4. Примена 3-Д моделирања у конструкцији елемената мотора. Примена софтверских алата за прорачун термичких и механичких оптерећења елемената мотора уз помоћ МКЕ. Примена софтверских алата за моделирање и анализу система развода мотора.

### услов похађања

### ресурси

1. М.Ц. Живковић: Мотори са унутрашњим сагоревањем, 2. део, Конструкција мотора 1,



Кинематика и динамика клипног механизма, МФБ, 1983. КДА, доступно у библиотеци МФБ

2. М.Ц. Живковић, Р. Трифуновић, Мотори са унутрашњим сагоревањем, 2. део, Конструкција мотора 2, Конструкција и прорачун основних елемената мотора, МФБ, 1985. КДА, доступно у библиотеци МФБ

3. М.Томић: Основи конструкције мотора СУС- скрипта (handouts), доступно у електронској форми у pdf формату на Катедри за моторе.

4. Мотори у пресеку. Делови мотора. Комплетни мотори за расклапање и склапање.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 16

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 4

семинарски рад: 0

пројекат: 7

консултације: 3

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 15

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

#### **литература**

A. Kolchin, V. Demidov: Design of automotive engines, English translation, Mir Publishers Moscow, 1984.

Van Basshuysen, R., Schafer, F. (Editors): Internal Combustion Engine Handbook: Basics, Components, Systems, and Perspectives, SAE International, Warrendale, 2004. ISBN 978-0-7680-1139-5

Challen, B., Baranescu, R. (Editors): Diesel Engine Reference Book - 2nd ed., Butterworth-Heinemann, Woburn, 1999. ISBN 0-7506-2176-1.

## Конструкција мотора 2

ID: 0863

носилац предмета: Поповић Ј. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА О УЛОЗИ И КОНСТРУКЦИЈИ ВАЖНИХ ПОМОЋНИХ СИСТЕМА МОТОРА - ХЛАЂЕЊА, ПОДМАЗИВАЊЕ, СТАРТОВАЊА И ПРЕКРЕТАЊА МОТОРА. СТИЦАЊЕ СПОСОБНОСТИ КОНСТРУИСАЊА И ПРОРАЧУНА НАВЕДЕНИХ СИСТЕМА. ПРАКТИЧНА ПРИМЕНА И ПРОШИРЕЊЕ ЗНАЊА ИЗ ОБЛАСТИ ПРЕНОСА ТОПЛОТЕ, КОНСТРУИСАЊА МАШИНА, ТРИБОЛОГИЈЕ И МАШИНСКИХ МАТЕРИЈАЛА.

### исход

Опште способности: Разумевање конструкције сложених машина и уређаја и препознавање значаја подсистема за исправно функционисање целине машине.

Предметно-стручне способности: Разумевање конструкције и улоге система хлађења, подмазивања, стартовања и прекретања мотора. Способност конструисања и прорачуна најважнијих елемената ових система.

### садржај теоријске наставе

1. Систем хлађења мотора СУС. Улога система, проблеми термичког оптерећења мотора. Систем воденог хлађења, систем ваздушног хлађења. Конструкцијско извођење система ваздушног хлађења, предности и недостаци, основе прорачуна. Конструкцијско извођење система течносног (воденог) хлађења, основе прорачуна. 2. Систем подмазивања мотора СУС. Конструкција система подмазивања мотора. Улога и захтеви мотора у погледу карактеристика мазива. Услови подмазивања делова мотора. Стрибеков дијаграм. Извођење и шема система за подмазивање. Делови система за подмазивање. Пумпа за уље: врсте и прорачун. Пречистач уља. Основни елементи прорачуна. 3. Системи стартовања и реверзирања мотора. Конструкцијско извођење система покретања мотора: врсте, улога и захтеви. Рад покретања и минимални број обртаја мотора. Пнеуматско стартовање. Конструкција система за промену смера окретања коленастог вратила мотора (прекретање – реверзирање - мотора).

### садржај практичне наставе

а) Аудиторне вежбе: 1. Прорачун система хлађења мотора помоћу течности. Прорачун количине топлоте која се системом хлађења одводи од мотора. Прорачун система воденог хлађења. Прорачун циркулационе пумпе и измењивача топлоте. 2. Прорачун система ваздушног хлађења мотора. Прорачун параметара оребравања цилиндра и цилиндарске главе. Прорачун вентилатора. 3. Прорачун система подмазивања мотора. Прорачун количине топлоте која се уљем одводи од мотора. Прорачун циркулационе пумпе за уље.

### услов похађања

### ресурси

1. М. Томић, М. Цветић: Предавања (handouts) у електронском облику;

2. С. Поповић упутство за извођење прорачуна система хлађења и подмазивања и израду

пројекта у електронском облику; примери рачунских задатака у електронском облику.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 30

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 8

разрада и примери (рекапитулација): 4

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 8

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 3

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 1

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 1

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

#### **литература**

Challen, B., Baranescu, R. (Editors): Diesel Engine Reference Book - 2nd ed., Butterworth-Heinemann, Woburn, 1999. ISBN 0-7506-2176-1.

Van Basshuysen, R., Schafer, F. (Editors): Internal Combustion Engine Handbook: Basics, Components, Systems, and Perspectives, SAE International, Warrendale, 2004. ISBN 978-0-7680-1139-5.

John Heywood: Internal Combustion Engine Fundamentals, Mc Graw-Hill, 1988, ISBN-13: 978-0070286375

## Мехатроника мотора

ID: 0855

носилац предмета: Миљић Л. Ненад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

СТИЦАЊЕ основних теоријских и практичних знања из области примене мехатронских система код мотора СУС. СТИЦАЊЕ искуства о функционисању и примени сензора и актуатора у мехатронским системима савремених мотора. Ближе упознавање са структуром електронских управљачких јединица (ЕУЈ) савремених мотора и специфичностима архитектуре и функција микроконтролера, принципима управљања и методама развоја и тестирања софтвера намењених ЕУЈ.

### исход

Студент кроз овај предмет:

СТИЧЕ и обједињује специфична стручна знања из области машинства и електронике. УПОТПУЊУЈЕ знања из области управљања мотором као високодинамичким објектом. ОСПОСОБЉЕН ЈЕ да формира и комплетира мехатронски систем за мотор СУС. ОВЛАДАВА основама процеса развоја и програмирања софтвера за ЕУЈ. ОВЛАДАВА основним техникама преноса података применом комуникационих интерфејса ЕУЈ.

### садржај теоријске наставе

Уводна разматрања о мехатроници на мотору СУС. Мерни претварачи (сензори) Карактеристике сензора. Мерни ланац. Калибрација сензора. Интелигентни сензори. Извршни органи (актуатори) - Класификација. Побуда електричних актуатора високим напоном / јаком струјом. Дигитална аквизиција сигнала. Периферијски уређаји микроконтролера. Комуникацијски интерфејси микроконтролера. Хардвер - Архитектура и унутрашња структура микроконтролера. Меморија. Заштита ЕУЈ. Микроконтролер Motorola MPC565. Хардверске функције специфичне за управљање мотора. TPU блок. Комуникациони интерфејс ЕУЈ. Микроконтролерске мреже. Комуникациони протоколи. CAN, K-Line. ССР. Софтвер - Асемблер, C/C++ и развојна окружења. Принципи пројектовања софтвера. V циклус. Програмирање микроконтролера. Генерисање и тестирање кода. SII, PII, NII. Управљање - Отворена и затворена петља. PID регулатор. Контрола састава смеше и детонације. Примена постојећих мехатроничких система у напредним техникама управљања и дијагностике мотора;

### садржај практичне наставе

O<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub> сензор. Сензори за праћење квалитета средства за подмазивање. Сензори угаоног положаја и угаоне брзине, положаја регулационог и командног органа, масеног протока усисног ваздуха, температуре моторских флуида, притиска и детонације. Рачунски задатак из области моторских сензора и дигиталне аквизиције. Систем паљења. Бризгачи. Контрола рада на празном ходу и положаја регулационог органа. Актуатори турбокомпресорске групе, система развода и усисних система променљивих карактеристика. ЕМ вентилски погон. Симулација рада АД конвертора. Специфичности и примери микроконтролера за моторске примене Демонстрације: дигиталне аквизиције, примене TPU функције, комуникације у CAN мрежи. Демонстрација

програмирања микроконтролера, SIL и PИL симулације. Приказ и анализа управљачких алгоритама. Контрола састава смеше. Контрола детонације. Детекција неравномерног рада мотора

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. С.Ј. Поповић, Н. Ј. Миљић, Скрипта из Мехатронике мотора, расположиво у електронском облику (PDF).
2. Пробни сто за испитивање мотора
3. Мерно-аквизициони систем: National Instruments PXI-1042-RT8186/5401/6123/6229/4070/6602/8461
4. Phytex pc-565 (Motorola MPC 565)
5. MCT GmbH Mega332 (Motorola MC68332)
6. National Instruments LabView 7.1
7. Metrowerks CodeWarrior 8.0 (платформа Motorola MPC 5xx)
8. WinEco MCT GmbH (платформа Motorola MC68332)

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 14

лабораторијске вежбе: 12

рачунски задаци: 3

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 1

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 15

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### литература

W. Bolton, Mechatronics, Pearson-Prentice Hall, 2003, ISBN 0 131 21633 3

U. Kincke, L. Nielsen: Automotive Control Systems, Springer Verlag, 2004, ISBN 3-540-23139-0;

R. Isermann, Modelgestuetzte Steuerung, Regelung und Diagnose von Verbrennungsmotoren, Springer Verlag, 2003, ISBN-10:3540442863, ISBN-13: 978-3540442863

BOSCH Gasoline Engine Management, ISBN 0-7680-0510-8

BOSCH Automotive Sensors, 2002, ISBN-3-934584-50-0

## Мотори СУС - М

ID: 0866

носилац предмета: Поповић Ј. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

Предмет пружа свеобухватан увид у материју мотора СУС (теоријски циклуси, стварни процес, системи мотора, погонске карактеристике). Намењен је студентима усмерења за моторе, као увод у дубље проучавање специфичних области мотора СУС, као и студентима оних усмерења где је неопходно познавање мотора СУС као погонског агрегата (моторна возила, бродоградња, железничко машинство, механизација).

### исход

Усвојена теоријска и практична знања из области мотора. Повезивање фундаменталних дисциплина: термодинамике, механике флуида, механике, отпорности материјала и др. на сложеном објекту какав је мотор СУС. Стицање оспособљености за компетентан приступ у избору, организацији експлоатације и одржавања мотора. Стицање базе за даље проучавање специфичних проблема, конструкције и пројектовања мотора.

### садржај теоријске наставе

1. Уводна разматрања.
2. Термодинамички циклуси мотора.
3. Стварни радни циклус мотора – процес измене радне материје.
4. Процес сагоревања код мотора са спољним упаљењем смеше.
5. Процес сагоревања код дизел-мотора.
6. Радни параметри мотора.
7. Натпуњење мотора СУС.
8. Динамички проблеми мотора.
9. Погонске карактеристике мотора.
10. Еколошке карактеристике мотора

### садржај практичне наставе

Аудиторне вежбе:

1. Моторски механизам и карактеристичне конструкције мотора
2. Радна материја мотора и сагоревање
3. Термодинамички циклуси мотора – рачунски задаци
4. Системи за напајање мотора горивом
5. Радни параметри и топлотни биланс мотора – рачунски задаци
6. Натпуњење и топлотни биланс мотора – рачунски задаци
7. Кинематика и динамика моторског механизма – рачунски задаци
8. Системи мотора
9. Погонске карактеристике мотора – рачунски задаци
10. Припрема лабораторијске вежбе из испитивања мотора

Лабораторијске вежбе:

1. Системи за напајање мотора горивом
2. испитивање мотора на пробном столу



## услов похађања

### ресурси

1. М. Томић, С. Петровић: Мотори СУС, Машински факултет, Београд, 2004, КПН, расположиво у библиотеци МФБ
2. Скрипта (handouts): Основи мотора СУС, доступно у електронској форми у pdf формату на сајту катедре за моторе.
3. Пробни сто за испитивање мотора (ЛЕО)
4. Мерно-аквизициони систем: National Instruments PXI-1042-RT8186/5401/6123/6229/4070/6602/8461 (АРС)
5. National Instruments LabView (РРО)

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

#### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 9

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 7

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 4

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 5

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 15

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 25

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### литература

Miroljub Tomić, Stojan Petrović: Motori sa unutrašnjim sagorevanjem, Mašinski fakultet u Beogradu, ISBN 978-86-7083-646-4

Richard Stone: Introduction to IC Engines, SAE International, ISBN-13: 978-0768004953

John Heywood: Internal Combustion Engine Fundamentals, ISBN-13: 978-0070286375

C. R. Ferguson: Internal Combustion Engines, J. Wiley & Sons 1986, ISBN 0-471-88129-5

## Натпуњење мотора

ID: 0856

носилац предмета: Поповић Ј. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА О УЛОЗИ И ЗНАЧАЈУ ПРИМЕНЕ ПОСТУПАКА НАТПУЊЕЊА КОД МОТОРА СУС.  
СТИЦАЊЕ СПОСОБНОСТИ ПРОРАЧУНА НАТПУЊЕЊА МОТОРА, ИЗБОРА ОДГОВАРАЈУЋЕГ КОМПРЕСОРА И ТУРБИНЕ (У СЛУЧАЈУ ТУРБОПУЊЕЊА). ПРОШИРЕЊЕ И СТИЦАЊЕ НОВИХ ЗНАЊА ИЗ ТЕРМОДИНАМИКЕ И КОНСТРУИСАЊА МАШИНА КРОЗ ПРОУЧАВАЊЕ РАДНИХ ПРОЦЕСА И КОНСТРУКЦИЈЕ ЕЛЕМЕНАТА ТУРБОПУЊАЧА.

### исход

Опште сп.: Разумевање реалних радних циклуса топлотних машина, као и сложених конструкцијских извођења истих. Успостављање узрочно-последичних веза између радног циклуса и конструкције машине. Пред.-стр. сп.: Способност прорачуна натпуњења мотора СУС, избора одговарајућих елемената система натпуњења (компресор, турбина, међухладњак), испитивања карактеристика елемената система натпуњења.

### садржај теоријске наставе

1. Систематизација поступака натпуњења мотора СУС. 2. Усаглашавање проточних карактеристика мотора и компресора са којим се обавља натпуњење мотора. 3. Натпуњење мотора са механичким погоном компресора. 4. Турбопуњење мотора СУС. 5. Међухлађење свежег пуњења при натпуњењу мотора. 6. Прорачун натпуњења, посебно турбопуњења - упрошћени поступак, методе прорачуна пулзација притиска у уисном и издвном систему мотора. 7. Елементи конструкције турбопуњача. 8. Посебни проблеми и специфична решења натпуњења мотора СУС. 9. Приказ различитих решења компресора за натпуњење мотора. 10. Приказ изведених решења међухладњака. 11. Анализа конструкцијских извођења турбопуњача за поједине врсте мотора. 12. Принципи моделирања и симулације компонената система натпуњења у Matlab/Simulink окружењу.

### садржај практичне наставе

а) Аудиторне вежбе: 1. Рачунски задаци из области обрађених на предавањима. 2. Прикази и анализе поступака натпуњења, конструкције и карактеристика компресора, турбине и турбопуњача као целине, као и међухлађења са карактеристикама међухладњака. 3. Припреме за лабораторијску вежбу, опис инсталација и мерне опреме, упутства за извођење експеримента и обраду података и формирање извештаја. 4. Симулација спреге компресора, међухладњака мотора и турбине у Matlab/Simulink окружењу.

б) Пројекат система натпуњења за мотор задатих карактеристика, са прегледом и консултацијама током израде пројекта.

в) Лабораторијска вежба: 1. Експериментално одређивање карактеристика компресора турбопуњача.

## услов похађања

### ресурси

1. М. Цветић: Предавања (handouts) у електронском облику,
2. С. Поповић: Упутства за извођење лабораторијске вежбе и израду извештаја у електронском облику, Примери рачунских задатака у електронском облику, Упутство за пројекат система натпуњења мотора у електронском облику,
3. Пробни сто за испитивање мотора
4. Лабораторијска инсталација за испитивање турбопуњача,
5. Мерна опрема National Instruments PXI-1042-RT8186/5401/6123/6229/4070/6602/8461
6. Софтвер за аквизицију података при мерењима National Instruments LabView,
7. лиценцирани (факултет) софтверски пакет Matlab/Simulink.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

#### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 14

семинарски рад: 0

пројекат: 2

консултације: 4

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 3

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 3

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

#### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 0

пројекат: 15

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

## литература

H. Hiereth, P. Prenninger: Charging the Internal Combustion Engine, Springer Verlag 2003, ISBN 978-3-211-33033-3. (на енглеском)

Watson, N., Janota, M. S.: Turbocharging the Internal Combustion Engine. Macmillan Press, London, 1982. ISBN 0-333-24290-4. (на енглеском)

Zinner, K.: Aufladung von Verbrennungsmotoren. Springer-Verlag, Berlin, 1985. ISBN 3-540-15902-9. (на немачком)

John Heywood: Internal Combustion Engine Fundamentals, ISBN-13: 978-0070286375. (на енглеском)

## Опрема мотора

ID: 0853

носилац предмета: Поповић Ј. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

Предмет пружа свеобухватан увид у системе за напајањем горивом код ото и дизел мотора, као и системе паљења код ото мотора. Обухвата системе са механичком и електронском регулацијом. Судентима усмерења за моторе представља базу за дубље проучавање мехатронике мотора, док студентима других усмерења даје заокружено знање о овим системима неопходно у експлоатацији мотора.

### исход

Студенти су оспособљени за пројектовање, избор и организацију одржавање система за напајање ото и дизел мотора горивом и система паљења код ото мотора. Бројне лабораторијске вежбе омогућавају стицање практичних знања о испитивању карактеристика ових система и њихових компоненти, као и дијагностици и регулацији у експлоатацији.

### садржај теоријске наставе

1. Основи распршивавања горива. Захтеви ото мотора у погледу састава смеше. Елементарни карбуратор, струјање ваздуха и горива, карактеристика карбуратора. Потербе за помоћним системима карбуратора. 2. Врсте система убризгавања код ото мотора. МРІ систем са електронском регулацијом, хидраулични елементи, систем сензора и електронска управљачка јединица. 3. Системи за убризгавање код дизел мотора, врсте и поделе. Системи непосредног убризгавања, линијске и ротационе пумпе ВП. Бризгачи, врсте млазница и контрола закона убризгавања. Динамичке појаве у систему убризгавања дизел мотора. Системи са електронском регулацијом. 4. Системи паљења код ото мотора. Фазе рада, утицајни фактори и формирање варнице. Системи паљења са електронском регулацијом. Свећица и њене карактеристике.

### садржај практичне наставе

а) Аудиторне вежбе: 1. Систем напајања путем карбуратора. Избор димензија карбуратора. Системи карбуратора за корекцију састава смеше. 2. Приказ различитих система убризгавања горива код ото мотора. Систем сензора. Проточне карактеристике бризгача. 3. Приказ система убризгавања код дизел мотора. Прорачун основних димензија елемента и профила брега ПВП. 4. Компоненте система паљења, индукциони калем и његове карактеристике. Регулација угла претпаљења, механичка и електронска. б) Лабораторијске вежбе: 1. Снимање карактеристике бризгача, протокомера ваздуха и давача притиска у усисном систему. 4. Снимање брзинске карактеристике дизел пумпе ВП. 5. Снимање динамичких појава у систему убризгавања. 6. Испитивање система за паљење, снимање угла претпаљења и карактеристика свећице.

### услов похађања

### ресурси

1. М. Томић: Опрема мотора , Машински факултет, Београд, 2005. КПН, расположиво у библиотеци МФБ
2. М. Томић, С. Поповић: материјали са предавања и аудиторних вежби, доступни у дигиталној форми
3. Пробни сто за испитивање мотора (ЛЕО)
4. Инсталација за стационарна мерења протока према ИСО5167 (ЛПИ)
5. Пробни сто за испитивање система за убризгавање дизел горива (ЛЕО)
6. Мерно-аквизициони систем: National Instruments PXI-1042-RT8186/5401/6123/6229/4070/6602/8461 (АРС)
7. National Instruments LabView (РРО)

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 11

лабораторијске вежбе: 14

рачунски задаци: 4

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 1

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 35

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

### **литература**

John Heywood: Internal Combustion Engine Fundamentals, Mc Graw-Hill, 1988, ISBN-13: 978-0070286375

H. P. Lenz: Mixture Formation in SI Engines, Springer Verlag, ISBN 3-211-82331-X

BOSCH Gasoline Engine Management, ISBN 0-7680-0510-8

BOSCH Diesel Engine Management, ISBN 0-7680-0509-4

BOSCH Automotive Sensors, 2002, ISBN-3-934584-50-0



## Основе симулација радног процеса мотора СУС

ID: 0867

носилац предмета: Поповић Ј. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

Усвајање нових знања о улози и значају моделирања динамичких процеса код мотора СУС. Ширење теоријских знања из области примењене термодинамике, преноса топлоте и масе, механике флуида, сагоревања горива кроз проучавање динамичких процеса у цилиндрима, колекторима и струјним каналима мотора СУС. Ширење теоријских и практичних знања из области нумеричких метода и модуларног програмирања. Оспособљавање студената за развој и примену сложених симулационих нумеричких модела, сложених и ефикасних нумеричких метода у проучавању и истраживању динамичких процеса у моторима СУС.

### исход

Разумевање реалности и сложености радних процеса топлотних машина. Способност пројектовања и развоја сложених структура модела и подмодела динамичких процеса кроз мултидисциплинарни приступ. Способност анализе моторских процеса и карактеристика применом напредних симулационих модела. Успостављање узрочно-последичних веза између параметара радног циклуса мотора и радних карактеристика

### садржај теоријске наставе

1. Уводна разматрања; 2. Основне поставке модел; 3. Пренос топлоте; 4. Термодинамичке карактеристике радне материје; 5. Струјање кроз пригушна места; 6. Модел сагоревања; 7. Модел процеса у колекторима; 8. Динамика мотора; 9. Динамички проблеми мотора; 10. Напредне технике

### садржај практичне наставе

1. Компоненте модела радног процеса МСУС; 2. Пример развоја симулације једноцилиндарског МСУС; 3. Симулација високопритисног дела циклуса без сагоревања; 4. Пример развоја модела преноса топлоте; 5. Моделирање карактеристика радне материје; 6. Модел струјања кроз пригушна места; 7. Развој и примена једноставних модела ослобађања топлоте; 8. Примена и упоредна анализа модела ослобађања топлоте; 9. Развој и примена једнодимензионалних модела струјања у колекторима; 10. Интеграција подмодела; 11. Развој једноставног динамичког модела мотора СУС; 12. Примена апроксимационих модела механичких губитака; 13. Пример употребе сложених модела - двозонски модел; 14. Пример употребе сложених модела - квазидимензионални модел

### услов похађања

### ресурси

Mathworks Matlab/Simulink IDE (лиценца)

Ricardo WAVE – Софтверски пакет за симулацију једнодимензионалних динамичких процеса код мотора СУС (лиценца)

LMS Imagine.Lab AMESim – Софтвер за симулацију, моделирање и анализу једнодимензионалних динамичких процеса сложених система (лиценца)  
Потпуно опремљена лабораторијска инсталација за испитивање мотора СУС (пробни сто са динамометром и мерном опремом)  
Дигитални аквизициони систем на платформи National Instruments PXI са припадајућим софтвером за развој мерних апликација National Instruments LabView (лиценца)

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање примера (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 4

лабораторијске вежбе: 12

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 2

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 8

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 50

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

- J. Heywood: Internal combustion engines fundamentals, McGraw-Hill 1988, ISBN 9780-070-28637-5
- F. Pischinger: Verbrennungskraftmaschinen Thermodynamic, Springer Verlag, ISBN
- G. P. Merker et. al.: Simulating combustion and pollutant formation for engine development, Springer Verlag, ISBN 10 3-540-25161-8, 13 978-3-540-25161-3
- R. Benson: The Thermodynamics and Gas Dynamics of Internal Combustion Engines, Vol 1, Vol. 2, Clarendon Press, Oxford, 1982, ISBN 0-19-856210-1
- P. Јанков: Математичко моделирање струјно-термодинамичких процеса и погонских карактеристика дизел мотора, Научна књига, Београд, 1984

## Пројекат мотора

ID: 0859

носилац предмета: Поповић Ј. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

Примена знања из претходних курсева, проширење и стицање нових знања у области конструисања и прорачуна машина, материјала и поступака израде машинских делова. Упознавање са савременим поступцима пројектовања у машинству, посебно у области мотора СУС. Упознавање и стицање практичног искуства у раду са рачунаром подржаним поступцима обликовања и прорачуна (CAD - 2D, 3D; CAE).

### исход

Опште сп.: Разумевање целине сложених машинских конструкција, веза појединих склопова и делова, способност пројектовања складне и функционалне машине. Пред-стр. сп.: Способност прорачуна, конструисања, избора материјала и поступака израде најважнијих делова мотора СУС. Избор и димензионисање помоћних система и агрегата неопходних за рад мотора.

### садржај теоријске наставе

1. Улога типизације, стандардизације и унификације у пројектовању мотора. Фазе пројектовања у класичном приступу пројектовању мотора (секвенцијално пројектовање). Дефинисање техничких услова. 2. Избор најважнијих процесних и радних параметара при конструисању новог мотора. Израда предпројекта (идејног пројекта) и главног пројекта мотора. Израда радионичких цртежа. Испитивање и дотеривање прототипа. 3. Симултано (паралелно) пројектовање. 4. Рачунаром подржано обликовање и пројектовање. 5. Технологије брзе израде прототипа. 6. Математичко моделирање радних процеса ото- и дизел-мотора. 7. Моделирање основних елемената структуре мотора, прорачун применом МКЕ.

### садржај практичне наставе

а) Израда пројекта мотора - склопних цртежа попречног и уздужног пресека мотора, тродимензијског модела једног од важнијих делова мотора и израда радионичке документације за тај моторски део. б) Консултације при изради пројекта. Обављају се обавезно на крају претходне фазе и/или почетку наредне фазе пројекта. Главне фазе пројекта су: израда попречног пресека мотора, израда уздужног пресека мотора, израда тродимензијског модела изабраног дела мотора и израда радионичког цртежа тог дела. Последње консултације су предвиђене при комплетирању садржаја пројекта са којим се излази на одбрану пројекта код предметног наставника.

### услов похађања

### ресурси

Предавања у електронском облику, Упутство за рад на пројекту мотора у електронском облику. Примери изведених конструкција мотора из стручне литературе (књиге, часописи, зборници радова са конгреса итд.). Лиценцирани (факултет) софтвер за

пројектовање применом рачунара (2D & 3D CAD, CAE). Рачунари – радне станице.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 10

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 70

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

### **литература**

Basshuysen, R. von, Schaefer, F.: Internal Combustion Engine Handbook, SAE, Warrendale, 2004. ISBN 0-7680-1139-6. (на енглеском)

Challen, B., Baranescu, R. (ed.): Diesel Engine Reference Book, 2nd Ed., Butterworth-Heinemann, Woburn, 1999. ISBN 0 7506 2176 1. (на енглеском)

Mollenhauer, K., Tschoeke, H. (ed.): Handbook of Diesel Engines. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2010. ISBN 978-3-540-89082-9. (на енглеском)

Yamagata, H.: The science and technology of materials in automotive engines. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2005. ISBN 1-85573-742-6. (на енглеском)

## Радни процеси мотора

ИД: 0852

носилац предмета: Поповић Ј. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: мотори

### циљ

Циљеви предмета Радни процеси мотора мотора су: Стицање основних теоријских и практичних знања из физикалности одвијања стварног радног процеса мотора. Израда прорачуна комплетног радног процеса ото и дизел мотора. Анализа радних параметара параметара и погонских карактеристика мотора.

### исход

Обједњавање теоријских знања из термодинамике и механике флуида, повезивање и апликација на реални објекат - мотор СУС.

Оспособљавање за основно моделирање и прорачун стварног радног процеса мотора, као полазну основу пројектовања мотора.

Овладавање радним параметрима и погонским карактеристикама мотора као и утицајима радног процеса на погонске, енергетске и еколошке карактеристике мотора.

### садржај теоријске наставе

1. Анализа идеалних термодинамичких циклуса. Стварни радни циклус мотора, основи моделирања процеса. 2. Процес измене радне материје, струјање гаса кроз разводне органе. Измена радне материје код 4-т мотора, шема развода, показатељи квалитета. Измена радне материје код 2-т мотора. Процес сабијања. 3. Сагоревање код ото мотора, фазе, утицајни чиниоци и прорачун процеса. 4. Сагоревање код дизел мотора, фазе, утицајни чиниоци и прорачун процеса. Врсте дизел мотора према начину образовања смеше. Процес експанзије. 4. Радни параметри мотора: индицирани параметри, механички губици и ефективни параметри. Анализа економичности и специфичног ефективног рада. Енергетски биланс мотора. 5. Погонске карактеристике мотора: брзинске, оптерећења, пропелерске и универзалне карактеристике.

### садржај практичне наставе

1. Анализа идеалних термодинамичких циклуса мотора. Рачунски примери из идеалних термодинамичких циклуса мотора. 2. Измена радне материје код 4-т мотора. Рачунски примери: одређивање спец. рада измене радне материје, коеф. заосталих гасова и коефицијента пуњења. Приказ различитих система испирања и врста двотактних мотора.

3. Приказ различитих комора сагоревања код ото мотора. Упоредба карактеристика комора. Приказ различитих комора сагоревања код дизел мотора. Упоредба карактеристика комора. 4. Упутства за топлотни прорачун радног процеса мотора. Пример топлотног прорачуна ото мотора на погон бензином. Пример топлотног прорачуна радног процеса дизел мотора. Преглед и оцена пројектног задатка из прорачуна радног процеса мотора.

### услов похађања

### ресурси

1. М.Ц. Живковић: Теорија мотора, Машински факултет Београд, 1982., доступна у библиотеци МФБ
2. М. Томић, С. Петровић: Мотори СУС, Машински факултет, Београд, 2008, расположиво у библиотеци МФБ
3. С. Петровић, М. Томић: Радни процеси мотора - скрипта (handouts), доступно у електронској форми у pdf формату на катедри за моторе.
4. Пробни сто за испитивање мотора
5. Мерно-аквизициони систем: National Instruments PXI-1042-RT8186/5401/6123/6229/4070/6602/8461
6. National Instruments LabView 7.1

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 9

консултације: 4

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 15

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

### **литература**

Heywood J. B., Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, Inc., 1988.  
Djačenko N. H., Teorija dvigatelei vnutrennego sgorania – raboče procesi, Mašinostroenie, Lenjingrad, 1974.  
Orlin A. S., Kruglov M. G., i dr., Teorija rabočih procesov poršnevih i kombinirovanih



## Сензори и мерења помоћу рачунара

ID: 0959

носилац предмета: Миљић Л. Ненад

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: мотори

### циљ

Циљ предмета је да студент, кроз конкретне примере и рад са сензорима и комплетним мерним ланцима, усвоји и овлада основним концептима мерења неелектричних величина у машинству применом рачунарске технике као и стицање практичних искуства у области виртуелне инструментације (мерних инструмената заснованих на рачунарима) и дигиталне аквизиције података. Сечена искуства се лако могу надоградити у напреднијим курсевима продубљивањем теоријских знања и коришћењем сложенијих математичких алата ( Мехатроника, Испитивања машинских система, Дигитална обрада сигнала,...)

### исход

- Оспособљава студента да специфицира, реализује и користе основне, на рачунарима засноване, аквизиционе системе ради аквизиције података у лабораторији, у теренским условима, возилу, као и за обраду тих података коришћењем стандардних алгоритама
- Оспособљава студента да користи Labview програмско окружење за креирање виртуелних инструмената за аквизицију и обраду измерених података – Студент је довољно обучен и компетентан да аплицира за сертификованог CLAD Labview програмера - Студент је оспособљен да формира бар један од најчешће коришћених мерних ланаца у машинству од идеје до функционалног, рачунаром подржаног система.

### садржај теоријске наставе

Увод у технике мерења; Мерење неелектричних величина у машинству (Опште о сензорима, сензори положаја, брзине, убрзања, силе, обртног момента, притиска, масе, температуре, протока, припадајући системи за кондиционирање сигнала); Дигиталне мерне технике (дискретизација временског домена и сигнала, потребна брзина узорковања, квантизација, A/D и D/A конверзија, дигитални бројачи); Архитектура и основни принципи рада рачунара за аквизицију података (DAQS); Грешке мерења и статистички показатељи резултата мерења; Статичко и динамичко понашање сензора;

### садржај практичне наставе

Увод у виртуелну инструментацију (VI) и Labview програмско окружење; Ток података у VI; Решавање проблема и отклањање грешака у раду виртуелних инструмената (debugging); Имплементација виртуелних инструмената; Технике записа и читања датотека; Формати датотека; Технике програмирања у Labview –у; Коришћење ресурса аквизиционог хардвера у Labview-у; Технике синхронизације у Labview –у; Догађајима управљано програмирање; Обрада грешака; Управљање корисничким интерфејсом; Методе побољшања Labview кода; Упознавање са сензорима и комплетним мерним ланцима кроз практичне примере и задатке; Реализација аквизиционог система и одговарајуће Labview апликације по задатом пројекту (прилагођеног потребама матичног модула студента);

### услов похађања

## ресурси

Скрипта (handouts): Сензори и мерења помоћу рачунара, доступно на web сајту.

Мерно-аквизициони систем: National Instruments USB 6008

Развојно окружење National Instruments LabView 2010

Помоћне платформе: Демонстрациона платформа за симулацију аналогних и дигиталних сигнала; Универзална платформа за кондиционирање сензора; Платформа са драјверима за корачне и DC моторе:

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 19

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 3

консултације: 0

дискусија/радионица: 1

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 4

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 0

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 0

пројекат: 35

завршни испит: 0

услов за излазак на испит (потребан број поена): 42

## литература

- Holman, J. P.: Experimental methods for engineers. McGraw-Hill, 2007. ISBN 0071181652 . (на енглеском)
- Labview Core 1 & 2 Course Manual & Exercises, National Instruments
- J. Hoffmann: „Taschenbuch der Messtechnik“, 4. Aufl., Hanser, 2004
- Robert Bishop: LabVIEW 2009 Student Edition, Prentice Hall, 2010, ISBN13- 9780132141291
- J. Niebuhr, G. Lindner: „Physikalische Messtechnik mit Sensoren“, 5. Aufl., Oldenbourg, 2005.

## Стручна пракса М - МОТ

ID: 0865

носилац предмета: Поповић Ј. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: презентација семинарског рада

катедра: мотори

### циљ

СТИЦАЊЕ ПРАКТИЧНИХ ИСКУСТАВА О ПОСЛОВИМА КОЈЕ ОБАВЉА МАШИНСКИ ИНЖЕЊЕР. СТИЦАЊЕ ЗНАЊА О ОРГАНИЗАЦИЈСКОЈ СТРУКТУРИ ПРЕДУЗЕЋА, УПРАВЉАЧКИМ СТРУКТУРАМА ПРЕДУЗЕЋА, СИСТЕМУ КВАЛИТЕТА ПРЕДУЗЕЋА. СТИЦАЊЕ ПРАКТИЧНОГ ЗНАЊА О ПРОИЗВОДНИМ ПРОЦЕСИМА И ОПРЕМИ СА КОЈОМ СЕ ТИ ПРОЦЕСИ ИЗВОДЕ. ПРОШИРЕЊЕ И СТИЦАЊЕ НОВИХ ЗНАЊА У ОБЛАСТИ ИСТРАЖИВАЊА И ИСПИТИВАЊА МОТОРА И МОТОРСКЕ ОПРЕМЕ.

### исход

Опште сп.: Разумевање организационе структуре и међусобних веза и односа појединих целина у оквиру предузећа. Пред.-стр. сп.: Схватање значаја тимског рада у инжењерској пракси, стицање способности практичног коришћења савремених софтверских пакета за пројектовање и прорачун у области машинства, стицање способности практичног коришћења савремене мерне опреме и софтвера у области испитивања мотора.

### садржај теоријске наставе

Увод у обављање стручне праксе. Значај стручне праксе. Упутство за вођење дневника. Препоруке за избор радних организација у којима се може обавити стручна пракса. Предвиђено је да се први део стручне праксе обавља у радним организацијама из области пројектовања и производње мотора и моторске опреме, или производним организацијама које уграђују моторе у своје производе, као и у радним организацијама које се баве одржавањем мотора. Други део стручне праксе се одвија у Центру за моторе Машинског факултета у Београду, где студенти учествују на пословима као што су пројектовање уређаја и делова пробних столова за испитивање мотора и моторске опреме, организација и планирање тих испитивања, пројектовање и реализација мерних система, израда и тестирање софтвера, спровођење испитивања итд.

### садржај практичне наставе

а) Консултације: а1. Дискусије и консултације о обављању стручне праксе б) Стручна пракса ("Лабораторијске вежбе"): б1. Стручна пракса у производно-услужној (сервисној) радној организацији из области мотора и моторске опреме на основу препорука предметних наставника (2/3 фонда часова стручне праксе). Упознавање са организационо-управљачком структуром РО, процесима пројектовања, производње, испитивања, уградње и одржавања мотора и моторске опреме, решавање конкретног пројектног задатка. б2. Стручна пракса у Центру за моторе Машинског факултета у Београду (1/3 фонда часова стручне праксе). Учествовање у пројектним активностима и испитивањима у Центру за моторе.

### услов похађања

### ресурси

Упутство за обављање стручне праксе, у електронском облику, (PDF) Рачунари и лиценцирани софтвер у Центру за моторе Машинског факултета у Београду.  
Лабораторијске инсталације за испитивање мотора и моторских система у Центру за моторе.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 46

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 5

разрада и примери (рекапитулација): 5

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 18

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 4

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 2

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 40

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

## **МОТОРНА ВОЗИЛА**

Возила и животна средина  
Ефективност система  
Инжењерство система  
Интелигентни системи возила  
Испитивање возила  
Мехатроника на возилу  
Носећи системи возила  
Одржавање возила  
Погонски и ходни системи возила  
Пројектовање возила  
Стручна пракса М - МОВ  
Форензичко инжењерство  
Фрикциони системи возила

## **Возила и животна средина**

**ID:** 0874

**носилац предмета:** Благојевић А. Иван

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 6

**облик завршног испита:** писмени

**катедра:** моторна возила

### **циљ**

Циљеви предмета су пружање увида у свеобухватне утицаје које возило и његово коришћење, као и возач имају на животну средину. Очување животне средине, односно минимизирање негативних утицаја које систем возило-возач-околина има на њу представља основу савременог развоја и коришћења возила. Самим тим, детаљнија анализа наведених утицаја кроз овај предмет чине предуслов креирања модерног инжењера не само из области возила већ и шире.

### **исход**

Савладавањем предвиђених активности студентима се омогућава да своје инжењерске потенцијале усмере ка савременим трендовима пројектовања и развоја возила и њихове експлоатације. Ти трендови су у највећој мери базирани на глобалним и појединачним еколошким захтевима који уједно представљају предуслов прогреса у овој области у савременом свету.

### **садржај теоријске наставе**

Уводна предавања односе се на значај и обим које возило и његово коришћење кроз производњу, транспорт и саобраћај има у савременом економско-социолошком окружењу. Следе га предавања која се осврћу на развој аутомобилске технике који је био условљен у великој мери и условима животне околине. Наредна предавања разврстана су по блоковима а према грубој подели на основне узрочно-последичне елементе утицаја возила и возача на животну средину:

1. потрошња горива; 2. издувна емисија; 3. понашање возача; 4. алтернативна горива и хибридни погон; 5. бука и вибрације; 6. рециклажа и употреба савремених материјала у возилу.

Завршна предавања предвиђена су за будуће трендове у пројектовању и експлоатацији возила са циљем унапређења очувања животне средине.

### **садржај практичне наставе**

Извођењем практичне наставе студенти треба да сагледају и анализирају утицаје сложеног система возило-возач-околина на животну средину и то пре свега на потрошњу горива и издувну емисију. Кроз лабораторијске вежбе, коришћењем возила које омогућава аквизицију параметара рада мотора (возила), а за различите режиме вожње (брзине, убрзања и услова пута), добијају се подаци чијом обрадом кроз лабораторијске извештаје студенти долазе до одређених закључака. Такође, практична настава сагледава се и у изради семинарског рада на задату тему.

### **услов похађања**

## **ресурси**

Моторно возило - аутомобил;  
Систем аквизиције података о раду мотора и возила.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

## **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 25  
разрада и примери (рекапитулација): 5

## **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 12  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 13  
пројекат: 0  
консултације: 5  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

## **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 3  
преглед и оцена семинарских радова: 4  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 4  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 4

## **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 40  
лабораторијска вежбања: 10  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 10  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

## **литература**

И. Благојевић: Возила и животна средина, Скрипте са предавања, 2012. (ДВЛ)  
С. Митић: Возила и животна средина, Скрипте са предавања, 2012. (ДВЛ)  
В. Поповић: Возила и животна средина, Скрипте са предавања, 2012. (ДВЛ)



## Ефективност система

ID: 0711

носилац предмета: Васић М. Бранко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: моторна возила

### циљ

Циљеви предмета су пружање свеобухватног увида у проблематику ефективности система, првенствено у области (анализе и пројектовања) поузданости и расположивости техничких система (возила).

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче опште и предметно-специфичне способности које су у функцији савременог приступа анализи и пројектовању техничких система (возила) у смислу њихове поузданости и расположивости.

### садржај теоријске наставе

Дефинисање захтева за ефективност, односно поузданост и расположивост елемената система и система. Систем. Основи теорије вероватноће и статистике и њихова примена у анализи и пројектовању поузданости. Дефинисање отказа елемента и система. Одређивање емпиријских и теоријских карактеристика поузданости елемената система и система (хистограм, полигон, интензитет отказа, функција учесталости, средња вредност, закони расподеле (Вејбулов, нормални, експоненцијални, биномни, Поасонов), тестови поверања, интервал поверења). Одређивање блок-дијаграма поузданости једноставних и сложених система (возила). Анализа стабла отказа, анализа начина, ефеката и критичности отказа, интегрални системски прилаз. Пројектовање елемената возила за задати ниво поузданости, односи радних и критичних оптерећења, избор интензитета отказа за одређене услове рада и околине.

### садржај практичне наставе

Догађај-отказ. Основи теорије вероватноће и статистике. Сложена вероватноћа. Практично одређивање емпиријских и теоријских карактеристика поузданости елемената система и система (хистограм, полигон, интензитет отказа, функција учесталости, средња вредност, закони расподеле (Вејбулов). Одређивање карактеристика поузданости. Блок-дијаграм поузданости - везе елемената у систему. Одређивање функције поузданости система (једноставних и сложених). Пројектовање поузданости. Пројектовање на бази радних и критичних оптерећења. Алокација поузданости. Анализа стабла отказа, Анализа начина, ефеката и критичности отказа.

1. Рачунски задаци - аудиторне вежбе.
2. Рачунски задаци - самостални задаци.

### услов похађања

### ресурси

1. Ј. Годоровић, Б. Васић: Теорија ефективности - решени испитни задаци, Машински факултет, Београд, 1991.

2. Б. Васић, Н. Станојевић: Integrated Cost-Benefit and Multi-Criteria Analyses Based on the Principles of Life Cycle Engineering, MIRCE Science Limited, UK, 2007.
3. Б. Васић, В. Поповић: Инжењерске методе менаџмента, Институт за истраживања и пројектовања у привреди, Београд, 2007.
4. Васић. Б.: Менаџмент и инжењеринг у одржавању, ИИПП, 2004.
5. Г. Ивановић, Д. Станивуковић, И. Бекер: Поузданост техничких система, ФТН, Нови Сад, 2010.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 8

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 3

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 30

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

### **литература**

1. Ј. Тодоровић, Б. Васић: Теорија ефикасности - решени испитни задаци Машински факултете, Београд, 1991.
2. Б. Васић, Н. Станојевић: *Integrated Cost-Benefit and Multi-Criteria Analyses Based on the Principles of Life Cycle Engineering*, MIRCE Science Limited, UK, 2007.
3. Б. Васић, В. Поповић: Инжењерске методе менаџмента, Институт за истраживања и пројектовања у привреди, Београд, 2007.  
Васић. Б.: Менаџмент и инжењеринг у одржавању, ИИПП, 2004.
5. Г. Ивановић, Д. Станивуковић, И. Бекер: Поузданост техничких система, ФТН, Нови Сад, 2010.

## Инжењерство система

ID: 0451

носилац предмета: Васић М. Бранко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: моторна возила

### циљ

Циљеви предмета укључују постизање компетенција и академских вештина као и методе за њихово стицање, у области инжењерства система. Циљеви произилазе из основних задатака, одређују конкретне резултате који се у оквиру предмета треба да остваре и представљају основу за контролу остварених резултата.

### исход

Студент стиче опште способности:

- анализа, синтеза и предвиђање решења и последица,
- овладавање методама, поступцима и процесима истраживања,
- примена стечених знања у пракси.

Студент стиче и предметно-специфичне способности:

- темељно упознавање са инжењерством система,
- решавање конкретних проблема применом научних и инжењерских метода и поступака,
- развој вештина и спретности у употреби знања из области инжењерства система.

### садржај теоријске наставе

Садржај предмета обухвата теоријску и практичну наставу. Целокупна настава подељена је у пет блокова, од којих се у теоријској настави сваки састоји од четири тематске јединице са укупним фондом часова од 20, док се у делу практичне наставе иста четири блока реализују са 15 часова вежби и 15 часова самосталног рада студента. За провере знања предвиђено је укупно 15 часова, од чега 10 за парцијалне провере знања и 5 за завршну проверу знања. Пет основних наставних блокова обухватају следеће области: (а) Увод у системе (дефиниције, концепт, процес), (б) Процес пројектовања система (прелиминарни и детаљни пројекат, развој, тестирање и процењивање), (в) анализа система и оцена пројекта (алтернативе и модели у одлучивању, модели економске евалуације, оптимизација у пројектовању технике контроле), (г) пројектовање за поузданост, погодност одржавања, употребљивост (људски фактор), логистичку подршку, и (д) менаџмент инжењерства система (програм, планирање, организација, контрола).

### садржај практичне наставе

Садржај предмета обухвата теоријску и практичну наставу. Целокупна настава подељена је у пет блокова - аудиторне вежбе прате предавања. Практична настава се реализује кроз 15 часова вежби и 15 часова самосталног рада студента (рачунски задаци и семинарски рад). За провере знања предвиђено је укупно 15 часова, од чега 10 за парцијалне провере знања и 5 за завршну проверу знања. Пет основних наставних блокова обухватају следеће области: (а) Увод у системе (дефиниције, концепт, процес), (б) Процес пројектовања система (прелиминарни и детаљни пројекат, развој, тестирање и процењивање), (в) анализа система и оцена пројекта (алтернативе и модели у одлучивању, модели економске евалуације, оптимизација у пројектовању технике

контроле), (г) пројектовање за поузданост, погодност одржавања, употребљивост (људски фактор), логистичку подршку, и (д) менаџмент инжењерства система (програм, планирање, организација, контрола).

#### **услов похађања**

#### **ресурси**

1. Васић Б., Тодоровић Ј., Цуровић Д., Поповић В., Станојевић Н., Цуровић Н.: Одржавање техничких система, Институт за истраживања и пројектовања у привреди, Београд, 2006. (КПН)

2. Васић Б.: Менаџмент и инжењеринг у одржавању, Институт за истраживања и пројектовања у привреди, Београд, 2006.

3. Васић Б., Поповић В.: Инжењерске методе менаџмента, Институт за истраживања и пројектовања у привреди, Београд, 2007.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 3

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 7

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 25

семинарски рад: 35

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

### литература

1. Васић Б., Тодоровић Ј., Цуровић Д., Поповић В., Станојевић Н., Цуровић Н.: Одржавање техничких система, Институт за истраживања и пројектовања у привреди, Београд, 2006. (КПН)
2. Васић Б.: Менаџмент и инжењеринг у одржавању, Институт за истраживања и пројектовања у привреди, Београд, 2006.
3. Васић Б., Поповић В.: Инжењерске методе менаџмента, Институт за истраживања и пројектовања у привреди, Београд, 2007.

## **Интелигентни системи возила**

**ID:** 0713

**носилац предмета:** Александрић С. Драган

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 6

**облик завршног испита:** писмени

**катедра:** моторна возила

### **циљ**

Циљ развоја интелигентних возила и њихових система је потпуно или делимично повећање аутономности возила у току вожње како би се унапредила безбедност возила, комфор вожње, односно обезбедила што већа уштеда енергије. Задаци који се постављају пред интелигентна возила постају изузетно захтевни услед сложене динамичке промене услова у окружењу возила и потребе за прикупљањем података о већем броју утицајних фактора, моделирању сложених процеса на возилу и предвиђању њихових утицаја на понашање и перформансе возила. Пошто аутономна интелигентна возила морају да имају способности „сагледавања“ и моделирања утицаја из окружења у циљу управљања перформансама возилима тј. његовим системима, нарочито у ситуацијама великих маса, високих брзина, наглих промена смера кретања и/или кочења возила, то захтева да интелигентни системи на возилу морају да обрађују велику количину података добијених од већег броја давача, да моделирају и предвиђају ново настале промене на возилу и у окружењу, што је изузетно комплексно у условима изражено нелинераних промена у излазним карактеристикама система на возилу. Циљ предмета је да студенти разумеју процес пројектовања и развоја интелигентних решења на системима возила па тиме и развоја интелигентних возила и овладају техникама и вештинама које ће омогућити њихов развој.

### **исход**

Исходи предмета је развој способности код студената да: а) разумеју захтеве који се постављају пред интелигентна возила и њихове системе, б) изврше анализу рада система на возилу и утицај увођења различитих интелигентних решења у њиховом раду на излазне перформансе возила и његов употребни квалитет, в) примене технике вештачке интелигенције за развој интелигентних решења на возилу, г) анализирају и разумеју усклађеност ново уведених интелигентних решења у раду система на возилу са важећим прописима.

### **садржај теоријске наставе**

Теоријска настава је подељена на укупно 7 целина које обухватају:

- 1) Увод – Интелигентна возила и интелигентни превоз.
- 2) Мониторинг и моделирање интеракције пнеуматик-тло.
- 3) Интелигентно управљање кретањем возила у подужном правцу.
- 4) Интелигентно управљање кретањем возила у попречном правцу.
- 5) Интелигентно управљање кретањем возила у вертикалном правцу.
- 6) Системи осматрања окружења интелигентних возила.
- 7) Интегрисано управљање кретањем возила.

### **садржај практичне наставе**

Студенти раде пројектни задатак као група. Пројект се односи на увођење интелигентних решења у раду датог система возила. Студенти требају да:

- 1) критички анализирају пројектовано решење датог система на возилу.
- 2) идентификују могућности за увођење интелигентних решења у раду датог система.
- 3) моделирају и предвиде перформансе датог система на бази техника вештачке интелигенције.
- 4) тестирају способности уведених интелигентних решења.
- 5) упореде перформансе постојећег и ново пројектованог интелигентног система.

#### **услов похађања**

#### **ресурси**

- Д. Александрић, Интелигентни системи возила, (скрипте), 2013.  
Д. Александрић, В. Ћировић, Интелигентно кочење (књига у припреми), 2012.  
З. Миљковић, Д. Александрић, Вештачке неуронске мреже-збирка решених задатака са изводима из теорије, Машински факултет Београд, 2009.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20  
развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 20  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 5  
колоквијум са оцењивањем: 5  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 40  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 30  
завршни испит: 20  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30



**литература**

H. Chneg: Autonomna inteligentna vozila-Teorija, algoritmi i primena, Springer 2011.

L. Li, F.-Y. Wang: Savremeno upravljanje kretanjem i merenje za inteligentna vozila, Springer 2007.

R. Bishop: Inteligentna tehnologija vozila i trendovi, © 2005 ARTECH HOUSE, INC.

## Испитивање возила

ID: 0436

носилац предмета: Арсенић М. Живан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: моторна возила

### циљ

Основни циљ овог предмета је да се у различитим фазама процеса развоја, производње и експлоатације возила применом низа поступака, обезбеде објективне информације о квалитету возила и његових склопова и делова, као и о условима у којима возила раде, тј. о радним оптерећењима, околина итд.

### исход

1. Стицање теоријско-експерименталних знања из области испитивања возила. 2. Овладавање савременим методама које се примењују у области испитивања возила. 3. Оспособљавање студената за испитивање склопова, система и делова возила (кроз практичне примере спровођења испитивања у лабораторијским, лабораторијско-путним и експлоатацијским условима).

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава се обавља кроз пет наставних целина: 1. Основни појмови о испитивању, мерним инструментима и инсталацијама и обради резултата испитивања моторних возила (основне дефиниције, мерне величине, врсте испитивања, методологије испитивања, обрада резултата испитивања и извештаји о испитивању). 2. Мерење физичких величина електричним путем (основне карактеристике давача који се примењују при испитивању у области моторних возила, мерно-појачивачки, допунски и помоћни уређаји и уређаји за приказивање резултата испитивања). 3. Испитивања перформанси. 4. Испитивања радних оптерећења и 5. Испитивање поузданости.

### садржај практичне наставе

Практична настава обухвата три циклуса аудиторних и лабораторијских вежби: Циклус 1: Мерење физичких величина електричним путем (практична примена давача при мерењима тј. испитивањима у области моторних возила). Циклус 2: Испитивања радних оптерећења (испитивање радних оптерећења склопова и система возила у стварним условима на изабраном возилу коришћењем савремене мерно-регистрационе опреме). Циклус 3: Испитивање поузданости (спровођење испитивања поузданости склопова и система моторних возила у лабораторијским условима на пробним столовима који обезбеђују симулацију стварних услова који се дешавају при коришћењу склопа у реалним условима на возилу применом посебних методологија испитивања и савремене мерно регистрационе опреме).

### услов похађања

### ресурси

Предавања у електронском облику, практикум за извођење аудиторних и лабораторијских вежби и инструкције за писање лабораторијских извештаја.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 8

лабораторијске вежбе: 17

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 5

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 30

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

## Мехатроника на возилу

ID: 0873

носилац предмета: Поповић М. Владимир

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: моторна возила

### циљ

Циљеви предмета су тако пројектовани да одговоре потребама аутомобилске индустрије у 21. веку у смислу да студенти развију неопходне вештине и разумевање мехатронике на возилу. Студенти требају да располажу широким способностима у области истраживања, пројектовања, развоја и испитивања мехатронских система на моторним возилима.

### исход

Студент стиче опште способности:

- анализа, синтеза и предвиђање решења и последица,
- овладавање методама, поступцима и процесима истраживања,
- примена стечених знања у пракси.

Студент стиче и предметно-специфичне способности:

- темељно упознавање мехатроничких система на возилу,
- решавање конкретних проблема применом научних и инжењерских метода и поступака,
- развој вештина и спретности у употреби знања из области мехатронике на возилу.

### садржај теоријске наставе

Целокупна настава подељена је у четири блока, од којих се у теоријској настави сваки састоји од пет тематских јединица са укупним фондом часова од 20, као и од 10 часова за разраду предаваног градива и израду примера. За провере знања предвиђено је укупно 15 часова, од чега 10 за парцијалне провере знања и 5 за завршну проверу знања. Четири основна наставна блока обухватају следеће области: (а) Увод у мехатронику и основни мехатронички системи, (б) мехатронички системи на возилу - опште (контролни системи и аутоматизација, динамика, давачи, микроелектроника, извршни уређаји, централна рачунарска јединица), (в) специфичности мехатроничких система на возилу (систем за кочење, систем за ослањање, системи за пренос снаге, интегрисани системи на возилу) и (г) примери пројектовања мехатроничких система на возилима.

### садржај практичне наставе

а) Увод у пројектни задатак, б) Израда пројектног задатка који се односи на пројектовање задатог мехатронског система на изабраном возилу (дефинисање функције циља будућег система, функционална шема мехатронског система, саставни делови и њихове захтеване карактеристике, симулација рада пројектованог мехатронског система, увођење интелигентних решења у раду изабраног мехатронског система, дефинисање начина испитивања рада система и испуњености постављене функције циља, критичка анализа пројекта, извођење закључака), в) Презентација пројектног задатка.

### услов похађања

## ресурси

1. Васић Б., Поповић В.: Мехатроника на возилу - скрипта са предавања. (КПН)
2. Комплетна рачунарска опрема за извођење вежби. (ЦСП)
3. Миљковић З., Александрић Д.: Вештачке неуронске мреже - збирка задатака са изводима из терорије, Машински факултет Универзитета у Београд, 2009. (ДВЛ)
4. Александрић Д.: Мехатроника на возилу, скрипта са предавања (КПН)

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

## литература

В.Болтон: Мехатроника, Прентис Хол, Лондон, 2008.

## Носећи системи возила

ID: 0441

носилац предмета: Ракићевић Б. Бранислав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: моторна возила

### циљ

Циљеви предмета укључују постизање компетенција у смислу овладавања специфичним знањима и вештинама потребним за сагледавање и разумевање проблематике која се односи на конструкцију, прорачун, испитивање и верификацију носећих структура возила различитих категорија и намене.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче опште способности у смислу овладавања метода и поступака усмерених ка идентификацији понашања носећих структура возила, што је претпоставка за оптимизацију конструкцијског решења. Такође, студент стиче и предметно-специфичне способности у погледу пројектовања и прорачуна носећег система конкретне возила, а у складу са актуелном регулативом.

### садржај теоријске наставе

Увод у област: Концепције градње носеће структуре (НС) у зависности од класификације и категоризације возила, карактеристична извођења, основне смернице и препоруке. (2) Идентификација понашања носећих структура, испитивање / прорачун; методе, параметри и критеријуми оцене; оптимизација понашања, карактеристични прорачунски режими. (3) Специфичности понашања носача отворених танкозидних попречних пресека. (4) Метода простих конструктивних носећих површина, основни типови носећих структура, начин и могућност примене. (5) Метода коначних елемената (МКЕ) у оквиру методолошког прилаза идентификације понашања носећих структура, основне карактеристике и специфичности. (6) Носеће структуре аутобуса; специфичности, чврстоћа надградњи, домаћа и међународна регулатива. (7) Носеће структуре привредних возила; конструкционе и технолошке специфичности шасије (доњег подвоска) привредних возила, надградње (врсте надградњи, врсте веза у споју шасије и надградње, смернице и препоруке произвођача подвоска), проблематика комплетирања возила (захтеви актуелне регулативе, аспекти прорачуна, испитивања и верификације). (8) Носеће структуре путничких возила; проблематика судара, величине које описују судар, теоријске поставке механике судара возила, компатибилност возила при судару, могућности моделирања и експерименталне верификације. (9) Регулатива везана за понашање возила при судару (УН/ЕЦЕ Правилници, ЕУРО НЦАП тестови); карактеристични параметри и критеријуми.

### садржај практичне наставе

(1) Приказ карактеристичних извођења носећег система путничких возила. (2) Приказ специфичности извођења носећег система различитих категорија аутобуса (нископодни градски, ..., високоподни туристички, ...). (3) Приказ и коментар примера извођења шасија привредних возила, као и смернице и препоруке произвођача за надградњу исте. (4) Пример примене аналитичког приступа при прорачуну шасије (лествичастог оквира возила). (5) Приказ проблематике прорачуна применом МКЕ на конкретним карактеристичним примерима. (6) Носеће структуре аутобуса; актуелна регулатива (ЕЦЕ

правилници), захтеви у погледу пасивне безбедности возила (ЕЦЕ Р66 правилник, приказ и коментар захтева и начина за њихово задовољење). (7) Израда самосталног задатка (пројекта) из области надградњи аутобуса. (8) Носеће структуре привредних возила; Актуелна регулатива (УН/ЕЦЕ правилници), захтеви у погледу пасивне безбедности возила ЕЦЕ Р58, ЕЦЕ Р73, ... (9) Приказ извођења појединих врста надградњи, појашњење различитих врста веза у споју шасије и надградње и њихове примене при комплетирању возила. (10) Коментари могућности за реализацију возила тражене намене и појашњење начина примене смерница и препорука произвођача подвоска и процедуре дефинисања меродавних безбедносно-техничких карактеристика комплетног возила. (11) Израда задатака (пројекта) из области комплетирања привредног возила одређене намене (различите врсте надградњи). (12) Носеће структуре путничких возила; регулатива везана за понашање возила при судару (УН/ЕЦЕ Правилници, ЕУРО НЦАП тестови); коментари на конкретним примерима

### **услов похађања**

### **ресурси**

- 1, Јанићијевић Н., Јанковић Д., Тодоровић Ј.: Конструкција моторних возила, Машински факултет, Београд, 2000, КДА
- 2, Јанковић Д., Јанићијевић Н.: Прикључна друмска возила и специјални уређаји: Теорија – Конструкција – Прорачун - Нормативи, Машински факултет, Београд, 1985, КДА
- 3, Јанковић Д.: Тодоровић, Ј., Ивановић, Г., Ракићевић, Б: Теорија кретања моторних возила, Машински факултет, Београд, 2001, КПН
- 4, Писани изводи са предавања и вежби, ДВЛ
- 5, Лабораторијска показна средства-учила, Завод за возила, ЛПС
- 6, Лабораторијска експериментална опрема, Завод за возила, ЛЕО
- 7, Регуллатива (стандарди, ЕЦЕ правилници, ЕН директиве, прописи, ...) из области носећих структура возила, ДВЛ
- 8, Документација водећих светских произвођача (Волво. Мерцедес, Ивеко, ...) - Карактеристике и опрема шасије-подвоска / упуства и препоруке за надградњу - комплетирање возила, ДВЛ

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 8

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 6  
колоквијум са оцењивањем: 4  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 30  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 30  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 36

**литература**

Ташко Манески: Компјутерско моделирање и прорачун структура, Машински факултет Универзитета у Београду, 1998  
Julian Harriian-Smith: Увод у пројектовање савремених возила, Butterworth-Heinemann, 2002  
Добросав Ружић: Отпорност конструкција, Машински факултет Универзитета у Београду, 1995  
M. Huang, Механика судара возила, CRC Press, 2002.



## Одржавање возила

ID: 0875

носилац предмета: Васић М. Бранко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: моторна возила

### циљ

Студент стиче неопходна теоријска и практична знања о послепродајним активностима произвођача возила, а посебно о одржавању возила и начину изградње и рада система овлашћених сервиса, јер без адекватног одржавања нема ни нормалног функционисања нити нормалног коришћења возила.

Инжењер аутомобилске технике мора да зна како се возило ствара али и како се оно користи и одржава да би обезбедио да возило у свим условима коришћења остварује своју функцију циља.

То значи да инжењер аутомобилске технике мора да буде оспособљен да пројектује тзв. Систем одржавања, тј. планове и програме превентивног, корективног и комбинованог одржавања возила, као и да пројектује технологију сервиса, односно објекта у коме се возило одржава.

### исход

Општи:

- анализе, синтезе, предвиђања решења и прогнозе последица
- овладавање методама, поступцима и процесима истраживања
- развој критичког и самокритичког мишљења и приступа
- примена знања у пракси
- професионална етика.

Предметно-специфични:

- овладавање знањем у наставној области (Н/О)
- познавање и разумевање Н/О и струке
- решавање конкретних проблема Н/О
- повезивање знања из разних области
- праћење и примена новина у струци
- употреба знања из Н/О
- употреба ИКТ у Н/О

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава је подељена у четири блока, који се састоје од четири тематске јединице са укупним фондом од  $4 \times 5 = 20$  часова, са  $4 \times 2,5 = 10$  часова за разраду предаваног и за овладавање новим градивом.

Четири основна теоријска наставна блока обухватају (а) одржавања - Животни циклус и ефективност уложених средстава, Временска слика стања, Технолошке основе система одржавања, Варијанте технолошких решења, одржавање и коришћење возила у посебним условима, (б) Технологије одржавања (корективних, превентивних и комбинованих), Промене стања возила, Методе провере стања возила, Технолошки поступци (в) Пројектни задатак, Број возила за одржавање, Процена капацитета система одржавања, Квалитет у употреби, и (г) Врсте технолошког процеса, Радно место за одржавање, Информациони системи, Логистика, Специјализовани и Типски сервиси.

### садржај практичне наставе

У делу практичне наставе студент има 30 часова самосталног рада на израду једног семинарског рада и једног пројекта.

У практичном делу се, према напред наведеним целинама, ради детаљнија тематска разрада у оквиру аудиторних вежби а затим и практичан рад студената обухвата израду семинарског задатка из дела пројектовања одржавања за одређено задато возило и израда пројекта у коме се пројектује систем одржавања сходно знањима стеченим у трећем и четвртог блоку теоријске наставе. Студент ће такође радити на савладавању задатака из области логистичке подршке одржавању, а као део пројекта система одржавања, бавиће се избором опреме за одређено радно место и димезионисањем капацитета за одржавање, као и елементима информационих система о раду и одржавању возила.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. Учионица
2. Књиге предметног наставника
3. Књига другог аутора
4. Књиге на страном језику
5. Друга врста литературе
6. ИТ хардвер
7. ИТ софтвер

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 5

пројекат: 10

консултације: 3

дискусија/радионица: 2

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 60

завршни испит: 10

услов за излазак на испит (потребан број поена): 60

### литература

Васић Б., Јанковић Д., Цуровић Д.; Технологија одржавања возила, Машински факултет, Београд, 2000.

## Погонски и ходни системи возила

ID: 0440

носилац предмета: Арсенић М. Живан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: моторна возила

### циљ

Овладавање знањима и вештинама потребним за сагледавање и разумевање проблематике која се односи на пројектовање, прорачун, испитивање система на возилу одговорних за пренос снаге, као и система за ослањање и система за управљање и њиховог утицаја на карактеристике и понашање возила.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче теоријско-експериментална и практична знања и способности у смислу овладавања методама и поступцима утврђивања, оцене и побољшања карактеристика појединих система на возилу који су одговорни за пренос снаге и система за ослањање и система за управљање моторних возила, који опредељују динамичке карактеристике и понашање возила.

### садржај теоријске наставе

Увод у област: (1) Историјски развој система за пренос снаге на возилу, карактеристична извођења и њихове специфичности. (2) Савремени услови развоја моторних возила и њихових система (пројектовање, прорачун, симулације, испитивање и производња). (3) Пројектовање, прорачун и испитивање мењачких и допунских преносника снаге. (4) Пројектовање, прорачун и испитивање зглобних преносника и погонских мостова (главних преносника снаге, диференцијалних преносника снаге, погонских полувратила). (5) Функционално-конструктивне карактеристике ходних система на возилу (системи за ослањање, системи за управљање и кретања), карактеристична извођења и њихове специфичности. (6) Утицај ходних система на подужну, бочну и вертикалну динамику возила. (7) Кинематско-геометријске карактеристике система за ослањање и њихов утицај на дистрибуцију меродавних сила и понашање возила (ОВО У ЗАГРАДИ НЕ У МАТЕРИЈАЛ, САМО ДА СЕ РАЗУМЕМО МИ ШТА СЕ ОВДЕ ПОДРАЗУМЕВА: полови закретања, еластична карактеристика, преносни однос ослањања, ...) (8) Кинематика закретања возила; једначина скретања, оцена управљивости, утицајни чиниоци.

### садржај практичне наставе

Практична настава обухвата аудиторне и лабораторијске вежбе: (1) Концепције градње погонских система возила (врсте концепција, специфичности карактеристичних извођења и начини њихове примене). (2) Конструкцијске карактеристике погонских система возила (задачи, врсте, саставни делови, начин склапања и расклапања, начин функционисања на возилу и тд.). (3) Израда задатака из области пројектовања и прорачуна појединих система трансмисије (првенствено елемената трансмисије зупчастих мењачких преносника, зглобних преносника и погонског моста). (4) Упуство за израду пројекта који се односи на пројектовање и прорачун задатог система у ланцу тока снаге на возилу применом рачунара и симулацијом њиховог рада. (5) Концепције градње ходних система возила (врсте концепција, специфичности карактеристичних извођења и начини њихове примене). (6) Конструкцијске карактеристике ходних

система возила (задачи, врсте, саставни делови, начин склапања и расклапања, начин функционисања на возилу и тд.). (7) Израда задатака из области кинематске анализа елемената карактеристичних система ослањања (графичком методом и рачунарском методом). (8) Примери дефинисања кинематско-геометријских карактеристика система за ослањање и њихов утицај на дистрибуцију меродавних сила у контакту кретања и тла. (9) Примери анализе кинематике закретања возила и дистрибуције бочних сила при заокрету и оцена понашања и стабилности возила.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. Н. Јањићијевић, Д. Јанковић, Ј. Тодоровић: Конструкција моторних возила, Машински факултет, Београд, 1995, КДА.
2. Ж. Арсенић: Рачунарско пројектовање преносника снаге применом рачунара, ЈУМВ, Београд, 2003, КПН.
3. Јанковић Д.: Тодоровић, Ј., Ивановић, Г., Ракићевић, Б: Теорија кретања моторних возила, Машински факултет, Београд, 2001, КРН
4. ЕОП, Лабораторија за пројектовање возила, ЛПС.
5. ИКТ, расположиво у лабораторији за пројектовање возила, ЦАД/ЦАЕ

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 6

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 36

### **литература**

D. Bastow, G. Howard, J.P. Whitehead: Ослањање и управљивост возила, Professional Engineering Publishing, 2004

R.N. Jazar: Динамика возила теорија и примена, Springer, 2008

D. Karnopp, Стабилност возила, CRC Press, 2004.

## Пројектовање возила

ID: 0437

носилац предмета: Арсенић М. Живан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: моторна возила

### циљ

Овладавање методама и техникама пројектовања возила у односу на: (а) основне захтеве који се постављају у односу на возило као целину односно системе на возилу, (б) карактеристике система на возилу и њихов утицај на употребни квалитет возила (време и цену његовог развоја, испитивања, производње и рециклаже), (в) прописе који важе за поједине категорије возила односно њихове системе.

### исход

Примена стечених знања у циљу пројектовања моторних возила односно њихових система што подразумева познавање конструктивних карактеристика појединих система на возилу и њихових појединачних и синергијских утицаја на претходно пројектоване излазне карактеристике возила. Могућност предвиђања утицаја ново пројектованих решења појединих система на возилу на његов каснији употребни квалитет.

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава је подељена на укупно 16 целина које обухватају:(1) Историјски развој аутомобилске технике,(2) Савремени услови развоја моторних возила (пројектовање, производња и испитивање),(3) Пројектовање возила са становишта избора погонског агрегата,(4) Пројектовање и избор спојнице,(5) Пројектовање и избор мењачких преносника снаге,(6) Пројектовање и избор допунских преносника снаге и разводника снаге,(7) Пројектовање и избор зглобних преносника снаге, (8) Пројектовање и избор главног и диференцијалног преносника снаге и полувратила,(9) Избор кретаца моторних возила,(10) Пројектовање носећег система возила,(11) Пројектовање возила са становишта његове отпорности при судару,(12) Пројектовање возила са становишта ергономских захтева,(13) Пројектовање система за управљање, (14) Пројектовање система за ослањање,(15) Пројектовање кочног система,(16) Електроника и електронски управљани системи на возилу.

### садржај практичне наставе

Практична настава из овог предмета подразумева израду Пројекта који се односи на пројектовање нових моторних возила са свим припадајућим системима за задато возило задатих карактеристика у погледу осовинског оптерећења (оптерећено/неоптерећено стање), осног растојања, висине тежишта (оптерећено/неоптерећено стање)и максималне брзине возила. За задато возило потребно је испројектовати/изабрати следеће системе на возилу:(1)погонски агрегат/агрегате, (2) спојница/спојнице, (3) мењачки преносник/преносници,(4) зглобни преносник/преносници, (5) главни и диференцијални преносник/преносници, (6)погонска полувратила, (7)кретаче,(8) носећи систем, (9) унутрашњост возила.

### услов похађања

## ресурси

1. Н. Јанићијевић, Д. Јанковић, Ј. Тодоровић: Конструкција моторних возила, Машински факултет у Београду.
2. Ј. Тодоровић: Испитивање моторних возила, ЈУМВ, Београд, 1995.
3. Ј. Тодоровић: Кочење моторних возила, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1988.
4. Упутство за израду пројекта.

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 30

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

## литература





## Стручна пракса М - МОВ

ID: 0877

носилац предмета: Ракићевић Б. Бранислав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: моторна возила

### циљ

Циљеви стручне праксе подразумевају практично упознавање студента са производно-технолошким поступцима и процесима у производњи, као и специфичним активностима у сектору аутомобилске технике који се односе на развој и производњу возила, њихово коришћење и одржавање, ревитализацију и сл.

### исход

Стручном праксом студент у конкретним производним условима стиче практични увид у сегменте продукције компонената и склопова возила, као и проблематику комплетирања возила као завршног производа, његовог коришћења, одржавања и ревитализације, а према утврђеном програму и плану стручне праксе која се сходно реалним могућностима прецизира посебно за сваки семестар.

### садржај теоријске наставе

Практична настава се одвија кроз аудиторне и лабораторијске вежбе. Аудиторне вежбе представљају уводни део на коме се презентира концепцијска поставка реализације стручне праксе (план и програм рада) у конкретном семестру. Представља припрему студената за програмске целине дефинисане планом и програмом рада. Такође, договара се начин комуникације при реализацији постављеног плана и програма, дају се појашњења и упутства за вођење дневника и израду завршног извештаја, уз отварање евиденционих картона студената.

### садржај практичне наставе

Лабораторијске вежбе се спроводе у лабораторијама, како на Машинском факултету, тако и у окружењу. Организује се посета конкретних производних фирми, као и фирми које се баве пласманом и одржавањем возила, а према дефинисаном плану и програму за сваки семестар посебно (сходно расположивим могућностима и ресурсима).

### услов похађања

### ресурси

Упутство за вођење дневника и писање завршног извештаја. У случају да се пракса изводи у Лабораторијама Завода за моторна возила, постоји комплетна лабораторијска опрема.

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 15

разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 5

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 11

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 70

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 60

**литература**

## Форензичко инжењерство

ID: 0876

носилац предмета: Поповић М. Владимир

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: моторна возила

### циљ

Студент се оспособљава за бављење форензичким инжењерством, посебно у области моторних возила, што обухвата анализу и реконструкцију саобраћајних удеса, процену штете на возилу и процену вредности возила на принципима студије случајева. Аналогне методе биће примењене и у другим областима машинске технике, зависно од интересовања студената.

### исход

Општи:

- анализе, синтезе, предвиђања решења и прогнозе последица
- владавање методама, поступцима и процесима истраживања
- развој критичког и самокритичког мишљења и приступа
- примена знања у пракси
- професионалне етике.

Предметно-специфични:

- владавање знањем у наставној области (Н/О)
- познавање и разумевање Н/О и струке
- решавање конкретних проблема Н/О
- повезивање знања из разних области
- праћење и примена новина у струци
- употреба знања из Н/О
- употреба ИКТ у Н/О

### садржај теоријске наставе

Организована је по блоковима.

Први блок: општа знања о форензици и форензичком инжењерству, односно анализи отказа техничких система, њиховим узроцима и последицама, са посебним освртом на примену у области аутомобилске технике

Други блок: Промене стања возила и методе процене вредности

Трећи блок: Откази возила и компонената, односно удеси који доводе до штете на возилима

Четврти блок: Технологије процене штете и трошкови оправке

Пети блок: Анализа узрока саобраћајних удеса у којима учествују возила, са елементима вршења увиђаја и реконструкције.

### садржај практичне наставе

Организована је у два вида и то као аудиторне вежбе које служе као припрема за спровођење анализе случајева и као семинарски задаци у оквиру којих ће студенти решавати предметно-релевантне случајеве на основама методологије студије случајева. Студенти ће добити реалне податке о удесима возила и бавиће се анализом њихових узрока, односно разлога због којих је настала штета на возилу, а посебно и зашто је настао саобраћајни удес и како је он могао да буде избегнут. Посебна анализа се односи

на процену услова под којима би удеси ове врсте могли да буду избегнути, а нарочито како би конкретан удес могао да буде избегнут.

### **услов похађања**

#### **ресурси**

1. Учионица
2. Књига другог аутора
3. Књиге на страном језику
4. Друга литература
5. ИТ хардвер
6. ИТ софтвер

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 15

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 10

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 75

пројекат: 0

завршни испит: 15

услов за излазак на испит (потребан број поена): 60

#### **литература**

Писана документа за предавања

Randall K. Noon, Forensic Engineering Investigation, CRC Press, 2001, ISBN 0-8493-0911-5

Wolfgang Hugemann, Unfall-rekonstruktion, Autoren Team GbR, 2007, ISBN 3-00-019419-3

R.M. Brach, R.M. Brach, Vehicle Accident Analysis and Reconstruction Methods, SAE Intl.

ISBN 0-7680-0776-3, 2005

Internet

## Фрикциони системи возила

ID: 0872

носилац предмета: Александрић С. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: моторна возила

### циљ

СТИЦАЊЕ ТЕОРИЈСКИХ И ПРАКТИЧНИХ ЗНАЊА ИЗ ОБЛАСТИ ПРОЈЕКТОВАЊА, ПРОРАЧУНА, ИСПИТИВАЊА И ОДРЖАВАЊА ФРИКЦИОНИХ СИСТЕМА МОТОРНИХ И ПРИКЉУЧНИХ ВОЗИЛА (ГЛАВНА ФРИКЦИОНА СПОЈНИЦА, КОЧНИ СИСТЕМИ, ФРИКЦИОНИ МАТЕРИЈАЛИ СПОЈНИЦА И КОЧНИЦА).

### исход

Исходи предмета је развој способности код студената да: а) разумеју захтеве који се постављају пред савремене фрикционе механизме моторних и прикључних возила, б) могу да пројектују, прорачунавају и испитују кочне системе, в) могу да пројектују, прорачунавају и испитују главну фрикциону спојницу, г) могу да размеју и пројектују потребне карактеристике фрикционих материјала спојница и кочница, д) могу да одржавају фрикционе механизме.

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава је подељена на укупно 7 целина које обухватају:

- 1) Увод – Фрикциони системи возила.
- 2) Спојнице - пројектовање, прорачун и испитивање.
- 3) Кочни системи возила -опште.
- 4) Врсте и карактеристике кочних система моторних возила.
- 5) Пројектовње и прорачун кочних система возила.
- 6) Врсте и карактеристике фрикционих материјала кочница и спојница.
- 7) Одржавање кочних система и спојница-опште.

### садржај практичне наставе

Студенти раде пројектни задатак као група. Пројект се односи на израду следећих прорачунских задатака:

- 1) Прорачун главне фрикционе спојнице за задато возило.
- 2) Прорачун кочног система за задато путничко возило.
- 3) Прорачун кочног система са пнеуматичким преносним механизмом за задато возило.
- 4) Прорачун кочног система са пнеумо-хидраличким преносним механизмом за задато возило.
- 5) Прорачун кочног система датог прикључног возила.

### услов похађања

### ресурси

1. Ј. Тодоровић, Кочење моторних возила, Машински факултет у Београду, 1989.
2. Д. Александрић, Скрипте са предавања, 2013,
3. Д. Александрић, В. Ћировић, Интелигентно кочење, Машински факултет у Београду (у припреми).

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 5

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

## **литература**

Savaresi S., Taneli M. Active Braking Control Systems Design for Vehicles, Springer 2010.



## **опште машинске конструкције**

Експерименти и симулације  
Иновативни дизајн техничких система  
Конструисање М  
Методе у инжењерском дизајну  
Оштећења техничких система  
Погонска чврстоћа  
Поузданост конструкција  
Поузданост преносника  
Примењена теорија пластичности  
Софтверски алати у дизајну  
Стручна пракса М - ДУМ  
Технички прописи и стандарди  
Хибридни технички системи

## Експерименти и симулације

ID: 0716

носилац предмета: Маринковић Б. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: опште машинске конструкције

### циљ

Упознавање студената са потребом и неопходношћу примене експеримената и симулација у процесу развоја машинских система као и савременом дизајну у ширем смислу. Упознавање са методологијом, процедурама и алатима за организацију и реализацију експерименталних истраживања. Упознавање са савременим методама за спровођење различитих врста симулација, сврхом и начинима њихове примене на машинске системе али и техничке системе уопште.

### исход

Студенти који одслушају овај курс савладаће методе, врсте и елементе потребне за реализацију експерименталних истраживања машинских елемената и формирање аквизиције података истраживања. У складу са расположивом опремом и капацитетима упознаће се са коришћењем NI SCC преносивих модула као и основама софтвера LabView за аквизицију података. Студент ће такође бити обучен да користи поједине модуле софтверског пакета САТИА помоћу којих је могуће реализовати одређене врсте симулација.

### садржај теоријске наставе

Увод, о курсу и појмовима експеримената и симулација. Разлози неопходности експеримената у савременим истраживањима, врсте експеримената. Експериментална истраживања машинских елемената и система, принципи и методе. Неопходни елементи за реализацију експеримената. Аквизиција података експерименталних истраживања са савременим алатима. Сакупљање и обрада сигнала, складиштење резултата експеримената. Виртуелни експерименти и симулације. Методе и врсте реализације симулација. Симулације и виртуелна реалност у склопу осталих елемената за развој савремених машинских система.

### садржај практичне наставе

Уводни час. Концепција вежбања на предмету. Упознавање са могућностима лабораторије за ОМК и рачунарске сале модула за дизајн. Врсте опреме за аквизицију података са неопходним елементима. Упознавање са преносивим системом за аквизицију података (NI SCC). Демонстрација и вежбе мерења температуре, напона и деформација машинских елемената. Основе софтвера за аквизицију података и одређене врсте симулација (NI LabView). Упознавање са посебним модулима софтверског пакета САТИА намењених одређеним врстама симулација. Вежбе и самостална израда симулација.

### услов похађања

### ресурси

књига "Моделирање машинских делова сложених облика" А.Маринковић, М.Станковић,

издање Машинског факултета 2011.;  
остала литература на српском и страном језику за софтверски пакет CATIA V5;  
изводи са предавања;  
опрема расположива у лабораторији Катедре за ОМК, уређаји за испитивање машинских елемената, портабл аквизиција NI SCC са софтвером за аквизицију LabVIEW  
опрема расположива у лабораторији 455, 3Д штампач и рачунари;  
CAD радна станица, CAD софтверски пакет CATIA V5

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 0

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 10

пројекат: 10

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

приручник за коришћење програма за аквизицију података "LabVIEW"  
"Моделирање машинских делова сложених облика" А.Маринковић, М.Станковић,  
издање Машинског факултета 2011.  
"Испитивање машинских конструкција 1" Д. Јосифовић, Машински факултет  
Универзитета у Крагујевцу, 2000.  
"САТИА V5 дизајн механизма и њихова анимација" Н.Замани, Ј.Вивер, Компјутер  
библиотека, Београд, 2007.  
Одговарајућа литература, доступна у кабинету предметног наставника

## Иновативни дизајн техничких система

ID: 0964

носилац предмета: Огњановић Б. Милосав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: опште машинске конструкције

### циљ

Увођење студената у процедуру синтезе (стварања) принципски новог техничког система, почев од идеје до пројекта који је основа за његову израду, експлоатацију и рециклажу. Развој креативних способности за инжењерски дизајн (конструисање) и развој осећаја потребе и улоге естетског дизајна. Развој креативних способности и увођење студената у процедуру усклађивања својстава (функционалних, технолошких и естетских) са околином, животном и радном средином. Тежишни циљ је увођење студената у научно-техничке аспекте стварања структуре техничког система са аспекта задовољења потребне функције и понашања у експлоатацији као и технолошке погодности за израду, одржавање и рециклажу.

### исход

Развијена способност апстрактног размишљања које је основа за генерисање идеја и за развој нових принципских односно концепцијских решења. Изграђен научно-стручни аспект процедуре развоја и трансформације структуре функција у структуру извршних органа техничког система као и развоја облика и димензија конструкције (Embodiment Design). Студент је уведен у процедуру избора конструкцијских параметара и димензија делова и система, у процедуру избора и коришћења ограничења, функционалних, технолошких, естетских, ергономских и других.

### садржај теоријске наставе

1. Иновативна синтеза функција техничког система; 2. Конципирање идејног решења техничког система; 3. Избор димензија машинских делова и склопова; 4. Избор конструкцијских параметара; 5. Модуларност у развоју техничких система; 6. Технолошкост облика ливених и кованих машинских делова; 7. Технолошкост облика заварених машинских делова; 8. Технолошкост облика резаних машинских делова; 9. Естетска својства и релације са окружењем; 10. Системи за интерактивну визуелизацију.

### садржај практичне наставе

Студенти у току семестра раде семинарски рад који им омогућује да схвате појам функције техничког система. Полази се од конкретног конструкцијског решења и у инверзној процедури долази се до апстрактне структуре функција која је основ за иновативни развој нове конструкције. На аудиторним вежбама се још разрађују питања односно задаци обухваћени теоријском наставом с циљем да се студенти уведу у феномене које треба да обраде у свом семинарском раду и да се припреме за колоквијуме.

### услов похађања

### ресурси

1. Књига - Уџбеник:

Огњановић М: Иновативни развој техничких система (Поглавље 2. Иновативни дизајн техничких система), - Универзитет у Београду, Машински факултет 2014.

2. Примери са решењима и потребним подацима за прорачуне, дати су у оквиру књиге наведене у тачки 1

3. Power-Point презентације са предавања доступне студентима у виду Hand-out материјала.

4. Лабораторија за Дизајн у машинству.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 16

семинарски рад: 6

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 8

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

Огњановић М.: Иновативни развој техничких система, -Универзитет у Београду, Машински факултет, 2014.

Pahl G., Beitz W.: Engineering Design - A systematic approach, - Springer Verlag

Hubka V., Eder E.: Theory of Technical Systems, - Springer - Verlag

Hubka V., Eder E.: Design Science, - Springer - Verlag

Haufe T: DESIGN, - DuMont Buchverlag

## Конструисање М

ID: 0373

носилац предмета: Митровић М. Радивоје

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: опште машинске конструкције

### циљ

СТИЦАЊЕ ОСНОВНИХ ЗНАЊА ПРОЈЕКТОВАЊА И КОНСТРУИСАЊА МАШИНСКИХ КОМПОНЕНТИ И КОНСТРУКЦИЈА. Овладавање методама процеса конструисања и пројектовања. Развијање способности тимског рада и повезивања знања и умећа из различитих области машинства. Оспособљавање за даље учење.

### исход

Студенти ће стећи знања, вештине и ставове у домену процеса конструисања машинских делова и система, као и искуство неопходно за избор оптималне варијантне конструкције са технолошког и економског аспекта - Техноекономска анализа.

### садржај теоријске наставе

Фазе у процесу конструисања. Дефинисање извршиоца елементарних, парцијалних и општих функција. Формирање варијантних решења и њихово вредновање са техно-економског аспекта. Избор компромисног решења. Варијантне конструкције. Животни циклус производа. Унификација и типизација. Мерни ланци. Прописи и регулативе у процесу конструисања. Упознавање са основним појмовима и регулативама везаним за процесе конструисања у машинству. Неопходност придржавања регулатива. Оцењивање усаглашености. Хармонизовани стандарди. ЦЕ означавање производа. Пласирање производа на тржиште. Судови под притиском. Судови дебелих и танких зидова. Радни напони. Термичко напрезање. Критични напони у статичким условима. Избор заварених спојева са аспекта међусобног положаја делова који се спајају. Типови угаоних и сучеоних шавова (облици и димензије) и домен њихове примене. Понашање конструкција у области малоцикласног замора. Понашање конструкције у области вишецикласног замора. Конструисање заварених конструкција. Лаке конструкције. Технолошност у процесу конструисања.

### садржај практичне наставе

Варијантна конструкциона решења. Конструисање типизираних делова. Извршиоци елементарних и парцијалних функција. Формирање и прорачун мерних ланаца. Примена прописа и регулатива у процесу конструисања. Семинарски рад. Израда рачунских задатака из области Судови под притиском. Пример конструисања при малоцикласном замору. Димензионисање извршиоца елементарних функција. Одређивање радног века. Прорачун заварених конструкција. Прорачун лакних конструкција. Семинарски рад из области димензионисања извршиоца елементарних и парцијалних функција. Конструисање са аспекта израде и монтаже.

### услов похађања

### ресурси

Лабораторија за опште машинске конструкције, Универзитет у Београду, Машински



факултет; хендаути, презентације, приступ бежичном интернету и интернет презентацији предмета са свим корисним линковима.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 4

пројекат: 0

консултације: 6

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 30

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Огњановић М.: "Конструисање машина", Машински факултет, Београд, 2000;

Карл-Хаинц Декер; Машински елементи, Хансер, Минхен, Беч, 2000.

Орлов П.: Основи конструисања, Машиностроение, Москва, 1980

С.Верига: Машински елементи 1, Машински факултет, Београд

Основе конструисања - збирка решених испитних задатака, МФБ, 1999, ЗЗД, библио. МФБ

## Методе у инжењерском дизајну

ID: 0965

носилац предмета: Огњановић Б. Милосав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: опште машинске конструкције

### циљ

Упознавање широког спектра метода које се примењују у инжењерском дизајну тј. стварању техничких система. Пошто су неке од метода биле предмет проучавања у предметима који су претходили, сагледава се њихово место и улога у развоју ТС. Тежишни циљ је упознавање нових специфичних метода и процедуре њихове примене. Реч је о савременим и актуелним методама које воде према високом степену квалитетног и жељеног понашања ТС уз задовољење потребне функције и постизање високог степена усклађености са окружењем у еколошком, естетском, економском и другом потребном аспекту.

### исход

Студенти су упознати са методама које се примењују у инжењерском дизајну и овладали су применом и процедуром нових специфичних метода за ову сврху. Комплетирано је знање и способност у примени ових метода које чине процедуру инжењерског дизајна (конструисања) техничког система. Развијена је способност препознавања ограничења и њихова трансформација у показатеље квалитета и чиниоце који дефинишу конструкцијске и друге параметре. Способност примене интегрисаних приступа у развоју хибридниh ТС (механичких, електронских, софтверских и др.) је један од кључних исхода.

### садржај теоријске наставе

1. Методе и процеси у инжењерском дизајну; 2. Трансформација концепције у конструкцију; 3. Идентификација стања у конструкцији – DfX методе; 4. Методе прорачуна; 5. Знање, подаци, одлучивање; 6. Методе трагања за идејама и решењима; 7. Навигација у трагању за идејама; 8. Методе засноване на својствима техничких система; 9. Интегрисани приступи и методе; 10. Експерименталне методе.

### садржај практичне наставе

Студенти у току семестра раде пројект који им омогућује да сагледају процес и обуче се у трансформацији концепције у конструкцију. Полази се од концепцијског решења и применом одговарајућих метода долази се до иновативног конструкцијског решења. На аудиторним вежбама се још разрађују питања односно задаци обухваћени теоријском наставом с циљем да се студенти уведу у феномене које треба да обраде у свом пројекту и да се припреме за колоквијуме.

### услов похађања

### ресурси

1. Књига - Уџбеник:

Огњановић М: Иновативни развој техничких система (Поглавље 3. Методе у

инжењерском дизајну), - Универзитет у Београду, Машински факултет 2014.

2. Примери са решењима и потребним подацима за прорачуне, дати су у оквиру књиге наведене у тачки 1

3. Power-Point презентације са предавања доступне студентима у виду Hand-out материјала.

4. Лабораторија за Дизајн у машинству.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 0

дискусија/радионица: 10

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Огњановић М.: Иновативни развој техничких система, -Универзитет у Београду, Машински факултет, 2014.

Pahl G., Beitz W.: Engineering Design - A systematic approach, - Springer Verlag

Hubka V., Eder E.: Design Science, - Springer - Verlag

Hatamura Y.: Decision-Making in Engineering Design, - Springer, 2006

Orloff M.A.: Innovative Thinking through TRIZ - A practical guide, Springer - Verlag



## Оштећења техничких система

ID: 0717

носилац предмета: Лазовић Капор М. Татјана

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: опште машинске конструкције

### циљ

1. Стицање основних знања о техничким системима и оштећењима техничких система.
2. Разумевање доминантних облика оштећења техничких система и њихових компоненти са аспекта конструкције и услова експлоатације.
3. Овладавање основама аналитичких и емпиријских поступака за предвиђање, идентификацију и спречавање оштећења техничких система, као и за отклањање њихових узрока и последица.

### исход

На крају овог курса студент треба да поседује способности да:

1. дефинише и класификује врсте и облике оштећења техничких система или њихових компонената,
2. повеже узроке настанка оштећења техничког система или његових компонената са особинама конструкције, апликације и услова експлоатације,
3. изврши правилан избор средстава и метода дијагностике оштећења техничког система или његових компонената,
4. предложи мере за предвиђање и спречавање појаве оштећења техничког система

### садржај теоријске наставе

Системи. Класификација система. Технички системи (структура, функционалност, организација, квалитет). Структура животног циклуса сложеног техничког система. Развој и пројектовање техничких система. Поузданост и безбедност техничких система. Рад техничког система без отказа, радни век, погодност ремонтовања и постојаност техничког система. Оштећења техничких система. Идентификација структуре техничког система и функција његових елемената. Одређивање узрока и ефеката оштећења техничког система. Основе методе анализе грешака и њихових последица. Процена ризика. Дијагностичке методе и средства (мерна техника) за праћење стања техничког система у раду, идентификацију појаве оштећења и процену степена оштећења. Карактеристике софтверске подршке мониторинга стања техничког система. Оштећења механичких компонената техничких система и њихових елемената: клизних и котрљајних лежаја, зупчаника, завртањских веза, осовина, вратила и других машинских елемената и делова. Оштећења електронских и софтверских компонената техничких система и њихове последице. Поступак анализе оштећења техничког система. Извештај о извршеној анализи.

### садржај практичне наставе

О техничким системима, анализа примера развоја техничких система из историје науке. Преглед и анализа техничких и социјалних захтева у развоју техничких система. Формирање алгоритма анализе оштећења техничких система. Примери примене дијагностичких метода и мерних техника у сфери анализе оштећења техничких система. Препознавање различитих видова оштећења различитих техничких система и идентификација узрока њиховог настанка (лабораторијске вежбе). Анализа оштећења

техничких система у конкретним случајевима из праксе. Састављање извештаја о извршеној анализи оштећења техничког система. Консултације у изради семинарских радова.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Предложена литература обухвата потребан материјал за предавања, вежбе и лабораторијски рад. Потребни додатни материјали (handouts и упутства за лабораторијске вежбе) дају се на web-страницама или умножени на папиру. Електронски материјали већег обима студентима могу бити доступни у непосредном контакту. Предавања и аудиторне вежбе се реализују коришћењем табле и/или видео приказа. Лабораторијске вежбе се реализују у лабораторији за Машинске елементе.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 2

рачунски задаци: 2

семинарски рад: 9

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 1

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

Огњановић М.: Развој и дизајн машина, Машински факултет Београд

Огњановић М.: Машински елементи, Машински факултет Београд

Митровић Р.: Клизни и котрљајни лежаји, Машински факултет Београд

Верига С: Машински елементи (свеске I, II и III), Машински факултет Београд

Одговарајућа литература, доступна у кабинету предметног наставника

## Погонска чврстоћа

ID: 0881

носилац предмета: Ристивојевић Р. Милета

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: опште машинске конструкције

### циљ

Анализа, карактеристике и статистичка анализа погонског оптерећења. формирање његових хистограма, функција расподеле, спектра и блокова. Основни принципи хипотеза о акумулацији заморног оштећења и њихова класификација. Подела хипотеза о Прорачуни радне способности, погонске чврстоће, сигурности и поузданости и радног века делова и машина изложених променљивим погонским оптерећењима. Методе експерименталног одређивања погонске чврстоће и обрада резултата.

### исход

Методе регистровања и статистичке анализе погонског оптерећења, формирање његовог хистограма, функција расподеле, спектра и блока. Дефинисање заморног оштећења и тока његове акумулације теоријско-експерименталним методама применом одговарајућих хипотеза. Успостављање одговарајућих критеријума за настанак критичне појаве заморног оштећења и одређивање радног века. Свођење резултата за променљиве спектре на еквивалентне резултате за спектре потпуно константних амплитуда.

### садржај теоријске наставе

Проучавање метода статистичке обраде тока променљивог оптерећења у раду и његово свођење на спектре или блокове оптерећења. Разне хипотезе о токовима акумулације заморног оштећења и критеријуми за настанак критичне појаве - напрслине или лома. Компарација појединих хипотеза са предностима и недостацима. Палмгрен-Мајнерова хипотеза, њене претпоставке, предности и недостаци. Разне модификације ове хипотезе. Експерименталне методе одређивања погонске чврстоће и радног века и начини презентације резултата. Коришћење ових резултата као основе за генерализовану линеарну хипотезу о акумулацији заморног оштећења и тачније одређивање заморног радног века за неки спектар који је различит од експерименталног.

### садржај практичне наставе

Упутства за статистичку обраду произвољног тока оптерећења и формирање спектра и блокова - пројектни задатак. Примена хипотеза на рачунско одређивање радног века и погонске чврстоће за дати спектар променљивих оптерећења или напона у односу на случај потпуно константних амплитуда једнаких највећој амплитуди спектра. Примери одређивања века рачунаским путем применом Палмгрен-Мајнерове хипотезе и њених модификација. Тестирање појединих хипотеза на већ постојећим резултатима у литератури. Упутство за пројектни рад о примени хипотеза о акумулацији заморног оштећења при променљивим амплитудама за прорачун радног века. Одређивање смањења масе конструкције при примени анализе погонске чврстоће.

### услов похађања

### ресурси



Лабораторија са машинама за испитивање.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 8

семинарски рад: 0

пројекат: 5

консултације: 5

дискусија/радионица: 2

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 55

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

#### **литература**

Јанковић М.: Погонска чврстоћа, Замор - акумулација заморног оштећења - век трајања, Машински факултет, Београд, 2011.

Јанковић, М.: Машински елементи, први део, Београд, 2012.

Гасснер, Е.: Погонска чврстоћа, Посебно издање Техничког Лигер лексикона, Штутгарт, на немачом.

Серенсен, С., В., Когаев, В., П., Шнеидерович, Р., М.: Моћ ношења и прорачун чврстоће машинских делова, Машиностроение, Москва, 1975, на руском.

## Поузданост конструкција

ID: 0486

носилац предмета: Ристивојевић Р. Милета

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: опште машинске конструкције

### циљ

СТИЦАЊЕ основних знања о поузданости машинских компоненти и конструкција. Овладавање методама одређивања поузданости простих и сложених система. Развијање способности тимског рада и повезивања знања и умења из различитих области. Оспособљавање за даље учење. Сагледавање значаја отказа са техничког и економског аспекта, овладавање знањима за процену отказа на основу успостављених класификација узрок-манифестација.

### исход

По завршетку овог програма очекује се да ће студенти бити способни да:

- препознају случајно променљиве величине код машинских елемената и конструкција,
- примене аналитичке и приближне методе за одређивање основних показатеља поузданости
- цртају и користе дијаграме основних показатеља поузданости
- тумаче резултате основних показатеља поузданости добијене на основу прорачуна или испитивања,
- решавају инжењерске проблеме у домену поузданости.

### садржај теоријске наставе

Значај поузданости у процесу пројектовања и конструисања машинских конструкција. Дефиниција поузданости. Основни показатељи поузданости. Процењена и теоријска поузданост, ниво поверења. Поузданост извршиоца елементарних и парцијалних функција за различите функције интензитета отказа: консантна функција, линеарно растућа и експоненцијална функција. Расподеле радног и критичног напона. Упоредна анализа конструисања на основу поузданости и степена сигурности када се средње вредности радног напона и критичног напона мењају пропорционално, а стандардна девијација се не мења и када се средње вредности радног и критичног напона не мењају, а мењају се стандардне девијације. Методологија димензионисања елемената и спојева машинске конструкције на основу захтеване поузданости. Поузданост машинских конструкција за различите везе (структуре) елемената: редна, паралелна и комбинована. Статистичка анализа сложених толеранција (толеранција мерних ланаца. Оптимизација трошкова поузданости. Корелација између поузданости и степена сигурности за различите односе стандардних девијација и средњих вредности радног и критичног напона.

### садржај практичне наставе

Одређивање основних показатеља поузданости приближним поступком. Одређивање поузданости на основу аналитичких функција поузданости. Расподеле радног и критичног напона. Димензионисање елемената машинске конструкције на основу поузданости. Поузданост структура са редном паралелном и комбинованом везом елемената. Статистичка анализа сложених толеранција. Корелација између поузданости и степена сигурности.

## услов похађања

### ресурси

Лабораторија за опште машинске конструкције, Универзитет у Београду, Машински факултет; хендаути, презентације, приступ бежичном интернету и интернет презентацији предмета са свим корисним линковима.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 18

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 8

семинарски рад: 3

пројекат: 0

консултације: 8

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 30

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### литература

Nikola Vujanovic, Teorija pouzdanosti tehnickih sistema, Vojnoizdavacki i novinski centar, Beograd, 1990

Vladimir Zeljkovic, Stevan Maksimovic, Poracun pouzdanosti mehanickih elemenata i konstrukcija, Grafokomerc, Beograd 1998.

Gradimir Ivanovic, Pouzdanost tehnickih sistema, Beograd 2011

Писана предавања

Milosav Ognjanovic, Razvoj i dizajin masina, Beograd 2000.

## Поузданост преносника

ID: 0556

носилац предмета: Огњановић Б. Милосав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: опште машинске конструкције

### циљ

Оспособити студенте да схвате проблематику трансформације механичке енергије кроз вероватноћу радних отпора који машински систем савладава и кроз вероватноћу разарања компонената система. Увести студенте у методологију прорачуна елементарне поузданости компонената преносника у односу на очекивано разарање као и укупне поузданости система. Сагледати разлику и приступе поузданости конструктора и одржаваоца система. Увести студенте у проблематику конструисања (избора конструкцијских параметара) на бази задате поузданости, а који ће обезбедити одржавање потребног нивоа поузданости током експлоатације преносника.

### исход

Студент (инжењер) обучен да кроз индикаторе вероватноће радних и критичних стања развија или бира погонске системе радних машина. Поузданост система и компонената у току експлоатације су гранични услови (constraints) и индикатори квалитета ових система. Инжењер је оспособљен да коришћењем ових индикатора процењује, предвиђа и доноси одлуке при конструисању, експлоатацији и одржавању преносника снаге.

### садржај теоријске наставе

Трансформација механичке енергије, врсте преносника, врсте механичких преносника, концепцијска и конструкцијска решења; Вероватноћа радних оптерећења, спектри оптерећења, радни режими, експериментално одређивање; Динамичка издржљивост компонената преносника за експерименталне услове (основна издржљивост); Трансформација основне издржљивости у радну у складу са спектрима оптерећења применом хипотеза о акумулацији заморног оштећења – Радна издржљивост; Вероватноћа разарања за временску, трајну и радну издржљивост; Елементарна непоузданост компонената система преносника снаге (зупчаника, лежаја, спојева,...); Поузданост система и инверзно дефинисање поузданости компонената; Одређивање конструкцијских параметара на основу поузданости применом аксиоматског и робусног приступа.

### садржај практичне наставе

Израда рачунских примера прати програм предавања. Примери подразумевају практичну реализацију стеченог теоријског знања. Израда пројекта зупчастог преносника подразумева развој конструкције преносника са израдом цртежа. За изабране компоненте преносника (зупчанике, лежаје и др.) пројекат обухвата рачунско одређивање елементарних поузданости за потенцијална разарања као и дефинисање структуре поузданости преносника.

### услов похађања

### ресурси

1. Књиге - Уџбеници:

Огњановић М: Иновативни развој техничких система (Поглавље 4. Изабрана својства за дизајн техничких система), - Универзитет у Београду, Машински факултет 2014.

Огњановић М: Машински елементи,- Универзитет у Београду, Машински факултет 2013.

2. Примери са решењима и потребним подацима за прорачуне, дати су у оквиру књига наведених у тачки 1

3. Power-Point презентације са предавања доступне студентима у виду Hand-out материјала.

4. Компјутерска сала са САТИА софтвером (симулације и моделирања рада преносника).

5. Конструкцијска решења преносника снаге.

6. Лабораторија за Машинске елементе и преноснике.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 14

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 0

дискусија/радионица: 6

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 3

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

Огњановић М.: ИНОВАТИВНИ РАЗВОЈ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА -Универзитет у Београду, Машински факултет, 2014.

Огњановић М.: МАШИНСКИ ЕЛЕМЕНТИ - Универзитет у Београду, Машински факултет, 2013.

Leitch R.D.: Reliability Analysis for Engineers, - Oxford scientific publications

Collins J.A.: Mechanical Design of Machine Elements and Machines, - John Wiley and Sons 2003

Roloff/Matek: Machinenelemente, - Vieweg and Sons Braunschweig

## Примењена теорија пластичности

ID: 0880

носилац предмета: Лазовић Капор М. Татјана

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: опште машинске конструкције

### циљ

Напонско деформациона стања у пластичној области и одговарајуће зависности. Теоријске и практичне основе за инжењерску примену на машинским деловима и конструкцијама у погледу носивости, технологије израде пластичним деформисањем. Тумачење неких важних феномена разарања микро и макро природе у структури материјала. Поступци ојачавања делова претходним пластичним деформисањем.

### исход

Овладавање методама, поступцима и процесима механичке пластичности машинских материјала који су основа за директну примену на конкретне практичне проблеме у машинству. Поступци повећања носивости, односно уштеде материјала, ојачавање машинских делова тзв. хладним пластичним деформисањем и др. као и методе процеса продуктивне израде делова пластичним деформисањем.

### садржај теоријске наставе

Проучавање општих деформационих својстава и одговарајућих механичких величина у условима пластичности преко: померања, дилатација, клизања, и напона, као номиналних и стварних величина, појма тензора, девијатора и интензивности тензора напона и деформација са инваријантама. Услови непрекидности-котинуума, брзине деформације и брзина деформисања. Једначине стања, Нооке-ов закон, нелинеарна еластичност, једначине стања пластичности, површина пластичности, Drucker-ов постулат, асоцирани закон течења, теорије течења - Prandtl-Reuß-ове једначине. Теорија малих еласто-пластичних деформација при оптерећивању и растерећивању, заостали напони и деформације. Примена на технологију израде делова пластичним деформисањем. Појава пузања, реолошки модели и њихове законитости.

### садржај практичне наставе

Криве затезања у еласто-пластичној области и неке апроксимативне једначине. Bauschinger-ов ефект, Gerstner-ов и Masing-ов закон, промена границе еластичности, токови оптерећивања и растерећивања при монотоним и циклично променљивим оптерећењима. Проста и сложена напонска стања и услови течења: Tresca-St. Venant-ов, Huber-Mises-Hencky-јев, Рош-Eichinger-ов, Prager-ов, Prandtl-Reuß-ове једначине. Одређивање повећане носивости односно уштеде материјала на примерима аксијалног напрезања, савијања, увијања – пластични зглобови. Примена на цевима, судовима цилиндличног и сферног облика са дебелим зидовима. Аутофретажа цеви и судова под високим притиском. Равна деформација. Примери технологије израде пластичним деформисањем. Примери из пузања.

### услов похађања

### ресурси



Лабораторија са персоналним рачунарима и опремом.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 8

семинарски рад: 0

пројекат: 5

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 55

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

#### **литература**

Инжењерско технички приручник, 3. књига, превод с руског, Рад, Београд, 1979., ДВЛ, библиографија МФБ

Качанов, Л. М.: Основе теорије пластичности, Москва, 1956, на руском.

Алфиревић, И., Пустайић Д.: Теорија пластичности, Инжењерски приручник ИП 1, Загреб, 1997, КДА, има у продаји

Ржанић, А.Р.: Теорија пужења материјала, Грађевинска књига, Београд, 1974, КДА, библиографија МФБ;

Јанковић, М.: Машински елементи, први део, Београд, 2012 .

## Софтверски алати у дизајну

ID: 0963

носилац предмета: Милош В. Марко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација семинарског рада

катедра: опште машинске конструкције

### циљ

Основни циљ предмета је постизање елементарних компетенција у процесу креирања техничких система и иновација као и основних академских знања у познавању могућности и коришћењу специјализованих софтвера који се користе у три карактеристичне фазе у развоју производа (пројектовање, израда технолошког поступка и производња).

### исход

Студент ће овладати знањима, алатима и практичним способностима за примену специјализованих софтвера за пројектовање и конструисање (инжењерски дизајн) као и програмима који омогућавају комуникацију између софтвера различитих намена.

### садржај теоријске наставе

Основне дефиниције дизајна у машинству. Појам техничког система. Појам техничке иновације. Креирање техничких система и иновација.

Основне могућностима САТИА програма (3D модели и из њих изведени дводимензионални цртежи и планови; повезивање истих са додатним модулима за кинематске прорачуне, МКЕ рачунање и NC-програмирање).

Обрада 3D геометрије увезене у програм САТИА из 3D скенера; превођење из .stl записа у .igs или .stp записе погодне за унапређење геометрије и МКЕ анализу.

Основне методе пројектовања у програму SolidWorks.

Интерфејс програми који омогућавају комуникацију између софтвера различитих намена и њихово међусобно повезивање.

Повезивање програма САТИА и SolidWorks са програмима за примену методе коначних елемената Ansys и Abaqus; процес оптимизације дизајна.

Методе рачунарске анализе и оптимизације производа; параметарско оптимизовање тродимензионалних елемената структуре (Goal Driven оптимизација у програму Ansys) и структурна оптимизација на бази напонске анализе носећих елемената (коришћењем програма Altair HyperShape).

Програмски пакет DELMIA; виртуално планирање, дефинисање, надгледање и контролисање производних процеса неопходних за трансформацију компјутерских модела у реалне машинске производе.

### садржај практичне наставе

Примери примене софтверских алата у дизајну производа који се користе у ауто индустрији, бродоградњи, машиноградњи, механизацији, ваздухопловству,...

Практична вежба на 3D штампачу.

Показна вежба на NC вишеосној машини.

### услов похађања

### ресурси

Moodle (модуларно, објектно оријентисано динамичко окружење за Интернет едукацију)

Предавања, power point презентације, компјутерска сала са софтверима за пројектовање и симулацију, 3D штампач (Лабораторија за хибридне техничке системе), NC вишеосне машине, Hand out предавања.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 12

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 13

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 45

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 45

#### **литература**

М. Милош, А. Грбовић: Софтверски алати у дизајну – професорске белешке (handouts) - Машински факултет Београд, 2014.

М.Огњановић: Иновативни развој техничких система - Машински факултет Београд, 2014.

Корисничка упутства за презентирани софтверске пакете



## Стручна пракса М - ДУМ

ID: 0882

носилац предмета: Огњановић Б. Милосав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: презентација семинарског рада

катедра: опште машинске конструкције

### циљ

Практична искуства и боравак студента у амбијенту у коме ће реализовати своју професионалну каријеру. Препознавање основних функција пословног система у домену развоја производа, производње и коришћења као и улоге и задатака машинског инжењера у таквом пословном систему.

### исход

Студент стиче практична искуства о начину организовања и функционисања средина у којима ће примењивати стечена знања у својој будућој професионалној каријери. Студент препознаје моделе комуникације са колегама и токове пословних информација. Студент препознаје основне процесе у пројектовању, производњи, одржавању, у контексту његових будућих професионалних компетенција. Успостављају се лични контакти и познства која ће моћи да се користе током школовања, или заснивања будућег радног односа.

### садржај теоријске наставе

Увод, циљ, садржај активности.

### садржај практичне наставе

Практичан рад подразумева рад у организацијама у којима се обављају различите делатности повезане са машинским инжењерством. Одабир тематске целине и привредне или истраживачке организације спроводи се у консултацији са предметним професором. Начелно студент може обављати праксу у: производним организацијама, пројектним и консултантским организацијама, организацијама које се баве одржавањем машинске опреме, јавним и комуналним предузећима и некој од лабораторија на машинском факултету. Практика се може обављати и у иностранству. Током праксе студенти морају водити дневник у коме ће уносити опис послова које обављају, закључке и запажања. Након обављене праксе морају направити извештај који ће бранити пред предметним професором. Извештај се предаје у форми семинарског рада.

### услов похађања

### ресурси

Организације које обухватају све целине животног циклуса производа, развој, израду, коришћење.

-Организације које се баве развојем производа.

-Индустријска предузећа чија је делатност израда производа у машинству.

-Индустријска предузећа чија је делатност заснована на коришћењу машинских система

-Предузећа чија је делатност дистрибуција и одржавање машина и компонената.

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 2

развијања и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 25

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 15

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 2

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 40

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

**литература**

## Технички прописи и стандарди

ID: 0141

носилац предмета: Митровић М. Радивоје

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: опште машинске конструкције

### циљ

СТИЦАЊЕ основних знања у домену техничких прописа и стандарда. Потпуно разумевање међусобних корелација између међународних и националних техничких прописа. Потпуно оспособљавање за израду пројектне документације са аспекта поштовања суштинских захтева одговарајућих техничких прописа и стандарда.

### исход

Студент стиче знање о садржају, значају и врсти техничких прописа и стандарда, техничком законодавству ЕУ, директивама ЕУ, поступку оцењивања усаглашености, овлашћеним телима, СЕ означавању, тржишном надзору, безбедности машина, оцени ризика и националном законодавству о безбедности и здрављу на раду. СТИЦАЊЕ одговарајућих компетенција, вештина и умећа за коришћење одговарајућих техничких прописа и стандарда.

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава: Улога, значај и врсте техничких прописа у машинству. Место и улога техничких прописа у процесу конструисања. Стандардизација. Садржај и домен примене. Закон о стандардизацији. Закон о акредитацији. Закон о метрологији. Закон о техничким прописима. Уредбе и други нормативни акти. Техничко законодавство ЕУ. Директиве ЕУ. Појам новог и глобалног приступа. Подручје примене директива новог приступа. Производи који подлежу директивама. Усаглашеност са директивама. Поступак оцењивања усаглашености. Модули. Примена стандарда квалитета. Овлашћена тела. Принципи овлашћивања. Поступак овлашћивања. Овлашћена тела и подуговарање. Координација и сарадња овлашћених тела. СЕ означавање. Принципи СЕ означавања. Производи који се означавају СЕ ознаком. Тржишни надзор. Принципи тржишног надзора. Безбедност машина. Поузданост. Опасност. Ризик. Безбедносне функције машине. Безбедносна заштита. Упутство за употребу. Стратегија за избор безбедносних мера. Оцена ризика. Вредновање ризика. Закон о безбед. и здрављу на раду.

### садржај практичне наставе

Практична настава: Примери примене и коришћења различитих врста техничких прописа и стандарда у конструисању. Примери формирања и комплетирања техничке документације за добијање СЕ ознаке за производ. Примери формирања и комплетирања документације за акредитацију лабораторије за испитивање производа. Пример и оцене усаглашености производа. Примери конципирања техничких решења безбедносне заштите машина. Пример израде упутстава за употребу машина, уређаја или инсталација. Примери оцене ризика за машине и машинске системе. Примери комплетирања документације за оцену ризика. У оквиру курса су предвиђене студијске посете следећим институцијама:

- Акредитована Лабораторија за Испитивање Машинских Елемената и Система - ЛИМЕС, Универзитет у Београду, Машински факултет;
- Завод за интелектуалну својину Републике Србије;

- Институт за стандардизацију Републике Србије;
- Контролно тело за акредитацију, Институт Винча.

### **услов похађања**

#### **ресурси**

- Наставна средства: упутство за примену директива заснованих на новом приступу и на глобалном приступу - Дански технолошки институт (превод) 2006, Директиве ЕУ, Стандарди ЕУ, Стандарди Србије, Закон о стандардизацији, Закон о акредитацији, Закон о метрологији, Закони о техничким прописима. Потребни додатни материјали (handouts, Правилници Републике Србије и др.) дају се на web-страницама или умножени на папиру. Електронски материјали већег обима студентима могу бити доступни у непосредном контакту.
- Компјутерски опремљена учионица, Машински факултет у Београду;
- Приступ Интернету;
- Лабораторија за Опште машинске конструкције, Универзитет у Београду, Машински факултет;
- Акредитована Лабораторија за Испитивање Машинских Елемената и Система - ЛИМЕС, Универзитет у Београду, Машински факултет;
- Акредитована Лабораторија за Испитивање моторних возила - ЦИАХ, Универзитет у Београду, Машински факултет;

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 2

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 8

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 10

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5



тест/колоквијум: 40  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 25  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### литература

EU Директиве (машине, нисконапонски уређаји, електромагнетна компатибилност, ХАСАП, АТЕХ, ...)  
Правилници о безбедности, Републике Србије  
Технички прописи и стандарди, уџбеник у изради

## Хибридни технички системи

ID: 0966

носилац предмета: Милош В. Марко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација семинарског рада

катедра: опште машинске конструкције

### циљ

СТИЦАЊЕ ОПШТИХ И ОСНОВНИХ ЗНАЊА О ХИБРИДНИМ ТЕХНИЧКИМ СИСТЕМИМА (ХТС) као најсложенијем облику ТС, упознавање са структуром и појмом ХТС као целине, принципима рада основних компоненти система и основним приступима моделирању и симулацији. Оспособити студенте да разумеју сложеност и поступке интеграције система кроз прецизну и детаљну општу методологију. Развијање способности тимског рада и повезивања знања из различитих области. Оспособљавање за даље учење.

### исход

Студенти ће стећи знања о неким методама у инжењерском дизајну која ће им у раду омогућити да планирају и реализују сложене процесе моделирања, симулације и интеграције хибридни технички система (ХТС). Сечено знање ће користи у инжењерској пракси за одабир базних елемената разнородних технички система као и повезивање пројектних метода. Биће оспособљени за одговоран тимски рад.

### садржај теоријске наставе

Хибридни техничко-технолошки системи: појашњење и дефиниција појма, основни појмови; ХТ системи: основе развоја и пројектовања ХТ система, структура и основни елементи; модуларизација и хијерархизација; Интеграција: функционална, просторна; Методе пројектовања и повезивања разнородних технички целина; Улога информациононих технологија; Механичке компоненте и склопови; Електричне компоненте и склопови; Електронске компоненте и сензори; Микроконтролери и програмабилни логички контролери (PLC); Хидрауличке компоненте и склопови; Пнеуматске компоненте и склопови; Извршни елементи; Управљање; Моделирање и симулирање ХТ система: прорачунавање и дефинисање понашања система као целине и међуделовања појединих компоненти, рачунарски модели и симулације система; Производни процес као ХТ систем: рачунарски интегрисана производња, процес израде производа, аутоматизација; Реализовање разнородних ХТ система; Примена 3D технологије у верификацији елемената ХТС.

### садржај практичне наставе

Аудиторне вежбе обухватају презентацију софтверских пројектних пакета и пакета за симулацију и анализу. Такође, ради се пример (прорачунско моделирање и симулација) релативно сложеног актуаторског система (нпр.: електро-механички актуатор) као репрезента ХИТ система. По завршеном прорачуну и симулацији, практичан рад са актуатором: мерење одређених параметара и презентација управљања; Три семинарска рада: ХТ систем као целина; Прорачун и симулација ЕМА, ХА или ПА; Моделирање ХТ система.

Верификација механичких склопова применом 3Д штампе.

### услов похађања

## **ресурси**

Moodle (модуларно, објектно оријентисано динамичко окружење за Интернет едукацију)

Предавања, power point презентације, компјутерска сала са софтверима за пројектовање и симулацију, Лабораторија за ХТС, 3Д штампач, Hand out предавања.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 12

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 13

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

## **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 45

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 45

## **литература**

- М. Милош: Хибридни технички системи – професорске белешке (handouts) - Машински факултет, Београд, 2014.
- М. Огњановић: Иновативни развој техничких система - Машински факултет, Београд, 2014.
- N. Avgoustinov: Modelling in Mechanical Engineering and Mechatronics – Springer, 2007
- W. Bolton: Mechatronics-Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering – Pearson, 2012.
- B. Wilamowski, D. Irwin: Control and Mechatronics – CRC Press, 2012.

## **отпорност конструкција**

Основи механике композитних материјала  
Теорија еластичности

## Основи механике композитних материјала

ID: 0721

носилац предмета: Балаћ М. Игор

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: отпорност конструкција

### циљ

Главни циљ курса је да пренесе знања везана за основне принципе механике композитних материјала. Презентована теорија ће се потом применити на пројектовање и анализу једно-дирекционих и мулти-дирекционих влакнастих композитних ламината. У оквиру курса биће анализирани и различити аспекти пројектовања и прорачуна конструкција од композитних материјала. Један од циљева курса је и овладавање знањима везаним за карактеризацију ламинатних композита као и за анализу напонског и деформационог стања елемената конструкција начињених од ових материјала.

### исход

1. У оквиру курса студенти ће научити различите методе за одређивање еластичних константи композитних материјала као целине. За задате механичке карактеристике појединачних елемената композитног материјала студенти ће научити како да анализирају носивост композитних конструкција као и да предвиде различите критеријуме попуштања самих композитних материјала.
2. Студенти ће у оквиру курса научити како да врше анализу напонског и деформационог стања елемената конструкција начињених од ламинатних композитних материјала.
3. У оквиру курса посветиће се и пажња анализи утицаја спољашње средине, као на пример влажности и температуре, на укупне перформансе и механичке карактеристике једно-дирекционих и мулти-дирекционих композитних ламината.
4. Коплетирањем овог курса студенти ће овладати основама механике различитих типова композитних материјала са посебним освртом на њихово практично прорачунавање у инжењерској примени.

### садржај теоријске наставе

1. Увод у композитне материјале: Основни коцепти. Подела композитних материјала. Најважније карактеристике композита. Примена композитних материјала у инжењерској пракси.
2. Макро механичко понашање једно-дирекционих ламината у еластичној области. Хуков закон за дводименионе ламинате. Крутост паралелних низова влакана у оквиру матрице композитног материјала. Правила мешања.
3. Одређивање носивости и анализа различитих модова попуштања ламината. Примери анализе носивости једно-дирекционих ламината. Различити критеријуми попуштања носивости.
4. Марко механичко понашање мулти-дирекционих композитних ламината у еластичној области. Анализа напона и деформација у оквиру појединачних ламината. Општа теорија плоча и ламината. Анализа проблема комбиновања савијанја и увијења композитних ламината.
5. Анализа напона и критеријуми попуштања мулти-дирекционих композитних ламината. Одређивање носивости ламината под дејством истежућег и смичућег

оптерећења. Основе анализе напона у теорији ламината.

### **садржај практичне наставе**

1. Аналитички примери одређивања макроскопских механичких карактеристика композитних материјала.
2. Примери Хуковог закона за дводимензионе једно-дирекционе ламинате. Срачунавање матрице крутости за композитне материјале.
3. Напонско деформациона анализа ламинатних композита. Аналитички примери одређивања глобалних и локалних вредности напона и деформације.
4. Аналитички примери одређивања критеријума попуштања ламинатних композитних материјала. Практично одређивање критичне носивости елемената конструкције начињених од композитних материјала применом различитих критеријума попуштања.
5. Примери нумеричке имплементације метода прорачуна композитних материјала. Поређење аналитичких резултата са нумеричким превиђањима.

### **услов похађања**

#### **ресурси**

Целокупно градиво које покрива овај курс је покривено детаљним скриптама чији су аутори предавачи на самом курсу. Скрипте су доступне сваком студенту који похађа овај курс. Остале књиге, наведене у литератури доле, се могу позајмити од предавача овог курса или наручити на некој интернет локацији за продају научних и стручних књига.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 25

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 10

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 1

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 1

тест са оцењивањем: 1

завршни испит: 1

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 20

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

**литература**

"Mechanics of composite materials", Autar K. Kaw

"Mechanics and analysis of composite materials", Valery Vasiliev and Evgeny Morozov

"Mechanics of Elastic Composites", Nicolaie Dan Cristescu, Eduard-Marius Craciun and Eugen Soós

"Mechanics of Composite Materials with MATLAB" George Z. Voyiadjis and Peter I. Kattan

"Mechanics of composite materials", Robert M. Jones



## Теорија еластичности

ID: 0903

носилац предмета: Милошевић-Митић О. Весна

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: отпорност конструкција

### циљ

Циљ овог предмета је да студенти савладају и разумеју појмове теорије еластичности и основе тензорског начина обележавања. Студенти ће се оспособити да сами моделирају и реше неке реолошке проблеме. Кроз разумевање реолошких прецеса биће у могућности да касније користе рачунарске програме из ове области.

### исход

Савладавањем програма овог предмета студенти ће овладати методама и поступцима научних истраживања; упознаће појмове теорије еластичности; биће у могућности да реше неке конкретне проблеме применом савремених научних метода; моћи ће да повежу и примене стечена знања из више различитих области.

### садржај теоријске наставе

Увод. Појам напона. Cauchy-јев принцип. Компоненте напона у Декартовом и цилиндричном координатном систему. Тензор напона. Једначине равнотеже у Декартовом и цилиндричном координатном систему. Напони у произвољној равни – трансформација тензора напона. Главни напони. Инваријанте напона. Запреминска и девијаторска компонента. Максимални напони смицања. Равно стање напона. Деформација, појам, Lagrange-ова деформација. Мале деформације. Геометријска интерпретација. Једначине компатибилности. Главне деформације. Запреминска и девијаторска компонента. Хипотезе о сломену материјала. Равно стање деформације. Брзина деформације. Линеарна еластичност. Хуков закон. Модул клизања. Ламеове константе. Poisson-ов коефицијент. Танке плоче. Реолошки модели и моделирање.

### садржај практичне наставе

Одређивање компонената напона на основу једначина равнотеже. Одређивање компонената напона у косој равни – трансформација тензора напона. Главни напони, интензитет, положај. Максимални напони смицања, интензитет и положај. Инваријанте напона. Деформације по Lagrange-у и Euler-у. Израчунавање главних деформација. Примена хипотеза о сломену. Тензори напона и деформације за идеално еластична тела. Танке слободно ослоњене плоче.

### услов похађања

### ресурси

Хендаути са сајта Катедре за Отпорност конструкција

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20  
разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 5  
семинарски рад: 5  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 3  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 3  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 4  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 40  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 10  
пројекат: 0  
завршни испит: 40  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

### **литература**

Теорија еластичности, Т. Атанацковић  
Теорија еластичности, S. Timošenko, J. N. Gudier  
Поставке чврстоће конструкција, Т. Манески, В. Милошевић-Митић, Д. Острић

## **пољопривредно машинство**

Геоинформационо управљање и аутоматизација биотехничких система  
Основе појаве преношења и технике сушења  
Пројектовање машина и опреме за производњу и прераду хране  
Пројектовање пољопривредних машина и опреме  
Пројектовање постројења и процесних и енергетских система  
Специјалне технике и технологије процеса сушења  
Стручна пракса М - ИБС  
Технологије прераде пољопривредних производа  
Технолошки процеси у агрокомплексу  
Трактори и самоходне пољопривредне машине  
Управљање безбедношћу и квалитетом хране

## **Геоинформационо управљање и аутоматизација биотехничких система**

**ID:** 0615

**носилац предмета:** Марковић Д. Драган

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 6

**облик завршног испита:** писмени+усмени

**катедра:** пољопривредно машинство

### **циљ**

1. Овладавање теоријским основама мерења и аутоматизације пољопривредних машина и опреме; 2. Принципи мерења, сензори и методи мерења неелектричних величина на пољопривредним машинама и опреми; 3. Аутоматизација трактора и прикључних машина; 4. Аутоматизација комбајна: аутоматско вођење, регулисање технолошких уређаја, мерење и регулисање губитака, мониторинг; 5. Управљање у прецизној пољопривредној производњи и индустрији прераде хране. 6. Праћење динамике машина и процеса у реалном времену

### **исход**

1) Темелна знања из области мерења и аутоматизације пољопривредних машина и опреме; 2. Овладавање принципима мерења, сензори и методи мерења неелектричних величина на пољопривредним машинама и опреми; 3. Аутоматизација трактора, прикључних машина, комбајна, опреме и постројења у индустрији прераде хране; 4. Управљање у прецизној пољопривредној производњи GPS и индустрији прераде; 5. Стицање практичних вештина и примена у пракси.

### **садржај теоријске наставе**

1. Уводна разматрања теоријских основа и метода мерења и аутоматизације пољопривредних машина и опреме: навигационо нивелациона мерења, мерења дистанце (растојања, мерење броја обрта и обртног момента, мерење приноса, мерење губитака, мерење количине и мерење других параметара рада; 2. Принципи мерења, сензори, подела, принципи рада, статичке и динамичке карактеристике, методи мерења неелектричних величина на пољопривредним машинама и опреми, CAN BUS систем; 3. Аутоматизација трактора и прикључних машина: аутоматско регулисање оптерећења, аутоматско управљање прикључним уређајима и машинама на трактору, CAN BUS на трактору, аутоматска контрола и информациони системи; 4. Аутоматизација комбајна: аутоматско вођење по правцу, регулисање положаја хедера, вршајно сепарационих и других технолошких уређаја (аутоматска нивелација), мерење и регулисање губитака, мониторинг комбајна; 5. Управљање у прецизној пољопривредној производњи GPS и DGPS и аутоматизација постројења и технолошких линија у индустрији прераде хране.

### **садржај практичне наставе**

Лабораторијска вежбања:

1. Мерења кинематских карактеристика пољопривредних машина и опреме;
2. Мерења енергетских параметара пољопривредних машина и опреме.

Семинарски рад по избору кандидата из области:

1. Аутоматизација трактора и прикључних пољопривредних машина и уређаја;
2. Аутоматизација универзалних самоходних житних комбајна;
3. Аутоматизација самоходних комбајна за поврће и индустријске културе;

4. Аутоматизација опреме и технолошких линија за прераду хране;
5. Примена GPS и DGPS у прецизној производњи хране (Precision Farming).

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. Марковић Д.: Аутоматизација у пољопривреди, писана предавања и предавања у електронском облику, Београд, 2007.
2. Марковић Д.: Транспорт у пољопривреди, МФ, Београд, 1997.
3. Аутоматизација и мерења на пољопривредним машинама-handouts.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 5

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 3

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

### **литература**

Мартинов М., Мој трактор, Рес траде, Нови Сад 2007.

Живановић З., Јанићијевић Н., Аутоматске трансмисије моторних возила, Београд, 2000.

Рибар З., Управљачки системи, МФ у Београду, Београд 2008.

Bolton W., Instrumentation control systems, EUSEVIER SCIENCE & TECHNOLOGY BOOKS, 2004.

Поповић М., Сензори и мерења, Завод за уџбенике и наставна средства, Српско Сарајево, 2004.

## Основе појаве преношења и технике сушења

ID: 0794

носилац предмета: Марковић Д. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: пољопривредно машинство

### циљ

Овладавање теоријским и практичним знањима из области преноса топлоте и материје у процесима сушења влажних материјала (колоидних, капиларно порозних и колоидно капиларно порозних) и упознавање са техникама процеса сушења (конвективно сушење), што укључује развој креативних способности и овладавање специфичним практичним вештинама за обављање радних задатака.

### исход

Практична и теоријска знања о законитостима одвијања процеса (преноса топлоте и материје), кинетици и динамици процеса сушења, техникама и методама избора рационалних начина и оптималних режима процеса сушења, што укључује примену знања у пракси, решавање конкретних проблема уз коришћење научних метода и поступака и праћење и примена новина у струци.

### садржај теоријске наставе

1.0. Основни закони преношења у влажним материјалима: Преношење топлоте у влажним материјалима; Преношење влаге у влажним материјалима. 2.0. Преношење топлоте и влаге у влажним материјалима: Термодифузија влаге у гасовима и растворима; Термодифузија влаге у колоидним телима; Термовлагодоводност у капиларно порозним телима; Термовлагодоводност у колоидно капиларно порозним телима; Основне законитости преношења топлоте и материје. 3.0. Основни начини термичког сушења. 4.0. Пројектовање и прорачун постројења за сушење: Материјални биланс сушаре; Топлотни биланс сушаре; 4.3. Одређивање протока агенса сушења. 5.0. Прорачун тракастих сушара. 6.0. Прорачун шахтних сушара: Димензионисање основних склопова сушаре; Избор вентилатора; Одређивање протока горива и термичког степена корисности; сушаре; Одређивање основних димензија ложишта. 7.0. Прорачун добошасте сушаре. 8.0. Прорачун сушара са флуидизованим слојем. 9.0. Прорачун пнеуматских сушара: Прорачун пнеуматско цевне сушаре; Прорачун вихорне сушаре. 10.0. Прорачун сушара са распршивањем материјала, спреј сушара. 11.0. Прорачун комбинованих сушара: Прорачун комбинованих циклонских сушара; Прорачун комбинованих аерофонтанских сушара. 12. 0. Прорачун коморних сушара. 13.0. Прорачун тунелских сушара.

### садржај практичне наставе

Практична настава: израда семинарских радова из наведених теоријских целина у циљу упознавања са постојећим решењима и техникама сушења и праћења развоја у датој области; рачунских задатака: раде се термички прорачуни различитих начина сушења и типова сушара са аспекта начина сушења (конвективно сушење) и стања, облика и димензија материјала; упознавање са системима карактеристичних диференцијалних једначина, њиховим извођењем и основним критеријума сличности преноса топлоте и материје.

## услов похађања

### ресурси

1. Топић М. Радивој, Основе прорачуна, пројектовања и конструисања сушара, Научна књига, Београд, 1989. 2. Топић М. Радивој, Богнерт Мартин, Техника сушења, Завод за издавање уџбеника и наставна средства Београд, 2002., КПН, 3. Топић М. Радивој, Основе појава преношења и технике сушења (штампани материјали за предавање Handouts). Примери урађених рачунских задатака. Разне таблице и практикум.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

#### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 10

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 3

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

#### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 20

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 25

пројекат: 15

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### литература



Сажин С. Б. (1984), Основы техники сушки, "Химия", Москва.

Гинзбург С. А. , (1973), Основы теории и техники сушки пищевых продуктов "Пищевая промышленность", Москва.

Лыков В. А., (1958), Тепло и массообмен в процессах сушки Госэнергоиздат Москва.

Лыков В. М., (1970), Сушка в химической промышленности, издательство „Химия“ Москва.

Лебедев П. Д. (1956), Промышленная теплотехника Государственное энергетическое издательство, Москва - Ленинград.

## Пројектовање машина и опреме за производњу и прераду хране

ID: 0158

носилац предмета: Марковић Д. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: пољопривредно машинство

### циљ

1. Овладавање теоријским основама пројектовања машина, опреме и технолошких линија за производњу и прераду хране; 2. Упознавање са ограничењима и специфичностима линија за производњу и прераду хране; 3. Упознавање са принципима пројектовања машина и опреме за производњу и прераду хране; 4. Стицање практичних вештина у анализи постављеног инжењерског проблема и његовом решавању мултидисциплинарним приступом.

### исход

1) Темељно разумевање технологија производње и прераде хране; 2) Темељна знања из области пројектовања линија за производњу и прераду хране; 3) Анализа и синтеза пројектних решења и овладавање методама оптимизације; 4) Повезивање основних инжењерских знања и постизање синергетског ефекта; 5) Упознавања са развојним тенденцијама у производњи и преради хране; 6) Стицање практичних вештина у пројектовању линија за производњу и прераду хране и могућност примене у пракси.

### садржај теоријске наставе

1) Инжењерство у производњи и преради хране - основни параметри, симболи и стандарди, машине и опрема и њихово повезивање у технолошком процесу; 2) Материјали за прехранбену индустрију и биотехнологију – подела, карактеристике и понашање материјала, структуре материјала, одабир материјала; 3) Транспортни системи и цевоводи, носеће структуре и спојеви; 4) Транспортни путеви у објекту – људи, сировине, нус производи, готови производи, амбалажа, отпади, енергенти, транспортна возила; 5) Материјално – енергетски биланси; 6) Оптимизација опреме и ресурса; 7) Захтеви производње безбедне хране - стандарди и прописи који се односе на машину, опреме и објекте; 8) Пројектна документација – идејни пројекат, главни машински пројекат, остали пројекти од интереса; 9) Удео инжењера у животном циклусу објекта – од идеје до пуштања постројења у рад.

### садржај практичне наставе

#### Семинарски радови

1. Анализа и прорачун капацитета линија за производњу и прераду хране: технолошке линије за производњу и прераду воћа, технолошке линије за производњу и прераду поврћа конзервирањем, технолошке линије за производњу и прераду меса, млека, житарица и семенске робе,...). Дефинисање layout-а машина и опреме, анализа биланса материјала, репроматеријала, енергената и флуида и транспортних путева.

#### Пројекат

Израда идејног решења комплетне технолошке линије за производњу и прераду хране по избору из тема наведених у семинарским радовима.

### услов похађања

## **ресурси**

1. CIGR-HANDBOOK Agricultural Engineering, Agro Processing Engineering, ASAE, USA, 1999.
2. Srivastava K.A., Goering E.C., Rohrbach P.R.: Engineering Principles of Agricultural Machines, ASAE, USA, 1993.
3. Марковић Д.: Писана предавања, Београд, 2007.
4. Угледни пример пројекта.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 20

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 3

преглед и оцена пројекта: 7

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 50

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

## **литература**

Златковић Б. .Технологија прераде и чувања воћа., издавач: Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет 2002.

Moser E.:Verfahrenstechnik Intensivkulturen,Verlag Paul Parey,Univerzitet Hohenhein,2005.,Nemacka

Karel M., Lund D. B., Physical principles of food preservation, Marcel Dekker inc., New York, 2003.

Heldman D. R., Handbook of food engineering, Taylor & Franncis Group, New York, 2007.

М. Вереш., Основи конзервусања намирница, Београд, 2004.

## Пројектовање пољопривредних машина и опреме

ID: 0616

носилац предмета: Марковић Д. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: пољопривредно машинство

### циљ

1. Постизање компетенције и академских сазнања која се односе на пољопривредне машине и опрему. 2. Овладавање специфичним и практичним вештинама за обављање пројектовања пољопривредних машина и опреме. 3. Сазнања да се мултидисциплинарним приступом постижу оптимални резултати у пројектовању пољопривредних машина и опреме.

### исход

1. Овладавање методама и процесима пројектовања. 2. Фундаментална сазнања из теорије пољопривредних машина и опреме. 3. Примена знања као и трансфер нових технологија из области пројектовања и конструисања пољопривредних машина и опреме. 4. Праћење и примена новина и савремених решења.

### садржај теоријске наставе

1. Техничко економски захтеви при пројектовању пољопривредних машина и опреме. 2. Теорија резања при обради земљишта. 3. Силе које делују на плужна тела. Стабилност рада плуга. 4. Основни параметри радних елемената и машина за допунску обраду земљишта. Пројектовање машина са активним радним елементима. Машине са дискосним радним елементима. Концепције култиватора, дрљача и ваљака. Основни параметри и конструкције машина за обављање неколико операција у једном проходу. 5. Особености и пројектовање машина за ђубрење, сетву и сађење. 6. Машине за хемијску заштиту биља и опрема за наводњавање. 7. Пројектовање машина за убирање плодова.

### садржај практичне наставе

1. Вежбања аудиторна: Приказ савремених решења пољопривредних машина за обраду земљишта. Приказ решења машина за ђубрење, сетву, сађење, заштиту биљака и наводњавање. Приказ решења машина за сређивање пољопривредних култура: крмног биља, житарица, коренастих и кртоласти плодова, поврћа и воћа. 2. Израда пројекта: Пројект из области пољопривредних машина и опреме. Одређивање основних параметара. Прорачун, шеме и техничка документација. 3. Израда рачунских задатака: Задатак из пројектовања радне површине плужног тела. Задатак из области апарата за кошење. Задатак из области житног комбајна. 4. Вежбања лабораторијска: Профилисање радне површине плужног тела.

### услов похађања

### ресурси

1. Вељић М.: Технолошки процеси механизоване пољопривреде, МФ, Београд, 1997.
2. Лабораторијска инсталација за профилисање радне површине плужног тела, упутство
3. Вељић М., Писана предавања, Београд, 2008.

4. Вељић, М.: Упутство за израду задатака за пројектовање радне површине плужног тела.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 4

рачунски задаци: 4

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

#### **литература**

Глигорић Р., Механизми пољопривредних машина са решеним задацима, ПФ у Новом Саду, 2005.

Вељић М., Преглед конструкција пољопривредних машина, МФ у Београду, 1992.

Урошевић М., Машине и апарати за примену пестицида, ПФ у Београду, 2001.

Мартинов М., Марковић Д., Машине и оруђа за обраду земљишта, Први део, ФТН, Нови Сад, 2002.

## Пројектовање постројења и процесних и енергетских система

ID: 0796

носилац предмета: Марковић Д. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: пољопривредно машинство

### циљ

Овладавање са знањем неопходним за прорачун и пројектовање постројења и процесних и енергетских система и њихово коришћење. То укључује развој креативних способности и овладавање специфичним практичним вештинама за обављање радних задатака у инжењерској пракси.

### исход

Знања неопходна за пројектовање постројења и процесних и енергетских система и њихову експлоатацију, што укључује примену знања у пракси, решавање конкретних проблема уз коришћење научних метода и поступака и праћење и примена новина у струци.

### садржај теоријске наставе

1.0. Уводне напомене. 2.0. Историјски развој објеката са заштићеним простором: Преглед карактеристичних решења; Основни начини обезбедјења микроклиме; Основни системи за обезбедјење микроклиме; Дефинисање радних услова објеката са заштићеним простором и прорачун; Термотехнички прорачун и дефинисање математичког модела; Дефинисање и израда програма за оптимизацију објеката са заштићеним простором. 3.0. Пројектовање уредјаја и постројења за сушење: Прорачун пнеуматско - добошастих и добошастих сушара; Одређивање конструктивних параметера пнеуматско - добошастих сушара; Конструктивне димензије вишепролазних бубњева; Методе одређивања режима сушења. 4.0. Теорија ветромотора, коефицијент искоришћења енергије ветра: Аеродинамичке карактеристике ветромотора; Системи за регулисање брзине обртања кола и снаге ветромотора и аутоматску оријентацију кола при промени правца брзине ветра; Избор решења и прорачун снаге ветромотора; Основни делови ветроелектрана (постројења). 5.0. Пројектовање енергетских постројења за коришћење биогаса: Принцип конструисања дигестора; Загревање супстрата; Димензионисање цевних грејача; Изолација дигесторске посуде. 6.0. Пројектовање енергетских постројења за коришћење биомасе: Основни принципи енергетске валоризације; Брикетирање; Пелетирање; Когенерација и тригенерација; Концепција решења постројења за високотемпературно сушење струготине. 7.0. Топлотна пумпа: Конекција тла.

### садржај практичне наставе

Практична настава: Семинарски рад се даје из неке од наведених теоријских целина у циљу упознавања студената са постојећим решењима, њиховим карактеристикама и праћења достигнућа у области коју обухвата програм предмета. Лабораторијска вежба: Одређивање брзине лебдења различитих материјала (зависност од врсте, облика, димензија, влажности итд.). Раде се прорачуни у циљу дефинисања и димензионисања карактеристичних решења из неке од теоријских целина. Ради се пројекат са елаборатом зависно од одабране теоријске целине, што представља наставак за израду рачунских задатака. Пројекти обухватају избор концепције постројења и процесних и енергетских

система, прорачун и димензионисање компонената и одговарајуће цртеже.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. Топић М. Радивој, Основе пројектовања, прорачуна и конструисања сушара, Научна књига, Београд, 1989., КПН; 2. Топић М. Радивој, Пројектовање и конструисање пољопривредних постројења (теоријски изводи и лабораторијске вежбе), Машински факултет, 1996., ПРА; 3. Топић М. Радивој, Мартин Богнер, Техника сушења, Завод за издавање и наставна средства Београд, 2002., КПН  
4. Радивоје М. Топић, Пројектовање постројења и процесних и енергетских система, 2009. (штампани материјали за предавање Handouts). Пример урађених пројеката и семинарских радова. Разна упутства и стандарди.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 5

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 4

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 20

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 20

пројекат: 10

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35



## литература

Фатеев М. Е., (1946), Ветродвиатели, Государственное энергетическое издательство, Москва - Ленинград.

Даффи А. Дж., Бекман А. У., (1977), Тепловые процессы с использованием солнечной энергии, МИР, Москва.

Кнап В., Кулишић П., (1985), Нови извори енергије, Соколска књига, Загреб.

Лабудовић Б., (2002), Обновљиви извори енергије, Енергетика маркетинг д.о.о., Соколска 25., Загреб.

КТВЛ - Schrift 273., (1981), Energija aus Landwirtschaftlicher Produktion, Darmstadt.

## Специјалне технике и технологије процеса сушења

ID: 0795

носилац предмета: Марковић Д. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: пољопривредно машинство

### циљ

Добијање основних знања из области специјалних техника и технологија процеса сушења( сушење зрачењем, осмозом, ултразвуком, кондуктивно, сублимационо, у струји високе и супер високе фреквенције итд.), што укључује развој креативних способности и овладавање специфичним практичним вештинама за обављање радних задатака.

### исход

Могућност коришћења стечених знања у решавању проблема из области специјалних техника и технологија процеса сушења, кинетике и динамике процеса сушења, изучавању процеса сушења и пројектовању решења, што укључује примену знања у пракси, решавање конкретних проблема уз коришћење научних метода и поступака и праћење и примена новина у струци.

### садржај теоријске наставе

1.0. Начини издвајања влаге и класификација начина термичког сушења према енергетским карактеристикама. 2.0. Терморацијационо сушење: Терморацијационе сушаре са електричним и гасним загревањем; Терморацијационе сушаре с електричним загревањем; Терморацијационе сушаре са гасом као извором топлоте; Метода топлотног прорачуна терморацијационих сушара. 3.0. Контактано сушење материјала: Контактано сушење материјала грејном површи; Сушаре за контактано сушење; Сушење материјала у течним срединама; Контактано сушење са наглом променом притиска. 4.0. Молекуларно сушење (сушење материјала сублимацијом): Механизам и шема сублимационог сушења материјала; Топлотни прорачун основних апарата сублимационих сушара; Вакуум сушаре. 5.0. Сушење у електричном пољу струје високе и супервисоке фреквенције: Потрошња електричне енергије и утицај влажности и фреквенције електричног поља на интензитет сушења струјом високе фреквенције; Генератори за сушење струјом високе фреквенције и шеме високофреквентних сушара; Комбиновани начини сушења материјала. 6.0. Сушење у акустичном (ултразвучном) пољу. 7.0. Сушење процесом осмозе. 8.0. Карактеристична решења сушара са аспекта конструкције и извора енергије: Соларне покретне сушаре; Комбиноване соларне сушаре; Соларни системи, центри за сушење; Фарма (парк) соларних сушара. 9.0. Испитивање модула покретне, универзалне, еколошке, коморне соларне сушаре за сушење биолошких материјала: Покретна, универзална, еколошка, коморна соларна сушара за сушење биолошких материјала; Опис мерне инсталације; Поступак извођења експеримента и приказ резултата мерења. 10.0. Сушење воћа и поврћа коришћењем соларне енергије: Сушење воћа коришћењем соларне енергије; Сушење поврћа коришћењем соларне енергије; Паковање и ускладиштење осушеног воћа и поврћа.

### садржај практичне наставе

Практична настава:Израда рачунских задатака и семинарских радова из наведених теоријских целина у циљу димензионисања карактеристичних решења из неке од

изучаваних области. Лабораторијска вежба: Изучавање процеса сушења материјала у терморацијационим сушарама. Циљ вежбе је изучавање карактера процеса сушења и добијање криве сушења и криве брзине сушења. Семинарски рад се даје из неке од наведених теоријских целина у циљу упознавања студената са постојећим решењима и њиховим карактеристикама и праћења достигнућа у области.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. Топић М. Радивој, Основе прорачуна, пројектовања и конструисања сушара, Научна књига, Београд 1989., КПН; 2. Топић М. Радивој, Пројектовање и конструисање пољопривредних постројења (теоријски изводи и лабораторијске вежбе), Машински факултет, 1996. 3. Примери урађених рачунских задатака, ПРА; 4. Топић М. Радивој, Богнер Мартин, Техника сушења, Завод за издавање и наставна средства Београд, 2002., КПН. 5. Топић М. Радивој, Специјалне технике и технологије процеса сушења (штампани материјали за предавање, Handouts). Пример урађених пројеката и семинарских радова. Разна упутства и стандарди.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 5

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 3

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 20

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### литература

Лебедев Д. П., Теплообменные сушильные и холодильные установки издательство, Москва - Ленинград.

Лыков В. М., (1970), Сушка в химической промышленности, издательство „Химия“ , Москва.

Лебедев П. Д., (1963), Расчет и проектирование сушильных установок, Государственное энергетическое издательство, Москва - Ленинград.

Лебедев П. Д. Шукин А. А., (1970), Теплоиспользующие установки промышленных предприятий, "Энергия" Москва.

Лыков В. А., (1958), Тепло и массообмен в процессах сушки, Госэнергоиздат, Москва.

## Стручна пракса М - ИБС

ID: 0797

носилац предмета: Марковић Д. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: пољопривредно машинство

### циљ

Практична искуства и боравак студента у амбијенту у коме ће студент реализовати своју професионалну каријеру.

Препознавање основних функција пословног система у домену пројектовања, развоја и производње, као и улоге и задатака машинског инжењера у таквом пословном систему.

### исход

Студент стиче практична искуства о начину организовања и функционисања средина у којима ће примењивати стечена знања у својој будућој професионалној каријери. Студент препознаје моделе комуникације са колегама и токове пословних информација. Студент препознаје основне процесе у пројектовању, производњи, одржавању, у контексту његових будућих професионалних компетенција. Успостављају се лични контакти и познаства која ће моћи да се користе током школовања, или заснивања будућег радног односа.

### садржај теоријске наставе

Odabrana poglavlja kroz praktične sadržaje.

### садржај практичне наставе

Практичан рад подразумева рад у организацијама у којима се обављају различите делатности повезане са машинским инжењерством. Одабир тематске целине и привредне или истраживачке организације спроводи се у консултацији са предметним професором. Начелно студент може обављати праксу у: производним организацијама, пројектним и консултантским организацијама, организацијама које се баве одржавањем машинске опреме, јавним и комуналним предузећима и некој од лабораторија на машинском факултету. Пракса се може обављати и у иностранству. Током праксе студенти морају водити дневник у коме ће уносити опис послова које обављају, закључке и запажања. Након обављене праксе морају направити извештај који ће бранити пред предметним професором. Извештај се предаје у форми семинарског рада.

### услов похађања

### ресурси

Laboratorijska, fabrike i IT oprema

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 0

разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 46

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 70

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

**литература**

Марковић Д.: Транспорт у пољопривреди, МФ, Београд, 1997.

## Технологије прераде пољопривредних производа

ID: 0600

носилац предмета: Марковић Д. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација семинарског рада

катедра: пољопривредно машинство

### циљ

1. Студент треба да савлада основе процеса прераде пољопривредних производа (воћа, поврћа, анималних производа и житарица).
2. Упознавање са ограничењима и специфичностима линија за производњу и прераду хране.
3. Упознавање са технологијама припремних процеса прераде пољопривредних производа (чишћење, прање, калибрација и колор сортирање).
4. Овладавање начинима моделирања процеса и оптимизације поступака конзервисања намирница применом високих и ниских температура.
5. Стицање знања о поступцима и уређајима за стерилизацију и пастеризацију прехранбених производа.
6. Стицање знања о поступцима и уређајима за расхлађивање и смрзавање воћа и поврћа.
7. Упознавање са технологијом хлађења воћа и поврћа.
8. Упознавање са технолошким поступцима за замрзавање и складиштења воћа и поврћа.
9. Упознавање са поступцима и уређајима за дефрострацију прехранбеног производа.

### исход

По завршетку курса студенти ће бити у стању да правилно пројектују линије за производњу одређених врста производа. Да оспособи студента за истраживање у области припреме и конзервисања хране применом високих и ниских температура. Пројектовање технолошких процеса чишћења, прања, калибрације, колор сортирања, термичке обраде свежег производа (бланширање), термичке обраде готовог прехранбеног производа (пастеризација, стерилизација), расхлађивања, смрзавања и складиштења производа. Познавање промена које могу угрозити квалитет пољопривредних производа у хладњачи. Примену мера за спречавање оштећења воћа и поврћа у току чувања у хладњачи. Познавање и примену међународних стандарда о квалитету смрзнутог прехранбеног производа.

### садржај теоријске наставе

Уводна разматрања. Основи технологије прераде анималних производа. Основи припремних процеса прераде воћа, поврћа и житарица. Прање, чишћење и калибрација свежег воћа и поврћа. Колор сортирање свежег и замрзнутог производа. Основи конзервисања воћа, поврћа и готових прехранбених производа применом високих и ниских температура. Термичка обрада свежег производа (бланширање). Термичка обрада готовог прехранбеног производа (пастеризација и стерилизација). Технологије хлађења и складиштења анималних производа. Технологија хлађења и складиштења воћа и поврћа. Конзервисање смрзавањем. Технологија смрзавања пољопривредних производа. Утицаји брзине смрзавања на квалитет смрзнутог производа. Промене које настају при смрзавању производа. Концепција и модели хладњача, топлотна изолација, расхладни флуиди, поступци за постизање ниских температура, складиштење, одржавање задатих режима, транспорт охлађеног и смрзнутог воћа и поврћа. Дефрострација.

## садржај практичне наставе

### Семинарски радови

- 1.Анализа технологија за производњу и прераду воћа,
- 2.Анализа технологија за производњу и прераду поврћа,
- 3.Анализа технологија за производњу и прераду житарица и семенске робе,
- 4.Анализа технологија, машина и опреме за производњу и прераду меса и млечних производа.

### услов похађања

### ресурси

1. Марковић Д.: Писана предавања, Београд, 2007.
2. M. Karel., D. B. Lund.: Physical principles of food preservation; Marcel Dekker Inc; New York, 2003.
3. D. R. Heldman.; D. B. Lund.: Handbook of food engineering; Taylor & Francis Group; New York, 2007.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 4

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0



семинарски рад: 20

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

### литература

Миодраг А. Јанковић.: “Технологија хлађења”, издавач: Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет 2002. године

Бранислав П. Златковић .: “Технологија прераде и чувања воћа”, издавач: Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет 2002. године

Сава Вујић .: “Расхладни уређаји”, издавач: Машински факултет, Универзитет у Београду, 1996.

М. Вереш.: Основи конзервасања намирница, Београд; 2004.

Thompson, A. K., Fruit and Vegetables: Harvesting, Handling and Storage, Blackwell Pub, 2003.

## Технолошки процеси у агрокомплексу

ID: 0560

носилац предмета: Марковић Д. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: пољопривредно машинство

### циљ

1. Добијање знања кроз мултидисциплинарни приступ, да се може рационално разматрати, оптимизирати технолошки процеси. 2. Овладавање процесима у пољопривредној производњи кроз познавање врсте и стања земљишта и пољопривредних материјала. 3. Стицање практичних вештина за рад у области нових технологија у пољопривреди и код пољопривредних машина.

### исход

1. Могућност анализе и предвиђања оптималних решења пољопривредних технологија. 2. Овладавање методима за примену пољопривредних технологија у оквиру решења пољопривредних машина. 3. Примена знања кроз набавку и експлоатацију пољопривредних машина. 4. Могућности комуницирања са корисницима и произвођачима. 5. Повезивање области агрономије и машинства.

### садржај теоријске наставе

1. Специфичности пољопривредне производње. Зависност технологија од спољних утицаја. Планирање извођења одређених операција. Погонске машине у оквиру пољопривредних технологија. 2. Земљиште. Механичко физичка својства, влажност, сабијеност и трење земљишта о радне површине. Обрада земљишта. Захтеви. Основна и допунска обрада. 3. Ђубрење земљишта. Основне технологије ђубрења, примена вештачког и стајског ђубрива. 4. Сетва и сађење. Технолошки процеси и решења сетве и сађења. Агротехнички захтеви. 5. Наводњавање и хемијска заштита. Технолошки системи у процесу наводњавања. Потребне за наводњавањем. Основе и различитости хемијске заштите. Технолошко технички системи за хемијску заштиту. 6. Сређивање гајених биљака. Принципи сређивања гајених биљака, убирање и сушење крмног биља. Технолошко технички процеси при убирању житарица. Технолошка шема житних комбајна. Технологија убирања коренастих и кртоласти плодова. Убирање воћа. Технолошки и технички системи за сређивање поврћа.

### садржај практичне наставе

1. Вежбања аудиторна: Приказ одређивања влажности пољопривредних материјала-земљишта, биљака и плодова. Технолошке карте - израда. Утврђивање критеријума за избор агротехничких захтева. Приказ технолошко техничких система за обраду земљишта, ђубрење, сетву, сађење, наводњавање и сређивање пољопривредних култура. 2. Вежбања лабораториска: Одређивање коефицијента трења земљишта о радне површине пољопривредних машина. 3. Израда семинарског рада: Семинарски рад је из области обраде земљишта, ђубрења, наводњавања, сетве и сађења и сређивања пољопривредних култура. Консултације 4. Консултације се користе да упуте студенте у изради семинарског рада, да се студенту помогне у избору литературе и за друге консултације у вези наставе.

### услов похађања

## ресурси

1. М. Вељић, Технолошки процеси у механизованој пољопривреди, МФ Београд, 1997.
2. Утврђивање коефицијента трења, упутство.
3. Предавања у електронском облику.
4. Упутства са израду семинарског рада.
5. Угледни примерак семинарског рада.

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 8

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 2

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 6

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

## литература

Живковић Д., Пољопривредне технологије, ВТШ Зрењанин, Зрењанин 2003.  
Константиновић Ј., Обрада земљишта у ратарству, Институт за ратарство Нови Сад, 1997.  
Тешић М., Принцип рада машина за жетву травнатих материјала, ФТН Нови Сад, 1984.  
Група аутора, Савремена пољопривредна техника у биљној производњи, монографија,  
ПФ у Београду, 1997.

## Трактори и самоходне пољопривредне машине

ID: 0298

носилац предмета: Марковић Д. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: пољопривредно машинство

### циљ

1. Овладавање теоријским основама погонских машина-трактори и самоходних пољопривредних машина-комбајни; 2. Концепције и конструкције пољопривредних трактора, мотокултиватора и самоходних шасија; 3. Трансмисија и системи за прикључивање радних машина и агрегата; 4. Концепције истовременог преноса снаге преко погонских точкова и прикључних вратила, енергетски биланс; 5. Теорија рада, концепције и конструкције комбајна, прорачуни погона покретног дела и технолошких уређаја комбајна.

### исход

1) Темелна знања из области теорије рада, концепција и конструкција погонских машина-трактори, мотокултиватори и самоходне шасије и универзалних самоходних комбајна; 2) Анализа механичких, хидростатичких и комбинованих трансмисија пољопривредних трактора, самоходних шасија и универзалних самоходних комбајна; 3) Примена рачунара у прорачунима погона и технолошких уређаја; 4) Повезивање основних инжењерских знања и постизање синергетског ефекта; 5) Стицање практичних вештина и примена у пракси.

### садржај теоријске наставе

1. Уводна разматрања, теорија рада, концепције и конструкције погонских машина-пољопривредни трактори, мотокултиватори и самоходне шасије; 2. Концепције трансмисија и енергетски биланс истовременог преноса снаге преко погонских точкова и прикључних вратила; 3. Концепције, уређаји и системи за прикључивање и формирање агрегата трактор-радне пољопривредне машине; 4. Конструкције и теорија рада универзалних самоходних комбајна; 5. Прорачуни технолошких уређаја комбајна; 6. Концепције погона покретног дела, хидростатички пренос снаге, избор компоненти и прорачун хидростатичког погона покретног дела и технолошких уређаја комбајна.

### садржај практичне наставе

Лабораторијска вежбања:

1. Практично упознавање са техничким решењима склопова трактора, мотокултиватора и самоходних шасија;

2. Практично упознавање са техничким решењима склопова и технолошким уређајима комбајна.

Рачунски задаци:

1. Израда рачунских задатака применом рачунара и савремених софтверских пакета из области трактора;

2. Израда рачунских задатака применом рачунара и савремених софтверских пакета из области универзалних самоходних комбајна.

Израда пројекта:

1. Идејни пројект из области трактора и самоходних погонских шасија;

2. Идејни пројект из области универзалних самоходних комбајна.

## услов похађања

### ресурси

- 1.Новаковић Вл.:Пољопривредне машине 1, МФ, Београд;
- 2.Марковић Д.:Пољопривредни трактори, писана предавања, МФ, Београд, 2006.;
- 3.Стандарди и прописи за тракторе и универзалне самоходне комбајне.
- 4.Трактори и самоходне пољопривредне машине-handouts.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

#### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 20

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 7

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 40

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

### литература

- Мартинов М., Мој трактор, Рес траде, Нови Сад 2007.  
Живановић З., Јанићијевић Н., Аутоматске трансмисије моторних возила, Београд, 2000.  
Мартинов М., Марковић Д.: Машине и оруђа за обраду земљишта, први део, ФТН, 2002.;  
Глигорић Р., Механизми пољопривредних машина-са решеним задацима, ПФ у Новом Саду, 2005.  
Веселинов Б., Мартнов М., Бојић С., Машине за биосистеме 1, практикум, ФТН Нови Сад, 2009.

## Управљање безбедношћу и квалитетом хране

ID: 0596

носилац предмета: Марковић Д. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: пољопривредно машинство

### циљ

1. Предмет треба да омогући студенту стицање знања о појму сертификације и њеног значаја за тржиште, заштите животне средине и добре пољопривредне праксе, а све у функцији сертификације.
2. Упознавање са основним поступком за добијање сертификата, тока сертификације, учесника, њихових права и обавеза, општим принципима свих стандарда који се односе на прехранбене производе и индустријску прераду прехранбених производа као и упознавање са институцијама и организацијама која се баве безбедношћу хране у Србији и свету.
3. Предмет треба да омогући студенту стицање знања/разумевања савременог приступа и принципа управљања квалитетом, организације функције управљања квалитетом, специфичних метода управљања и контролисања квалитета, нових пословних стратегија, нових система и конкретних активности управљања квалитетом.
4. Упознавање са новим трендовима у производњи хране.

### исход

1. Фундаментална знања о појму сертификације и њене улоге на тржишту прехранбених производа, заштите животне средине и добре пољопривредне праксе а све у функцији сертификације.
2. Студент треба да буде оспособљен за повезивање основних инжењерских знања са развојним тенденцијама у производњи и преради хране заједно са применом прописа и стандарда.
3. Стицање вештина увођења, доследне примене и систематског унапређења савремених, ефикасних и ефективних, система управљања квалитетом.

### садржај теоријске наставе

Уводна разматрања. Предуслови управљања безбедношћу прехранбених производа. Појам стандардизације. Принципи и предности стандардизације. Прописи и стандарди који се примењују у примарној пољопривреди и прехранбеној индустрији. Систем управљања квалитетом у производњи хране. Квалитет прехранбених производа. Преглед институција и организација које се баве безбедношћу хране у Србији и свету. Нови трендови у производњи хране. Заштита животне средине.

### садржај практичне наставе

Практична настава у комбинацији са интерактивном наставом одржаваће се у области савремених система управљања квалитетом пословања компанија прехранбене индустрије и управљања безбедношћу и квалитетом производа (хране). Начин акредитација лабораторија и увођење стандарда у контролу производних токова. Предвиђена су два колоквијума и семинарски рад.

### услов похађања



## **ресурси**

1. Марковић Д.: Писана предавања, Београд, 2007.
2. Ђекић, И., (2009) Управљање заштитом животне средине у производњи хране. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
3. D. R. Heldman.; D. B. Lund.: Handbook of food engineering; Taylor & Franncis Group; New York, 2007.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 4

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

## **литература**

Грујић, Р., Радовановић, Р. (2007): Управљање квалитетом и безбедношћу у производњи хране. Универзитет у Бањој Луци, Технолошки факултет (РС/БиХ)

Радовановић, Р., Рајковић, А. (2009): Управљање безбедношћу у процесима производње хране. Универзитетски уџбеник. Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет  
Carol Wallace, William Sperber, Sara E. Mortimore: Food Safety for the 21st Century, ,UK, 2011.

Ђекић, И., (2009) Управљање заштитом животне средине у производњи хране.

Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Грујић, Р. и сар. : Квалитет и анализа намирница, Технолошки факултет у Б.Луци, РС/БиХ. 2001

## **ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО**

Алати за обликовање лима  
Аутоматизација производње  
Експертни системи  
Индустријски роботи  
Интелигентни технолошки системи  
Компјутерска симулација у аутоматизацији производње  
Компјутерско управљање и надзор у аутоматизацији производње  
Машине алатке и роботи нове генерације  
Машине алатке М  
Менаџмент квалитетом  
Методе одлучивања  
Мехатронски системи  
Микро обрада и карактеризација  
Нове технологије  
Нумерички управљане мерне машине  
Основе микро - нано инжењерства  
Производни информациони системи  
Пројектовање обрадних система  
Рачунарски интегрисани системи и технологије  
Систем квалитета и интегрисани менаџмент системи  
Стручна пракса М - ПРО  
Технологија монтаже

## Алати за обликовање лима

ID: 0322

носилац предмета: Тановић М. Љубодраг

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: производно машинство

### циљ

СТИЦАЊЕ ТЕОРИЈСКИХ И ПРАКТИЧНИХ ЗНАЊА У ОБЛАСТИ ПРОЈЕКТОВАЊА, ПРОРАЧУНА И КОНСТРУКЦИЈЕ АЛАТА ЗА ОБЛИКОВАЊЕ ЛИМА ПРОСЕЦАЊЕМ, ПРОБИЈАЊЕМ, САВИЈАЊЕМ, ИЗВЛАЧЕЊЕМ КАО И ЊИХОВОМ КОМБИНАЦИЈОМ. Инжењерима даје основе за сагледавање значаја тимског рада и сарадње у домену пројектовања базираном на савременим технологијама и оптималном решењу.

### исход

1. Фундаментална знања у области алата за обликовање лима.
2. Овладавање приступом у процесу пројектовања.
3. Темелно познавање и разумевање процеса.
4. Основна практична искуства у реализацији алата у индустрији (пракси).

### садржај теоријске наставе

Математичка теорија пластичности и физика пластичног деформисања чврстих тела (хипотезе, модели чврстих тела).

Механизам пластичног деформисања.

Механика непрекидних средина.

Еластично враћање лима.

Деформациона сила и рад при обради: просецањем, пробијањем, савијањем и извлачењем.

Одређивање силе држача лима. Одређивање силе пресе. Дефинисање центра притиска алата.

Одређивање мера припремка за делове који се израђују савијањем и извлачењем.

Одређивање редоследа и броја операција. Конструкцијске карактеристике радних елемената алата.

### садржај практичне наставе

Лабораторијска вежбања на којима се студент упознаје са практичним реализованим алатима за обликовање лима.

Израда пројекта за конкретан израдак из праксе. Алати за израду делова нормалне тачности. Једнооперацијски, вишеоперацијски, комбиновани алати. Алати за израду ребара за обликовање сужавањем и проширивањем. Проширивање отвора са извлачењем руба.

Посета фабрици и упознавање студента са технолошким процесом израде алата.

Упознавање студената са препорукама из праксе везаним за пројектовање алата.

### услов похађања

### ресурси

- 1, Типизирана кућишта, Стандардни елементи алата, Елементи алата за обраду лима,

Лабораторија за ФТС, обрадне процесе и алате ,ЛПС

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 2

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 14

консултације: 4

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 6

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

#### **литература**

Јовичић М., Тановић Љ., АЛАТИ И ПРИБОРИ-Прорачуни и конструкције алата за израду делова од лима, Машински факултет, Београд, 2007, КПН

## Аутоматизација производње

ID: 0785

носилац предмета: Јаковљевић Б. Живана

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: производно машинство

### циљ

Циљ предмета је да студенти стекну потребна знања из примене, пројектовања и имплементације савремене аутоматизације производње, да овладају вештинама за решавање практичних проблема аутоматизације уз примену компјутерских, информационих, управљачких, производних и других технологија и одговарајућих научних метода.

### исход

Студент разуме принципе савремене аутоматизације производње; развија критички приступ социјалним, економским, производним и другим ефектима увођења аутоматизације; повезује знања из сродних предмета у циљу њихове примене у аутоматизацији; овладава научним методама анализе, синтезе, пројектовања и увођења система аутоматизације производње; оспособљен је за решавање практичних проблема и примену компјутерских технологија и савремених система управљања у аутоматизацији.

### садржај теоријске наставе

1. Увод у аутоматизацију: дефиниција аутоматизације; улога аутоматизације у производњи; врсте аутоматизације производње; фиксна, флексибилна, програмабилна, интелигентна аутоматизација; разлози за увођење и фактори против увођења аутоматизације
2. Бројни системи: адитивни бројни системи; позициони бројни системи (децимални, бинарни, октални, хексадецимални); конверзија бројева између позиционих бројних система
3. Кодови и кодирање: бинарно децимални код; конверзија бројева између бинарно децималног кода и бинарног бројног система; Грејов код; алфанумерички кодови.
4. Прекидачка алгебра: аксиоме Булове алгебре; основне операције прекидачке алгебре; основне теореме прекидачке алгебре; логичке функције; савршене нормалне форме логичких функција; минимизација логичких функција
5. Технологије и компоненте за техничку реализацију управљања у аутоматизацији производње: структура управљања; подсистеми за прикупљање информација, процесирање информација и извршавање команди; пнеуматска и електропнеуматска реализација; сензори, актуатори, логички и меморијски елементи.
6. Комбинациони и секвенцијални аутомати: дефиниције, модели, анализа и синтеза; пнеуматска и електро-пнеуматска реализација.
7. Програмабилни логички контролери: функције, хардвер, софтвер, узлазно-излазни модули; програмски језици и програмирање у складу са IEC 61131-3.
8. Примери савремене аутоматизације производње.

### садржај практичне наставе

1. Аудиторне вежбе: Задаци из пројектовања примера аутоматизације са анализом и синтезом система управљања, програмирањем програмабилних контролера и израдом

шеме управљања.

2. Лабораторијске вежбе:

ПЛ1 Директно и индиректно управљање радом пнеуматских цилиндара

ПЛ2 Анализа комбинационог коначног аутомата пнеуматски реализованог на лабораторијском столу

ПЛ3 Синтеза комбинационог коначног аутомата и пнеуматска реализација на лабораторијском столу

ПЛ4 Електро-пнеуматска реализација комбинационог коначног аутомата са управљањем помоћу програмабилног логичког контролера – реализација на лабораторијском столу

ПЛ5 Синтеза секвенцијалног коначног аутомата директне реакције са електро-пнеуматском реализацијом и управљањем помоћу програмабилног логичког контролера – реализација на лабораторијском столу

ПЛ6 Синтеза секвенцијалног коначног аутомата директне реакције са електро-пнеуматском реализацијом и управљањем помоћу програмабилног логичког контролера уз примену тајмера и бројача – реализација на лабораторијском столу

3. Семинарски рад: пројектовање примера аутоматизације са синтезом система управљања, програмирањем програмабилних контролера и израдом шеме управљања.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. Зарић, С., Аутоматизација производње, Машински факултет у Београду, 1990
2. Пилиповић, М., Аутоматизација производних процеса: Лабораторија, Машински факултет у Београду, 2006
3. Јаковљевић, Ж., Аутоматизација производње - Изводи са предавања, Машински факултет у Београду, 2014
4. Лабораторијски сто са пнеуматским, електро-пнеуматским и електричним компонентама и програмабилним контролерима, Лабораторија за аутоматизацију производних процеса
5. Електро-пнеуматски модулари роботи типа "узми и остави" са програмабилним контролером, Лабораторија за аутоматизацију производних процеса
6. Рачунари за програмирање, Лабораторија за аутоматизацију производних процеса
7. Софтвер за програмирање програмабилних контролера, Лабораторија за аутоматизацију производних процеса
8. Комуникациона мрежа компјутера и програмабилних контролера, Лабораторија за аутоматизацију производних процеса

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 12

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 6

пројекат: 0

консултације: 2  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4  
преглед и оцена семинарских радова: 2  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 4  
завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 30  
лабораторијска вежбања: 10  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 15  
пројекат: 0  
завршни испит: 40  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

#### **литература**

Groover, M., P., Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing, ISBN: 0132393212, Prentice Hall, 2007  
Holdsworth, B., Woods, C., Digital Logic Design, ISBN: 9780750645829, Newnes, 2002  
Tinder R., F., Engineering Digital Design, ISBN: 0126912955, Academic Press, 2000  
John, K. H., Tiegelkamp, M., IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems, ISBN: 3-540-67752-6, Springer-Verlag, 2001  
Лазих, Б. Ж., Основи рачунарске технике, ISBN: 86-7466-234-X, Академска мисао, Београд, 2006



## Експертни системи

ID: 0217

носилац предмета: Мајсторовић Д. Видосав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: производно машинство

### циљ

1. Генерисање нових знања из области нових генерација софтвер производа за решавање различитих инжењерских проблема у области производног инжењерства.
2. Студенти треба да буду снабдевен новим знањима и вештинама о:
  - основним појмовима, развоју и моделима експертних система, које је могуће применити у производном инжењерству,
  - истраживањима у области ЕС-а,
  - даљем развоју ЕС.

### исход

После завршетка наставног процеса студент ће имати неопходна знања за разумевање, решавање и моделирање проблема помоћу ЕС у технолошким системима. Знања из овог предмета ће такође студенту омогућити да ефикасно разуме инжењерске проблеме и њихово моделирање савременим софтверским алатима

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава се изводи у 10 целина:

1. Развој концепта вештачке интелигенције (ВИ). Појам експертног система (ЕС). Место и улога ЕС у ВИ.
2. Инжењерски проблеми (пројектовање, планирање, управљање) и њихово моделирање ЕС.
3. Генерације развоја ЕС. Основна структура ЕС. Етапе пројектовања и развоја ЕС.
4. Знање и његове врсте. Модели базе знања. Велике базе знања.
5. Примери представљања знања у ЕС.
6. Модели линија резоновања. Модели закључивања. Модели корисничких interface ЕС.
7. Shell ЕС. Програмирање и програмски језици за ЕС. Учење и модели учења.
8. Изабрани примери примене ЕС у инжењерству. ЕС за планирање одржавања (EXMAS).
9. ЕС за планирање инспекције на НУММ (EXINS).
10. Интелигентни пословни системи. Даљи развој ЕС.

### садржај практичне наставе

Практична настава:

1. Пројекат ЕС за конкретан инжењерски проблем из области инжењерства. Пројекта ће се реализовати кроз следеће фазе: Анализа и моделирање инжењерског проблема за ЕС; развој и тестирање базе знања; развој и тестирање линије резоновања и модела закључивања; тестирање експерименталног модела.
2. ЕС у пракси - дискусије и радионице. Тежиште овог дела вежбања је да студенти сами закључе - како прићи инжењерској примени ЕС. То ће се реализовати кроз анализу и синтези случајева стања примене ЕС за решавање различитих инжењерских проблема.

### услов похађања

## ресурси

1. Предавања за сваку лекцију у електронској форми (handouts).
2. Упутство за израду Пројекта.
3. Уџбеник Експертни системи (у припреми).
4. Сајт предмета који поред материјала под 1 и 2 садржи и библиографију референтних књига и часописа из ове области и линкове са адресама.
5. Техничка база предмета - Лабораторија за Производну метрологију и TQM која има потребну опрему и лиценциран софтвер за вежбања из овог предмета.

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 36

## литература

Предавања за сваку лекцију у електронској форми (handouts).

Упутство за израду Пројекта.

Уџбеник Експертни системи (у припреми).

Сајт предмета који поред материјала под 1 и 2 садржи и библиографију референтних књига и часописа из ове области и линкове са адресама.

Техничка база предмета - Лабораторија за Производну метрологију и TQM која има потребну опрему и лиценциран софтвер за вежбања из овог предмета.

## Индустријски работи

ID: 0290

носилац предмета: Милутиновић С. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: производно машинство

### циљ

Стицање:

- фундаменталних знања о индустријским роботима (изучавање основних подсистема, функција, варијанти функционисања и реализација),
- потребних знања за пројектовање робота,
- потребних знања за пројектовање роботизованих радних места,
- знања за програмирање робота и
- способности за даље бављење овом дисциплином.

### исход

- Фундаментална знања о роботима и актуелним проблемима у пројектовању, градњи и примени.
- Знања за пројектовање робота.
- Способност за сагледавање значаја примене робота (утицај на производност, флексибилност, квалитет производа и хуманизацију рада).
- Знање и вештине за увођење робота у погон/фабрику.
- Практична искуства у програмирању робота

### садржај теоријске наставе

Ново градиво:

1. Дефиниције, функционална структура робота са описом подсистема, класификација.
2. Кинематика робота: просторни описи и трансформације, директни и инверзни кинематички проблем.
3. Управљање роботима. Структура управљачког система. Управљање једним зглобом (погонски и мерни системи и преносници). Типови управљања ( РТР и СР).
4. Сензори, унутрашњи и спољашњи. Енд-ефектори, хватачи и алати.
5. Програмирање робота, методе. Програмски језици за роботе.
6. Примена робота. Лејаути ћелија са роботом и анализа циклусног времена. Манипулациони и процесни задаци, монтажа, техноекономска анализа.

Разрада новог градива:

1. Механичка структура робота – манипулатор.
2. Опис оријентације. Алгоритам придруживања координатних система сегментима. Јакобијан.
3. Системи препознавања.

### садржај практичне наставе

Практична настава:

1. Пет аудиторних вежби: Кинематика манипулатора. Анализа погонских система, мерних система и преносника. Енд-ефектори. Програмирање робота. Примена робота.
2. Четири вежбе израде рачунских задатака: Просторни односи и трансформације, кинематика робота и анализа циклусног времена. Подела три домаћа рачунска задатка из ових области.

3. Три лабораторијске вежбе: Кинематичка (механичка) структура робота – манипулатор. Погонски системи, мерни системи и преносници. Програмирање робота.
4. Семинарски рад: кинематика робота, програмирање, анализа циклусног времена.

#### **услов похађања**

#### **ресурси**

1. Д. Милутиновић, ИНДУСТРИЈСКИ РОБОТИ, Машински факултет Београд (уџбеник у припреми, рукописи који се деле на предавањима су део овог уџбеника), 2011.
2. Предавања за сваку лекцију (handouts).
3. Упутство за израду задатака, лаб. вежбања и семинарског рада.
4. Сајт предмета који садржи и списак референтних књига и часописа и адресе произвођача робота и институција (IFR, RIA, JARA, CIRP).
5. Craig J.J. (1989) Introduction to Robotics: Mechanics and Control, Addison Wesley.
6. Sciavicco L., Siciliano B., (2005) Modelling and Control of Robot Manipulators, Springer.
7. База предмета - Лабораторија за индустријску роботiku и вештачку интелигенцију са 4 индустријска робота, лиценцираним језиком за роботе PASRO и софтвером за симулацију и програмирање WORKSPACE 5 и училима.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 13

лабораторијске вежбе: 8

рачунски задаци: 8

семинарски рад: 1

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 3

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 1

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Niku S.B. (2001) Introduction to Robotics: Analysis, Systems, Applications, Prentice Hall.

Fu K.S., Gonzales R.C., Lee C.S.G. (1987) Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence, McGraw-Hill, New York.

Groover P.M., Weiss M., Nagel R.N., Odrey N.G. (1986) Industrial Robotics: Technology, Programming and Applications, McGraw-Hill, New York.

Tsai L.-W. (1999) Robot Analysis: The Mechanics of Serial and Parallel Manipulators, Wiley, New York.

Pires M.J. (2007) Industrial Robot Programming, Springer.

## **Интелигентни технолошки системи**

**ID:** 0131

**носилац предмета:** Миљковић Ђ. Зоран

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 6

**облик завршног испита:** презентација пројекта

**катедра:** производно машинство

### **циљ**

Циљ је да студенти развију способност за концепцијско пројектовање и имплементацију интелигентних технолошких система и процеса, коришћењем теорије пројектовања, машинског учења и еволутивности, базираних на парадигмама вештачке интелигенције. Упознавањем структуре интелигентног технолошког система која је заснована на мултиагентској методологији (агенти: робот, машина алатка, машинско учење, планирање технолошког процеса, оптимизација, софтвер, итд.), уз коришћење лабораторијске опреме попут реконфигурабилних мобилних робота са сензорима и лабораторијског модела пројектованог технолошког система, као и симулације применом специјализованих софтверских алата, овладаће знањима неопходним за даљи развој нових производних технологија.

### **исход**

Имплементација развијених софтверских алата за моделирање и анализу интелигентних технолошких система и процеса. Самосталан избор метода базираних на примени вештачких неуронских мрежа и осталих computational intelligence техника у функцији пројектовања и остварења интелигентног понашања аутономног мобилног робота у интеракцији са технолошким окружењем, као и терминирања производно-технолошких ентитета. Напредно коришћење софтвера за симулацију, уз анализу и презентацију добијених експерименталних резултата. Разумевање интеракције софтверских и хардверских подсистема аутономног мобилног робота кроз реконфигурисање и напредно програмирање у Matlab окружењу. Способност за тимски рад.

### **садржај теоријске наставе**

Увод у интелигентне системе базирани на знању и машинском учењу. Модел машинског учења; дедукција, индукција и аналогија. Машинско учење као основа интелигентних система и процеса. Вештачка интелигенција - основне парадигме; дрво одлучивања, вештачке неуронске мреже, генетички алгоритми, разумевање-учење из искуства, итд. Еволутивност и интелигентни системи базирани на мултиагентској методологији. Аутономност агената; основни појмови и значај. Аутономни мобилни роботи; кључне когнитивне способности мобилних робота укључујући перцепцију, избегавање препрека, антиципацију, планирање путање, комплексну координацију мотора, разумевања понашања других агената, итд. Оцењивање положаја мобилног робота и карактеристичних објеката у технолошком окружењу. Теорија пројектовања и развој интелигентних технолошких система. Терминирање производно-технолошких ентитета. Софтверски алати за моделирање и анализу интелигентних технолошких система. Концепцијско пројектовање типских конфигурација lay-out\_а флексибилног технолошког система (ФТС). Примери развијених интелигентних технолошких система (ИТС).

### **садржај практичне наставе**

Моделирање и анализа интелигентних технолошких система и процеса (лабораторијски рад). Примери примене развијених интелигентних система (лабораторијски рад). Архитектуре софтвера за машинско учење интелигентних система. Софтвери за симулацију вештачких неуронских мрежа (лабораторијски рад). Интелигентно понашање агената технолошког система базирано на емпиријском алгоритму управљања. Архитектура укључивања нивоа компетенције интелигентног роботског система (пројектовање интелигентног понашања аутономног мобилног робота у интеракцији са детектованим објектима - програмирање у Matlab окружењу). Оптимизација планова терминирања коришћењем генетичких алгоритама (програмирање у Matlab окружењу). Софтверски алати за концепцијско пројектовање layout\_a флексибилног технолошког система. Израда пројекта (унутрашњи транспорт материјала; интелигентно управљање аутономног мобилног робота; терминирање транспортних средстава).

### услов похађања

### ресурси

- (1) З.Миљковић, Д.Александрић, ВЕШТАЧКЕ НЕУРОНСКЕ МРЕЖЕ – збирка решених задатака са изводима из теорије, Машински факултет, Београд, 2009, 18.1
- (2) Калајџић, М., (редактор), Тановић, Љ., Бабић, Б., Главоњић, М., Миљковић, З., Пузовић, Р., и др., ТЕХНОЛОГИЈА ОБРАДЕ РЕЗАЊЕМ (VII издање), Приручник – помоћни уџбеник, Машински факултет, Београд, 2012. 18.1
- (3) З.Миљковић, Системи вештачких неуронских мрежа у производним технологијама, Серија монографских дела Интелигентни технолошки системи, Књига 8, Машински факултет, Београд, 2003, 18.1
- (4) З.Миљковић, Изводи са предавања и вежби, Машински факултет, Београд, 2012, 18.1
- (5) З.Миљковић, "Moodle" софтвер у оквиру електронске учионице Машинског факултета за учење на даљину (<http://147.91.26.15/moodle/>), Машински факултет, Београд, 2012, 18.13
- (6) З.Миљковић, Званична Интернет страна предмета ИТС (<http://cent.mas.bg.ac.rs/>), Машински факултет, Београд, 2012, 18.13
- (7) Б.Бабић, FLEXY–Интелигентни експерт систем за пројектовање ФТС, Серија монографских дела Интелигентни технолошки системи, Књига 5, Машински факултет, Београд, 1994, 18.1
- (8) Лабораторијски прототипови мобилних робота (Khepera II мобилни робот са хватачем и камером; LEGO Mindstorm NXT комплет реконфигурабилног мобилног робота са сензорима), Лабораторија CeNT, Машински факултет у Београду, 18.12
- (9) Лабораторијски модел пројектованог технолошког система (учило), Лабораторија CeNT, Машински факултет у Београду, 18.12
- (10) Софтверски пакети (BPnet, ART Simulator, Matlab, AnyLogic, TRIZ, Flexy), Лабораторија CeNT, Машински факултет у Београду, 18.13

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0



лабораторијске вежбе: 15  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 15  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 4  
колоквијум са оцењивањем: 2  
тест са оцењивањем: 4  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 15  
тест/колоквијум: 20  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 35  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

R.Siegwart,I.R.Nourbakhsh,D.Scaramuzza, INTRODUCTION TO AUTONOMOUS MOBILE ROBOTS, 2nd Edition, The MIT Press, 2011.; R.Siegwart,I.R.Nourbakhsh, INTR. TO AUTONOMOUS MOBILE ROBOTS, The MIT Press, 2004.  
J.Banks,J.S.Carson,B.L.Nelson,D.M.Nicol, DISCRETE EVENT SYSTEM SIMULATION, 4th Edition, Pearson Education International Series, 2005.  
N.P.Suh, AXIOMATIC DESIGN - ADVANCES AND APPLICATIONS. New York.:Oxford University Press, 2001.; N.P.Suh, THE PRINCIPLES OF DESIGN, Oxford University Press, 1990.  
E. Alpaydin, (2010) INTRODUCTION TO MACHINE LEARNING, 2nd Edition, The MIT Press, Cambridge, England.; E. Alpaydin, (2004) INTRODUCTION TO MACHINE LEARNING, The MIT Press, Cambridge, England.  
R.R.Murphy, INTRODUCTION TO AI ROBOTICS, The MIT Press, 2000.

## Компјутерска симулација у аутоматизацији производње

ID: 0722

носилац предмета: Јаковљевић Б. Живана

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: производно машинство

### циљ

Циљ предмета је да студенти стекну знања и вештине које су потребне за решавање практичних проблема аутоматизације производње уз примену компјутерске симулације; да овладају методама моделирања и креирања компјутерске симулације у аутоматизацији; да се упознају са систематским приступом креирању пројекта компјутерске симулације у аутоматизацији производње; да развију критички приступ ефектима примене компјутерске симулације у аутоматизацији; да се упознају са улогом и местом компјутерске симулације у оквиру дигиталне фабрике

### исход

Овладавање савременим методама за изградњу концептуалног модела континуалне и симулације дискретних догађаја у аутоматизацији производње; стицање знања и вештина потребних за креирање компјутерског модела; стицање практичног искуства у креирању компјутерске симулације у аутоматизацији кроз изградњу компјутерских модела за континуалну, симулацију дискретних догађаја и комбиновану симулацију у савременим софтверима; овладавање методологијом вођења пројекта компјутерске симулације у аутоматизацији производње

### садржај теоријске наставе

1. Увод у компјутерску симулацију: циљеви и сврха симулације; предности и мане симулације; фазе у изради компјутерске симулације; компјутерска симулација у аутоматизацији производње; врсте симулационих модела: континуални и дискретни модели, детерминистичка и стохастичка симулација
2. Стохастичка симулација: методе узорковања; случајни бројеви и генерисање случајних бројева; Монте Карло симулација
3. Симулација дискретних догађаја: елементи симулације дискретних догађаја; концептуално моделирање симулације дискретних догађаја; дијаграм циклуса активности
4. Изградња симулационог модела за симулацију дискретних догађаја: приступи у изградњи симулационог модела: модел на бази активности, модел на бази догађаја, модел на бази процеса, модел на бази три фазе; упоредна анализа различитих приступа
5. Софтвер за симулацију дискретних догађаја: програмски језици опште намене; програмски језици орјентисани задатку симулације; дефинисање симулационог модела у програмским језицима и софтверским системима за симулацију; излази из симулације и презентација резултата; примена компјутерске графике и анимације у симулацији
6. Примена симулације дискретних догађаја у аутоматизацији: креирање концептуалних и компјутерских модела фиксне, програмабилне и флексибилне аутоматизације
7. Пројекат симулације дискретних догађаја: дефинисање система, изградња симулационог модела, верификација и валидација модела, симулациони експеримент, презентовање и документовање резултата
8. Симулација континуалних система: моделирање континуалних система, основни принципи нумеричке интеграције; моделирање примера континуалних система у аутоматизацији производње; програмски језици и софтвер за симулацију континуалних

система; интеграција континуалне симулације у симулацију дискретних догађаја  
9. Дигитална фабрика и симулација: концепти и модели дигиталне фабрике; место и улога симулације у дигиталној фабрици: пројектовање и оптимизација постројења, операционо управљање и оптимизација

### **садржај практичне наставе**

Лабораторијске вежбе:

1. Монте Карло симулација;
2. Софтвер за симулацију дискретних догађаја: ARENA - упознавање студената са функцијама софтвера и примери симулације
3. Моделирање и симулација дискретних догађаја: примери фиксне и флексибилне аутоматизације
4. Симулација континуалних система: моделирање и симулација примера из аутоматизације производње у програмском језику опште намене и софтверском пакету намењеном задатку симулације - ARENA

Пројекат симулације дискретних догађаја:

Студенти добијају пројектни задатак за конципирање и развој симулације дискретним догађајима изабраног флексибилног технолошког система. Кроз израду пројекта студенти систематски имплементирају све фазе пројекта симулације дискретних догађаја: концептуално моделирање симулације, изградња компјутерског модела и анимације, валидација и верификација модела, креирање и извршавање експеримената, анализа резултата симулације. Излаз пројекта је елаборат и презентација пројектног решења на крају семестра.

### **услов похађања**

#### **ресурси**

Јаковљевић, Ж., Компјутерска симулација у аутоматизацији производње - изводи са предавања

Рачунарска учионица – сваки студент ради самостално на рачунару

Arena Simulation Software by Rockwell Automation

Програмски језик опште намене по избору

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 1  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 8  
завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 30  
лабораторијска вежбања: 10  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 20  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

Carrie, A., Simulation of Manufacturing Systems, John Willey and Sons, New York, 1988  
Robinson, S., Simulation: The Practice of Model Development and Use, John Willey and Sons, New York, 2004  
Pidd, M., Computer Simulation in Management Science, John Willey and Sons, New York, 2004  
Kelton, D., V., et al., Simulation with Arena, McGraw-Hill, 2009  
Cellier, F., E., Kofman, E., Continuous System Simulation, Springer, New York, 2006

## Компјутерско управљање и надзор у аутоматизацији производње

ID: 0787

носилац предмета: Петровић Б. Петар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: производно машинство

### циљ

Циљ предмета је да студенти стекну потребна знања из примене, пројектовања и увођења савремених компјутерских система управљања и надзора у аутоматизацији производње, да овладају вештинама за решавање практичних проблема управљања и надзора у аутоматизацији уз примену компјутерских, информационих и управљачких технологија и одговарајућих научних метода.

### исход

Студент:

1. Разуме принципе, место и улогу компјутерских система управљања и надзора у савременој аутоматизацији производње, повезује знања из сродних предмета у циљу њихове примене у управљању и надзору у аутоматизацији;
2. Овладава научним методама анализе, синтезе, пројектовања и увођења компјутерских система управљања у аутоматизације производње;
3. Оспособљен је за решавање практичних проблема и примену компјутерских технологија и савремених система управљања и надзора у аутоматизацији.

### садржај теоријске наставе

1. Компјутерски системи управљања у аутоматизацији. CNC управљање, робот контролери, програмабилни контролери, контролери програмабилне аутоматизације и компјутери.
2. CNC управљање. Функције, хардвер, софтвер, математички модели. Управљање главним и помоћним кретањем, интерполација и интерни прорачуни. Командна табла и програмирање у погону. Комуникационе функције.
3. Програмабилни контролери. Функције, хардвер, софтвер, улазно/излазни модули. Програмски језици и технике програмирања према стандарду IEC 61131.
4. SCADA системи. Функције, хардвер, софтвер, Прикупљање података, интерфејс човек-машина, програмирање и алгоритми управљања и надзора.
5. Сензори и актуатори у управљању и надзору. Удаљене и интелигентне терминалске јединице.
6. Савремени компјутерски системи управљања и компјутерски системи управљања отворене архитектуре. Комуникационе мреже. Дистрибуирани системи управљања у аутоматизацији и IEC 61499.

### садржај практичне наставе

1. Аудиторне вежбе: Задаци из пројектовања управљања и надзора у аутоматизацији са програмирањем и израдом шеме управљања.
2. Лабораторијске вежбе: пројектовање примера управљања и надзора у атоматизацији са практичном реализацијом у лабораторијским условима применом модуларних робота и система управљања на бази компјутера, CNC управљања, програмабилних контролера, робот контролара и SCADA софтвера са програмирањем.
3. Пројекат: пројектовање примера управљања и надзора у аутоматизацији са

програмирањем.

**услов похађања**

**ресурси**

1. Пилиповић, М., Управљење и надзор у аутоматизацији - Изводи са предавања, Маш. фак. БГД, 2011, ДВЛ.
2. Пилиповић, М., Аутоматизација производних процеса: Лабораторија, Маш. фак. БГД, 2006, ПРА.
3. Лаб. сто са пнеуматским, електро-пнеуматским и електричним компонентама и програмабилним контролерима, Лаб. за аутом. производ., ЕОП/ЛРС.
4. Електро-пнеуматски модуларни роботи типа "узми и остави" са програмабилним контролером, Лаб. за аутом. производ., ЕОП/ЛПИ.
5. Рачунари за програмирање, Лаб. за аутом. производ., ИКТ/РРС.
6. Софтвер за прогр. контрол., Лаб. за аутом. производ., ИКТ/РРО.
7. Комуникациона мрежа компјутера и програмабилних контролера, Лаб. за аутом. производ., ИКТ/КИО.
8. CNC и робот управљачке јединице, Завод за маш. алатке, ЕОП/ЛПИ.
9. SCADA софтвер за надзор и програмирање, Лаб. за аутом. производ., ИКТ/РРО.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 8

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 15

рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 20  
завршни испит: 40  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 36

### **литература**

Mikell P. Groover, Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing, Prentice-Hall, Inc. 1987./In English/  
David Bailey, Edwin Wright, Practical Scada for Industry, Eesvier, 2003. /In English/  
Yoram Koren, Computer Control of Manufacturing Systems, McGraw-Hill Book Company, 1983. /In English/  
Информатика, Инфо 73 програмабилни контролери - Приручник за програмирање, Информатика, Београд, 2011.  
Информатика, InfoControl SCADA - Приручник за коришћење, Информатика, Београд, 2011.

## Машине алатке и роботи нове генерације

ID: 0919

носилац предмета: Милутиновић С. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: производно машинство

### циљ

1. Уочити градацију концепција машина алатки и работа нове генерације.
2. Стећи основна знања о реконфигурабилним, брзоходним, мезо и микромашинама и машинама алаткама високе тачности.
3. Стећи практична знања о машинама са паралелном кинематиком и машинама за процесе додавања материјала и вишеосну обраду.
4. Увежбати програмирање нових машина алатки и работа.
5. Увежбати састављање елабората.

### исход

1. Знање о врстама и наменама машина алатки и работа нове генерације.
2. Упућеност у градације концепција машина алатки и работа нове генерације.
3. Вештина сналажења у окружењу машина алатки и работа нове генерације и у избору и припреми тих машина за рад.
4. Знање за програмирање нумерички управљаних машина алатки и работа нове генерације.
5. Знање о новим системима нумеричког управљања.

### садржај теоријске наставе

Ново градиво:

1. Дефиниција и класификација машина алатки и работа нове генерације.
2. Реконфигурабилне машине алатке.
3. Машине алатке за обраду великим брзинама.
4. Машине за процесе додавања материјала.
5. Концепције машина са паралелном кинематиком.
6. Идентификација геометрије и кинематике машина са паралелном кинематиком.
7. Машине алатке за вишеосну обраду.
8. Роботи за вишеосну обраду.
9. Мезо и микромашине.
10. Машине алатке високе тачности.

Разрада:

- (а) Концепције машина са паралелном кинематиком и израда рачунских задатака о геометрији машина са паралелном кинематиком.
- (б) Израда рачунских задатака о кинематици паралелних машина.
- (в) Примери мезо и микромашина.
- (г) Примери калибрације машина.
- (д) Примери компензација у обрадном систему.

### садржај практичне наставе

Практична настава има аудиторне вежбе, рад у Лабораторијама и израду семинарског рада.

1. Аудиторне вежбе: (1) Ресурси за студирање машина алатки и работа нове генерације.



(2)Анализа реконфигурабилних машина. (3)Калибрација машина и компензације у обрадном систему.

2. Лабораторијске вежбе: (1)Програмирање машина за процесе додавања материјала.

(2)Програмирање DELTA робота. (3)Програмирање машина са паралелном кинематиком. (4)Програмирање вишеосне обраде. За сваку вежбу дају се упутство за рад и потребни обрасци.

3. Израда једног семинарског рада о машинама алаткама и роботима нове генерације.

4. Формира се елаборат о стеченом знању на овом предмету по упутству и узору који се дају на почетку слушања предмета. Део тог елабората је семинарски рад.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. Документи на сајту предмета [http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma\\_bsc/indexnma.htm](http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma_bsc/indexnma.htm).

2. М. Главоњић, Машине алатке: Уџбеник у припреми, Збирка задатака у припреми.

3. Д. Милутиновић, ИНДУСТРИЈСКИ РОБОТИ, Машински факултет Београд (уџбеник у припреми, рукописи који се деле на предавањима су део овог уџбеника), 2011

4. Хендсаути за области паралелних механизма и вишеосне обраде роботима.

5. W. R. Moore, Foundations of Mechanical Accuracy, The Moore Special Tool Company, First Edition, Third Printing, 1999.

6. Y. Ito, Modular Design for Machine Tools, McGraw-Hill, 2008, DOI: 10.1036/0071496602.

7. D. Kochan, Ed, Solid Freeform Manufacturing, Advanced Rapid Prototyping, Elsevier, 1993, ISBN 0-444-89652-X.

8. H. Schulz, Hochgeschwindigkeitsfraesen metallischer und nichtmetallischer Werkstoffe, Hanser Verlag, 1989, ISBN 3-446-15589-9.

9. K. Ehmman, D. Bourell, M. Culpepper, T. Hodgson, T. Kurfess, M. Madou, K. Rajurkar, R. DeVor, International Assessment of Research and Development in Micromanufacturing, Final Report, WTEC, 2005.

10. Tsai L.-W. (1999) Robot Analysis: The Mechanics of Serial and Parallel Manipulators, Wiley, New York.

11. Merlet J.-P. (2000) Parallel Robots, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands.

12. ПРА-1: Практикум у припреми.

13. ЛПИ-1: Два радна места са прототиповима машина алатки нове генерације (троосна глодалица са паралелном кинематиком, стона троосна глодалица са паралелном кинематиком).

14. ЛПИ-2: Два радна места са прототиповима робота нове генерације (робот са серијском кинематиком за машиску обраду, DELTA робот).

15. ЛПС-1: Функционални симулатори машина са паралелном кинематиком.

16. ЛПС-2: Функционални симулатор машине за брзу израду прототипова.

17. ЦСП-1: Два радна места са софтвером за програмирање вишеосне обраде.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 21  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 4  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1  
преглед и оцена семинарских радова: 1  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 3  
тест са оцењивањем: 5  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0  
тест/колоквијум: 50  
лабораторијска вежбања: 10  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 10  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

## Машине алатке М

ID: 0920

носилац предмета: Кокотовић М. Бранко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: производно машинство

### циљ

1. Уочити типичне мисије обрадних система.
2. Проучити механизме машина алатки и системе за њихово управљање и програмирање.
3. Увежбати процедуре испитивања машина алатки.
4. Анализирати комплексне машине алатке и опрему обрадних система.
5. Анализирати ресурсе за развој машина алатки.
6. Проучити конфигурисање и/или прављење машине алатке за планирану мисију.
7. Увежбати реализацију једне мисије машине алатке кроз израду семинарског рада.
8. Увежбати израду техничких елабората.

### исход

1. Знање о типичним мисијама обрадних система.
2. Основно знање о механизмима машина алатки и о системима управљања и програмирања нове генерације.
3. Вештина за оцењивање квалитета машине алатке и обрадног система на основу резултата спроведеног испитивања.
4. Вештина за препознавање генерације машине алатке и обрадног система.
5. Вештина конфигурисања машине алатке за сопствене потребе.
6. Знање о расположивим ресурсима за развој и/или усавршавање машина алатки и обрадних система.

### садржај теоријске наставе

Ново градиво:

1. АН-1 Рекапитулација програма предмета Машине алатке М.
2. АН-2 Механизми машина алатки.
3. АН-3 Конфигурисање машина алатки.
4. АН-4 Управљање машина алатки отворене архитектуре.
5. АН-5 Објектно програмирање машина алатки.
6. АН-6 Испитивање машина алатки и обрадних система.
7. АН-7 Комплексне машине алатке.
8. АН-8 Опрема машина алатки и обрадних система.
9. АН-9 Ресурси за развој машина алатки и обрадних система.

Разрада:

1. АР-1 Разрада теме АН-2 на примерима носећих структура, вођица, главних вретена итд.
2. АР-2 Разрада теме АН-3: Методи конфигурисања нових машина алатки.
3. АР-3 Разрада теме АН-4: Систем ЕМС2 за управљање машина алатки.
4. АР-4 Разрада теме АН-5: Протокол STEP-NC за програмирање машина алатки.
5. АР-5 Разрада теме АН-6: Примери комплета процедура за испитивање машина алатки.

### садржај практичне наставе

1. Аудиторне вежбе:

(1) Ресурси за студирање машина алатки. (2) План и програм лабораторијског рада.

2. Лабораторијске вежбе:

(1) Статичка крутост обрадног система, или Испитивање тачности стругова. (2) Објектно програмирање машина алатки, или Радна тачност нумерички управљаних глодалица.

(3) Програмирање машина алатки са паралелном кинематиком, или Програмирање функционалних симулатора машина са паралелном кинематиком. (4) Тест кружне интерполације, или Једно комбиновано испитивање обрадног система.

3. Израда Семинарског рада.

**услов похађања**

**ресурси**

1. Документи на сајту предмета [http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma\\_bsc/index\\_m.htm](http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma_bsc/index_m.htm).

2. М. Главоњић, Машине алатке: Уџбеник у припреми, Збирка задатака у припреми.

3. N.N, Visionary Manufacturing Challenges for 2020, National Academy Press, Washington, D.C. 1998, ISBN 0-309-06182-2.

4. W. R. Moore, Foundations of Mechanical Accuracy, The Moore Special Tool Company, First Edition, Third Printing, 1999.

5. X. Xu, A.Y.C. Nee, Advanced Design and Manufacturing Based on STEP, Springer, 2009, ISBN 978-1-84882-738-7.

6. D. Zhang, Parallel Robotic Machine Tools, Springer, 2010, ISBN 978-1-4419-1116-2.

7. W. A. Khan, A. Raouf, K. Cheng, Virtual Manufacturing, Springer, 2011, ISBN 978-0-85729-185-1.

8. H. A. ElMaraghy (Ed), Changeable and Reconfigurable Manufacturing Systems, Springer, 2009, ISBN: 978-1-84882-066-1.

9. K. Apro, Secrets of 5-Axis Machining, Industrial Press, 2008, ISBN 978-0-8311-3375.

10. M. Weck, C. Brecher, Werkzeugmaschinen 1, Maschinenarten und Anwendungsbereiche, Springer, 2005, ISBN 10 3-540-22504-8.

11. M. Weck, C. Brecher, Werkzeugmaschinen 2, Konstruktion und Berechnung, Springer 2006, ISBN 10 3-540-22502-1.

12. R. Neugebauer (Hrsg.), Parallelkinematische Maschinen Entwurf, Konstruktion, Anwendung, Springer, 2006, ISBN 10 3-540-20991-3.

13. ПРА-1: Практикум, у припреми.

14. ЛПИ-1: Три радна места са ручно управљаним машинама алаткама.

15. ЛПИ-2: Три радна места са нумерички управљаним машинама алаткама.

16. ЛМС-1: Систем за тест кружне интерполације.

17. ЛМС-2: Систем за лабораторијско испитивање тачности машина алатки.

18. ЛРС-1: Једно развојно радно место са машином алатком типа МОМА.

19. ЛРС-2: Једно развојно радно место за испитивање механизма машина алатки.

20. ЛПС-1: Радна места за програмирање машина алатки типа МОМА.

21. АРС-1: Систем за аквизицију и обраду експерименталних података.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 3  
лабораторијске вежбе: 17  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 10  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 3  
тест са оцењивањем: 7  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0  
тест/колоквијум: 35  
лабораторијска вежбања: 15  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 20  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

## Менаџмент квалитетом

ID: 0448

носилац предмета: Мајсторовић Д. Видосав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: производно машинство

### циљ

1. Генерисање нових знања из области менаџмента квалитетом производа и услуга, неопходних сваком инжењеру за практичан и истраживачки рад.
2. Студенти треба да буду снабдевени новим знањима и вештинама о:
  - основним појмовима, развоју и моделима менаџмента квалитетом (МК),
  - техникама инжењерства квалитета (ТИК) и њиховој примени,
  - истраживањима у области ТИК-а,
  - захтевима и примени ИСО 9000 у пракси,
  - захтевима нашој привреди за сарадњу са ЕУ и начинима њиховог решавања у пракси.

### исход

После завршетка наставног процеса студент ће имати неопходна знања за разумевање и решавање проблема у вези са савременим прилазима менаџмента квалитетом на бази системског прилаза у пословним и технолошким системима. Он ће такође моћи да компетентно примењује најновије генерације модела МК. Знања из овог предмета ће такође студенту омогућити да управља процесима уређења наше привреде, према захтевима пословања на тржиштима развијених земаља а у вези са системима менаџмента квалитетом.

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава се изводи у 8 целина:

1. Дефиниција квалитета производа у пословном/технолошком систему. Дефиниција менаџмента квалитетом (МК). Развој системских прилаза МК (од инспекције до изврсности). Холистички прилаз.
2. Технике инжењерства квалитета. Дефиниција. Класификација и примена. Анализа и синтеза грешака обраде.
3. Статистички методи и МК. Метод анализе кривих распореда.
4. Контролне карте – дефиниција, класификација, структура. Контролне карте – примена и анализа.
5. Планови пријема – дефиниција, класификација, примена. Мерни ланци.
6. ИСО 9000. Процесни модел. Принципи МК. ИСО 9001 – Захтеви/Примена. Сертификација. ИСО 9004 - континуална унапређења.
7. ИСО 9001 / Мале и средње организације (МСО) – примена. Менаџмент тоталним квалитетом (МТК), Награде за квалитет.
8. Пословна изврсност (ПИ). Модели и примена.

### садржај практичне наставе

1. Пет аудиторних вежби из примене техника инжењерства квалитета у пракси (тачност обраде, методи статистичке контроле квалитета) и ИСО 9000) 2. Две лабораторијске вежбе (моделирање проблема из области ТИК и њихово решавање користећи софтвер НИСТ-САД)

3. Израда шест рачунских задатака из инжењерске анализе и синтезе примене техника инжењерства квалитета
4. Менаџмент квалитетом у пракси - дискусија и радионица (посета изабраној фабрици и упознавање са функционисањем ИСО 9000 у пракси)

#### **услов похађања**

#### **ресурси**

1. Предавања за сваку лекцију у електронској форми (handouts).
2. Упутство за израду домаћих задатака и лабораторијских вежбања.
3. Уџбеник Менаџмент квалитетом (у припреми).
4. Сајт предмета који поред материјала под 1 и 2 садржи и линкове са адресама водећих организација и важних институција у овој области.
5. Техничка база предмета - Лабораторија за Производну метрологију и TQM која има потребну опрему и лиценциран софтвер за вежбања из овог предмета.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање примера (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 14

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 11

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 4

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 36

### литература

Предавања за сваку лекцију у електронској форми (handouts).

Упутство за израду домаћих задатака и лабораторијских вежбања

Уџбеник Менаџмент квалитетом (у припреми)

Сајт предмета који поред материјала под 1 и 2 садржи и линкове са адресама водећих организација и важних институција у овој области.

Техничка база предмета - Лабораторија за Производну метрологију и TQM која има потребну опрему и лиценциран софтвер за вежбања из овог предмета.



## Методe одлучивања

ID: 0302

носилац предмета: Миљковић Ђ. Зоран

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: производно машинство

### циљ

Циљ је оспособљавање студената да, коришћењем математичко-алгоритамских процедура и техника вештачке интелигенције, доносе одлуке у процесу развоја производа и дизајна у целини. Развој креативних способности студената у побољшавању техничко-технолошких карактеристика производа, примењујући методе базиране на концепцијском пројектовању, са акцентом на функције претраживања оптималног решења при одлучивању, коришћењем интелигентних агената.

### исход

Комплексно коришћење информационо-комуникационих технологија у одлучивању. Имплементација развијених софтвера у решавању типичних технолошких проблема, уз свеобухватну примену метода одлучивања базираних на парадигмама вештачке интелигенције. Самосталан избор метода базираних на примени вештачких неуронских мрежа и генетичких алгоритама при тражењу оптималног решења у процесу развоја производа. Разумевање интеракције софтверских и хардверских подсистема мобилног робота при одлучивању током истраживања окружења, реконфигурисањем физичке структуре и програмирањем интелигентног понашања у Matlab-у. Способност за тимски рад.

### садржај теоријске наставе

Увод у теорију одлучивања; интелигентни системи. Системи за пројектовање и селекцију решења. Хибридни интелигентни технолошки системи; методе одлучивања базиране на интелигентним агентима. Одлучивање базирано на парадигмама вештачке интелигенције. Вештачке неуронске мреже; неурон-процесирајући елемент, активационе функције, архитектуре, алгоритми учења. Примена вештачких неуронских мрежа у одлучивању. Генетички алгоритми. Технолошност производа, оптимизација технолошког процеса. Интелигентне машине и одлучивање. Развој напредних технологија за 21. век.

### садржај практичне наставе

Концепцијско пројектовање и варијабле одлучивања (изабрани пример). Анализа типичних технолошких проблема у домену одлучивања (лабораторијски рад). Алгоритми машинског учења и представљање знања-дрво одлучивања. Софтвери за симулацију вештачких неуронских мрежа (лабораторијски рад). Технолошност производа - параметри пројектовања базирани на оптимизацији токова материјала (програмирање у Matlab окружењу); примена генетичких алгоритама у оптимизацији (изабрани примери). Генерисање и учење транспортних токова материјала за изабрани технолошки процес. Интелигентне машине и одлучивање (програмирање у Matlab окружењу)-реконфигурабилни мобилни роботи и машинско учење (лабораторијски рад). Примери концепцијски пројектованих производа са оптималним перформансама, уз акценат на примену напредних производних технологија (пројектне активности). Израда пројекта (параметри пројектовања, перформансе претраживања и одређивање

матрице и функције одлучивања).

### услов похађања

### ресурси

- (1) З. Миљковић, Д. Александрић, ВЕШТАЧКЕ НЕУРОНСКЕ МРЕЖЕ – збирка решених задатака са изводима из теорије, Машински факултет, Београд, 2009, 18.1
- (2) З. Миљковић, СИСТЕМИ ВЕШТАЧКИХ НЕУРОНСКИХ МРЕЖА У ПРОИЗВОДНИМ ТЕХНОЛОГИЈАМА, Серија монографских дела Интелигентни технолошки системи, Књига 8, Машински факултет, Београд, 2003, 18.1
- (3) В.Р. Милачић, ТЕОРИЈА ПРОЈЕКТОВАЊА ТЕХНОЛОШКИХ СИСТЕМА, Серија монографских дела Интелигентни технолошки системи, Књига 2, Машински факултет, Београд, 1987, 18.1
- (4) З.Миљковић, Изводи са предавања и вежби, Машински факултет, Београд, 2012, 18.1
- (5) З.Миљковић, "Moodle" софтвер у оквиру електронске учионице Машинског факултета за учење на даљину (<http://147.91.26.15/moodle/>), Машински факултет, Београд, 2012, 18.13
- (6) З.Миљковић, Званична Интернет страна предмета Методе одлучивања (<http://cent.mas.bg.ac.rs/>), Машински факултет, Београд, 2012, 18.13
- (7) З.Миљковић, СОФТВЕРСКИ ПАКЕТИ ЗА СИМУЛАЦИЈУ ВЕШТАЧКИХ НЕУРОНСКИХ МРЕЖА - ВРnet, ART Simulator, Matlab; Машински факултет-сајт: <http://cent.mas.bg.ac.rs/>, 18.13
- (8) Лабораторијски прототипови мобилних робота (Kherex II мобилни робот са хватачем и камером; LEGO Mindstorm NXT комплет реконфигурабилног мобилног робота са сензорима), Лабораторија CeNT, Машински факултет у Београду, 18.12
- (9) Лабораторијски модел пројектованог технолошког система (учило), Лабораторија CeNT, Машински факултет у Београду, 18.12

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 16

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 9

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 3

колоквијум са оцењивањем: 3

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 35

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

Y. Hatamura, (2006) DECISION-MAKING IN ENGINEERING DESIGN, Springer-Verlag London Limited, Printed in Germany.

J. N. Siddall, (1972) ANALYTICAL DECISION-MAKING IN ENGINEERING DESIGN, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

N.P.Suh, (2001) AXIOMATIC DESIGN - ADVANCES AND APPLICATIONS. New York.:Oxford University Press.; N.P.Suh, (1990) THE PRINCIPLES OF DESIGN, Oxford University Press.

E. Alpaydin, (2010) INTRODUCTION TO MACHINE LEARNING, 2nd Edition, The MIT Press, Cambridge, England.; E. Alpaydin, (2004) INTRODUCTION TO MACHINE LEARNING, The MIT Press, Cambridge, England.

R. R. Murphy, (2000) INTRODUCTION TO AI ROBOTICS, A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts London, England.

## Мехатронски системи

ID: 0342

носилац предмета: Петровић Б. Петар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: производно машинство

### циљ

Овладавање фундаменталним знањима о мехатронским системима и разумевање потребе за мултидисциплинарним приступом у решавању инжењерских задатака кроз комбинацију традиционалних курсева из области механике, производних технологија, електронике и рачунарских управљачких система. Теоријске основе изабраних класа сензорских и актуационих система. Теоријске основе пројектовања микропроцесорских система за обраду сензорских сигнала, управљање и умрежавање. Практична знања у примени интегрисаних микрорачунарских система - микроконтролера. Разумевање основа сервоуправљаних актуационих система и концепта нумеричког управљања кретање. Практичне вештине у анализи постављеног инжењерског проблема и његовом решавању мултидисциплинарним приступом – синтеза мехатронских система, посебно у контексту пројектовања CNC машина алатки, индустријских робота и флексибилних производних линија.

### исход

1. Теоретска и практична знања неопходна за пројектовање и избор аналогних и дигиталних електронских компоненти, микропроцесорских склопова, механичких компоненти, сензора и актуатора, тако да производна опрема, односно машине алатке, манипулациони роботи и производне линије остваре захтеване функције;
2. Разумевање суштине концепта нумеричког управљања и нумерички управљаних система и њихове примене у пројектовању и реализацији обрадних система, индустријских робота и индустријске аутоматизације различите врсте;
3. Вештина примене микроконтролера - програмирање и развој хардвера.

### садржај теоријске наставе

Организована кроз четири наставне целине:

1. Значај и улога мехатронике у пројектовању модерних обрадних система и производних технологија, основи пројектовања мехатронских система;
2. Дигитални системи - основе дигиталних система; програмабилне мултифункционалне логичке структуре, микропроцесор; програмирање (концепт машинске инструкције, CISC и RISC технологија, листа инструкција, асемблер и виши програмски језици), микроконтролер; развојна окружења за програмирање микроконтролера.
3. Сензорски системи – концепт електричних мерења неелектричних величина, кондиционирање сигнала, пројектовање сензора за мерење силе, помераја, убрзања и брзине, полупроводници и активни елементи електронских система, основе дигиталне обраде сигнала основни принципи конверзије физичких у електричне величине; основне технике обраде сигнала, системи вештачког гледања;
4. Електрични серво погонски системи - основе корачних и серво мотора, серво регулатори и нумерички управљана серво оса, слагање кретања и интерполација, архитектура CNC система.

### садржај практичне наставе

Практична вежбања су организована у облику лабораторијска вежбања и пројеката изабраног мехатронског система, са фокусом на домен производних технологија. Предвиђене су три лабораторијске вежбе.

ЛАБ 1: Микроконтролер - демонстрација примена развојног система базираног на Microchip PIC16F87 микроконтролеру, архитектура, програмирање у асемблеру, развој апликације применом виших развојних језика, рад са дигиталним и аналогним сигнаlima, дигитални интерфејси и умрежавање контролера;

ЛАБ 2: Интелигентни сензорски системи - архитектура интелигентног сензорског система, пројектовање и примена вишеосног сензора силе базираног на мерним тракама, ласерски триангулациони сензори за високопрецизно мерење дистанце, сензори вештачког гледања и анализа дигиталне слике;

ЛАБ 3: Сервопогони и управљање кретањем - сервомотор једносмерне струје, архитектура и конфигураирање серворегулатора, подешавање серво-осе, синхронизација две серво-осе и демонстрација различитих интерполационих алгоритама, демонстрација архитектуре CNC система и његових градивних блокова.

Лабораторијске вежбе су тако организоване да се увек наглашава мултидисциплинарни приступ и практични рад студената.

Пројекат: синтеза мехатронског система са тежиштем на микропроцесорској обради сензорских сигнала и управљања изабраних серво-актуационих система. Пројекат је увек фокусиран на неку конкретну мехатронску примену у индустрији.

## услов похађања

## ресурси

- [1] П.Б. Петровић, Мехатронски системи у машинству (у припреми),
- [2] Предавања у електронском облику,
- [3] Инструкције за писање лабораторијских извештаја,
- [4] Инструкције и угледни пример пројекта,
- [5] Упутства за руковање лабораторијском опремом.
- [6] MatLab развојно окружење за практична вежбања у симулацији и анализи динамичких система,
- [7] Развојни систем базиран Microchip PIC16 и PIC18 RISC микроконтролерима за практично овладавање знањима из обалсти организације дигиталног рачунара и програмирања (разумевање машинског језика, асемблер),
- [8] Компајлери и развојна окружења у вишим језицима за Microchip PIC16 и PIC18 RISC микроконтролере (MicroC, MicroPascal),
- [9] Периферијски модули за Microchip PIC16 и PIC18 RISC микроконтролере за практична вежбања у раду са дигиталним и аналогним сигнаlima, дигиталним интерфејсима, и човек-машина интерфејсима,
- [10] Демонстрациона инсталација за мерење силе (вишеосни сензор силе на бази мерних трака, кондиционирање сигнала, дигитална аквизиција),
- [11] Систем за бесконтактно мерење помераја и просторну дигитализацију применом ласерске триангулације и структуриране светлости (сензорски систем, кондиционирање сигнала, дигитална аквизиција сигнала и екстракција информација),
- [12] Развојна инсталација за демонстрацију и обуку у раду са серво-управљаним осама (серво мотори, механичке компоненте погонског система, сензори за мерење помераја (енкодери), системи вођења),
- [13] Управљачки систем отворене архитектуре за демонстрацију управљања кретања сервопогоњених система, човек-машина интерфејс и генерисање управљачког кода на основу CAD документације,
- [14] Едукационе роботске руке и мобилни робот за вежбање студената у практичној примени микроконтролера за извршавање различитих задатака управљања кретања комплексних менаџерских система.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 6

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 16

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 3

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

W. Bolton, Mechatronics – Electronic control systems in mechanical and electrical engineering, Prentice Hall, 2003.

D. Alciatore, and M. Hstand, Introduction to Mechatronics and Measurement Systems, McGraw-Hill Company, 2003.

Suk-Hwan Suh, at all, Theory and Design of CNC Systems, 2008 Springer-Verlag London Limited, ISBN 978-1-84800-335-4

Robert H. Bishop, MECHATRONICS - AN INTRODUCTION. Published in 2006 by CRC Press, Taylor & Francis Group, ISBN 0-8493-6358-6.

## Микро обрада и карактеризација

ID: 0601

носилац предмета: Бојовић А. Божица

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: производно машинство

### циљ

Циљ предмета је да студенти: стекну основна знања о микро-технологијама кроз изучавање обрадних и мерних система и њихових функција у микро подручју; стекну потребна знања за производњу и карактеризацију делова од савремених материјала; детаљније проуче изабрану методу и кроз семинарски рад увежбају писање елабората о стеченом знању и буду оспособљени за даље бављење овом дисциплином кроз струку или даље школовање или истраживање у овој области.

### исход

Студент разуме принципе микро-обrade, повезује знања из сродних предмета у циљу њихове примене у обради и карактеризацији делова од савремених материјала, овладава научним методама анализе, синтезе и пројектовања, примењује компјутерске технологије и развија критички приступ социјалним и економским ефектима увођења микро обраде у нашу привреду. Вештине и знања из овог предмета ће студенту омогућити учешће у нашој привреди, према захтевима пословања на тржиштима развијених земаља.

### садржај теоријске наставе

АТ-1: Увод у микро технологије и преглед досадашњег стања у тој области; АТ-2: Методе микро обраде резањем; АТ-3: Методе микро обраде пластичним деформисањем; АТ-4: Методе микро обраде ливењем под притиском полимера; АТ-5: Методе микро обраде електро ерозивном обрадом; АТ-6: Микро метрологија; АТ-7: Основе микротрибологије и њена улога у микро технологијама; АТ-8: Карактеризација инжењерских површина; АТ-9: Примена ласера у микротехнологијама; АТ-10: Микролитиграфија.

### садржај практичне наставе

ПА-1, ПА-2, ПА-3, ПА-4, ПА-5, ПА-6: Примери реализованих решења из пређених наставних области; ПЗ-1: Задатак из области микро обраде; ПЗ-2: Задатак из области микро метрологије; ПЗ-3: Задатак из области карактеризације; ПЛ-1, ПЛ-2: Лабораторијске вежбе из области микро резања; ПЛ-3: Лабораторијска вежба из области микро мерења; ПК-1, ПК-2: Консултације везане за семинарски рад; ПС-1: Избор теме и дефинисање семинарског рада; ПС-2: Претраживање расположиве литературе; ПС-3: Претраживање интернет ресурса; ПС-4: Анализа прикупљених информација; ПС-5, ПС-6, ПС-7, ПС-8: Самостална израда семинарског рада; ПС-9: Завршни рад на припреми елабората; ПС-10: Финализација семинарског рада кроз израду презентације и припрему излагања;

### услов похађања

### ресурси

Материјал у облику pdf и ppt фајлова са предавања.

Скенирајући микроскоп JSPM-5200 и софтвер за обраду снимака WinSPM Ver.2.5, CNC струг POLITECH 1800 Aspheric - Torgic, глодалица - граверица Roland CAMM-2 PNC2300.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 6

рачунски задаци: 6

семинарски рад: 14

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 4

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**



- Ehman, K., Bourell, D., Culpepper, M., et al. MICROMANUFACTURING, Springer, Netherlands, 2007.
- Lasagni, F., Lasagni, A., FABRICATION AND CHARACTERIZATION IN THE MICRO-NANO RANGE, Springer, Berlin, 2011.
- Franssila, S. INTRODUCTION TO MICRO FABRICATION, John Wiley & Sons, Ltd. England, 2004.
- Jackson, M. MICROFABRICATION AND NANOMANUFACTURING, Taylor & Francis Group, New York, 2006.
- Mahalik, N.P. MICROMANUFACTURING AND NANOTECHNOLOGY, Springer, Germany, 2006

## Нове технологије

ID: 0104

носилац предмета: Пузовић М. Радован

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: производно машинство

### циљ

Циљ увођења нових технологија је производња производа високог квалитета, ниских трошкови производње и кратко време производње. Овај предмет је намењен студентима модула за производно машинство. Студенти кроз активности у оквиру овог предмета ће се упознати са модерним технологијама које омогућавају проширење знања стечених на предметима Технологија машинске обраде и Производне технологије и метрологија.

### исход

Студенти након одслушаног овог предмета стичу знања неопходна за: пројектовање технологије израде сложених делова, пројектовање технологије за производњу резних алата, пројектовање алата за прераду пластичних маса, пројектовање алата за ковање и набавку и одржавање пратеће опреме.

### садржај теоријске наставе

АН-1: Увод у нове технологије; АН-2: Савремени алати и алатни материјали; АН-3: Технологија синтезе; АН-4: Технологије завршне обраде резањем; АН-5: Технологија обраде абразивном суспензијом; АН-6: Технологија металургије праха; АН-7: Технологија обликовања полимера; АН-8: Технологија ковања. АР-1: Обнављање градива кроз презентацију нових технологија; АР-2: Приказ примене савремених резних алата и алатних материјала; АР-3: Презентација технологије синтезе; АР-4:Обнављање градива из метода завршне обраде резањем; АР-5:Давање упутства за пројектовање алата за израду делова од пластичних маса; АР-6: Давање упутства за пројектовање алата за ковање;

### садржај практичне наставе

ПП-1:Пројектовање алата за изрду делова од пластичне масе или пројектовање алата за ковање (студент сам бира један од понуђених алата); ПЛ-1: Стандардни и специјални резни алати (материјал алата, геометријски облици алата, монтажа алата и примена алата); ПЛ-2: Примена технологије обраде абразивном суспензијом (приказ на конкретним примерима); ПЛ-3: Алати за израду делова од пластичних маса (саставни делови, уливни системи, монтажа и експлоатацијске карактеристике); ПЛ-4: Алати за ковање (саставни делови, уливни системи, монтажа и експлоатацијске карактеристике).

### услов похађања

### ресурси

1. Писани изводи са предавања (ПДФ фајлови). 18.
2. Калајџић М., Технологија машиноградње, Машински факултет у Београду, 2005,(18.2)
3. Лабораторијска опрема (алати и машине) у ЗМА. (18.12)
4. САх софтверска радна станица (CAD, CAM, CAE, CAPP, ..), (ЦАХ) (18.13)

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 12

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 18

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

### **литература**

Писани изводи са предавања (ПДФ фајлови). 18.

Калајџић М., Технологија машиноградње, Машински факултет у Београду, 2005,(18.2)

Лабораторијска опрема (алати и машине) у ЗМА. (18.12)

САх софтверска радна станица (CAD, CAM, CAE, CAPP, ..), (ЦАХ) (18.13)

## Нумерички управљане мерне машине

ID: 0240

носилац предмета: Мајсторовић Д. Видосав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: производно машинство

### циљ

1. Генерисање нових знања из области флексибилне метролошке аутомаизације, за решавање СВИХ метролошких проблема у ИНЖЕЊЕРСТВУ, а посебно у производном инжењерству.
2. Студенти треба да буду снабдевени новим знањима и вештинама о:
  - основним појмовима, развоју и примени НУММ у инжењерској пракси за мерење, контролу и инспекцију свих врста толеранција,
  - истраживањима у области НУММ,
  - даљем развоју НУММ.

### исход

После завршетка наставног процеса студент ће имати неопходна знања за разумевање и решавање метролошких проблема а посебно за примену НУММ у технолошким системима. Знања из овог предмета ће такође студенту омогућити да ефикасно разуме инжењерске метролошке проблеме и њихово решавање концептом флексибилне метролошке аутоматизације.

### садржај теоријске наставе

1. Развој концепта ФА у ПМ. Генерације развоја НУММ. Основне карактеристике. Примена. Развој софтвера за НУММ.
2. Детаљна анализа НУММ пете генерације
3. Софтверска подршка НУММ. Софтвер опште намене. Софтвер посебне намене. Карактеристике и примена. Развој софтвера за НУММ. Интеграција.
4. Програмирање НУММ. Off / on – line програмирање. Метролошки модел дела. Метролошки примитиви.
5. Параметри тачности НУММ. Испитивање тачности НУММ. Стандарди за испитивање НУММ-а.
6. Интеграција НУММ у технолошке структуре. ФММ, ФМЋ, ФМС. Карактеристике и функција НУММ. Изведена решења.
7. Изабрани примери примене НУММ у индустрији. Избор НУММ-а и ефекти примене. Трошкови примене НУММ.
8. САI модел. Метролошко модел производа. Експертни систем за планирање инспекције на НУММ.
9. Истраживања у области НУММ. Виртуелна НУММ. Интелигентна НУММ

### садржај практичне наставе

1. Десет Лабораторијских вежби. НУММ – основна структура и координатни системи; Одређивање координатног система мерења / Мерење, контрола и инспекција; Дефинисање геометријског и метролошког примитива; Програмирање НУММ; Инспекција толеранције дужина / угла; Инспекција толеранције положаја; Инспекција толеранције облика; Инспекција зупчаника; Инспекција брегастих осовина и кривих

линија; Инспекција кривих површина.

2. НУММ у пракси - дискусије и радионице. Анализа и синтеза техничко-технолошке документације са аспеката дефинисања метролошких задатака на НУММ.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. Предавања за сваку лекцију у електронској форми (handouts)
2. Упутство за рад на Лабораторијским вежбама.
3. Уџбеник Нумерички управљане мерне машине (у припреми).
4. Сајт предмета који поред материјала под 1 и 2 садржи и библиографију референтних књига, часописа и линкове са адресама водећих организација и важних институција у овој области.
5. Техничка база предмета - Лабораторија за Производну метрологију и TQM која има потребну опрему и лиценциран софтвер за вежбања из овог предмета.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање примера (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 36

### литература

Предавања за сваку лекцију у електронској форми (handouts).

Упутство за рад на Лабораторијским вежбама.

Уџбеник Нумерички управљане мерне машине (у припреми).

Сајт предмета који поред материјала под 1 и 2 садржи и библиографију референтних књига, часописа и линкове са адресама водећих организација и важних институција у овој области.

Техничка база предмета - Лабораторија за Производну метрологију и TQM која има потребну опрему и лиценциран софтвер за вежбања из овог предмета.

## Основе микро - нано инжењерства

ID: 0921

носилац предмета: Бојовић А. Божица

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: производно машинство

### циљ

Овладавање основним принципима микронског и субмикронског подручја. Упознавање студената са различитим инжењерским материјалима и теоријским основама, методама и принципима различитих обрада актуелних у микро и нано технологијама. Развијање другачијег инжењерског приступа кроз увид у реализоване примере и рад на сопственим идејама.

### исход

После положеног испита студент је способен да разуме принципе и употребу различитих технологија за израду микро и нано структура, уређаја и система. Студент је упознат са савременим примерима и подстакнут ка реализацији сопствених идеја.

### садржај теоријске наставе

Уводна разматрања и примери примене микро и нано технологија израде. Методе микрорезања (микро стругање, микро глодање, микро бушење, полирање). Микро обрада полимера. Примена ласера у микро и нано технологијама. Литографске методе у микро и нано технологијама (фотолитографија, литографије X-зрацима и e-зрацима, литографија интерференцијом, литографије нано утискивањем и нано браздањем, нанолитографија пипком). Методе влажног и сувог (плазма) нагризања. Методе физичког, хемијског и плазма наношења танких филмова и епитакси метода. Примена 3Д принтинга у микро технологијама. Метрологија у микро и нано технологијама.

### садржај практичне наставе

Примери производа реализованих поступцима микро или нано производње у индустријској примени, код роба широке потрошње, у медицини и електромеханичким системима (M/NEMS). Израда контактнoг сочива микростругањем и полирањем. Примери примене ласера у микро и нано обради. Одређивањем параметара храпавости применом WinSPM софтверског пакета у NanoLab утврђује се квалитет обрађене површине. Израда микрофлуидних система микро глодањем и микро гравирањем у NanoLab-у. Наношење танког филма применом методе напаравања у NanoLab-у. Анализа микро и нано принципа израде на изабраном примеру.

### услов похађања

### ресурси

Писани материјали за час (Handouts)и презентације. Скенирајући микроскоп JSPM5200. Уређај за хемијско напаравање JEOL IEE 400 CVD. Конвенционалне машине алатке: Струг OPTIMUM maschinen-Germany Drehmaschine D180x300 Vario, Глодалица OPTIMUM maschinen-Germany BOHR-FASMASCHINE BF20 L Vario, Бушилица OPTIMUM maschinen-Germany TISCHBOHRMASCHINE B17Pro, Брусилца OPTIMUM maschinen-Germany DUPPELSCHLEIFER OPTI SM175, Граверица Roland CAMM-2 PNC2300 .

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 15

развијање и примери (рекапитулација): 5

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 14

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 14

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 4

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

## **литература**

"Introduction to Microfabrication", S. Franssila, John Wiley & Sons Ltd, 2004.

"Microfabrication and Nanomanufacturing", Edited by M. Jackson, Taylor & Francis Group, 2006.

"Emerging Nanotechnologies for Manufacturing ", W. Ahmed, Elsevier, 2009.

"Nanomanufacturing Handbook" , A. Busnaina, Taylor&Francis group, 2007.

"Uvod u nanotehnologije", L. Matija, D. Kojić, A. Vasić, B. Bojović, T. Jovanović, Đ. Koruga, Nauka, Beograd, 2011.



## Производни информациони системи

ID: 0786

носилац предмета: Пузовић М. Радован

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: производно машинство

### циљ

1. Сазнања о улози и значају компјутерски орјентисаних информационих система за планирање и управљање производним системима
2. Овладавање теоријским основама архитектуре савремених информационих система
3. Стицање практичних знања у пројектовању и развоју апликација у области информационих система за планирање и управљање производним системима

### исход

1. Фундаментална знања из области пројектовања и развоја компјутерски орјентисаних информационих система
2. Фундаментална знања из области примене савремених база података
3. Вештина примене савремених софтверских алата у пројектовању и развоју производних информационих система.
4. Практична искуства у пројектовању и развоју апликација за планирање и управљање подсистемима производног система

### садржај теоријске наставе

У оквиру овог предмета изучавају се информациони системи за нове концепте производних система. Могућа изградња савремених концепата као што су СИМ/СИЕ, ТQM, Канбан систем или МРП-II системи., као и концепти организационих структура као што су концепти виртуалних предузећа, концепти мрежне производње и концепти е-производних система базирају се на архитектурама система у мрежном окружењу. Процеси у клијент/сервер архитектури су такође предмет изучавања ове наставне дисциплине. Функционална структура производног система, његово структурисање на, првенствено, подсистеме производно технолошке целине: управљање конструкционом информацијом, управљање технолочком информацијом, управљање залихама, управљање пословима у току, управљање системом алата, управљање транспортом, управљање одржавањем, подразумева изучавање информационог моделирања, моделирање база података, дефинисање дијаграма објекти-везе (ЕР дијаграм), избор ДБМС-а, креирање физичког модела података до развоја апликација.

### садржај практичне наставе

У оквиру вежби студент овладава практичним знањима за пројектовање и развој софтверских апликација у области планирања и управљања производним системима. Користећи неки од расположивих софтверских алата за изградњу база података, студент пролази све фазе изградње нове софтверске апликације за конкретан подсистем. То подразумева анализу дефинисаних функција планирања и управљања, пројектовање и детаљну разраду пројектованог решења, практичну реализацију, тестирање и званичну презентацију пред наставником и својим колегама.

### услов похађања

## **ресурси**

Предавања у електронском облику,  
Инструкције за извођење вежбања у лабораторији,  
Инструкције за израду пројекта  
Рачунар по студенту  
Сотверски алат за развој апликације (Oracle, MS Access, Progress, ...)

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

## **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20  
развијање и примери (рекапитулација): 10

## **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 15  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 15  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

## **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 3  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 7  
завршни испит: 5

## **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 20  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 30  
завршни испит: 40  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

## **литература**

Предавања у електронском облику.

Милачић В. Производни системи 2, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, 1982.

Stephen N. Chapman: The Fundamentals of Production Planning and Control.

Jorg Thomas Dickersbach and Gerhard Keller: Production Planning and Control with SAP ERP (2nd Edition)

## Пројектовање обрадних система

ID: 0177

носилац предмета: Петровић Б. Петар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: производно машинство

### циљ

1. Разумевање структуре савременог обрадног система – преглед основних подсистема и њихове интеракције.
2. Изучавање статичких и динамичких свајстава обрадног система, динамичке природе процеса резања и ефеката нелинеарне природе трења.
3. Концепт нумеричког управљања и организација управљачког система.
4. Основни приступи у пројектовању обрадних система.

### исход

1. Овладавање основним знањима неопходним за пројектовање (конципирање, анализу и синтезу) савремених обрадних система заснованим технологији нумеричког управљања.
2. Вештина у коришћењу савремених метода моделирања и анализе статичког и динамичког понашања обрадног система.
3. Основна знања у пројектовању управљачког система и његовог конфигурирања.

### садржај теоријске наставе

Организована кроз три основне наставне целине:

1. Структура и конфигурирање обрадног система - генеричка структура ОС; систем носеће структуре и морфологија, статички и динамички аспекти интеракција машина-алат-обрадак, стабилност, основе модалне анализе; динамика процеса резања.
2. Управљачки систем - основе концепта нумеричког управљања; серво оса, основни принципи серворегулације; интерполација; помоћне функције управљачког система НУМА; архитектура и конфигурирање савремених CNC управљачких система;
3. Пројектовање обрадних система - увод у теорију аксиоматског пројектовања; организација процеса пројектовања; тржиште и процес пројектовања; домен технолошких процеса и процес пројектовања; технике пројектовања; елементи инжењерске етике у контексту пројектовања.

### садржај практичне наставе

Лабораторијска вежбања организована у оквиру три вежбе:

1. Статика обрадног система,
2. Динамика обрадног система и технике модалне анализе, и
3. Управљачки систем НУМА (серво оса, спрезање серво оса и управљање по контури, конфигурирање обрадног система).

Пројекат: пројекат задатог обрадног система или неког његовог подсистема са тежиштем на мултидисциплинарни (мехатронски) приступ у решавањау постављеног проблема. Студенти се фокусирају на рад са Интернетом, пројектовању применим савремених САД техника, тимског рада и практичне верификације у лабораторији.

### услов похађања

## ресурси

- [1] П.Б. Петровић, Пројектовање обрадних система, Машински факултет (уџбеник у припреми),
- [2] Атлас конструкција машина алатки,
- [3] Предавања у електронском облику,
- [4] Инструкције за писање лабораторијских извештаја,
- [5] Инструкције и угледни пример пројекта,
- [6] Обрадни системи у Заводу за машине алатке Катедре за производно машинство: 1)конвенционалне машине - стругови, глодалице и брусилице, и 2)нумерички управљане машине алатке - CNC струг и обрадни центар,
- [7] Сензорски и аквизициони систем за дигиталну модалну анализу,
- [8] Компоненте нумерички управљаних серво оса,
- [9] Систем отворене архитекутре за управљање кретањем серво оса савремених нумерички управљаних обрадних система,
- [10] CAD системи за прорачун статичког и динамичког понашања обрадних система,

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 6

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 16

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

Vladimir R. Milacic, Masine alatke II, Masinski fakultet., Boegrad  
Suk-Hwan Suh, at all, Theory and Design of CNC Systems, 2008 Springer-Verlag London  
Limited, ISBN 978-1-84800-335-4

## Рачунарски интегрисани системи и технологије

ID: 0665

носилац предмета: Бабић Р. Бојан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: производно машинство

### циљ

Детаљно изучавање принципа и примене концепата рачунарски интегрисаних технологија. Напредни концепти и модели везани за компјутерско пројектовање производа (CAD) и процеса (CAPP) и компјутерски подржану производњу (CAM). Планирање и терминирање производње.

### исход

Овај курс ће омогућити студентима да

1. Објасне основне појмове СИМ система
2. Да стекну знање о томе како рачунари су интегрисани на различитим нивоима планирања и производње.
3. Развијају програме за CNC машине
4. Пројектују СИМ системе који задовољавају дате услове
5. Идентификују и решавају проблеме у раду СИМ система
6. Побољшају перформансе технолошких система применом различитих СИМ концепата и алата
7. Разумеју флексибилне технолошке системе и да рукују производним подацима и различитим софтверима који се користе у производњи

### садржај теоријске наставе

1. Увод у компјутерски интегрисане технологије
2. Пројектовање применом компјутера
3. Аутоматизована производна опрема
4. Групна технологија и пројектовање технолошких процеса применом компјутера
5. Управљање на нивоу погона и флексибилни технолошки системи
6. Планирање и управљање производњом
7. СИМ имплементација и комуникациони протоколи

### садржај практичне наставе

Лабораторијски рад обухвата компјутерске апликације и програмирање аутоматизоване производне опреме.

### услов похађања

### ресурси

- (1) Б.Бабић, FLEXY-ИНТЕЛИГЕНТНИ ЕКСПЕРТ СИСТЕМ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ ФТС, Серија ИТС, Књига 5, Машински факултет, 1994.
- (2) Б. Бабић, "Moodle" софтвер у оквиру електронске учионице Машинског факултета за учење на даљину (<http://147.91.26.15/moodle/>), Машински факултет, Београд, 2012
- (3) AnyLogic софтвер за дискретну симулацију
- (4) Б. Бабић, Софтверски пакети за пројектовање технолошких процеса

(5) Б.Бабић, ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТЕХНОЛОШКИХ ПРОЦЕСА, Машински факултет, 2006.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 8

рачунски задаци: 3

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 4

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 15

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 35

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Б.Бабић, ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТЕХНОЛОШКИХ ПРОЦЕСА, Машински факултет, 2006.

Б.Бабић, FLEXY–ИНТЕЛИГЕНТНИ ЕКСПЕРТ СИСТЕМ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ ФТС, Серија ИТС, Књига 5, Машински факултет, 1994



## Систем квалитета и интегрисани менаџмент системи

ID: 0222

носилац предмета: Мајсторовић Д. Видосав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: производно машинство

### циљ

1. Генерисање нових знања из области стандардизованих менаџмент система и добре праксе из различитих области и подсистема производно-технолошких система.
2. Студенти треба да буду снабдевен новим знањима и вештинама о:
  - основним појмовима, развоју и моделима стандардизованих менаџмент система,
  - захтевима и примени ових модела у пракси,
  - истраживањима у области ИМС-а,
  - даљем развоју ових модела.

### исход

После завршетка наставног процеса студент ће имати неопходна знања за разумевање и решавање проблема у вези са савременим прилазима менаџмента квалитетом и других стандардизованих модела на бази системског прилаза у пословним и технолошким системима. Знања из овог предмета ће такође студенту омогућити да управља процесима уређења наше привреде, према захтевима пословања на тржиштима ЕУ и развијених земаља а у вези са стандардизованим менаџмент системима.

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава се изводи у 10 целина:

1. Развој системских прилаза менаџмента квалитетом(QM). Принципи QM. ИСО 9000 и изведени модели (AS, TL, VDA 6.1, ИСО 16949, ИСО 13485, ...).
2. ИСО 9000 / 9001 / 9004. Модели и захтеви. Примена. Континуална унапређења.
3. ИСО 14000. OHSAS 18001. ИСО 19011. Модели и захтеви. Примена. Одрживи развој.
4. ИСО 22000 серија. HACCP концепт. Модели, захтеви и примена.
5. Акредитација лабораторија. Модели ИСО 17025 / 15189. Модели, захтеви и примена.
6. ИСО 27001, ISO/IEC 15408, BS 7799. SA 8000. BS 6072. Добре производне, лабораторијске, праксе паковања и транспорта (GMP/GLP/GPP/GTP).
7. Европске директиве и CE знак. Структура, захтеви, интеграција и примена.
8. Систем сертификације/акредитације (национални/међународни). Национална/ЕУ инфраструктура квалитета. Модели и примена у пракси.
9. Интегрисани менаџмент системи (ИМС). ПАС 99 - интеграција и структура.
10. Пројектовање ИМС-а. Документација и примена ИМС-а. Даљи развој ИМС-а.

### садржај практичне наставе

1. Пројекат ИМС за организацију. За конкретну организацију студент ради ИМС Пројекта, који обухвата: Анализу захтева стандарда, према захтевима пословања организације; Пројектовање структуре ИМС-а; Дефинисање информационе структуре ИМС-а и развој ИМС документације (један ниво); Израда и тест пилот примера; Јавна презентација е-верзије Пројекта, његова одбрана и дискусија.
2. ИМС у пракси - дискусија и радионица. Како прићи и како реализовати ИМС Пројекат у пракси. Шта су могући проблеми и како их превазићи.

## услов похађања

### ресурси

1. Предавања за сваку лекцију у електронској форми (handouts).
2. Упутство за израду домаћих задатака и лабораторијских вежбања.
3. Уџбеник Интегрисани менаџмент системи (у припреми).
4. Сајт предмета који поред материјала под 1,2 и 3 садржи и библиографију референтних књига и часописа, водећих организација и важних институција у овој области.
5. Техничка база предмета - Лабораторија за Производну метрологију и TQM која има потребну опрему и лиценциран софтвер за вежбања из овог предмета.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 36

### литература

Предавања за сваку лекцију у електронској форми (handouts).

Упутство за израду домаћих задатака и лабораторијских вежбања.

Уџбеник Интегрисани менаџмент системи

Сајт предмета који поред материјала под 1,2 и 3 садржи и библиографију референтних књига и часописа, водећих организација и важних институција у овој области.

Техничка база предмета - Лабораторија за Производну метрологију и TQM која има потребну опрему и лиценциран софтвер за вежбања из овог предмета.

## Стручна пракса М - ПРО

ID: 0788

носилац предмета: Живановић Т. Саша

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: презентација семинарског рада

катедра: производно машинство

### циљ

Практична искуства и боравак студента у амбијенту у коме ће студент реализовати своју професионалну каријеру. Препознавање основних функција пословног система у домену пројектовања, развоја и производње, као и улоге и задатака машинског инжењера у таквом пословном систему.

### исход

Студент стиче практична искуства о начину организовања и функционисања средина у којима ће примењивати стечена знања у својој будућој професионалној каријери. Студент препознаје моделе комуникације са колегама и токове пословних информација. Студент препознаје основне процесе у пројектовању, производњи, одржавању, у контексту његових будућих професионалних компетенција. Успостављају се лични контакти и познаства која ће моћи да се користе током школовања, или заснивања будућег радног односа.

### садржај теоријске наставе

На овој стручној пракси М ПРО нема теоријске наставе. Користе се знања стечена током студија на Машинском факултету.

### садржај практичне наставе

Практичан рад подразумева рад у организацијама у којима се обављају различите делатности повезане са машинским инжењерством. Одабир тематске целине и привредне или истраживачке организације спроводи се у консултацији са предметним професором. Начелно студент може обављати праксу у: производним организацијама, пројектним и консултантским организацијама, организацијама које се баве одржавањем машинске опреме, јавним и комуналним предузећима и некој од лабораторија на машинском факултету. Практика се може обављати и у иностранству. Током праксе студенти морају водити дневник у коме ће уносити опис послова које обављају, закључке и запажања. Након обављене праксе морају направити извештај који ће бранити пред предметним професором. Извештај се предаје у форми семинарског рада.

### услов похађања

### ресурси

Лабораторије катедре за производно машинство.

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 0  
разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 41  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 70  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 50

### **литература**

Калајцић М., Технологија машиноградње, Машински факултет Београд, 2004.  
Тановић Љ., Јовичић М., Алати и прибори, пројектовање прорачуни и конструкције помоћних прибора, Машински факултет Београд, 2005.  
Бабић Б., Пројектовање технолошких процеса, Машински факултет Београд, 1999.  
Мајсторовић В., Управљање квалитетом производа 1, Машински факултет Београд, 2000.  
Пилиповић М., Аутоматизација производних процеса Лабораторија, Машински факултет Београд, 2006.

## Технологија монтаже

ID: 0319

носилац предмета: Петровић Б. Петар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: производно машинство

### циљ

1. Основна знања и вештине у пројектовању и производњи механичких склопова;
2. Разумевање структуре процеса монтаже и основних операција монтаже;
3. Знања о основним принципима пројектовања производа прилагођених монтажи.
4. Разумевање специфичности процеса спајања делова, разумевања односа тачности сензитивности и флексибилности.
5. Основни концепти система за монтажу - мануелни, аутоматски и роботски системи.
6. Перформансе и економски аспекти система за монтажу.
7. Разумевање концепта животног века производа и у том контексту основа технологије демонтаже производа.

### исход

1. Разумевање процеса монтаже и улога технологије монтаже у производним системима.
2. Фундаментална знања и инжењерске вештине: секвенцирање и пројектовање процеса монтаже, пројектовање система за аутоматско увођење делова у процес, пројектовање производа прилагођених за монтажу, пројектовање мануелних и аутоматских радних станица и система, технологија демонтаже и њен утицај на животни век производа.

### садржај теоријске наставе

Реализује се кроз десет наставних целина + уводно предавање:

0. Шта је индустријска монтажа и њена улога у производним системима,
  1. Структура система за монтажу и процес монтаже,
  2. Теорија спајања попустљиво ослоњених делова,
  3. Фиксирање делова, процеси и технике,
  4. Увођење делова у процес и ток материјала,
  5. Структура склопа, секвенцирање и пројектовање склопова погодних за монтажу (DFA),
  6. Мануелни системи за монтажу,
  7. Аутоматски системи за монтажу - крути трансфер системи,
  8. Аутоматски системи за монтажу - флексибилне линије за монтажу и роботске технолошке ћелије за монтажу,
  9. Перформансе и економија система за монтажу,
  10. Технологија демонтаже и животног века производа.

### садржај практичне наставе

Организује се у облику лабораторијских вежбања и израде пројекта са експерименталним садржајима у лабораторији.

Лабораторијска вежбања

ЛАБ 1: Квасистатичко спајање цилиндричних делова,

ЛАБ 2: Пасивни системи увођења делова у процес, и

ЛАБ 3 - Активни системи увођења делова у процес.

Пројектни задатак обухвата практични рад са следећим подсистемима: 1)Пројектовање производа за монтажу – DFA, 2)Увођење делова у процес – оријентација, издвајање из масе, позиционирање, 3)Радне јединице за спајање делова и 4)Трансфер систем – вођење делова кроз процес, манипулација, балансирање линије и управљање.

### **услов похађања**

### **ресурси**

- [1] Петровић, П. Б. 1998. Интелигентни системи за монтажу – Прилог теорији процеса спајања, Едиција: Интелигентни технолошки системи, Машински факултет Универзитета у Београду;
- [2] Предавања у електронском облику;
- [3] Иструкције за писање лабораторијских извештаја;
- [4] Иструкције и угледни пример пројекта;
- [5] Упутства за руковање лабораторијском опремом;
- [6] Роботска ћелија са потребним сензорским и аквизиционим системом за демонстрацију процеса попустљивог спајања и RCC концепта;
- [7] Екепериментални систем на бази линијског вибрационог конвејера за демонстрацију функције пасивног увођења делова у процес;
- [8] Роботски систем за демонстрацију процеса фиксирања делова техником заваривања;
- [9] Систем вештачког гледања за роботско увођење делова у процес;
- [10] Експериментални систем за лепљење и атхезионо учвршћивање делова (ЛОСТТЕ);

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 6

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 16

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 25  
лабораторијска вежбања: 10  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 15  
завршни испит: 40  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### литература

Ćosić, I., Montažni sistemi, IP Nauka, Beograd, 1991, ISBN: 86-7621-045-4.  
Boothroyd, G. 1983. Design for Assembly Handbook, Design project, Dep. Of Mechanical Eng., University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, USA.  
Bothroyd, G., Poli, C. and Murch, L. E. 1982. Automatic Assembly, Marcel Dekker Inc., New York, USA, ISBN 0-8427-1531-4.  
Whitney, E., D., Mechanical Assemblies: their Design, Manufacture, and Role in Product Development, Massachusetts Inst. of Techn, New York Oxford, OXFORD UNI PRESS, 2004, ISBN 0-19-515782-6  
Nof, S. Y., Wilhelm, W. E. and Warnecke, H. J. 1996. Industrial Assembly, Chapman & Hall, London, GB, ISBN 0-412-55770-3.



## процесна техника

Биотехнологија  
Гориви, технички и медицински гасови  
Дифузионе операције и апарати  
Заштита ваздуха  
Мерења и управљање у процесној индустрији  
Механичке и хидромеханичке операције и опрема  
Пећи и котлови у индустрији  
Принципи заштите животне и радне средине  
Пројектовање, изградња и експлоатација процесних система  
Процеси и постројења за припрему вода  
Процесна енергетика  
Процесни феномени  
Стручна пракса М - ПТХ  
Сушаре  
Технички прописи  
Топлотне операције и апарати  
Управљање отпадом и отпадним водама  
Хемијске и биохемијске операције и апарати

## Биотехнологија

ID: 0323

носилац предмета: Станојевић М. Мирослав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: процесна техника

### циљ

Циљ предмета је да студент стекне академске вештине и компетенције за одабир и прорачун, апарата и уређаја за биотехнолошке процесе. Кроз израду семинарског рада студент стиче креативне способности и овладава специфичним практичним вештинама за обављање послова у оквиру своје професије, а то је конструисање процесне опреме. Кроз лабораторијске вежбе овладава знањима везаним за испитивања у току процеса производње и експлоатације опреме.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче следеће опште способности: анализа, синтеза и предвиђања решења и последица; развој критичког и самокритичког мишљења и приступа; примена знања у пракси; професионалне етике; повезивање знања из различитих области и њихова примена; развој вештина и спретности у употреби знања у одговарајућем подручју

### садржај теоријске наставе

1. Основе о биотехнологији (дефиниције, производи и сировине), 2. Основе процеса и пројектовања биотехнологије, 3. Биореактори (шаржни, континуални), 4. Процеси и апарати биотехнологије, 5. Процеси, опрема и материјали за стерилизацију (термички и механички поступци), 6. Математичко моделирање процеса ферментације (Монодова једначина, стехиометрија биопроцеса), 7. Биотехнолошки поступци прераде отпадних материјала (отпадне воде: биоаерациони базени, капајући филтри, биодискови; чврсти отпад: компостирање, депоновање), 8. Анаеробни процеси прераде отпадних материјала (дигестори, санитарне депоније), 9. Биотехнолошки процеси за пречишћавање гасова,

### садржај практичне наставе

1. Основни производи биотехнологије, 2. Сировине у биотехнолошким процесима, 3. Избор конструкције биореактора, 4. Конструкционе карактеристике биореактора, 5. Прва лабораторијска вежба Одређивање карактеристика дистрибутера ваздуха за аерацију у барботажним биореакторима, 6. Одређивање параметара процеса термичке стерилизације, 7. Опрема за стерилизацију, 8. Поступци биолошког пречишћавања градског, индустријског и пољопривредног чврстог отпада органског порекла 9. Примери постројења за биолошку прераду отпадних вода 10. Конструкциона решења биореактора - дигестора за процесе анаеробне прераде.

### услов похађања

### ресурси

1. Кубуровић, М., Станојевић, М.: Биотехнологија - процеси и опрема, Библиотека "Процесна техника", СМЕИТС, Београд, 1997., КПН

2. Лабораторијско постројење за одређивање карактеристика дистрибутера ваздуха за аерацију у барботажним биореакторима, Лабораторија за процесни технику (сала 6), ЛПИ

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 19

лабораторијске вежбе: 2

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 9

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Кубуровић, М., Станојевић, М.: Биотехнологија - процеси и опрема, Библиотека "Процесна техника", СМЕИТС, Београд, 1997., КПН

Богнер, М. и др.: Термотехничар, Интерклима графика, Врњачка Бања, 2003

Rehm, H. J., Reed, G., Brauer, H.: Biotechnology, Vol. 2, Fundamentals of Biochemical Engineering, VCH Verlagsgesellschaft, mbH, Weingheim, 1985.

Jackson, A. T.: Proces Engineering in Biotechnology, Open University Press, Buckingham, 1990.

Veljković, V.: Osnovi biohemijskog inženjerstva, Tehnološki fakultet, Leskovac, 1994.

## **Гориви, технички и медицински гасови**

**ID:** 0511

**носилац предмета:** Радић Б. Дејан

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 6

**облик завршног испита:** писмени+усмени

**катедра:** процесна техника

### **циљ**

Циљ предмета је да се студент упозна са карактеристикама горивих, техничких и медицинских гасова, као и да стекне академске вештине и компетенције за одабир и прорачун опреме гасних инсталација. Кроз израду пројектног задатка студент овладава специфичним практичним вештинама за обављање послова у пројектовању и прорачуну цевовода и арматуре, резервоара за складиштење и друге опреме за гас. Кроз лабораторијске вежебе овладава знањима везаним за испитивања опреме за гас.

### **исход**

Савладавањем студијског програма студент стиче следеће опште способности: анализа, синтеза и предвиђања решења и последица; развој критичког и самокритичког мишљења и приступа; примену знања у пракси; професионалне етике; повезивање знања из различитих области и њихову примену; развој вештина и спретности у употреби знања у области транспорта дистрибуције и складиштења природног гаса и техничких гасова.

### **садржај теоријске наставе**

Природни гас, течни нафтни гас, други гориви гасови. Врсте и опрема станица за редукацију притиска, и њихов положај у простору. Врсте и типови апарата намењених унутрашњим гасним инсталацијама, уређаји и опрема за безбедно функционисање, одвођење продуката сагоревања. Технички гасови: ваздух, атмосферски гасови, водоник, хлор ... Подела, карактеристике примена. Опрема инсталација за транспорт и складиштење. Поступци добијања атмосферских гасова. Чишћење и припрема инсталација. Боце и резервоари за складиштење гасова, пилот регулатори, регулатори притиска, преструјни испусни и блокадни вентили, противломни вентили и изолациони комади, шахтови, мерно-регулационе станице.

### **садржај практичне наставе**

Састав гасова, падови притисака израчунавање, одоризација. Одређивање димензија цевовода, степени сигурности, карактеристике материјала. Класификација и елементи гасовода. Хидраулички прорачун гасовода. Елементи за спајање инсталација избор и прорачун делова од метала и пластичних материјала према врсти гасова. Специфичности испитивања инсталација за гориве, техничке гасове и медицинске гасове. Прорачуни и избор делова опреме, регулатори, вентили сигурности. Капацитети редукиционих и мерних станица. Избор опреме, прорачун и димензионисање. Примена EN и ISO стандарда. Блок и чистачке станице. Филтрирање. Распореди и постављање опреме са аспекта зона опасности. Прорачун, димензионисање, избор и постављање гасних апарата.

### **услов похађања**

### **ресурси**

С обзиром да за предмет још није завршен уџбеник, студентима се достављају материјали за предавања у штампаном и електронском облику.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 0

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 30

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 5

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 3

колоквијум са оцењивањем: 7

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 28

#### **литература**

M. Šunic, N. Dujmović: Plin i plinska tehnika I, 1981.

S. Raketić: Gasovi, Tehnički gasovi – Gasovita goriva, propisi i mere bezbednosti, 1985.

Strelec, V: Plinarski priručnik, Nafta – Poslovna zajednica, Zagreb, 1982.

Bogner, M. i dr.: Termotehničar, Tom 2, Interklime-Grafika, Vrnjačka Banja, SMEITS, Beograd, 2004.

Tanasković, P.: Transport sirove nafte i gasa, III deo, Tečni naftni gasovi „TNG“, Nafta-Gas, Novi Sad, 1976.

## Дифузионе операције и апарати

ИД: 0162

носилац предмета: Јаћимовић М. Бранислав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: процесна техника

### циљ

Анализирање дифузионих операција и апарата и сагледавање њихове улоге у савременој индустрији.

Упознавање са најчешће примењиваним типовима дифузионих апарата - њиховом конструкцијом и прорачунским процедурама.

### исход

Овладавање прорачунским процедурама потребним за анализу дифузионих операција - израда биланса супстанције, одређивање операционе линије и погонске силе.

Овладавање прорачунским процедурама потребним за димензионисање најчешће примењиваних дифузионих апарата.

### садржај теоријске наставе

Класификација дифузионих операција и апарата.

Општа методологија прорачуна дифузионих операција. Операциона и равнотежна линија, погонска сила процеса размене супстанције, број јединица преноса, теоријски степен контакта.

Дифузионе операције: дестилација (континуално испаравање, једностепена равнотежна дестилација, континуална кондензација, дестилација са дефлегмацијом, диференцијална равнотежна дестилација, фракциона дестилација, диференцијална кондензација), ректификација, апсорпција, екстракција, излуживање, адсорпција, сушење.

Дифузиони апарати за системе гас-течност, течност-течност и чврста фаза - флуид.

Колоне са испуном, колоне са подовима, колоне са непокретним слојем, сушаре.

Мембранске дифузионе операције и апарати.

Преглед тренда развоја дифузионих операција.

### садржај практичне наставе

Примери из области дифузионих операција. Израда биланса супстанције. Одређивање операционе линије, погонске силе процеса размене супстанције, броја јединица преноса, броја теоријских степени контакта.

Примери димензионисања најчешће примењиваних дифузионих апарата: дестилационе колоне (са испуном и са подовима), екстракционе колоне (са испуном и са подовима), адсорбери (са непокретним слојем адсорбента и проточни адсорбери), сушаре (континуалне и периодичне). Мембранске дифузионе операције и апарати.

### услов похађања

### ресурси

Јаћимовић Б., Генић С., Топлотне операције и апарати, Део 1: Рекуперативни размењивачи топлоте, Машински факултет Београд, 2004.

Јаћимовић Б., Генић С., Дифузионе операције и апарати, Део 1: Основи транспорта

супстанције, Машински факултет Београд, 2007.

Јаћимовић Б., Генић С., Дифузионе операције и апарати, Део 2: Дифузионе операције, Машински факултет Београд, 2010.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 30

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 10

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

### **литература**

## **Заштита ваздуха**

**ID:** 0124

**носилац предмета:** Радић Б. Дејан

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 2

**облик завршног испита:** писмени+усмени

**катедра:** процесна техника

### **циљ**

Циљ предмета је приказ основних конструкција апарата који се користе у постројењима чија је намена заштита ваздуха. То се постиже кроз приказ основних конструкција апарата за пречишћавање гасова и приказ методологије прорачуна најчешће коришћених типова ових уређаја. На тај начин студент овладава вештинама пројектовања ових постројења и димензионања појединих уређаја.

### **исход**

По завршетку курса очекује се да је кандидат овладао знањима која се односе на анализу и оцену погодности примене појединих апарата за пречишћавање гасова за одређене намене. Знања која је студент стекне о конкретним техничким решењима, избору метода пречишћавања и опреми омогућавају му сагледавање основних принципа битних за пројектовање постројења заштите ваздуха и посебно димензионисање и прорачун апарата.

### **садржај теоријске наставе**

Смањење емисије чврстих честица применом механичких апарата. Суви инерцијални пречистачи. Центрифугални пречистачи. Електрофилтри, Врећасти филтри. Опрема за смањење емисије чврстих честица и гасова влажним поступком. Колоне са распршивањем течности (апарати са орошавањем и испуном). Мокри пречистачи гасова који раде у режиму барботирања и пене. Мокри пречистачи гасова ударно – инерционог дејства. Мокри пречистачи гасова центрифугалног дејства. Динамички мокри пречистачи гасова. Турбулентни мокри пречистачи гасова. Вентури издвајача. Суви, влажни и полусуви поступци пречишћавања гасова. Влажни скрубери. Апсорбери. Адсорбери. Скрубери са испуном. Кондензатори. Издвајање сумпорних оксида из гасова. Издвајање азотних оксида из гасова. Издвајање летљивих органских компонента.

### **садржај практичне наставе**

Прорачун гравитационих пречистача.  
Прорачун центрифугалних пречистача  
Пројектовања пречистача са филтарском преградом.  
Основе пројектовања турбулентних мокрих пречистача.  
Прорачун вентури скрубера.  
Материјални биланс постројења за пречишћавање димних гасова  
Основе пројектовања апсорбера за пречишћавање гасова.  
Основе пројектовања уређаја за смањење емисије азотних оксида.  
Основе пројектовања уређаја за смањење емисије летљивих органских компонента.  
Лабораторијска вежба - мерење емисије чврстих честица и гасова.

### **услов похађања**



## ресурси

1. Кубуровић, М., Јововић А., Станојевић, М., Каран, М., Радић, Д., Петров, А.: Заштита животне средине (Поглавље 15), Термотехничар, Интерклима–В. Бања, СМЕИТС–Београд, 2004., КПН.
2. Вуковић, Д., Богнер, М.: Техника пречишћавања, СМЕИТС, Београд, 1996., КДА.
3. Експериментална инсталација за мерење емисије загађујућих материја у ваздух, Лабораторија за процену технику (сала 6), ЕОП-ЛПИ.
4. Мерни уређаји за мерење емисије честица и гасова, Лабораторија за процесну технику (сала 6), ЕОП-ЛМС.

## фонд часова

укупан фонд часова: 30

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 8

разрада и примери (рекапитулација): 4

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 11

лабораторијске вежбе: 1

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 15

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 70

услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

## литература



## Мерења и управљање у процесној индустрији

ID: 0403

носилац предмета: Станојевић М. Мирослав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: процесна техника

### циљ

Упознавање кандидата са принципима мерења процесних величина и избором начина вођења процеса помоћу измерених величина. Оспособљавање кандидата да самостално врши статистичку обраду резултата мерења и процену мерне несигурности. Поступак акредитације лабораторија и контролних организација.

### исход

По завршетку курса очекује се да је кандидат упознат са основним мерењима и инструментима која се користе у мерењу и управљању процесним системима. Такође очекује се да студент буде у стању са самостално планира експериментална испитивања и лабораторијски рад и врши процену мерне несигурности. Основна сазнања кандидат добија и о поступку акредитације лабораторија кроз сагледавање основних захтева релевантних стандарда.

### садржај теоријске наставе

Основни појмови о мерењу и управљању у процесној индустрији. Основне мерне величине у процесној индустрији. Мерење температуре. Мерење притиска и разлике притиска. Мерење протока флуида. Врсте и принцип рада сензора. Остала мерења у процесној индустрији: мерење масе, нивоа, концентрације, влажности, физичких карактеристика флуида (густине и вискозности). Одређивање састава гасова и концентрације честица у гасу. Сложени системи мерења са аквизицијом податка. Аналогни и дигитални сигнали. Пренос података у рачунар. Формирање алгоритма управљања. Основни принципи функционисања SCADA софтвера. Примена PLC-ова у управљању. Грешка мерења. Статистичка обрада резултата мерења. Следљивост мерења. Калибрација мерних инструмената. Појам и начин одређивања мерне несигурности. Метролошке лабораторије и лабораторије за испитивање и еталонирање. Начини и захтеви за остваривање техничке компетентности акредитованих лабораторија према SRPS ISO/IEC 17025:2006 и SRPS ISO/IEC 17020:2002.

### садржај практичне наставе

Примери појединих мерних уређаја, уређаја за аквизицију података и управљање. Реализација појединих мерења у лабораторији (практични рад у лабораторији). Обрада резултата измерених величина и процена мерне несигурности. Физичке основе одређивања мерених величина. Математички изрази којима се описују појаве које се користе при процесним мерењима. Методе мерења температуре, притиска и разлике притиска, протока мерним блендама, брзине у каналима и анализе гасова. Сложени системи мерења и управљања процесним системима. Методе одређивање мерне несигурности. Поступак акредитације лабораторија.

### услов похађања

### ресурси

1. Лабораторијска инсталација за мерење притиска и температуре (манометри, давачи притиска, U цеви, коси манометри, термопарови, термометри, аквизициони систем), Лабораторија за процесни технику (сала 6), ЛПИ
2. Мерна стаза за мерење протока (мерне бленде, питоове сонде, анамометри), Лабораторија за процесни технику (сала 6), ЛПИ
3. Уређаји за одређивање емисије (анализатори гасова и апаратура за мерење концентрације честица), Лабораторија за процесни технику (сала 6), ЛМС

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 17

лабораторијске вежбе: 13

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 5

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 30

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Jones, B.: Instrument technology, Volume 1, Newnes-Butterworths, London, 1976.

Boyer, S.: Supervisory Control and Data Acquisition, 2nd Edition, Instrument Society of America, USA, 1999.

Јанкес, Г., Станојевић, М., Каран, М.: Индустијске пећи и котлови - мерење основних процесних величина, Машински факултет, Београд, 1996.

Вушковић, И.: Основи технике мерења, Машински факултет Београд, 1977.

## Механичке и хидромеханичке операције и опрема

ID: 0292

носилац предмета: Станојевић М. Мирослав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: презентација семинарског рада

катедра: процесна техника

### циљ

Циљ предмета је да студент стекне академске вештине и компетенције за одабир и прорачун, апарата и уређаја за механичке и хидромеханичке процесе. Кроз израду семинарског рада студент стиче креативне способности и овладава специфичним практичним вештинама за обављање послова у оквиру своје професије, а то је конструисање процесне опреме. Кроз лабораторијске вежбе овладава знањима везаним за испитивања у току процеса производње и експлоатације опреме.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче следеће опште способности: анализа, синтеза и предвиђања решења и последица; развој критичког и самокритичког мишљења и приступа; примена знања у пракси; професионалне етике; повезивање знања из различитих области и њихова примена; развој вештина и спретности у употреби знања у одговарајућем подручју.

### садржај теоријске наставе

1. Увод у механичке операције, 2. Физичко механичке основе уситњавања (Потрошња енергије), 3. Дробљење и дробилице, 4. Млевење (Млинови са куглама, Добошаст млинови), 5. Технолошке шеме уситњавања, 6. Мешалице (Основне конструкције мешалица), 7. Основна својства аеродисперзних система, 8. Отпор ваздуха неравномерном кретању честица, (Брауновско кретање, дифузија и коагулација аеросолних честица. Општа теорија обеспрашивања ваздуха. Таложeње по дејством силе теже. Инерциона сепарација у праволинијском току – ефекат качења). 9. Дифузионо таложeње (Филтрација кроз порозне слојеве. Таложeње под дејством центрифугалне силе. Модификована теорија стационарне орбите. Таложeње на филм течности. Таложeње при барботажи. Таложeње распрашеном водом. Таложeње под дејством наелектрисања.), 10. Пречишћавања гасова

### садржај практичне наставе

1. Димензије комада материјала, степен уситњавања, 2. Енергетске теорије уситњавања, 3. Дробљење, 4. Млевење, 5. Рачунски задаци из ротационих сита, 6. Прва лабораторијска вежба: Ситовна анализа, млевење, овера резултата мерења и одбрана извештаја 7. Прорачун мешалица (Одређивање величине суда. Избор типа мешалице), 8. Аеродисперзни системи, 9. Прорачун ваздушних филтара (Одређивање степена пречишћавања циклона.), 10. Таложeње, 11. Прорачун система за отпрашивање (Избор циклона, прорачун цевовода).

### услов похађања

### ресурси

1. Богнер, М.: Механичке операције, Научна књига, Београд, 1987., КДА

2. Лабораторијска инсталација за млевење и ситовну анализу, Лабораторија за процесну технику (сала 6),ЛПИ

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 19

лабораторијске вежбе: 2

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 9

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 3

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 15

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Магдалиновић, Н.: Уситњавање и класирање, Научна књига, Београд, 1991,

Богнер, М. и др.: Термотехничар, Интерклима графика, Врњачка Бања, 2003

Богнер, М., Станојевић, М., Ливо, Л.: Пречишћавање гасова и течности, ЕТА, Београд, 2006.

## Пећи и котлови у индустрији

ID: 0594

носилац предмета: Радић Б. Дејан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: процесна техника

### циљ

Циљ предмета је да студенти стекну неопходна знања за рад на пословима пројектовања, одржавања и експлоатације индустријских пећи, као и основна знања неопходна за рад на одржавању и експлоатацији индустријских котлова. Поред тога у оквиру предмета студенти треба да савладају методологију израде енергетских биланса и основне принципе рационалног коришћења енергије код индустријских пећи и котлова.

### исход

Студенту се дају неопходна знања за рад на пројектовању и организацији одржавања код индустријских пећи, као и на планирању одржавања и експлоатације индустријских котлова. Дају се подлоге за рад на пројектима рационалног коришћења енергије код индустријских пећи и котлова.

### садржај теоријске наставе

Дефиниција и подела индустријских пећи и котлова. Елементи конструкције и опреме индустријских пећи. Енергетски биланси индустријских пећи карактеристике и опис конструкције индустријских пећи (пећи за загревање и топљење метала, пећи у индустрији неметала, пећи у прехранбеној индустрији и тд.. Примена и опис конструкције индустријских котлова. Карактеристике парних и вреловодних индустријских котлова, карактеристичне шеме котлова и опис конструкције, ложишта и накнадне грејне површине, енергетски биланси и степени корисности. Испитивања котлова.

### садржај практичне наставе

Приказ појединих типова индустријских пећи. Приказ елемената конструкције и опреме индустријских пећи. Израда примера материјалних и енергетских биланса индустријских пећи. Израда примера енергетских биланса индустријских котлова. Опис и припрема лабораторијске вежбе: Приказ инструмената и методологије мерења, структуре елабората, организација рада на лабораторијској вежби. Припрема израде пројекта: Приказ методологије израде пројекта, подела студената у тимове и задавање пројектних задатака. Лабораторијска вежба: Мерење губитака енергије на индустријској пећи у реалном погону: Студенти подељени по групама врше мерења величина неопходних за прорачун губитака енергије на једној индустријској пећи у одабраном предузећу. Израда пројекта; студенти се деле у тимове који раде заједнички пројекат задате пећи.

### услов похађања

### ресурси



Писани изводи са предавања-handouts.

Упутства за решавање задатака,упутства за израду елабората са лабораторијских вежби,упутства за израду семинарског рада.

Software за прорачун процеса сагоревања и израду топлотних биланса индустријских пећи и котлова.

Допунска литература - Термотехничар, том 1 и 2, Пословна политика, Београд, 1992.  
(том 1 - поглавља 3, 5 и 6, том 2 - поглавље 4)

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 18

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 7

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 6

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Термотехничар, том 1 и 2, Пословна политика, Београд, 1992.

Г.Јанкес, М.Станојевић, М.Каран, М.Стаменић: Индустијске пећи и котлови приручник за вежбања са решеним задацима, Машински факултет, Београд, 2001.

Baukal, S., The John Zink Combustion handbook, CRC company, 2001.

Ан. Л. Бергауз и др. Справочник конструктора печеи прокатног пшроизводства, Том I и II, Металлургија, Москва 1970.

Seam its generation and use, 41 Edition, Babcock and Wilcox, 2005.

## Принципи заштите животне и радне средине

ID: 0183

носилац предмета: Јововић М. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: процесна техника

### циљ

Основни циљеви предмета односе се на упознавање студената са проблема у животној средини, природним опасностима и утицају човека на животну средину. У циљу решавања проблема студенти ће бити упознати са физиком и хемијом животне средине, атмосферским појавама, основама микробиологије и екологије.

### исход

На основу савладавања предвиђених наставних јединица студенти ће бити у стању да самостално доносе одлуке које се односе на управљање животном средином, одрживи развој, процене утицаја пројеката и објеката на животну средину. Посебно значајно је знање које ће студенти имати у погледу анализе животног циклуса производа и процеса.

### садржај теоријске наставе

Увод, Променљива улога технологија, Законодавство и регулатива; Техничке основе-ЈУС ИСО14000; Значај и утицај јавности,

Дилема о индустријализацији и урбанизацији; Утицај енергетског раста на животну средину, Утицај извора енергије на животну средину,

Класификација и мерење природних опасности, Ефекат стаклене баште и смањење озона, Киселе кише,

Физика и хемија животне средине, Расподела честица, Раствори и растворљивост, Гасови, мешавине гасова, транспорт у систему »гас-течност«, Материјални биланси, Реакције, кинетика реакција и реактори,

Наука о атмосфери, Основне карактеристике и биланс, Струјање ваздуха, стабилност атмосфере, турбуленције, Вода у атмосфери, Клима; Предвиђање концентрације загађења ваздуха,

Микробиологија и екологија, Основе и примењена микробиологија, Епидемиологија и болести, Токови енергије у екосистемима, Ланац исхране и трофични нивои, Циклуси нутритијената, Елементи лимнологије, Еутрофикација,

Одрживи развој, ЕИА, РА и ЛЦА; Стратегије, планови и програми, Етика.

### садржај практичне наставе

Основна израчунавања са позиције законских прописа, норми и стандарда,

Прорачун ризика и опасности постројења,

Израчунавање епизодних загађења ваздуха, Пример инвентара/катастра гасова,

Пример израде процене утицаја и процене ризика, стратегија, планова и програма,

Елементи животног циклуса производа,

Прорачун расподеле честица, Раствори и растворљивост, Гасови, мешавине гасова, транспорт у систему »гас-течност«, Израчунавање материјалних биланса,

Основни прорачуни хемијских реакција, кинетика реакција и реактора,

Израчунавање енергетског биланса атмосфере, основни појмови и прорачуни који се односе на струјање ваздуха, стабилност атмосфере, турбуленције, кружење воде у атмосфери, метеорологија, дисперзиони модели, модел перјанице

Основни концепт екологије, Токови енергије у екосистемима, основни прорачуни у микробиологији,  
Израда упрошћене студије о процени утицаја или израда ЛЕАП-а,  
Консултације при изради пројекта,  
Јавна презентација радова и дискусија.

### **услов похађања**

### **ресурси**

С обзиром да за предмет још није завршен уџбеник, студентима се достављају материјали за предавања у штампаном и електронском облику.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 45

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 12

разрада и примери (рекапитулација): 6

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 11

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 3

консултације: 2

дискусија/радионица: 2

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

завршни испит: 70

услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

### **литература**

Кубуровић, М., Јововић А. и др. Заштита животне средине (Поглавље 15), стр. 644-856., Термотехничар, том 2, Интерклима-графика, СМЕИТС, 2004., ISBN 86-82685-03-5  
Kiely, G., Environmental Engineering, McGraw-Hill, 1997.

## Пројектовање, изградња и експлоатација процесних система

ID: 0363

носилац предмета: Петровић Љ. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: процесна техника

### циљ

Циљ предмета је упознавање студената са појединим фазама изградње објеката, од израде техничке документације и прибављања неопходних сагласности до изградње и пријема објеката. Студенти се упознају са садржајем пројекта. У другом делу предмета стичу се сазнања о основним активностима који прате пројектовање објеката процесне индустрије

(снабдевање енергијом, радним и помоћним флуидима, складиштење, транспорт, токови вода и тд.). Део предмета бави се економским вредновањем инвестиција.

### исход

Основни исход предмета јесте оспособљавање судената за самостално вођење послова изградње објеката. То подразумева израду пројектне документације и извођење радова на изградњи објеката. Такође, после одслушаног предмета студент треба да буде способан да сагледа обим радова при пројектовању објеката процесне индустрије, као и да планира потребне пратеће инсталације уз производни објекат.

### садржај теоријске наставе

Законске основе изградње објеката. Закон о планирању и изградњи. Циљ пројектовања. Изградња инвестиционих објеката. Врсте машинских пројеката. Садржај машинског пројекта. Заштита на раду. Заштита од пожара. Заштита животне средине. Процена утицаја на животну средину. Пројектовање производно технолошких линија. Израда шема

технолошких система и производних система. Означавање апарата, арматуре и мерно-регулационе опреме на технолошким шемама. Технолошка складишта и транспортни системи. Постројења за снабдевање енергијом. Основни видови енергије, топлотна, електрична, механичка (у преносном смислу). Напојни системи. Помоћни флуиди (вода, ваздух, технички гасови). Развод водене паре. Компримовани ваздух и технички гасови. Грејање, климатизација и вентилација. Одржавање производно технолошких система. Процена услуга у инвестиционој изградњи. Инвестициони трошкови. Студија оправданости. Експлоатациони трошкови.

### садржај практичне наставе

Упознавање са инвестиционо техничком документацијом. Упознавање са формом машинских пројеката. Примери прорачуна производно-технолошких линија. Примери израде технолошких шема. Пројектовање складишних и транспортних постројења. Напојни системи. Снабдевање компримованим ваздухом. Пројектовање постројења за снабдевање енергијом. Развода помоћних флуида. Предрачун и оправданост инвестиције. Експлоатациони и инвестициони трошкови рада постројења. Самостална реализација главног-машинског пројекта пртема постављеном пројектном задатку.

### услов похађања

## **ресурси**

Богнер М.: Пројектовање термотехничких и процесних система, Треће допуњено и проширено издање, Београд, 2007.,КДА.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 25

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 3

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

## **литература**

Предавања и вежбе

Перијев приручник за хемијско инжењерство, Mc-Graw Hill, 1999.

Богнер М.: Пројектовање термотехничких и процесних система, Треће допуњено и проширено издање, Београд, 2007.,КДА.

## Процеси и постројења за припрему вода

ID: 0923

носилац предмета: Станојевић М. Мирослав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: процесна техника

### циљ

Циљ предмета је да студент стекне академске вештине и компетенције за праћење процеса као и одабир и прорачун апарата и уређаја који се користе за припрему воде. Кроз израду семинарског рада студент стиче креативне способности и овладава специфичним практичним вештинама за обављање послова у оквиру своје професије, а то је праћење процеса и конструисање процесне опреме.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче следеће опште способности: анализа, синтеза и предвиђања решења и последица; развој критичког и самокритичког мишљења и приступа; примена знања у пракси; професионалне етике; повезивање знања из различитих области и њихова примена; развој вештина и спретности у употреби знања у одговарајућем подручју.

### садржај теоријске наставе

1. Основне карактеристике вода, 2. Хемијски састав воде, Проблеми загађености воде, 3. Поступци коагулације и флокулације воде, 4. Поступци таложења, флотације и филтрације, 5. Хлорисање воде, Подела семинарских радова, 6. Примена озона у пречишћавању вода, 7. Третман воде активним угљем, 8. Омекшавање воде, 9. Индустријске воде, 10. Мембрански процеси у третману воде.

### садржај практичне наставе

1. Практични примери из Основних карактеристика вода, 2. Практични примери из Хемијског састава воде, Проблема загађености воде, 3. Практични примери из Поступака коагулације и флокулације воде, 4. Практични примери из Поступака таложења, флотације и филтрације, 5. Практични примери из Хлорисања воде, 6. Практични примери из Примене озона у пречишћавању вода, 7. Практични примери из Третмана воде активним угљем, 8. Практични примери из Омекшавања воде, 9. Практични примери из Индустријских вода, 10. Практични примери из Мембрана и мембранских модула, Примене мембранских процеса за припрему воде за различите намене.

### услов похађања

### ресурси

М. Станојевић: Изводи са предавања

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)



ново градиво: 20  
разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 30  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 1  
пројекат: 0  
консултације: 9  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 4  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 6  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 45  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 20  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Станојевић, М., Симић, С., Радић, Д., Јововић, А.: Примена гасова у третману вода, Универзитет у Источном Сарајеву, Машински факултет, БиХ, 2013.  
Кубуровић, М., А. Петров: Заштита животне средине, СМЕИТС и Машински факултет, Београд, 1994.  
Богнер, М., Станојевић, М.: О водама, ЕТА Београд, 2006.  
Дегремон, Г.: Техника пречишћавања воде, Превод са француског, Грађевинска књига, Београд, 1976.

## Процесна енергетика

ID: 0589

носилац предмета: Јововић М. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: писмени

катедра: процесна техника

### циљ

Циљ предмета је да студенти овладају основним знањима коришћења енергије у индустрији како би могли на задовољавајући начин да се у пракси баве пословима рационалног коришћења енергије и одржавањем енергетске опреме и постројења у индустријским предузећима. Поред тога, основна знања о трансформацијама и коришћењу енергије битна су за разумевање материје из других предмета процесне технике и заштите животне средине.

### исход

Разумевање рада енергетске опреме и технологија и принципа њиховог рационалног коришћења; израда енергетских биланса индустријских предузећа и примена методологије за дефинисање губитака енергије код опреме и инсталација у индустријским погонима.

### садржај теоријске наставе

АТ-1: Енергија, трансформације енергије и начин коришћења енергије у производним процесима у индустрији (Општи појмови о енергији и енергетске резерве; преглед потрошача енергије и енергетских система у индустријским погонима; енергетски биланси предузећа).

АТ-2: Енергетски извори у индустријским предузећима (Снабдевање индустријских погона енергијом; котлови и котларнице, комбинована производња енергије у индустрији; енергетске потребе производних процеса)

АТ-3: Коришћење горива у индустрији (Развод горива и уређаји за сагоревање; сагоревање и основе ефикасног коришћења енергије код процеса сагоревања)

АТ-4: Водена пара као носилац енергије (Карактеристике водене паре, процеси и уређаји који користе водену пару у процесној индустрији; опис система за развод паре и поврат кондензата )

### садржај практичне наставе

ПА-1 # Израда енергетских биланса (методологија прикупљања података о потрошњи енергије у индустријским погонима; примери израде енергетских биланса предузећа)

ПА-2 # Приказ система процесне енергетике и прорачун степена корисности (Снабдевање индустријских погона енергијом; котлови и котларнице, комбинована производња енергије у индустрији; енергетске потребе производних процеса)

ПА-3 # Израчунавање губитака енергије код система за развод паре и поврат кондензата (Потребна количина паре за производни процес; прорачун губитака енергије кроз зидове цевовода; Израда прорачуна губитака енергије код неправилног одвођења кондензата )

ПА-4 # Прорачуни губитака енергије код уређаја који користе гориво у индустрији (пример прорачуна процеса сагоревања, h-t дијаграми, прорачун губитака енергије са димним гасовима)

ПС-1 # Израда семинарског рада - Енергетски аудит у одабраном индустријском предузећу (Студенти уз помоћ асистента раде свој семинарски рад који представља

извештај о извршеном енергетском аудиту у једном индустријском предузећу; свој рад презентирају усмено у облику power point презентације).

### **услов похађања**

#### **ресурси**

Одабрана поглавља из приручника за вежбања са решеним задацима Индустријске пећи и котлови (поглавља 1, 2 и 3),  
Писани изводи са предавања-layouts,  
Упутства за решавање задатака, упутства за израду елабората са лабораторијских вежби, упутства за израду семинарског рада,  
Допунска литература - Брошуре и билтени у издању Мреже за енергетску ефикасност у индустрији Србије (МЕЕИС).

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 30

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 8  
развијање и примери (рекапитулација): 0

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 9  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 6  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 2  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 30  
пројекат: 0  
завршни испит: 60  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

## литература

Г.Јанкес, М.Станојевић, М.Каран, М.Стаменић: Индустијске пећи и котлови приручник за вежбања са решеним задацима, Машински факултет, Београд, 2001.

Vaukal, S., The John Zink Combustion handbook, CRC company, 2001.

Г.Јанкес, М.Стаменић: Повећање енергетске ефикасности код производње енергије у индустријским котларницама, МЕЕИС, 2007.

Г.Јанкес, М.Стаменић: Савремени системи за сагоревање, МЕЕИС, 2007.

## Процесни феномени

ID: 0276

носилац предмета: Генић Б. Србислав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: процесна техника

### циљ

СТИЦАЊЕ НЕОПХОДНИХ ЗНАЊА РАДИ РАЗУМЕВАЊА ФЕНОМЕНА ТРАНСПОРТА ТОПЛОТЕ И СУПСТАНЦИЈЕ У ПРОЦЕСНОЈ ИНДУСТРИЈИ.

Примена стационарног и нестационарног транспорта у гасовима, течностима и флуидима код процесних апарата.

### исход

Овладавање прорачунским процедурама потребним за одређивање интензитета транспорта топлоте и супстанције и пада притиска у процесним апаратима. Оспособљавање за употребу прорачунских процедура за димензионисање процесне опреме.

### садржај теоријске наставе

Молекуларни транспорт. Њутнов закон вискозног трења, Фуријеов закон провођења топлоте, Фиков закон молекуларне дифузије.

Стационарни молекуларни транспорт топлоте и супстанције.

Диференцијалне једначине конвективног транспорта количине кретања, топлоте и супстанције. Ламинарно и турбулентно струјање.

Упрошћени модели конвективног транспорта и њихова експериментална потврда.

Коефицијенти прелаза и пролаза топлоте и супстанције.

Теорија сличности. Критеријуми сличности и критеријалне једначине. Аналогија преноса количине кретања, преноса топлоте и преноса супстанције

Конвективни транспорт у систему без чврсте фазе. Међуфазна турбуленција.

Истовремени транспорт топлоте и супстанције. Температура по влажном термометру.

Кључање, кондензација и зрачење. Карактеристични случајеви у процесним апаратима (размењивачи топлоте, колоне, пећи).

Размена топлоте код апарата са оребреним површинама.

Нестационарно провођење топлоте и супстанције кроз чврсту фазу.

### садржај практичне наставе

Примери стационарног молекуларног транспорта кроз чврсту фазу и флуиде

Примери примене модела конвективног транспорта количине кретања, топлоте и супстанције.

Примери примене теорије сличности. Критеријалне једначине и ограничења њихове примене.

Примери конвективног транспорт у системима флуид - флуид

Примери истовременог транспорт топлоте и супстанције код влажних гасова.

Лабораторијске вежбе. Одређивање коефицијента дифузије. Одређивање стања ваздуха мерењем температуре по сувом и влажном термометру.

Примери израчунавања интензитета прелаза топлоте при кључању код цевних испаривача

Примери израчунавања интензитета прелаза топлоте при кондензацији код цевних

кондензатора

Примери израчунавања интензитета размене топлоте услед зрачења код индустријских пећи

Примери израчунавања коефицијента пролаза топлоте код размењивача топлоте са оребреним површинама

Примери нестационарног провођење топлоте и супстанције кроз чврсту фазу

**услов похађања**

**ресурси**

Јаћимовић Б., Генић С., Топлотне операције и апарати, Машински факултет Београд, 2004.

Јаћимовић Б., Генић С., Дифузионе операције и апарати, Део 1: Основи транспорта супстанције, Машински факултет Београд, 2007.

Јаћимовић Б., Генић С., Дифузионе операције и апарати, Део 2: Дифузионе операције, Машински факултет Београд, 2010.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 25

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 10

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

**литература**

## **Стручна пракса М - ПТХ**

**ID:** 0804

**носилац предмета:** Станојевић М. Мирослав

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 4

**облик завршног испита:** писмени+усмени

**катедра:** процесна техника

### **циљ**

Циљ предмета је упознавање студената са средствима, машинама и уређајима који се користе у различитим гранама привреде, а нарочито у прехранбеној и фармацеутској индустрији, хемијској индустрији, преради нафте, гаса, неметала и грађевинских материјала, металургији, енергетици, комуналној делатности. Практика треба да омогући студентима лакше савладавање градива из стручних предмета.

### **исход**

Савладавањем програма предмета студент се упознаје са: 1. процесима и опремом која се користи у процесној индустрији, 2. методама пројектовања процесних постројења, 3. методама испитивања процесних постројења и опреме, и др.

### **садржај теоријске наставе**

Улога и значај стручне праксе - процесно инжењерство, инжењерство у заштити животне средине. Основни принципи рада уређаја и машина за процесну технику. Основе технолошких процеса у области процесне технике. Основе пројектовања процесних система. Основе развода главних и помоћних флуида.

### **садржај практичне наставе**

Организација и посете фабрикама процесне индустрије. Упознавање са конкретним технолошким процесима и опремом у процесној индустрији кроз преглед техничке документације и увидом у стање у фабрикама. Анализа техничке документације (пројеката и конструктивне документације) у области процесне индустрије. Техничка контрола (ревизија) техничке документације - оцена усаглашености документације са захтевима прописа и стандарда у области процесне индустрије. Упознавање студената са мерном опремом која се користи у процесној индустрији непосредним увидом у стање ове опреме у фабрикама и лабораторијама са којим располаже катедра. Улога процесних инжењера у пројектовању и извођењу система за управљање процесима и технологијама.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Литературе издата од стране чланова Катедре за процесну технику. Техничка документација. Каталожка документација.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 46

### **активна настава (теоријска)**



ново градиво: 0  
разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 46

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 30  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 30  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

**литература**

## Сушаре

ID: 0145

носилац предмета: Јововић М. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: процесна техника

### циљ

Студенти ће се упознати са техничким основама сушења материјала. Циљ предмета је приказ основних конструкција апарата за сушење. Такође, овим предметом се жели постићи да студент овлада вештинама препознавања проблема која настају у сложеним процесима сушења.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче специфичне способности које су у функцији квалитетног обављања стручне делатности. Предвиђено је да студент стекне знања о конкретним техничким решењима у области сушења материјала, као и да је у могућности да анализира сложена технолошка решења.

### садржај теоријске наставе

Дефиниција процеса сушења, подела, примена и значај процеса и опреме за сушење, дефиниција основних величина, мерење масеног удела влаге, Статика процеса сушења, Кинетика процеса сушења, Кинетика конвективног сушења влажног материјала, Криве кинетике сушења, Експериментално одређивање и приступ. Криве брзине сушења, Пројектовање сушара, Опште поставке при пројектовању сушара, основни захтеви код сушара; избор конструкције сушаре и помоћних уређај код сушаре; избор агенса сушења и носиоца топлоте, Билансирање процеса, Материјални и енергетски биланс сушаре, Теоријска и стварна сушара, Графичко приказивање одвијања процеса у сушари, Топлотни прорачун сушара, Топлотни прорачун сушара помоћу равнотежног дијаграма "енталпија-састав" и "енталпија-температура", сушење загрејаним ваздухом и разблаженим димним гасовима и степен корисности конвективних сушара Типови и класификација конструкција сушара, Помоћни уређаји сушара, Техноекономски показатељи рада сушара.

### садржај практичне наставе

Основни изрази и величине, Основни прорачуни у процесу сушења, Прорачун основних карактеристика влажног ваздуха, Прорачун материјалног и енергетског биланса, Прорачун материјалног и енергетског биланса теоријске и стварне сушаре при сушењу загрејаним ваздухом и разблаженим димним гасовима (проток агенса сушења, потрошња топлоте, коефицијент преноса топлоте, потрошња загревне паре, степен

корисности постројења),

Прорачун материјалног и енергетског биланса теоријске и стварне сушаре при међузагревању ваздуха као агенса сушења, као и при рецикулацији агенса сушења,

Избор и димензионисање сушаре,

Одређивање термограма сушења (кинетика конвективног сушења) у непокретном слоју,

Одређивање влажности ваздуха адсорпцијом силика гелом,

Одређивање удела воде димних гасова у димним каналима,

Израда техничке документације,

Припрема за израду техничке документације, Израда техничке (конструкционе)

документације: Избор и димензионисање сушаре, спецификација опреме и графичка документација.

### **услов похађања**

### **ресурси**

С обзиром да за предмет још није завршен уџбеник, студентима се достављају материјали за предавања у штампаном и електронском облику. Израда уџбеника са примерима избора и димензионисања опреме је у току.

Лабораторијско постројење/инсталација/машина (ЛПИ):

Лабораторијска сушара са помоћном опремом,

Лабораторијски мерни систем(ЛМС),

Опрема за одређивање удела воде у ваздуху,

Опрема за одређивање удела воде у димним и отпадним гасовима.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 45

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 12

развијање и примери (рекапитулација): 6

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 11

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 4

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 10  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 10  
завршни испит: 70  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

### **литература**

Антић, М., Јанкес, Г., Кубуровић, М., Станојевић, М., Каран, М., Петров, А.:  
Индустријске пећи, у: Термотехничар/Уредник Богнер, М. . - 2.изд. - Београд: Пословна  
политика, 1992.-стр.79-208

## Технички прописи

ID: 0622

носилац предмета: Петровић Љ. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: писмени

катедра: процесна техника

### циљ

Циљ предмета је да студент стекне академске вештине и компетенције за примену техничких прописа. Кроз наставне активности студент стиче креативне способности и овладава специфичним практичним вештинама за обављање послова у оквиру своје професије, а то је пројектовање у општем смислу.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче следеће опште способности: анализа, синтеза и предвиђања решења и последица; развој критичког и самокритичког мишљења и приступа; примену знања у пракси; професионалне етике; повезивање знања из различитих области и њихову примену; развој вештина и спретности у употреби знања у области израде пројектно техничке документације

### садржај теоријске наставе

1. Техничка регулатива - закони, правилници и стандарди. Врсте пројеката као делови техничке документације 2. Поступци изградње од одобрења за градњу, припреме, градње, надзор над изградњом и употребне дозволе. Саставни делови пројеката. 3. Акредитација. Испитне лабораторије, контролне организације и сертификациона тела. Именовање и овлашћивање. Основе система квалитета. 4. Основ за израду правилника и стандарда по садржају и надлежностима за спровођење. Усвајање европских и светских норми (EN, ISO). Инспекцијски органи и стручна оспособљеност.

### садржај практичне наставе

1. Законске обавезе о садржају главних пројеката - разрада појединих поглавља 2. Формирање и садржај општих и техничких услова по врстама пројекта и садржаја 3. Обавезе пројектаната при изради техничке документације обзиром на заштиту од пожара и експлозије. Израда одговарајућих прилога који су обавезни у техничкој документацији. 4. Начин доношења и измене правилника, Општи правилници који важе за све струке (надзор, изградња, технички преглед). Оцењивање усаглашености. 5. Примери правилника који се односе на техничка питања. 6. Начин доношења и примене. СЕ знак. 7. Јавно излагање и израда презентације. Садржај писане документације (дописи, понуде, уговори...).

### услов похађања

### ресурси

HANDOUTS,

Исаиловић, М., М.Богнер: Прописи о планирању и изградњи, 6. проширено издање, ЕТЕ, Београд, 2006. ;

Богнер, М.: Пројектовање термотехничких и процесних система, 3. издање, ЕТА, Београд, 2007.;

Богнер, М.; П.Зекоња, Д. Ивановић: Приручник за израду пројектне документације, ЕТА, београд, 2007.;

Богнер, М., М. Станојевић: О водама, ЕТА, Београд, 2006.

Исаиловић, М.: Технички прописи о заштити од пожара и експлозија, 2. издање, СМЕИТС, Београд, 2002.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 30

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 8

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 14

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 2

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 0

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

### **литература**

Предавања и вежбе

Исаиловић, М., М. Богнер: Прописи о планирању и изградњи, 6. проширено издање, ЕТЕ, Београд, 2006.

Богнер, М.; П.Зекоња, Д. Ивановић: Приручник за израду пројектне документације, ЕТА, Београд, 2007.

## Топлотне операције и апарати

ID: 0180

носилац предмета: Јаћимовић М. Бранислав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: процесна техника

### циљ

Анализирање топлотних операција и апарата и сагледавање њихове улоге у савременој индустрији.

Упознавање са најчешће примењиваним типовима топлотних апарата - њиховом конструкцијом и прорачунским процедурама.

### исход

Овладавање прорачунским процедурама потребним за анализу топлотних операција - израда топлотног биланса, одређивање операционе линије и погонске силе.

Овладавање прорачунским процедурама потребним за димензионисање најчешће примењиваних цевастих, листастих и контактних размењивача топлоте.

### садржај теоријске наставе

Класификација топлотних операција и апарата.

Радни медијуми у топлотним операцијама, својства и област примене.

Општа методологија прорачуна топлотних операција и апарата. Методологија прорачуна стационарних рекуперативних размењивача топлоте.

Стационарни рекуперативни размењивачи топлоте са супротносмерним, истосмерним и унакрсним током при размени топлоте без промене фаза.

Цевести и листасте стационарни рекуперативни размењивачи топлоте: конструктивно-геометријско обликовање, прорачун топлотних перформанси и пада притиска, специфичности израде

Шаржни размењивачи топлоте: класификација, могућности примене, прорачун топлотних перформанси

Упаравање и упаривачи

Контактни размењивачи топлоте

### садржај практичне наставе

Примери из области стационарних рекуперативних размењивача топлоте са посебним освртом на димензионисање најчешће примењиваних типова цевастих и листастих размењивача (размењивачи цев-у-цев, добошасте размењивачи, плочасте размењивачи)

Примери из области шаржних размењивача топлоте (размењивачи са двоструким плаштом, размењивачи са потопљеним цевним снопом)

Примери упаравања и упаривача (упаривачи са природном циркулацијом раствора)

Примери контактних размењивача топлоте (куле за хлађење воде, барометријски кондензатори)

### услов похађања

### ресурси

Јаћимовић Б., Генић С., Топлотне операције и апарати, Део 1: Рекуперативни

размењивачи топлоте, Машински факултет Београд, 2004.

Јаћимовић Б., Генић С., Дифузионе операције и апарати, Део 1: Основи транспорта супстанције, Машински факултет Београд, 2007.

Јаћимовић Б., Генић С., Дифузионе операције и апарати, Део 2: Дифузионе операције, Машински факултет Београд, 2010.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 30

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 10

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

### **литература**

Јаћимовић Б., Генић С., Топлотне операције и апарати, Део 1: Рекуперативни размењивачи топлоте, Машински факултет Београд, 2004.

Јаћимовић Б., Генић С., Дифузионе операције и апарати, Део 1: Основи транспорта супстанције, Машински факултет Београд, 2007.

Јаћимовић Б., Генић С., Дифузионе операције и апарати, Део 2: Дифузионе операције, Машински факултет Београд, 2010.





## Управљање отпадом и отпадним водама

ID: 0125

носилац предмета: Јововић М. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: процесна техника

### циљ

У оквиру овог предмета студенти ће добити солидна основна и специфична знања из области управљања отпадом и отпадним водама. Лабораторијске вежбе пружају студентима могућност да кроз решавање различитих практичних проблема сагледају стечена теоретска знања.

### исход

Знања која студент стекне о конкретним техничким решењима, избору метода коришћења отпада и пречишћавања отпадних вода и опреми омогућавају му сагледавање основних принципа битних за пројектовање ових постројења.

### садржај теоријске наставе

Карактеристике, Управљање, Законске основе и стратегије, Системи сакупљања, Сепарација и третман, Учесталост и опрема за сакупљање, трансфер станице, транспорт; сепарација на извору, рециклажа, Термички поступци прераде; биолошки третман отпада, коришћење продуката прераде отпада  
Критеријуми за депоновање, проблеми, контрола и третман процедурних вода, настајање и коришћење депонијског гаса, Будућност управљања отпадом – законодавство, сакупљање, инсинерација, депоновање, Опасан отпад, Ремедијација загађеног земљишта, Управљање воденим ресурсима, Технолошке (процесне) карактеристике, Планирање, Законодавство, Политички утицаји, Будући изазови, Захтеви за водом, Захтеви за квалитетом воде, Извори водоснабдевања, Третман воде, Пренос (транспорт), дистрибуција и складиштење воде, Будуће потребе и развој, Загађење вода, Сакупљање отпадних вода, Принципи третмана, Постројења за третман, Улога државе и јавности у контроли загађења, Трендови у контролисању загађења вода.

### садржај практичне наставе

Прорачун раста масе отпада, одређивање потребних капацитет за сакупљање, прорачун састава,  
Избор и димензионисање опреме за третман отпада,  
Избор и димензионисање опреме за фабрику за прераду чврстог комуналног отпада, Одређивање основних величина депоније отпада, као и прорачун настајања депонијског гаса и могућности његовог коришћења,  
Прорачун концентрација и протока загађујућих компоненти у отпадним водама и степена издвајања уређаја за пречишћавање,  
Прорачун материјалног и топлотног биланса уређаја за пречишћавање отпадних вода и прорачун карактеристичних величина,  
Избор и димензионисање уређаја за пречишћавање отпадних вода,  
Примери постројења за биолошку обраду отпадних вода,  
Експериментално одређивање топлотног и материјалног биланса уређаја за пиролизу

отпада,

Одређивање ефикасности дистрибутера ваздуха за аерацију у уређајима за биолошку обраду отпадних вода.

**услов похађања**

**ресурси**

С обзиром да за предмет још није завршен уџбеник, студентима се достављају материјали за предавања у штампаном и електронском облику

Лабораторијско постројење/инсталација/машина (ЛПИ):

1. лабораторијско постројење за испитивање третмана отпадних вода
2. лабораторијско постројење за термички третман отпада

**фонд часова**

укупан фонд часова: 45

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 12

разрада и примери (рекапитулација): 6

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 13

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 27

**литература**

Кубуровић, М., Јововић А. и др.: Заштита животне средине (Поглавље 15), стр. 644-856., Термотехничар, том 2, Интерклима-графика – Врњачка Бања, СМЕИТС – Београд, 2004., ISBN 86-82685-03-5

Јововић, А., Каран, М., Петровић, А.: Process and equipment in waste treatment systems, in: Developments of equipment in process and environmental engineering, 2000., p. 97-122, ISBN 86-7083-385-9

Станојевић, М., Симић, С., Радић, Д., Јововић, А., Аерација отпадних вода, теорија и прорачуни, Ета, Београд, 2006., ISBN 86-85361-07-9

## Хемијске и биохемијске операције и апарати

ID: 0301

носилац предмета: Радић Б. Дејан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: процесна техника

### циљ

Циљ предмета је да студенти стекну сазнања о теорији кинетике и динамике физичко-хемијских трансформација у току одвијања различитих технолошких процеса. Посебно се разматра утицај процесних параметра на остваривање услова хемијске равнотеже. Упознавање са основним моделима хемијских реактора, типовима хемијских реакција и реактора и једначинама материјалног и топлотног биланса студентима пружа основ за самостално пројектовање технологија и система процесне индустрије.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче неопходна знања за разумевање кинетике хемијских реакција и овладава методологијом прорачуна хемијских процеса и реактора. Упознавање се основним моделима хемијских реактора и једначинама материјалног и топлотног биланса треба да омогући студенту да самостално анализира реалне процесе, односно да применом инжењерских и научних метода буде у стању да пројектује процесе и постројења.

### садржај теоријске наставе

Класификација хемијских реакција. Механизми сложених хемијских реакција. Хемиска равнотежа. Константе хемијске равнотеже. Утицај процесних параметара на положај хемијске равнотеже и ток хемијске реакције. Материјални биланс хемијских реакција. Енергетски биланс хемијских реакција. Енергија везе. Енталпија реакција. Ентропија реакција. Слободна енергија реакција. Време полураспада. Степен реаговања. Кинетичка једначина хемијске реакције. Брзина хемијске реакције. Ред хемијске реакције. Увод у пројектовање хетерогених реакционих система. Константа брзине сложених реакција. Класификација и модели хемијских реактора. Идеални хемијски реактори. Материјални и топлотни биланс реактора. Шаржни реактори. Континуални хемијски реактори са идеалним мешањем. Континуални цевни хемијски реактори. Каскаде континуалних хемијских реактора са идеалним мешањем. Анализа једначине за брзину реакције. Повезивање реактора у технолошку целину. Конструкције хемијских реактора. Класе процеса у реакторима.

### садржај практичне наставе

Примери прорачуна вишекомпонентних и вишефазних система. Одређивање константе хемијске равнотеже у различитим условима.

Примена основних закона термодинамике на хемијске реакције. Топлотни ефекат хемијских реакција. Егзотермне и ендотермне реакције.

Анализа могућности одвијања појединих реакција у сложеним хемијским реакцијама.

Израчунавање брзине хемијске реакције. Одређивање реда хемијских реакција.

Елементи пројектовања хемијских реактора. Елементи материјалног биланса хемијских реактора. Елементи топлотног биланса хемијских реактора.

Примена једначина материјалног и топлотног биланса на идеалне хемијске реакторе.

Поређење и избор типа хемијских реактора.

Начини повезивања хемијских реактора у технолошке линије и оптимизација процеса.  
Примери прорачуна.

### услов похађања

### ресурси

1. Левенспиел, О.: Основи теорије и пројектовања хемијских реактора, превод са енглеског, ТМФ, Београд, 1991.
2. Вороњец, Д., Кубуровић, М.: Проблеми из термодинамике вишекомпонентних система и хемијске термодинамике, Машински факултет, Београд, 1991.
3. Perry's Chemical Engineering Handbook, Mc-Graw Hill, 1999.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 2

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 3

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 3

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 7

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 28

### литература

Смирнов, Н.Н., Волжинский, А.И., Химические реакторы в примерах и задачах, Химија, Ленинград, 1986.

Coulson, J. M., Richardson, J. F.: Chemical Engineering, Vol. 3: Chemical Reactor Design, Biochemical Reaction Engineering including Computational Techniques and Control, Pergamon Press, Oxford, 1982.

Smith, J.M., Van Ness, H.C., Addott, M.M.: Chemical Engineering Thermodynamics, McGraw International Edition, ISBN: 0-07-240296-2, 2001.

Walas S. M.: Chemical Process Equipment, Selection and Design, Butterworth-Heinemann, 1990.

## **системи наоружања**

Аутоматско оружје  
Балистика на циљу  
Вођење и управљање пројектила  
Динамика лета и аеродинамика пројектила  
Конструкција пројектила  
Лансери и опрема  
Оптички уређаји и оптоелектроника  
Погон ракета  
Пројектовање артиљеријских оруђа  
Пројектовање ракета  
Системи управљања ватром  
Стручна пракса М - СИН  
Теорија лансирања  
Унутрашња балистика  
Физика експлозивних процеса



## Аутоматско оружје

ID: 0181

носилац предмета: Мицковић М. Дејан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: писмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Упознавање студената са основним елементима функције аутоматског оружја. Формирање система диференцијалних једначина које описују кретање елемената механизма аутоматског оружја током циклуса рада аутоматике. Проучавање метода решавања наведених диференцијалних једначина. Прелиминарно пројектовање различитих система аутоматског оружја.

### исход

Овладавање прорачуном основних параметара који карактеришу функцију појединих система аутоматског оружја. Стицање способности да се креира сопствени софтверски алат за прелиминарно пројектовање аутоматског оружја. Осопособљеност за пројектовање појединих елемената система аутоматике и оптимизацију функције различитих типова аутоматског оружја.

### садржај теоријске наставе

Силе које делују на делове аутоматског оружја. Типови аутоматског оружја. Системи забрављивања затварача и механичка сигурност. Анализа функције чауре при опаљењу метка. Анализа диференцијалних једначина кретања елемената механизма аутоматског оружја при непокретном оружју и при покретном оружју и методе њиховог решавања. Карактеристике кретања чланова механизма аутоматског оружја. Одређивање преносног односа и коефицијента корисног дејства механизма који се примењују у конструкцији аутоматског оружја. Удари у механизмима аутоматског оружја. Кретање делова аутоматике под дејством опруга. Прелиминарно пројектовање аутоматског оружја: системи на принципу трзања затварача (слободно трзање затварача, трзање затварача са ранијим опаљењем, одложено трзање затварача, трзање забрављеног затварача), системи који користе енергију трзања (кратко трзање цеви, дуго трзање цеви), системи који користе енергију барутних гасова (повратници са дугим ходом клипа, повратници са кратким ходом клипа, директно дејство барутних гасова).

### садржај практичне наставе

Прорачун сила које делују на делове аутоматског оружја. Системи забрављивања затварача. Анализа функције чауре при опаљењу метка. Методе решавања диференцијалних једначина кретања елемената механизма аутоматског оружја при непокретном оружју и при покретном оружју. Карактеристике кретања чланова механизма аутоматског оружја. Одређивање преносног односа и коефицијента корисног дејства механизма који се примењују у конструкцији аутоматског оружја. Удари у механизмима аутоматског оружја. Кретање делова аутоматике под дејством опруга. Прелиминарно пројектовање аутоматског оружја: системи који користе енергију трзања (слободно трзање затварача, трзање затварача са ранијим опаљењем, успорено трзање затварача, одложено трзање затварача), системи који користе енергију барутних гасова (системи ударног типа, системи са подизачем, ширење барутних гасова, прекинуто одвођење барутних гасова).

## услов похађања

### ресурси

1. Мицковић Д.: Скрипте са предавања - Аутоматско оружје, ДВЛ
2. Васиљевић, М.: Аутоматско оружје, ТШЦ КоВ ЈНА, Загреб, 1970, КДА

### фонд часова

укупан фонд часова: 30

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 8

разрада и примери (рекапитулација): 4

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 7

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 2

пројекат: 0

консултације: 3

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 1

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### литература

Automatic Weapons - Engineering Design Handbook, US Army Materiel Command Pamphlet 706-260, 1970



## Балистика на циљу

ID: 0691

носилац предмета: Елек М. Предраг

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Основни циљ предмета је да студент схвати значај, основне концепте и методе балистике на циљу, као интегралног дела науке о системима наоружања. Студент треба да разуме кључне идеје о дејству пројектила и њихову примену у пројектовању пројектила, односно балистичке заштите.

### исход

Студент добија савремена знања о главним типовима дејства пројектила (пробојном, парчадном и рушећем дејству) и о упаљачима као важном функционалном делу пројектила са аспекта балистике на циљу. Студент овладава методама прорачуна свих видова дејства пројектила и њиховом применом.

### садржај теоријске наставе

#### 1. Задаци балистике на циљу

Дејство пројектила на циљу. Типови пројектила. Врсте циљева. Задаци балистике на циљу. Понашање материјала у динамичким условима.

#### 2. Пробојно дејство

Основи механике пенетрације. Пробојно дејство панцирних пројектила.

Експериментално одређивање пробојности. Дејство поткалибарних пројектила. Дубина пенетрације кумулативног млаза.

#### 3. Парчадно дејство

Механизам фрагментације пројектила. Брзина разлетања парчади. Расподела масе фрагмената. Експериментално одређивање ефикасности пројектила парчадног дејства.

#### 4. Рушеће дејство

Ударни талас, притисак и импулс. Оцена рушећег дејства пројектила. Подземне експлозије. Подводне експлозије

#### 5. Упаљачи

Подела упаљача. Функционална композиција упаљача. Прорачун поузданости и сигурности упаљача. Испитивање упаљача.

### садржај практичне наставе

#### 1. Приступи решавању проблема балистике на циљу

Примери вероватноће уништења циља. Модели понашања материјала у условима динамичких оптерећења.

#### 2. Пробојно дејство

Једноставни модели пробијања танких препрека. Пробијање великим брзинама.

#### 3. Пробојно дејство

Модели пробијања поткалибарним и кумулативним пројектиlima.

4. Семинарски рад - Израда семинарског рада са темом која се одређује по договору са студентом.

#### 5. Парчадно дејство

Експериментално одређивање ефикасности пројектила парчадног дејства.

6. Рушеће дејство

Прорачун параметара рушећег дејства пројектила.

7. Упаљачи

Модел дејства појединих врста упаљача. Прорачун поузданости и сигурности упаљача

**услов похађања**

**ресурси**

1. Jaramaz, S.: Warheads Design and Terminal Ballistics, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 2000, КПН

2. Стаматовић, А.: Конструисање пројектила, Iвеху, Београд, 1995, КДА

3. Кршић, Н.: Основи конструирања упаљача, ВИНЦ, Београд, 1986, КДА

4. Елек, П.: Скрипте са предавања, ДВЛ

**фонд часова**

укупан фонд часова: 45

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 12

разрада и примери (рекапитулација): 6

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 9

семинарски рад: 2

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 3

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 3

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 3

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

Backman, M.E.: Terminal Ballistics, NWC China Lake, California, 1976.

Carleone, J.: Tactical Missile Warheads, Progress in Astronautics and Aeronautics, AIAA, Vol. 155, Washington, 1983.

Meyers, M.A.: Dynamic Behavior of Materials, Wiley-Interscience, 1994.

## Вођење и управљање пројектила

ID: 0690

носилац предмета: Мицковић М. Дејан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: писмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Стицање знања из области вођења и управљања пројектила са могућношћу примене у областима истраживања и развоја, конструисања, производње, маркетинга, оперативне употребе и анализе савремених вођених ракета. Овладавање методологијом прорачуна динамичких карактеристика вођене ракете (маневарске способности, управљивости, стабилности, сопствене учестаности итд.) и синтезом аутопилота и закона вођења за методу "три-тачке" и пропорционалну навигацију.

### исход

Студент стиче опште знање у областима анализе и синтезе система вођених ракета које му омогућава учешће и комуникацију у радним тимовима који се баве развојем вођених ракета. Уз употребу савременог софтверског алата развијеног у МАТЛАБ-у и СИМУЛИНК-у, оспособљен је за прорачун трајекторија вођених ракета, прорачун аеродинамичких преносних функција и синтезу аутопилота и система вођења ракете. Поседује основно знање о верификацији и оцени квалитета вођења ракете.

### садржај теоријске наставе

1. Увод у теорију вођења и управљања ракета (Разматрају се основни принципи вођења и управљања ракете)
2. Основни захтеви и методе пројектовања аутопилота (Блок је посвећен синтетичком побољшању динамичких особина ракете помоћу аутопилота)
3. Теоријске основе пропорционалне навигације (Изучава се пропорционална навигација као један од фундаменталних закона вођења)
4. Теоријске основе методе вођења "три-тачке" (Метода вођења "три-тачке" је други основни закон вођења који је нашао примену код великог броја ракета)

### садржај практичне наставе

1. Практична реализација вођених ракета (Анализирају се раличита конструкциона решења вођених ракета у циљу сагледавања улоге подсистема вођења и управљања. Примена МАТЛАБ-а и СИМУЛИНК-а у пројектовању)
2. Пројектовање аутопилота пропињања и ваљања
3. Симулација самонавођене ракете (Применом СИМУЛИНК програма студент се обучава у избору параметара ПН)
4. Синтеза система вођења ракете методом "три-тачке" (Параметри диференцијалног компензатора одређују се фреквентном методом и нумеричком симулацијом),
5. Пројекат система самонавођене ракете (Рад обухвата прорачун аеродинамичких функција преноса и синтезу аутопилота и система самонавођења)

### услов похађања

### ресурси

1. Ђук, Д.: Предавања из предмета ВОЂЕЊЕ И УПРАВЉАЊЕ ПРОЈЕКТИЛА, Машински факултет, Београд, 2002.(handouts)

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 30

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 6

разрада и примери (рекапитулација): 2

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 3

семинарски рад: 0

пројекат: 3

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 2

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

### **литература**

P. Garnel: Guided Weapon Control System, Pergamon Press, New York, 1980.

Danilo Ćuk: Design of Beam-Riding Laser Guidance System,MTI, 1998. (skripte na engleskom),

Danilo Ćuk: Theory of Homing Systems, Proportional Navigation,MTI, 1998. (skripte na engleskom)



## Динамика лета и аеродинамика пројектила

ID: 0835

носилац предмета: Елек М. Предраг

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Упознавање студената са основама прорачуна и моделирања динамике лета пројектила.

Упознавање студената са основама структуре и примене програма за моделираше динамике лета. Увођење у експерименталне методе летних испитивања.

Упознавање студената са основама аеродинамичког прорачуна. Упознавање студената са основама структуре и примене програма за прорачун аеродинамике пројектила.

Упознавање са експерименталним методама у аеродинамици.

### исход

Студент је оспособљен за самостални рад на прорачуну и моделирању динамике лета вођених и невођених пројектила. Студент је оспособљен и за експериментални рад на пољу летних испитивања.

Студент је оспособљен за самостални рад на прорачуну аеродинамичких карактеристика вођених и невођених пројектила. Студент је оспособљен и за експериментални рад на пољу аеродинамичких испитивања.

### садржај теоријске наставе

Стабилност аеродинамички стабилисаних пројектила (статичка стабилност; динамичка стабилност; резонанца попречних осцилација и ваљања).

Стабилност жirosкопски стабилисаних пројектила (статичка стабилност; динамичка стабилност).

Управљивост вођених пројектила (методе управљања; стабилизација ваљања; управљање нормалном силом).

Основи моделирања динамике лета пројектила (Увод у моделирање; моделирање са 3 и 6 степени слободе).

Моделирање невођених пројектила (увод у моделирање невођених пројектила; разрада примера моделирања).

Моделирање вођених пројектила (увод у моделирање вођених пројектила; разрада примера моделирања).

Основни методи аеродинамичког прорачуна (подела метода аеродинамичког прорачуна; увод у методу разбијања на компоненте; аеродинамичка испитивања).

Аеродинамичке карактеристике трупа (геометрија трупа; методе прорачуна аеродинамике трупа).

Аеродинамичке карактеристике носећих површина (геометрија носећих површина; методе прорачуна аеродинамике носећих површина).

Аеродинамичка интерференција (интерференција крило-труп; интерференција крило-крило).

Софтверски пакети за прорачун аеродинамике пројектила (основа структура; стандардни софтверски пакети).

Аеродинамичко пројектовања (методе аеродинамичког пројектовања; избор параметара; разрада примера прорачуна на рачунару помоћу пакета DATCOM).

### **садржај практичне наставе**

Стабилност аеродинамички стабилисаних пројектила (израда задатака)  
Стабилност жироскопски стабилисаних пројектила (примери прорачуна)  
Управљивост вођених пројектила(израда задатака)  
Основи моделирања динамике лета пројектила (пакети за моделирање 6DOF и CADAC)  
Моделирање невођених пројектила (разрада примера моделирања).  
Моделирање вођених пројектила (разрада примера моделирања).

Основни методи аеродинамичког прорачуна (Увод у методу разбијања на компоненте).  
Аеродинамичке карактеристике трупа (Примери прорачуна аеродинамике трупа).  
Аеродинамичке карактеристике носећих површина (Примери прорачуна аеродинамике носећих површина).  
Аеродинамичка интерференција (Примери прорачуна аеродинамичке интерференције).  
Софтверски пакети за прорачун аеродинамике пројектила (Разрада примера прорачуна на рачунару помоћу пакета DATCOM).  
Аеродинамичко пројектовање (Разрада примера пројектовања на рачунару помоћу пакета DATCOM).

### **услов похађања**

#### **ресурси**

1. Благојевић Ђ.: Динамика лета пројектила, Београд, 2004;
2. Zipfel, P.H.: Modeling and Simulation of Aerospace Vehicle Dynamics, New York, 2007.
3. Ђорђе Благојевић, Аеродинамика пројектила - скрипта, Београд, 2010.
4. Слободан Јанковић, Аеродинамика пројектила, Машински факултет, Београд, 1979.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20  
разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 5  
семинарски рад: 0  
пројекат: 10  
консултације: 5  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 5  
колоквијум са оцењивањем: 5  
тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

McCoу, R.L.: Modern Exterior Ballistics, Shiffer Publishing, 2012.

R. Nielsen, Missile Aerodynamics, New York, 2001.

## Конструкција пројектила

ID: 0196

носилац предмета: Јарамаз С. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Основни циљ предмета је да студент схвати значај, основне концепте и методе конструисања пројектила, као интегралног дела науке о системима наоружања. Студент треба да разуме кључне идеје о врстама и намени пројектила, сигурности при употреби и механизмима њиховог дејства.

### исход

Студент добија савремена знања о главним типовима пројектила (разорни, пробојни, специјални) и основама њиховог пројектовања. Студент овладава методама прорачуна појединих врста пројектила.

### садржај теоријске наставе

1. Увод у конструкцију пројектила. Основи сигурности пројектила у току кретања у цеви оруђа. Напрезање елемената пројектила при кретању кроз цев оруђа.
2. Разорни пројектили. Парчадно дејство. Број, појединачна маса и облик парчади. Изглед и правац снопа. Балистика парчади. Ефикасност и специфична ефикасност пројектила парчадног дејства. Рушеће дејство.
3. Пројектили са кумулативним експлозивним пуњењем. Теоријске основе кумулативног ефекта. Хидродинамичка теорија. Misznay-Shardin-ов ефекат.
4. Панцирни пројектили. Утицај механичких карактеристика пројектила и оклопа на процес пробијања.
5. Пројектили специјалне намене. Конструктивне особености пројектила специјалне намене. Димни пројектили. Осветљавајући пројектили. Пројектили запаљивог дејства. Аеросолни пројектили.

### садржај практичне наставе

1. Увод у конструкцију пројектила  
Сигурност пројектила у току кретања у цеви оруђа. Напрезање елемената пројектила при кретању кроз цев оруђа. Одабрани задаци.
2. Разорни пројектили  
Парчадно дејство. Број, појединачна маса и облик парчади. Балистика парчади. Ефикасност и специфична ефикасност пројектила парчадног дејства. Примери
3. Разорни пројектили  
Мере за повећање парчадног ефекта пројектила. Рушеће дејство. Примери.
4. Пројектили са кумулативним експлозивним пуњењем. Примери.
5. Семинарски рад - Израда семинарског рада са темом која се одређује по договору са студентом.
6. Панцирни пројектили  
Утицај механичких карактеристика пројектила и оклопа на процес пробијања. Примери.
7. Панцирни пројектили  
Пробојност панцирних пројектила. Анализа одабраних примера.

## услов похађања

### ресурси

1. Jaramaz, S.: Warheads Design and Terminal Ballistics, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 2000, КПН
2. Стаматовић, А.: Конструисање пројектила, Iвеху, Београд, 1995, КДА
3. Јарамаз, С.: Скрипте са предавања, ДВЛ

### фонд часова

укупан фонд часова: 45

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 12

развијање примери (рекапитулација): 6

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 4

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 2

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### литература



## Лансери и опрема

ID: 0167

носилац предмета: Милиновић П. Момчило

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: усмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Циљ предмета је да студент савлада две основне целине које садржи сваки лансирни уређај: механизме за решење основног задатка гађања и механизме и уређаје за све остале садржаје којима располаже самоходни лансер ракета. Студент кроз упознавање и практичне прорачуне овладава софтверским и стручним вештинама за пројектовање самоходног лансера и имплементацију нових технологија и уређаја на њега

### исход

Студент стиче могућност самосталног идејног и укупног пројектовања, конструкција и разраде решења самоходног ракетног наоружања кроз лансер као основно оруђе које интегрише његову опрему, граничне функције и услове употребе

### садржај теоријске наставе

1. Састав компонената, подсклопова и склопова лансирног уређаја (ВБР, ПА, ПТ) и граничне функције механизма за извршење задатка гађања
2. Састав опреме лансера невођених и вођених ракета, агрегата и допунских подсистема за испуњење употребних и техничких задатака у различитим условима употребе

### садржај практичне наставе

1. Масени модел самоходног лансера ракета. Идејно решење пројекта
2. Механизми кинематика, динамика и услови рада, граничне перформансе лансера невођених ракета. Идејно решење пројекта (наставак)
3. Одбрана пројекта ,презентација критична оцена параметара усвојених у раду

### услов похађања

### ресурси

М. Милиновић: Основи пројектовања ракета и лансера, Машински факултет, Београд, 2002, уџбеник

О. Вучуровић: Лансирни уређаји, Машински факултет, Београд, 2006, монографија

### фонд часова

укупан фонд часова: 30

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 8

разрада и примери (рекапитулација): 4

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 12  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 1  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 60  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

М.Милиновић, Основи пројектовања ракета и лансера, Масински Факултет Београд 2002.  
О. Вучуревић, Проблеми пројектовања лансирних уређаја, Масински Факултет Београд 2006.  
М.Милиновић, С.Јарамаз: Особине и технички сахтеви самоходних и класицих оруђа, Масински Факултет Београд 2006.



## Оптички уређаји и оптоелектроника

ID: 0123

носилац предмета: Мицковић М. Дејан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: усмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Циљ предмета је да омогући студентима, будућим машинским инжењерима – пројектантима војних система, стицање потребних знања за неопходну сарадњу са пројектантима сложених оптичких и оптоелектронских система. После одслушаних предавања и вежби студенти би требало да буду у стању да поставе и прорачунају основне оптичке системе.

### исход

Предмет омогућава студентима, будућим машинским инжењерима – пројектантима војних система да:

- постави основне оптичке системе (објективи, обртни системи, окулари, Кеплерова и Галилејева шема телескопског система);
- прорачуна оптички систем помоћу савремених програма за пројектовање оптичких система.

### садржај теоријске наставе

Основне поставке и дефиниције које се користе у оптици.

Идеална и параксијална оптика као основне апроксимације које се користе у пројектовању оптичких система.

1. Теорија аберација односно теорија која дефинише одступање реално формираног лика од идеалног лика.
2. Оцена квалитета лика који формирају оптички системи.
3. Губици светлосне енергије приликом простирања кроз оптички систем.
4. Основне величине и закони у оптоелектроници. Принцип рада ласера. Основне компоненте од којих се састоји ласерски систем. Ласерски даљиномер.

### садржај практичне наставе

1. Опис основних оптичких компоненти од којих се састоје класични оптички системи.
2. Прорачун хода идеалних и параксијалних зрака кроз оптички систем.
3. Прорачун хода реалних зрака кроз оптички систем.
4. Пројектовање телескопских система (Кеплерова и Галилејева шема телескопског система).
5. Принцип рада појачавача слике
6. Принцип рада детектора оптичког зрачења. Детаљно објашњен принцип рада CCD детектора.
7. Принцип рада ласера и приказ основних компоненти од којих се састоји ласерски систем. Детаљно објашњен ласерски даљиномер.
8. Принцип рада термовизије и приказ основних компоненти различитих типова термовизијских уређаја.

### услов похађања

## ресурси

1. Д. Васиљевић: Оптички уређаји и оптоелектроника, Машински факултет, Београд, 2005, КДА
2. Програмски пакет OSLO – Optical Surface Layout and Optimization LT ver. 5.4 OSLO Optics Reference Manual, CCO

## фонд часова

укупан фонд часова: 30

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 8

разрада и примери (рекапитулација): 4

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 6

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 1

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

## литература

## Погон ракета

ID: 0689

носилац предмета: Елек М. Предраг

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Упознавање студената са основама прорачуна перформанси ракетних мотора. Упознавање студената са основама конструисања ракетних мотора са течним и чврстим горивом, као и специјалних агрегата течних ракетних мотора. Основи управљања вектором потиска ракетних мотора. Увод у методе испитивања ракетних мотора.

### исход

Студент је оспособљен за самостални рад на прорачуну и конструкцији ракетних мотора са чврстим и течним горивом. Студент је оспособљен и за експериментални рад на пољу испитивања ракетних мотора.

### садржај теоријске наставе

1. Перформансе ракетних мотора с чврстим погонским материјама (Основи сагоревања чврстих ракетних горива; једначина притиска у чврстом ракетном мотору; стабилност притиска; потисак ракетног мотора)
2. Перформансе ракетних мотора с течним погонским материјама (Основи сагоревања течних ракетних горива; карактеристична дужина и време пребивања; припаљивање; бризгаљке)
3. Пренос топлоте у ракетним моторима (Основи преноса топлоте у ракетним моторима; термичка заштита; хлађење течних ракетних мотора)
4. Конструкција ракетних мотора са чврстим горивом (Основи конструкције чврстих ракетних мотора; управљање вектором потиска; конструкција млазника; конструкција коморе; конструкција пуњења)
5. Конструкција ракетних мотора са течним горивом (Основи конструкције течних ракетних мотора; конструкција коморе; турбопумпни системи напајања; системи за пресуризацију резервоара; системи УВП);
6. Испитивање ракетних мотора (Истраживачка, развојна и верификациона испитивања)

### садржај практичне наставе

1. Перформансе ракетних мотора с чврстим погонским материјама (Примери прорачуна; упознавање са програмским пакетом BALIST)
2. Перформансе ракетних мотора с течним погонским материјама (Примери прорачуна; упознавање са програмским пакетом COMBUS)
3. Пренос топлоте у ракетним моторима (Прорачун термичке заштите ракетног мотора са чврстим горивом; Прорачун хлађења коморе ракетног мотора са течном погонском материјом)
4. Конструкција ракетних мотора са чврстим горивом (Примери прорачуна конструкције)
5. Конструкција ракетних мотора са течним горивом (Примери прорачуна подсистема)

### услов похађања

## ресурси

1. Елек, П.: Погон ракета - скрипта са предавања, Машински факултет у Београду, Београд, 2012.
2. Благојевић, Ђ.: БАЛИСТ - Програм за прорачун перформанси ракетних мотора са чврстим горивом, Београд, 1998.

## фонд часова

укупан фонд часова: 45

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 12

разрада и примери (рекапитулација): 6

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 9

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 3

семинарски рад: 3

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 3

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 3

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 3

## провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

## литература

Јауковић, Ђ.: Основи ракетне технике; Део I: Ракетни погон, Војна академија копнене војске ЈНА, 1972.

Јојић, Б., Благојевић, Ђ., Пантовић, А., Милосављевић, В.: Приручник за пројектовање сондажних ракета. Том II: Погонска група, САОЈ, Београд, 1978.

Sutton, G.P., Biblarz, O.: Rocket propulsion elements, 7 ed, John Wiley and Sons, 2001.

Hill, P., Peterson, C.: Mechanics and Thermodynamics of Propulsion, Pearson, 2010.



## Пројектовање артиљеријских оруђа

ID: 0101

носилац предмета: Мицковић М. Дејан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Детаљна анализа конструкцијских решења појединих елемената артиљеријских оруђа. Детаљно проучавање методологије пројектовања главних елемената конструкције оруђа. Практично спровођење прорачуна основних елемената конструкције артиљеријског оруђа кроз реализацију пројеката.

### исход

Овладавање прорачуном основних параметара који карактеришу функцију појединих система артиљеријских оруђа. Стицање способности да се креира сопствени софтверски алат за пројектовање појединих елемената конструкције артиљеријских оруђа. Оспособљеност за пројектовање главних елемената конструкције артиљеријских система.

### садржај теоријске наставе

Понашање артиљеријског оруђа при опаљењу. Пројектовање гасне кочнице. Пројектовање противтрзајућег система (повратника, хидрауличне кочнице трзања, хидрауличне кочница враћања и компензатора хидрауличне течности). Пројектовање уређаја и механизма лафета артиљеријског оруђа (колевке, горњег лафета, кракова доњег лафета и изравњача). Организација спољне и унутрашње трасе цеви оруђа. Пројектовање просте неојачане цеви. Деформације и напони у зидовима састављене двослојне цеви пре и за време опаљења метка. Пројектовање ојачане двослојне цеви. Основно појмови о самоојачавању (аутофретовању) цеви. Пројектовање аутофретоване цеви. Основни типови затварача и њихове карактеристике. Прорачун елемената механизма затварача за: заптивање, окидање и опаљивање, отварање, избацивање чауре и затварање. Карактеристике и функција задњака. Пројектовање задњака.

### садржај практичне наставе

Прорачун стабилности оруђа. Пројектовање гасне кочнице. Пројектовање противтрзајућег система (повратника, хидрауличне кочнице трзања, хидрауличне кочница враћања и компензатора хидрауличне течности). Пројектовање уређаја и механизма лафета артиљеријског оруђа (колевке, горњег лафета, кракова доњег лафета и изравњача). Пројектовање просте неојачане цеви. Деформације и напони у зидовима састављене двослојне цеви пре и за време опаљења метка. Пројектовање ојачане двослојне цеви. Основно појмови о самоојачавању (аутофретовању) цеви. Пројектовање аутофретоване цеви. Прорачун елемената механизма затварача за: заптивање, окидање и опаљивање, отварање, избацивање чауре и затварање. Пројектовање задњака.

### услов похађања

### ресурси

1. Мицковић Д.: Скрипте са предавања - Пројектовање артиљериских оруђа, ДВЛ

2. Обреновић, Р.: Конструкција артиљеријских оруђа, ТШЦ КоВ ЈНА, Загреб, 1975, КДА

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 45

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 12

разрада и примери (рекапитулација): 6

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 2

семинарски рад: 0

пројекат: 8

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

#### **литература**

## Пројектовање ракета

ID: 0112

носилац предмета: Милиновић П. Момчило

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: усмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Циљ предмета је да научи студента посебним садржајима и темама које кључно одређују карактер ракете као летилице, муницијска средства наоружања или борбене платформе специјалне намене. Студент развија знања и вештине пројектовања, процене и анализе, као и самосталног одлучивања о примени нових технологија на постојеће и нове концепте ракета

### исход

Студент стиче могућност самосталног пројектовања, анализе, синтезе ракете тактичке намене, као и анализе крупнијих и сложенијих ракетних пројектила са технолошког и конструктивног аспекта. Студент овладава софтверским алатима, рачунским вештинама и параметрима интердисциплинарних научних дисциплина примењених на задатке пројектовања и конструкције ракете

### садржај теоријске наставе

1. Ракетни пројектили као муницијска средства и као борбене платформе
2. Кретање, стабилизација и управљање ракетним пројектилима
3. Концепт диспозиција ракетних подсклопова, конструкције и чврстоћа ракетних пројектила
4. Конфигурација ракета, силе иоптерећења у току лета, силе и моменти напони и деформације на конструкцији ракете
5. Интеграција погона ракета, оптимизација и управљање потиском

### садржај практичне наставе

1. Израда идејног решења корисног терета ракете
2. Пројекат ракетног пројектила, вођеног или невођеног
3. Разрада пројекта за изабрани концепт пројектила
4. Израда семинарског рада и презентације концепције пројектила и новог концепта ракете
5. Консултације око разраде презентације и одбране семинарског рада и пројекта

### услов похађања

### ресурси

1. М. Милиновић: Основи пројектовања ракета и лансера (поглавља), Универзитет у Београду, Машински факултет Београд, октобар 2002, уџбеник
2. М. Милиновић: Основи пројектовања ракета и лансера (предавања и вежбе), Layhandout – скрипта Београд 2000
3. М. Милиновић, М. Холцлајтнер: Пројектовање ракета (предавања и вежбе), Београд, 2004 Layhandout – скрипта



## **фонд часова**

укупан фонд часова: 45

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 12

разрада и примери (рекапитулација): 6

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 12

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 1

преглед и оцена пројекта: 3

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 25

пројекат: 35

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

О. Вучуревић, Основи пројектованја ракета и лансера, Масински Факултет Београд 2003.

О. Вучуревић, Проблеми пројектованја лансирних уређаја, Масински Факултет Београд 2006.

Eugene L. Fleeman, Tactical Missile Design, 2001 AIAA, USA

## Системи управљања ватром

ИД: 0111

носилац предмета: Милиновић П. Момчило

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: усмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Циљ је да студент савлада основна знања из технологија примене наоружања у условима спрегнуте механике гађања, у којој се користе аутоматски и полуаутоматски савремени системи машинских, оптоелектронских и механотронских уређаја и опреме. Циљ је и да студент формира критеријуме векторске механике борбених услова и њене спреге са подсистемима који се користе за извршење појединачног и групног гађања

### исход

Студент се оспособљава да поставља и решава самостално софтверске и хардверске пројектне задатке употребе наоружања. То подразумева извршење функција гађања, прецизног позиционирања и припреме оружја у условима процесорског управљања у реалним и виртуелним борбеним условима. Студент стиче основна знања за борбено-командне и управљачке интеграције, групе разнородних и једнородних типова оружја (оружја), опреме и борбене платформе

### садржај теоријске наставе

1. Општа питања трајекторија и гађања класичним и ракетним вођеним и невођеним пројектилима
2. Управљање ватром класичном и ракетном артиљеријом
3. Гађање и систем управљања ватром оклопних возила и тенкова
4. Остали системи управљања ватром и наоружањем, борбене платформе, средства за осматрање, извиђање, захват и праћење циљева и навигацију платформи

### садржај практичне наставе

1. Примери трајекторија и врсте оружја класичног и ракетног наоружања – задаци управљања ватром и типови циљева
2. Примери гађања са оклопних возила из мировања и покрета земаљских и ваздушних покретних и непокретних циљева
3. Аутоматски системи гађања класичне и ракетне артиљерије и савремени захтеви артиљеријских и ПА система управљања и командовања
4. Беспилотне летилице, сателитска навигација, осматрачки и нишански радар, ласерски и оптоелектронски уређаји, навигација и командно-информациони системи (С3И и С4И)

### услов похађања

### ресурси

М. Милиновић: Моделирање система управљања ватром и праћења ваздушних циљева, Машински факултет Београд, 2002, монографија

М. Милиновић: Динамика система управљања ватром, Машински факултет Београд, 2007, уџбеник (у штампани)

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 30

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 8

разрада и примери (рекапитулација): 4

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 1

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Tactical Missile Design, Eugene L. Fleeman, 2001 AIAA, USA

Modern Exterior Ballistics, Robert L. McCoy, 1999 AIAA, USA

## Стручна пракса М - СИН

ID: 0834

носилац предмета: Елек М. Предраг

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: презентација семинарског рада

катедра: системи наоружања

### циљ

Практична искуства и боравак студента у амбијенту у коме ће студент реализовати своју професионалну каријеру. Препознавање основних функција пословног система у домену пројектовања, развоја и производње, као и улоге и задатака машинског инжењера у таквом пословном систему.

### исход

Студент стиче практична искуства о начину организовања и функционисања средина у којима ће примењивати стечена знања у својој будућој професионалној каријери. Студент препознаје моделе комуникације са колегама и токове пословних информација. Студент препознаје основне процесе у пројектовању, производњи, одржавању, у контексту његових будућих професионалних компетенција. Успостављају се лични контакти и познанства која ће моћи да се користе током студирања, или заснивања будућег радног односа.

### садржај теоријске наставе

Настава је практична.

### садржај практичне наставе

Практичан рад подразумева рад у организацијама у којима се обављају различите делатности повезане са машинским инжењерством. Одабир тематске целине и привредне или истраживачке организације спроводи се у консултацији са предметним професором. Начелно студент може обављати праксу у: производним организацијама, пројектним и консултантским организацијама, организацијама које се баве одржавањем машинске опреме, јавним и комуналним предузећима и некој од лабораторија на машинском факултету. Практика се може обављати и у иностранству. Током праксе студенти морају водити дневник у коме ће уносити опис послова које обављају, закључке и запажања. Након обављене праксе морају направити извештај који ће бранити пред предметним професором. Извештај се предаје у форми семинарског рада.

### услов похађања

### ресурси

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 0

разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 45  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 1

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 100  
пројекат: 0  
завршни испит: 0  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

**литература**

## Теорија лансирања

ID: 0195

носилац предмета: Милиновић П. Момчило

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: усмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Основни циљ предмета је да студент овлада знањима примењене механике, термо- и гасне механике, зна процес покретања и лансирања пројектила са различитих носача и платформи и савлада основне теоријске анализе поремећаја који утичу на квалитет гађања вођеним и невођеним ракетама. Студент савладава методологију математичког и софтверског моделирања краткотрајних спрегнутих процеса који представљају основ за димензионисање конструкције лансера и ракете по стандардима НВО

### исход

Студент стиче могућност самосталне анализе, поставке и синтезе проблема механике лансирања на било каквој динамичкој или статичкој борбеној платформи. Такође, стиче способност самосталне оцене квалитета лансирног оруђа као и потребних мера за процесе модернизације и побољшања новим технологијама, као и поставке самосталних решења

### садржај теоријске наставе

1. Лансирање ракета са шинског и из цевног лансера, кретања и поремећаји кретања ракете
2. Поремећаји и осциловање ракета при лансирању и утицај на грешку гађања
3. Вертикално лансирање ракете са и без помоћних генератора
4. Рафално и појединачно лансирање и дејство силе на лансере при опаљењу у различитим условима, услови стабилности самоходних лансера

### садржај практичне наставе

1. Решење задатка лансирања са шинског и цевног лансера и модел поремећаја ракете, код брзоротирајућих и лагано ротирајућих ракета
2. Решење утицаја почетног лета ракете, са косим лансирањем, на грешку гађања при рафалној и појединачној паљби и математичка решења дужина лансирне цеви, зависно од почетне брзине. Лет у активној фази
3. Вертикално лансирање ракете са и без гасогенератора и са катапултом и старт са платформе нулте брзине
4. Дејство сила на лансер при гађању вођеним и невођеним ракетама и услови стабилности самоходног, преносног и превозног лансера ракета

### услов похађања

### ресурси

М. Милиновић: Основи пројектовања ракета и лансера поглавља из лансера, Машински факултет, Београд, 2002, уџбеник

О. Вучуровић: Лансирни уређаји, Машински факултет, Београд, 2006, монографија

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 30

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 8

разрада и примери (рекапитулација): 4

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 1

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

О. Вучуревић, Основи пројектованја ракета, Масински Факултет Београд 2003.

О. Вучуревић, Проблеми пројектованја лансирних уређаја, Масински Факултет Београд 2006.

## Унутрашња балистика

ID: 0184

носилац предмета: Јарамаз С. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Проучавање метода решавања основног задатка унутрашње балистике и поступка балистичког пројектовања. Проучавање основних особености специјалних типова оруђа. Разматрање методологије унутрашњебалистичких испитивања.

### исход

Овладавање прорачуном директног и индиректног задатка унутрашње балистике разних типова оруђа, као и методологијом унутрашњебалистичких испитивања.

### садржај теоријске наставе

Увод у унутрашњу балистику.

Погонске материје и њихове карактеристике.

Основни процеси и зависности при опаљењу.

Решење основног задатка унутрашње балистике (Поставка задатка. Аналитички метод решавања. Прорачун температуре барутних гасова. Таблични метод решавања основног задатка унутрашње балистике).

Балистичко пројектовање.

Решење задатка унутрашње балистике за комбиновано (хаубичко) пуњење.

Унутрашња балистика бестрзајних оруђа.

Унутрашња балистика минобацача.

Увођење поправки при гађању (Поправне формуле Ермолаева).

Унутрашњебалистичка испитивања (Циљ, класификација и мерне величине)

Припрема унутрашњебалистичких испитивања. Мерење притиска. Мерење брзине пројектила на устима цеви оруђа. Мерење импулса трзаја система.

### садржај практичне наставе

Производња барута.

Основни процеси и зависности при опаљењу.

Решење основног задатка унутрашње балистике (Поставка задатка. Аналитички метод решавања. Прорачун температуре барутних гасова. Таблични метод решавања основног задатка унутрашње балистике).

Балистичко пројектовање (Задатак балистичког пројектовања цеви. Балистичке карактеристике оруђа. Опште зависности конструктивних карактеристика канала цеви од услова пуњења. Директивни дијаграм и његова анализа.

Решење задатка унутрашње балистике за комбиновано (хаубичко) пуњење.

Увођење поправки при гађању (Поправне формуле Ермолаева).

### услов похађања

### ресурси

1. Јарамаз, С., Мицковић, Д.: Унутрашња балистика, Машински факултет, Београд, 2002,



КПН

2. Таблице за балистичко пројектовање, ДВЛ

3. Таблице поправних коефицијената, ДВЛ

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 45

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 12

разрада и примери (рекапитулација): 6

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 4

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 4

семинарски рад: 0

пројекат: 8

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 2

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

## Физика експлозивних процеса

ID: 0271

носилац предмета: Јарамаз С. Слободан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: системи наоружања

### циљ

Циљ предмета је да студент научи основне принципе сагоревања материјала и физике експлозије који су од значаја за реализацију функција система наоружања. Студент треба да научи садржаје процеса експлозије и сагоревања барутних и ракетних погонских материја као интегрисаних хемијско-технолошких система.

### исход

Овладавање прорачунима основних процеса физике експлозије који утичу на механизам дејства пројектила и његову ефикасност на циљу. Студент стиче могућност разумевања утицајних параметара на процес ослобађања енергије сагоревањем и формира научну и експерименталну базу за усавршавање и стварање нових знања у области материја и процеса ослобађања енергије у одбрамбеним технологијама и производима.

### садржај теоријске наставе

1. Основи термохемије и термодинамике експлозивних процеса
2. Осетљивост експлозивних материја на спољне утицаје
3. Основе хидродинамичке теорије детонације
4. Дејство експлозије на околну средину
5. Контактна детонација. Активни део експлозивног пуњења
6. Експлозивна пропулзија. Формирање равних детонационих таласа
7. Опште поставке и закони паљења система горива и оксидатора и егзотермних реакција
8. Сагоревање чврстих ракетних горива, барута, пиротехничких смеша (модел кинетике и термохемије)
9. Продукти сагоревања и енергетске карактеристике реализованих процеса код различитих типова горива и смеша и методе мерења брзине сагоревања

### садржај практичне наставе

1. Прорачун термохемије и термодинамике експлозивних процеса
2. Осетљивост експлозивних материја на спољне утицаје. Примене
3. Основе хидродинамичке теорије детонације. Одабрани примери
4. Дејство експлозије на околну средину. Одабрани примери
5. Контактна детонација. Активни део експлозивног пуњења
6. Експлозивна пропулзија. Формирање равних детонационих таласа. Примери
7. Припаљивање и сагоревање гасних и течних реактаната и гранични услови
8. Кинетичке карактеристике барута и ракетних горива и модели разградње чврстих погонских материја
9. Спољни утицаји и методе мерења кинетичких и енергетских параметара у различитим околним условима

### услов похађања

## ресурси

1. Jaramaz, S.: Physics of Explosion, Faculty of mechanical Engineering, Belgrade, 1997., КПН
2. Максимовић, П.В.: Технологија експлозивних материја, Војноиздавачки завод, Београд, 1972, КДА
3. Аџић, М.: Основи сагоревања ВМ, Машински факултет, Београд, 2007, ДВЛ
4. Милиновић, М.: Принципи сагоревања чврстих погонских материја, Машински факултет, Београд, 2006, ДВЛ

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 8

рачунски задаци: 16

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 10

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

## литература



## **теорија механизма и машина**

Естетика производа

Инжењерска дијагностика

Машине за паковање

Мехатроника

Прехрамбене машине

Пројектовање механизма и манипулатора у прехрамбеној индустрији

Стручна пракса М - ПРМ

## Естетика производа

ИД: 0270

носилац предмета: Попконстантиновић Д. Бранислав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: теорија механизма и машина

### циљ

Упознавање студената са мерилима и законитостима естетике у процесу дизајнирања производа; препознавање субјективних и објективних фактора формирања естетског суда; упознавање са културно историјским аспектима и школама естетике; обрада естетских елемената и принципа; изучавање геометријских законитости складности; коришћење класичних и савремених средстава за креирање естетских својстава; упознавање са карактеристикама савременог графичког знака и естетским својствима амбалаже и рекламе.

### исход

Студент је стекао способност естетског вредновања и формирања естетског суда; кроз теоријску и практичну наставу студент је обучен да креативно користи како апстрактне елементе и принципе естетике, тако и практична (класична и савремена) средства за креирање естетских својстава производа;

### садржај теоријске наставе

Дефиниција Естетике и етимологија назива; појам, фактори и значај естетског суда и естетска мерила; објашњење релативности естетских судова кроз кратку презентацију историје и порекла естетике; естетика као фактор визуелних комуникација; детаљна анализа естетских елемената дизајна производа; обрада и анализа базичних естетских принципа дизајна производа; обрада геометријских законитости као битних фактора естетике визуелних комуникација; појам складности композиције; Методе креирања и презентације естетских својстава (класичне и савремене); скицирање и цртање; основне законитости косе пројекције, ортогоналне аксонометрије, централне пројекције и перспективе; Принципи компјутерског моделирања облика применом одговарајућег САД софтвера појам савременог графичког знака; улога графичког знака у контексту савремених визуелних комуникација; естетика знака, симбола и значења; естетска својства амбалаже и паковања производа; реклама и презентација производа;

### садржај практичне наставе

Самостална анализа, формирање и презентација примера на тему универзалних ставова о естетици и базичних принципа индукције естетских вредности и естетског вредновања; дискусија на тему културно историјског аспекта естетике; вежбе употребе естетских елемената и принципа; конструктивна обрада класичних геометријских законитости естетике; вежбе коришћења класичних и савремених средстава креирања и презентације естетских својстава производа; вежбе у креирању знакова са нагласком на естетско визуелни смисао;

### услов похађања

### ресурси

Скрипта: Естетика производа; аутор: др Бранислав попконстантиновић; Потребни додатни материјали (handouts , поставке задатака, семинарских радова и др.) дају се на web-страницама или умножени на папиру. Електронски материјали већег обима студентима могу бити доступни у непосредном контакту. Настава се реализује комбиновањем видео приказа и табле.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 7

лабораторијске вежбе: 6

рачунски задаци: 7

семинарски рад: 7

пројекат: 0

консултације: 3

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

## Инжењерска дијагностика

ID: 0241

носилац предмета: Вег Ђ. Александар  
ниво студија: мастер академске студије  
ЕСПБ: 6  
облик завршног испита: писмени  
катедра: теорија механизма и машина

### циљ

СТИЦАЊЕ НЕОПХОДНОГ ФОНДА ИНЖЕЊЕРСКОГ ЗНАЊА ЗА УОЧАВАЊЕ ТЕХНИЧКИХ ПРОБЛЕМА У РАДУ ПОСТРОЈЕЊА, ПРЕПОЗНАВАЊЕ ЖАРИШТА И ДЕФИНИСАЊЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА ОТКЛАЊАЊЕ  
УПОЗНАВАЊЕ СА ПАЛЕТОМ ОПРЕМЕ И МЕТОДА ЗА ИНЖЕЊЕРСКУ ДИЈАГНОСТИКУ И РАЗВИЈАЊЕ СПОСОБНОСТИ ЗА ЊИХОВУ ПРИМЕНУ.

### исход

Располагање инжењерском вештином да се аналитично приступи одређеном постројењу и на основу расположиве документације, релевантних резултата мерења, визуелног прегледа донесе закључак о исправности рада постројења, препознају недостаци и пропише методологија решавања ученог дефекта.

### садржај теоријске наставе

Теоретска настава: Објекти техничке дијагностике. Приказ типичних машинских система. Структура постројења. Скицирање постројења. Анализирање модела дијагностике, оптимизација према хијерархијском значају машине. Дијагностика линија за енергенте, ваздух, технички гасови, пара, уље, електрична енергија. Мерења на постројењу. Преглед основних мерења за утврђивање оперативне расположивости постројења. Алгоритми дијагностике. Дефинисање структуре постројења и основних модула. Избор метода дијагностике. Специфицирање дијагностичких параметара. Избор дијагностичке опреме. Редослед испитивања. Режим испитивања. Прелиминарна испитивања. Лоцирање жаришта проблема. Потписивање програма санације. Реализација сервисних захтева. Верификација. Провера геометрије елемената. IBR дијагностика. Вибродијагностика. Квалитативне и квантитативне анализе флуида и материјала.

### садржај практичне наставе

Практична настава: Типичне машине и постројења; агрегати, вентилатори, пумпе, пресе, манипулатори, линије. Мерења на постројењу; температура, притисак, проток, брзина, положај делова, вибрација. Дијагностика на терену; откривање извора проблема, санација. Провера геометрије позиција; одступање толеранција облика, положаја и димензија. IBR дијагностика; ултразвучна, магнетни флукс, испитивање пенетрантима. Вибродијагностика; фреквентна анализа, препознавање хармоника и узрочника. Анализа флуида у постројењу; мазива, расхладне течности, радни флуид. Проактивно одржавање-мониторинг.

### услов похађања

### ресурси

А.Вег, Г.Шиниковић, Скрипта Основи инжењерске дијагностике у припреми,  
А.Вег, приручник за вибродијагностику,



упутства за писање лабораторијских извештаја, писани изводи са предавања, интернет ресурси,

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 24

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 6

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 8

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 45

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

## **Машине за паковање**

**ID:** 0231

**носилац предмета:** Миладиновић Д. Љубомир

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 6

**облик завршног испита:** презентација пројекта

**катедра:** теорија механизма и машина

### **циљ**

Упознавање са машинама које остварују ова технолошка решења. Стицање неопходних знања из области термичких процеса који су неопходни за одређену врсту пакета. Упознавање са различитим техникама нормалног и стерилног затварања пакета.

### **исход**

У овом курсу се стичу знања неопходна за рад на одржавању различитих машина за паковање које се могу пронаћи у прехранбеној и другим врстама индустрије. Такође се стичу знања неопходна са становишта инвеститора тј набављача машина за паковање. Сем овога стичу се и сва специфична технолошка, процесна и конструктивна знања за пројектовање и конструисање машина за паковање.

### **садржај теоријске наставе**

Пужни дозатори и ваге у машинама за паковање - Дефинисаће се зависност облика завојнице пужа и структуре и квалитета материјала који се дозира, посебно ће бити разматране ваге, Линије за паковање - комбинацију машина за дување, пуњење и затварање, Машине за паковање са екструдирањем црева - специфичности линија за паковање код којих се посуда израђује од екструдираниог пластичног црева, Машине за паковање са топлотним извлачењем посуда - специфичности линија за паковање код којих се посуда израђује плитким или дубоким извлачењем из пластичних фолија

### **садржај практичне наставе**

Пакети добијени бризгањем из гранулата, Пакети добијени извлачењем из фолије, Пакети добијени екстудирањем црева, Линије за паковање – 2: комбинација машина за дување, пуњење и затварање, Линије за паковање – 1: комбинација машина за дување, пуњење и затварање, Пнеуматске и хидрауличке шеме, Дозатори, Палетизатори, Машине за затварање, Машине за стреч и термоскупљајућу фолију, Подела машина за паковање, Паковање у индустрији. Вишефункцијске машине за паковање - машине за пуњење и затварање. Гравиметријске машине-ваге, Пужни дозатори и ваге у машинама за паковање - Дефинисаће се зависност облика завојнице пужа и структуре и квалитета материјала који се дозира, посебно ће бити разматране ваге. Машине за израду и разгруписавање збирних пакета

### **услов похађања**

### **ресурси**

За успешно савладавање предмета, неопходно је коришћење уџбеника који је у припреми, упутства за израду семинарског рада, handout-a, Internet ресурса.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 18

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 7

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 4

преглед и оцена семинарских радова: 3

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 3

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 25

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

Lj. Miladinović, M. Stoimenov, A. Veg, "Mašine za pakovanje", monografija

Geoffrey Boothroyd, Assembly Automation and Product Design, Taylor & Francis, 2005.

Andreas Gäotzendorfer, Vibraciono kretanje granulisanog materijala: transport, fluidizacija i obrasci, Univerzitet Bayreuth, 2007.

## Мехатроника

ID: 0201

носилац предмета: Вег Ђ. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: теорија механизма и машина

### циљ

Овладавање фондом знања потребним за компетентну анализу структуре мехатроничког решења, дефинисање извршног механизма, контролног модула и алгоритама рада. Развијање креативне способности да се за задати проблем постави идејно мехатроничко решење које ће на оптималан начин задовољити дефинисане техничке захтеве.

### исход

Располагање инжењерским способностима да се изведе квалитетна анализа механизма електронског и процесорског модула као кључних подсклопова мехатроничког решења. На основу потпуног овладавања инверзним инжењерским задатком (анализа), активно решавање директног инжењерског задатка, синтеза оригиналног мехатроничког решења.

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава; Увод у мехатронику; Интелигентне машине склопови, системи и њихова примена, Пројектовање у мехатроници; Иницијална визија концепта мехатроничког решења, Механизми у мехатроници; Наука о теорији машина и механизма. Класификација механизма, Мерења у мехатроници 1; Аналогни и дигитални сензори, Мерења у мехатроници 2; Дефиниција светлости фотодиоде и фототранзистори, Актуатори у мехатроници; Линеарни и обртни актуатори, Актуатори са трансформацијом кретања, Дигитални и аналогни електронски модули; Логичка кола и примена, Детекција стања (0,1), Концепти управљања у Мехатроници; Структура процесорског система, Програмирање система; Програмски алати на располагању, Програмирање улазних портова, Програмирање излазних портова

### садржај практичне наставе

Практична настава; лабораторијске вежбе; Приказ типичних мехатроничких решења; Турбо пуњач са променљивом геометријом, Декомпозиција мехатроничког решења; Анализа елемената, функција и сигнала сензорског блока, Елементарни механизми; Примери различитих конфигурација механизма за извођење одређених профила кретања, Сензори 1; Мерење аналогних величина коришћењем РС-платформе и Lab View програмског пакета, Сензори 2; Разрада идеје за решење корисничког нумеричко-графичког приказа резултата, Актуатори; Електромоторни погон управљан фреквентним регулатором; Операциони појачивач, Рад са РС-платформом, Рад са ПИС-платформом;

### услов похађања

### ресурси

Скрипта ОСНОВИ МЕХАТРОНИКЕ у припреми, А.Вег; Е.Вег. Модели механизма (зглобни четвороугаоник, клипни механизам)

Сет сензора (термодавачи, акцелерометри индуктивни, опто сензори)  
Прото плоча  
Развојни сет ELVIS NI  
Програм Lab View  
Развојни систем DC PIC  
Пнеуматске компоненте (цилиндри, вентили, PLC)

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20  
развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 25  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 5  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 7  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 3  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 25  
лабораторијска вежбања: 40  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

## Прехрамбене машине

ID: 0235

носилац предмета: Петровић В. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: теорија механизма и машина

### циљ

1. Упознавање са основним појмовима неопходним за резумевање материје из ове области.
2. Стицање вештине у припреми савремених конструкторских програма за пројектовање и анализу рада прехрамбене опреме и постројења.
3. Развијање креативних способности студента за пројектовање прехрамбених уређаја, машина и система.

### исход

1. Анализа постојећих решења и њихових ефеката
2. Усвајање практичних знања
3. Примена знања у пракси
4. Познавање и резумевање проблематике прехрамбених машина
5. Решавање конкретних проблема
6. Повезивање знања из различитих области и њихова примена
7. Праћење и примена новина у струци.

### садржај теоријске наставе

О прехрамбеним производима уопште и њиховој класификацији, сагледавање основних технолошких захтева и начина њихове реализације, машине за прераду житарица, конструктивне карактеристике и преглед разних типова млинова као карактеристичних машина у области прераде житарица, машине у кондиторској индустрији, преглед карактеристичних типова машина за различите врсте кондиторских производа, њихови принципи рада и техничке карактеристике, транспортни системи у кондитерској индустрији, повезивање појединачних машина у технолошку целину за производњу оговарајућег кондиторског производа, аутоматске линије за производњу тврдог кекса и крекера, карактеристике машина за припрему теста, обраду теста и добијање завршних тестаних форми машине за прераду воћа и поврћа, машине за прераду млека, машине за прераду меса

### садржај практичне наставе

Аудиторне вежбе које обухватају упознавање са основним техничким и технолошким карактеристикама типичних представника прехрамбених машина за прераду житарица (млинови и сита), машина у пекарској индустрији (мешалице, делилице, ферментационе коморе, обликачице), машина у кондиторској индустрији (машине за ламинирање, глачање, обликовање, резање), машина за прераду воћа и поврћа, машина за прераду млека и машина за прераду меса. Израда пројекта који обухвата дефинисање пројектног задатка, потребне прорачуне и израду документације склопова или комплетних уређаја.

### услов похађања

### ресурси

Д.Петровић,Р.Андрејевић; Прехрамбене машине, Скрипта у припреми.  
За успешно савладавање предмета неопходно је коришћење упутства за израду пројеката, handout-а, Ineternet ресурса и видео записа

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 8

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 6

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 40

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 44

### **литература**

## Пројектовање механизма и манипулатора у прехранбеној индустрији

ИД: 0607

носилац предмета: Миладиновић Д. Љубомир

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: теорија механизма и машина

### циљ

Да студент овлада знањима из пројектовања и конструисања брегастих и малтешких механизм. Да стекне способности за анализу истих у оквиру машина и уређаја који се користе у прехранбеној индустрији. Да се упозна са типовима и начином рада манипулатора, као и са могућностима конструкције истих код једноставнијих функција.

### исход

Студент је овладао поступцима за конструкцију механизма који се највише користе у машинама и уређајима прехранбене индустрије као и за повезивање рада појединих машина у производним линијама. Студент је упознат са принципима рада WORKING MODEL-а па самим тим може лако овладати и неким друг пакетом за моделирање и генерисање кретања механизма у пракси.

### садржај теоријске наставе

Кратак осврт на кинематичке парове и раванске механизме; еквивалентни механизми. Брегасти механизми; брегаста плоча: транслаторна и ротирајућа; транслаторни и ротирајући подизачи: са заобљењем, ваљчићем или диском; закон кретања, брзине, убрзања, силе; синтеза брегастих плоча. Малтешки механизми; механизми са озубљеним точком и скакавцем; закон кретања, брзине, убрзања, силе; синтеза механизма. Просторни механизми; структура механизма; затворени и отворени кинематички ланци; механизми са већим бројем независних погона. Манипулатори са кинематичким паровима 5-класе; просторни трочлани кинематички ланци са независним погонима; манипулатори типа: ТТТ, ТРТ, ТРР, РРТ и РРР и простор опслуживања. Креирање дела програма за оптималну синтезу механизма у MATLAB-у за специјалне облике путања раванских механизма. Синтеза погона просторних манипулатора; креирање наведених типова манипулатора у Working Model-у; дефинисање жељеног закона кретања радног комада: 1-изразима, 2-низом оријентисаних положаја; читавање закона промена унутрашњих координата манипулатора; дефинисање погона манипулатора.

### садржај практичне наставе

Еквивалентни механизми; замена вишег кинематичког пара кинематичким ланцем са нижим кинематичким паровима. Конструкција брегасте плоче; конструкција дијаграма: пута, брзина и убрзања; коришћење програма у ACAD-у за синтезу брегастих механизма. Конструкција малтешког механизма; избор малтешког механизма; дијаграми: кретања, брзина и убрзања; дефинисање параметара озубљеног точка и скакавца. Конструкција механизма са карактеристичном путањом; синтеза механизма у MATLAB-у и конструкција у WORKING MODEL-у за задати облик радног дела путање. Конструкција манипулатора ТТТ, ТРТ,... у WORKING MODEL-у; дефинисање независних погона; одређивање сила у кинематичким паровима; дефинисање погонских сила и момената. Конструкција манипулатора ТТТ, ТРТ,... према задатом закону померања



радног комада (функција или низ оријентисаних положаја).

### **услов похађања**

### **ресурси**

А. Секулић: ПРОЈЕКТОВАЊЕ МЕХАНИЗАМА  
Б. Глигорић: МЕХАНИЗМИ  
WORKING MODEL - софтверски пакет

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 25  
разрада и примери (рекапитулација): 5

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 11  
лабораторијске вежбе: 19  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 10  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0  
тест/колоквијум: 35  
лабораторијска вежбања: 15  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 20  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**



## Стручна пракса М - ПРМ

ID: 0801

носилац предмета: Стоименов Д. Миодраг

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: теорија механизма и машина

### циљ

1. Стицање практичних знања из области прехранбених процеса и машина.
2. Упознавање са машинским материјалима потребним за примену при изради прехранбених машина.
3. Развијање креативних способности студента за пројектовање прехранбених уређаја, машина и система анализом конструкција и експлоатационих карактеристика прехранбених машина и постројења.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче способност :

- Анализе постојећих решења и њихових ефеката
- Усвајања практичних знања
- Примене знања у пракси

### садржај теоријске наставе

Увод у предмет. Специфичности прехранбене индустрије. Основне технолошке операције везане за производњу прехранбених производа. Погони за производњу прехранбених производа. Специфичности, карактеристике и конструкција машина за производњу прехранбених производа. Производња прехранбених производа. Производња брашна, шећера, уља и тд. Машине које се користе у производњи прехранбених производа. Прерада воћа, поврћа, млека и меса. Машине за прераду воћа, поврћа, млека и меса. Производња пекарских и кондиторских производа. Пекарске и кондиторске машине и линије.

### садржај практичне наставе

Први семинарски рад и други семинарски рад. Упознавање са процесом производње у радним организацијама, које се баве производњом прехранбених производа обухваћених предавањима. Обилазак фирми које се баве пројектовањем и конструкцијом постројења, као и израдом опреме за производњу прехранбених производа. Консултације: разматрање обављене активне наставе и питања студената.

### услов похађања

### ресурси

За успешно савладавање предмета неопходно је коришћење Ineternet ресурса, проспектног материјала којим располажу произвођачи и корисници прехранбене опреме и видео записа.

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 12

разрада и примери (рекапитулација): 6

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 8

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 6

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 4

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 20

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 50

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

## термоенергетика

Гасне турбине  
Генератори паре  
Двофазна струјања са фазним прелазом  
Заштита животне средине у термоенергетици  
Индустријска и комунална термоенергетска постројења  
Компјутерске симулације струјнотермичких процеса и CFD  
Нуклеарни реактори  
Парне турбине 1  
Парне турбине 2  
Планирање у енергетици  
Пројектовање и експлоатација термоенергетских постројења  
Стручна пракса М - ТЕН  
Термоенергетска постројења  
Техничко-технолошки развој и иновационе делатности  
Топлотне турбомашине  
Турбокомпресори

## Гасне турбине

ID: 0300

носилац предмета: Петровић В. Милан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термоенергетика

### циљ

1. Постизање академских компетенција из области гасних турбина и термоенергетике.
2. Овладавање теоријским знањима о начину трансформације топлотне енергије у механички рад изучавањем термодинамичког процеса и опреме (гасних турбина и гасних блокова).
3. Стицање практичних знања за прорачуне и оптимизацију гасних циклуса и гасних турбина.
4. Овладавање техникама моделирања процеса.

### исход

1. Академска темељна знања о термодинамичким циклусима и процесима струјања у гасним турбинама и гасним блоковима
2. Развој критичког мишљења о коришћењу енергије, штедњи горива и очувању животне средине
3. Способност прорачуна топлотних шема и параметара гасног блока
4. Способност употребе рачунарских технологија за моделирање и прорачуне

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава се одвија кроз 10 наставних целина:

1. Термодинамичке основе гасног блока. Основне топлотне шеме.
2. Основни и главни термодинамички параметри гасног блока.
3. Утицај основних параметара на радне карактеристике гасног блока. Избор оптималних параметара гасног блока.
4. Биланс енергије гасног блока. Могућности термодинамичког побољшања гасног блока.
5. Сложеније топлотне шеме гасног блока.
6. Комбинована постројења гасне и парне турбине. Гасни блок са гасификацијом угља.
7. Примена гасних турбина у енергетици и у ваздухоловству.
8. Конструкција гасних турбина. Материјали гасних турбина. Избор температуре на улазу у гасну турбину. Хлађење лопатица и проблеми хлађења.
9. Грејна комора – функција и принцип рада, радне карактеристике. Типови грејних комора. Горива за гасне турбине. Помоћни уређаји постројења гасних турбина.
10. Радне карактеристике гасних турбина - промена режима рада. Регулисање гасних турбина.

### садржај практичне наставе

Практична настава се одвија кроз:

Аудиторне вежбе:

Основни принципи. Историјски развој. Класификација, својства и примена гасних турбина.

Примена гасних турбина за погон возила, бродова у железници.

Упутство за израду пројекта 1: Прорачун топлотне шеме гасног блока.

Упутство за израду пројекта 2: Прорачун топлотне шеме комбинованог постројења гасне и парне турбине.

Израда пројекта:

Прорачун топлотне шеме гасног блока.

Прорачун топлотне шеме комбинованог постројења гасне и парне турбине.

Лабораторијске вежбе:

Упознавање са принципима рада и конструкцијом гасних турбина у Лабораторији за парне и гасне турбине

### **услов похађања**

### **ресурси**

Петровић, М.: Гасне турбине и турбокомпресори, скрипта, 2004.

Петровић, М.: Гасне турбине и турбокомпресори, упутство за вежбе, 2004.

Петровић, М.: Писани изводи предавања (скрипте и handouts)

Инструкције за извођење лабораторијске вежбе

Софтверски пакет за прорачун величина продуката сагоревања

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 4

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 13

консултације: 0

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 7

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

### литература

Петровић, М.: Гасне турбине и турбокомпресори, скрипта, 2004.

Стојановић, Д.: Топлотне турбомашине, Грађевинска књига, Београд, 1967

Cohen, H., Rogers, G.F.C., Saravanamuttoo, H.I.H.: Gas turbine theory, Logman, 1997.

Traupel, W.: Thermische Turbomaschinen, Springer verlag, Berlin, 1982

Boyce, M.: Gas turbine engineering hadbook, GPB, Boston 2002.



## Генератори паре

ID: 0129

носилац предмета: Стевановић Д. Владимир

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термоенергетика

### циљ

Циљеви предмета су стицање академских знања о процесима и опреми генератора паре у термоенергетским постројењима, овладавање научним и стручним методама за предвиђање, анализу и истраживање термохидрауличких процеса у генераторима паре, као и методама за пројектовање, анализе сигурности и дијагностику радних стања генератора паре.

### исход

Студенти се оспособљавају да савременим научним и стручним методама самостално симулирају и анализирају процесе, пројектују опрему и дефинишу радне услове у генераторима паре у различитим условима примене. Такође, примена стечених знања им омогућује да у свим фазама пројектовања, израде и експлоатације обезбеде сигуран, поуздан и енергетски и економски ефикасан погон генератора паре.

### садржај теоријске наставе

Технолошка решења генератора паре; основни појмови и дефиниције термохидрауличких параметара двофазне средине: масени удео паре, проточни масени удео паре, енергетски удео паре, запремински удео паре, густина двофазне мешавине, привидна брзина, масени флукс двофазног тока, фактор клизања, дрифт брзина и други; режими размене топлоте при загревању, испаравању и прегревању радног флуида или носиоца топлоте; криза размене топлоте, промена притиска у двофазном току; моделирање термохидрауличких процеса у генератору паре: хомогени, модели са клизањем фаза, двофлуидни и вишефлуидни модели струјања двофазне мешавине; методе нумеричког решавања модела термохидрауличких процеса; компјутерске симулације погонских услова генератора паре; простирање таласа притиска и динамичка оптерећења цевовода при прелазним и поремећеним условима рада; критично истицање двофазне мешавине; хидрулички удар изазван кондензацијом; нестабилност двофазног тока; сепарација влаге и сушење паре.

### садржај практичне наставе

Одређивање основних параметара двофазног струјања за различите геометрије и граничне услове. Прорачун пада притиска при двофазном струјању. Прорачун енергетских и масених биланса у испаривачком каналу. Одређивање границе кључања и засушења у испаривачком каналу. Прорачун термохидрауличких параметара у циркулационим круговима генератора паре. Модели једнофазног и двофазног струјања, билансне једначине масе, количине кретања и енергије у оквиру модела два флуида за прорачун двофазног струјања у испаривачком каналу, конститутивне корелације за прорачун транспортних процеса на разделним површинама фаза и на зиду струјног канала. Нумеричко решавање двофазног струјања. Компјутерски прорачуни услова циркулације пријемника топлоте у генераторима паре за номиналне и променљиве режиме рада. Развој модела за прорачун динамичких промена притиска у двофазним системима са испаравањем и кондензацијом у судовима под притиском и спровођење

рачунског експеримента коришћењем готовог компјутерског програма.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Писани изводи са предавања.

Stevanović, V., Thermal-Hydraulics of Steam Generators – Modelling and Numerical Simulation, Monograph, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 2006, ISBN 86-7083-569-X. - КСЈ

Рачунарска опрема - КИО,

Софтвер за решавање система диференцијалних једначина - ИАС,

Софтвер за симулације и анализе динамичких промена притиска у цевним мрежама и судовима под притиском. - ИАС, расположиво у Лабораторији за нуклеарне електране.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 25

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

## литература

Стевановић, В., Писани изводи предавања из генератора паре.

Стевановић, В., Студовић, М., Феноменологија прелазних процеса у термоенергетским постројењима и неке методе анализе и симулације, Турбомашине и даљинско грејање, Машински факултет, Београд, 1992.

Ishigai, S., Steam Power Engineering - Thermal and Hydraulic Design Principles, Cambridge University Press, 2010.

Reznikov, M.I., Lipov, Yu.M., Steam Boilers of Thermal Power Plants, Mir Publishers, Moscow, 1985.

Delhaye, J.M., Thermohydraulics of Two-Phase Systems for Industrial Design and Nuclear Engineering, Hemisphere, 1981.

## Двофазна струјања са фазним прелазом

ИД: 0325

носилац предмета: Стевановић Д. Владимир

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термоенергетика

### циљ

СТИЦАЊЕ академских знања о облицима двофазних струјања, механизмима транспортних процеса у двофазном току, интензитету испаравања и кондензације и методама прорачуна двофазних струјања у оквиру пројектовања, сигурносних анализа и дефинисања радних услова и оперативних процедура погона енергетских постројења.

### исход

Студенти се оспособљавају да самостално симулирају и анализирају двофазна струјања течности и гаса са или без фазног прелаза у оквиру пројектовања енергетских постројења, анализа сигурности, дијагностике радних услова, дефинисања радних услова и оперативних процедура погона итд.

### садржај теоријске наставе

Облици двофазних струјања и њихово предвиђање коришћењем мапа струјања. Моделирање двофазних струјања применом вишефлуидних модела и одговарајућих конститутивних корелација за прорачун транспортних процеса на разделним површинама фаза. Механизми промене притиска у двофазном току и методе прорачуна. Појава "потапања" при супротносмерном струјању течности и гаса. Кључање у великим запреминама течности и у струјном каналу. Механизми кризе размене топлоте и методе предвиђања. Кондензација чистих пара и кондензација у присуству некондензујућих гасова. Брзина простирања звучних таласа у двофазном току. Критично истицање двофазне мешавине. Нумеричке методе за решавање модела двофазног струјања. Прорачун струјних и термичких параметара двофазног струјања у компонентама енергетских и процесних постројења.

### садржај практичне наставе

Одређивање параметара двофазног струјања: масени удео паре, проточни масени удео паре, енергетски удео паре, запремински удео паре, густина двофазне мешавине, привидна брзина, масени флукс двофазног тока, фактор клизања, дрифт брзина. Коришћење емпиријских корелација за одређивање запреминског удела паре, фактора клизања и дрифт брзине. Утицај нивоа притиска на струјне параметре двофазног тока. Механизми и прорачун промене притиска у двофазном току. Развој вишефлуидних модела двофазног струјања: билансне једначине, моделирање транспортних процеса на разделним површинама фаза, методе решавања. Прорачун двофазних струјања и параметара двофазне мешавине на примеру неке од енергетских или процесних компоненти, као што су: испаривачки канал, кондензација у цеви, размењивачи топлоте са фазним прелазом, испаривачи, генератори паре са великом воденом запремином, екранске цеви котла, кондензатори, судови за одржавање притиска, напојни резервоари, добош котла, акумулатор паре, цевоводи и др.

### услов похађања

## **ресурси**

Писани изводи са предавања.

Рачунарска опрема - КИО,

Компјутерски програми за прорачуне двофазних струјања у цевоводима, судовима под притиском и размењивачима топлоте са испаравањем или кондензацијом око цеви у снопу - ИАС, расположиво у Лабораторији за нуклеарне електране.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

## **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 5

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 30

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

## **литература**

- Стевановић, В., Писани изводи са предавања, Машински факултет, Београд, 2010.  
Whalley, P.B., Two-Phase Flow and Heat Transfer, Oxford University Press, Oxford, 1996.  
Wallis, G.B., One-Dimensional Two-Phase Flow, McGraw-Hill, New York, 1969.  
Clift, R., Grace, J.R., Weber, M.E., Bubbles, Drops and Particles, Academic Press, New York, 1978.  
Delhaye, J.M., Giot, M., Rietmuller, M.L., Thermalhydraulics of Two-Phase Systems for Industrial Design and Nuclear Engineering, McGraw-Hill, 1981.

## **Заштита животне средине у термоенергетици**

**ID:** 0912

**носилац предмета:** Стевановић Д. Владимир

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 6

**облик завршног испита:** усмени

**катедра:** термоенергетика

### **циљ**

Циљеви предмета су стицање академских знања о извору и карактеру емисија штетних материја и других штетних утицаја у свим фазама експлоатације термоенергетских постројења, утицају штетних материја из термоенергетских постројења на животну средину, о могућим техничким решењима, процесима и опреми за смањење емисија, контролу утицаја на околину и складиштење штетних материја, као и значају ових активности у привредном, економском и друштвеном развоју.

### **исход**

Студенти се специјализују у области заштите околине од потенцијално штетних утицаја термоенергетских објеката. Поред упознавања са изворима емисија штетних материја и методама и опремом за њихово ограничење и складиштење, оспособљавају се да квантификују емисије штетних материја и да сагледају техничке, технолошке, еколошке и економске ефекте примене савремених поступака и мера за заштиту животне средине.

### **садржај теоријске наставе**

Теоријска настава обухвата: утицај термоенергетских објеката на околину и емисије штетних материја, факторе и величине који одређују допуштене емисије, законску регулативу о емисијама штетних материја, међународне активности на заштити животне средине и смањењу емисија гасова са ефектом стаклене баште, технологије и постројења за смањење емисије штетних материја из термоенергетских објеката, отпашивање димних гасова, методе и постројења за смањење емисије сумпорних и азотних оксида, складиштење угљен-диоксида, међусобну зависност атмосферских услова и распростирања штетних материја, складиштење чврстих продуката сагоревања и топлотно оптерећење околине, савремену светску праксу у примени технологија за повећање енергетске ефикасности и смањење емисије и складиштење штетних материја у оквиру примене термоенергетских постројења за сагоревање фосилних горива. 2.

### **садржај практичне наставе**

Практична настава обухвата: прорачун емисија штетних материја при раду термоенергетских постројења, разраду идејних решења постројења за смањење емисија штетних материја у складу са законском регулативом, еколошки и економски ефекти примене појединих постројења и метода за смањење штетних емисија, прорачун емисија штетних материја у околини термоенергетског објекта, критеријуми за избор димњака.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Писани изводи са предавања, упутства за израду семинарског рада, документација произвођача опреме за смањење емисија и складиштење штетних материја.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 4

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 10

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 1

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 30

пројекат: 0

завршни испит: 5

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

#### **литература**

Удовичић, Б., Енергија и околина, Грађевинска књига, Београд, 1989.

Савић, Б., Загађивање људске средине продуктивним сагоревањем испуштених кроз димњак у атмосферу у термоелектранама, магистарски рад, Машински факултет, Београд, 1982.

Енергетика и животна средина, Монографија, Српска академија наука и уметности, 2013.



## Индустријска и комунална термоенергетска постројења

ID: 0914

носилац предмета: Петровић В. Милан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термоенергетика

### циљ

Циљ предмета је да пружи базу знања из области посебне примене термоенергетских постројења за комбиновану производње електричне енергије и топлоте у оквиру индустријске и комуналне термоенергетике. У развоју савремене термоенергетике примена комбиноване производње добија све већи значај због велике уштеде примарне енергије. Програм вежби се састоји у изради рачунских задатака за режиме комбиноване производње заснованог на имплементацији одређених стечених практичних знања из програма предмета.

### исход

Програм обезбеђује практична знања неопходна дипломираном инжењеру за рад у области комбиноване производње енергије која добија све већи значај и подстицај за примену у свету због значајних уштеда примарне енергије. С обзиром да је област примене комбиноване производње енергије у поступку планирања и пројектовања најсложенија у области термоенергетике, то је стицање компетитивног знања из ове области од великог значаја за инжењера термоенергетичара.

### садржај теоријске наставе

Развој и значај примене комбиноване производње енергије у свету. Термодинамички ефекти комбиноване производње енергије и енергетске предности примене комбиноване производње енергије у односу на истоветну одвојену производњу у термоелектрани и топлани. Врсте термоенергетских постројења за комбиновану производњу енергије: парна термоенергетска постројења, гасна термоенергетска постројења и комбинована гасно-парна термоенергетска постројења. Фактори који утичу на избор врсте термоенергетског постројења за комбиновану производњу енергије. Дијаграми потрошње топлоте. Главни термодинамички параметри комбиноване производње енергије. Утицај даљине потрошача на избор параметара и уштеду примарне енергије у комбинованој производњи. Типови парних турбопостројења за комбиновану производњу енергије. Парна термоенергетска постројења за комбиновану производњу енергије. Начини регулисања оптерећења и радна или проточна карактеристика парне турбине. Дијаграми режима комбиноване производње енергије.

### садржај практичне наставе

Укључује три задатка из области примене комбиноване производње енергије. Први задатак се односи на режиме са отвореном и притвореном клапном парног блока кондензационе турбине са једним регулисаним одузимањем паре. Други задатак се односи на режиме комбиноване производње без и са обилажењем регенеративних загрејача високог притиска парног блока кондензационе турбине са једним регулисаним одузимањем паре. И трећи задатак се односи на дефинисање дијаграма топлотног захтева грејног конзума и дијаграма квалитативне регулације топлотног захтева у површинском измењивачу подстанице централизованог система грејања.

## услов похађања

### ресурси

1. Kostyuk A., Frolov V.: Steam and Gas Turbines, Energoatomizdat, Moscow, 1988.-КСЈ
2. Рижкин, В.: Тепловие електрические станции, Энергоатомиздат, Москва, 1987.-КСЈ
3. Стојановић, Д.: Топлотне турбомашине, Грађевинска књига, Београд, 1973.-КДА
4. Савић, Б.: Прилог енергетској основи развоја и уклапања комбиноване производње топлотне и електричне енергије у електроенергетски систем, Машински факултет, Београд, 1989. др дисертација-КПН

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 4

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 5

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 25

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### литература

Kostyuk A., Frolov V.: Steam and Gas Turbines, Energoatomizdat, Moscow, 1988.-KSJ  
Rižkin, V.: Thermal power Plants Energoatomizdat, Moskva, 1987.-KSJ  
Стојановић, Д.: Топлотне турбомашине, Грађевинска књига, Београд, 1967

## Компјутерске симулације струјнотермичких процеса и CFD

ID: 0153

носилац предмета: Стевановић Д. Владимир

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термоенергетика

### циљ

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА О АНАЛИТИЧКИМ И НУМЕРИЧКИМ МОДЕЛИМА СТРУЈНОТЕРМИЧКИХ ПРОЦЕСА У ЕНЕРГЕТСКОЈ, ТЕРМОТЕХНИЧКОЈ И ПРОЦЕСНОЈ ОПРЕМИ, ИЗУЧАВАЊЕ НУМЕРИЧКИХ МЕТОДА ЗА СИМУЛАЦИЈУ И АНАЛИЗУ ЈЕДНОФАЗНИХ И ДВОФАЗНИХ СТРУЈАЊА И ОСПОСОБЉАВАЊЕ ЗА САМОСТАЛНУ ПРИМЕНУ РАЗЛИЧИТИХ МЕТОДА КОМПЈУТЕРСКИХ СИМУЛАЦИЈА, УКЉУЧУЈУЋИ И МЕТОДЕ НУМЕРИЧКЕ МЕХАНИКЕ ФЛУИДА (Computational Fluid Dynamics - CFD).

### исход

Студенти се оспособљавају да самостално на рачунару симулирају и анализирају струјнотермичке процесе једнофазних и двофазних струјања течности и гаса, са и без фазног прелаза, у енергетској, термотехничкој и процесној опреми.

### садржај теоријске наставе

Моделу струјнотермичких процеса са усредњеним и расподељеним параметрима. Билансне једначине масе, количине кретања и енергије и конститутивне корелације за предвиђање транспортних процеса на међуфазним површинама и на зидовима струјних канала. Експлицитне и имплицитне нумеричке методе за решавање Кошијевог проблема са задатим почетним условима у случају решавања модела са усредњеним параметрима. Метода карактеристика за решавање хиперболичких система парцијалних диференцијалних једначина. Примена метода коначних запремина типа SIMPLE за решавање елиптичких и параболичких вишедимензионих модела са расподељеним параметрима. Поступци дефинисања нумеричких мрежа. Графички приказ резултата.

### садржај практичне наставе

Поставка модела са усредњеним параметрима за судове под притиском испуњене једнофазним стишљивим флуидом или двофазном мешавином течне и кондензујуће парне фазе. Нумеричка симулација динамичке промене притиска у суду за одржавање притиска, напојном резервоару и добошу парног котла. Поставка модела са расподељеним параметрима за услове струјања једнофазних или двофазних флуида са или без фазног прелаза. Нумеричке симулације простирања таласа притиска и температуре у цевним мрежама. Компјутерске симулације и анализе вишедимензионих двофазних струјања у генераторима паре, испаривачима, кондензаторима, размењивачима топлоте, итд.

### услов похађања

### ресурси

Писани изводи са предавања.

Stevanović, V., Thermal-Hydraulics of Steam Generators – Modelling and Numerical Simulation, Monograph, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 2006. - КСЈ

Рачунарска опрема. - КИО,  
Софтвер за решавање система диференцијалних једначина. - ИАС,  
Софтвер за симулације динамичких промена притиска у цевним мрежама и судовима под притиском. - ИАС,  
Софтвер за симулације просторних двофазних струјања. - ИАС, расположиво у Лабораторији за нуклеарне електране.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20  
разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15  
лабораторијске вежбе: 15  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 5  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 5  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 30  
лабораторијска вежбања: 35  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

- Стевановић, В., Писани изводи са предавања, Машински факултет, Београд, 2010.
- Versteeg, H.K., Malalasekera, W., An introduction to Computational Fluid Dynamics, Longman Group Ltd., Harlow, 1995.
- Wulff, W., Computational methods for multiphase flow, Multiphase Science and Technology, Vol. 5, Begell House, 1990.
- Streeter, V.L., Wylie, E.B., Hydraulic Transients, McGraw Hill, New York, 1967.
- Tannehill, J.C., Anderson, D.A., Pletcher, R.H., Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer, Taylor&Francis, New York, 1997.

## Нуклеарни реактори

ID: 0345

носилац предмета: Стевановић Д. Владимир

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термоенергетика

### циљ

Циљеви предмета су стицање академских знања о принципима коришћења нуклеарне енергије, неутронским процесима и ланчаној реакцији фисије, могућим конструктивним решењима нуклеарног реактора, хлађењу језгра реактора, карактеристикама нуклеарног горива, поступцима за транспорт и складиштење истрошеног горива, основама сигурности нуклеарних енергетских постројења, удесима на нуклеарним електранама "Острво три миље", "Чернобил" и "Фукушима", као и савременим правцима развоја.

### исход

Студенти се оспособљавају да самостално димензионишу језгро нуклеарног реактора, одреде термичке и неутронске карактеристике горива, модератора и хладиоца, дефинишу основне елементе сигурности нуклеарних енергетских постројења и сагледају основне техничке, технолошке, еколошке и економске услове и чиниоце коришћења нуклеарне енергије.

### садржај теоријске наставе

Процеси и опрема нуклеарних енергетских постројења. Карактеристике нуклеарног горива, атомски и нуклеарни процеси и реакције на којима је заснован рад нуклеарних реактора. Пројектовање материјалне структуре и критичних димензија нуклеарних реактора. Дифузија и модерација неутрона. Решавање једначине реактора. Радне карактеристике и сигурност нуклеарних реактора и нуклеарних електрана. Спрега нуклеарних и термичких процеса у језгру реактора, хлађење нуклеарних горивних елемената, транспорт топлоте једнофазним и двофазним носиоцем топлоте и криза размене топлоте. Компјутерски програми за термохидрауличке анализе сигурности. Преглед нуклеарне енергетике у свету и окружењу и њен савремени развој. Улога и значај нуклеарне енергетике у одрживом развоју енергетских система.

### садржај практичне наставе

На вежбама студенти решавају задатке из елемената пројектовања и анализа рада нуклеарних реактора. У оквиру лабораторијских вежби студенти помоћу рачунара симулирају нуклеарне и термичке процесе у раду реактора: прорачун ланца радиоактивног распада, животни циклус неутрона и срачунавање формуле четири фактора за различите типове реактора, развој нумеричког модела и компјутерска симулација динамичког понашања језгра нуклеарног реактора током удеса губитка напојне воде у генератору паре нуклеарне електране са вреловоденим реактором.

### услов похађања

### ресурси

Писани изводи са предавања.

Ристић, М., Студовић, М., Стевановић, Д., Деља, А., Стевановић, В., Симоновић, В.,  
Моделирање динамичког понашања нуклеарног система за производњу паре,  
Машински факултет, Београд, 1984. - КПН  
Ристић, М., Нуклеарни реактори, Машински факултет, Београд, 1969. - КДА  
Рачунарска опрема - КИО,  
Софтвер за решавање система диференцијалних једначина - ИАС,  
Софтвер за димензионисање језгра реактора - ИАС, расположиво у оквиру Лабораторије  
за нуклеарне електране.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 15

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 5

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 30

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**



- Ристић, М., Нуклеарни реактори, Машински факултет, Београд, 1969.
- Ристић, М., Студовић, М., Стевановић, Д., Деља, А., Стевановић, В., Симоновић, В., Моделирање динамичког понашања нуклеарног система за производњу паре, Машински факултет, Београд, 1984.
- Поповић, Д., Нуклеарна енергетика, Научна књига, Београд, 1979.
- Klimov, A., Nuclear Physics and Nuclear Reactors, Mir Publishers, Moscow, 1981.
- Knief, R.A., Nuclear Energy Technology, Hemisphere, 1981.

## Парне турбине 1

ID: 0274

носилац предмета: Петровић В. Милан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термоенергетика

### циљ

1. Постизање академских компетенција из области парних турбина и термоенергетике.
2. Овладавање теоријским знањима о начину трансформације топлотне енергије у механички рад изучавањем термодинамичког процеса и опреме (парне турбине и парно турбопостројење).
3. Стицање практичних знања за прорачуне и оптимизацију праних циклуса и парних турбина.
4. Овладавање техникама моделирања процеса.
5. Овладавање методама експерименталног рада у термоенергетици.

### исход

1. Академска темељна знања о термодинамичким циклусима и процесима струјања у парним турбинама и парним турбопостројењима
2. Развој критичког мишљења о коришћењу енергије
3. Способност прорачуна топлотних шема и параметара парног турбопостројења
4. Способност употребе рачунарских технологија за моделирање и прорачуне
5. Способност примене експерименталних метода у развоју и пракси у термоенергетици

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава се одвија кроз 10 наставних целина:

- 1) Термодинамичке основе парног турбопостројења и блока. Термодинамичка побољшања, повишење температуре и притиска свеже паре, кондензација и снижавање притиска кондензације.
- 2) Догревање. Регенеративно загревање напојне воде. Основне топлотне шеме.
- 3) Парни блок са гледишта 1. и 2. закона термодинамике.
- 4) Струјне основе парних турбина, гасодинамички процеси у парним турбинама.
- 5) Решетке парних турбина, геометријски и радни параметри. Главни гасодинамички параметри решетке парних турбина.
- 6) Струјни губици у решеткама.
- 7) Једнодимензијска теорија елементарних ступњева парних турбина. Ојлерова једначина за турбине. Степен корисности на обиму.
- 8) Аксијални елементарни акциони ступањ.
- 9) Аксијални елементарни реакциони ступањ типа Парсонс.
- 10) Унутрашњи степен корисности ступњева. Унутрашњи губици ступњева. Одређивање главних димензија ступњева

### садржај практичне наставе

Практична настава се одвија кроз:

Аудиторне вежбе: Основни принципи. Историјски развој. Класификација и примена парних турбина. Објашњавање топлотне шеме и функционисања појених компонената парног блока. Упутство за израду прорачуна топлотне шеме и главних термодинамичких параметара парног блока и турбопостројења. Упутство за израду

биланса парног блока по 1. и 2. закону термодинамике.

Лабораторијске вежбе: Експериментално одређивање специфичне потрошње паре парне турбине у Лабораторији Машинског факултета.

Израда пројекта: Прорачун топлотне шеме, главних термодинамичких параметара и израда биланса парног блока

### **услов похађања**

### **ресурси**

Петровић, М.: Парне турбине, скрипта, 2004.

Васиљевић, Н.: Парне турбине, Машински факултет, Београд, 1987.

Петровић, М.: Парне турбине – Упитство за вежбе, Београд, 2004.

Петровић, М.: Писани изводи предавања (скрипте и handouts)

Инструкције за извођење лабораторијске вежбе

Софтверски пакет за прорачун величина стања воде и водене паре

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 9

лабораторијске вежбе: 4

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 13

консултације: 4

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 7

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

### литература

Петровић, М.: Парне турбине, скрипта, 2004.

Стојановић, Д.: Топлотне турбомашине, Грађевинска књига, Београд, 1967

Васиљевић, Н.: Парне турбине, Машински факултет, Београд, 1987.

Traupel, W.: Thermische Turbomaschinen, Springer verlag, Berlin, 1982

Leyzerovich, A.: Steam Turbines for Modern Fossil-Fuel Power Plants, CRC Press, 2008

## Парне турбине 2

ID: 0174

носилац предмета: Петровић В. Милан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термоенергетика

### циљ

1. Постизање академских компетенција из области парних турбина и термоенергетике.
2. Овладавање теоријским знањима о начину трансформације топлотне енергије у механички рад изучавањем термодинамичког процеса и опреме (парне турбине и парно турбопостројење).
3. Стицање практичних знања за прорачуне и конструкцију парних турбина.
4. Овладавање техникама моделирања процеса.
5. Овладавање методама експерименталног рада у термоенергетици.

### исход

1. Академска темељна знања о процесима у парним турбинама
2. Развој критичког мишљења о коришћењу енергије и очувању животне средине
3. Способност прорачуна парних турбина
4. Способност употребе рачунарских технологија за моделирање и прорачуне
5. Способност примене експерименталних метода у развоју и пракси у термоенергетици

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава се одвија кроз 10 наставних целина:

- 1) Просторно струјање у ступњевима парне турбине.
- 2) Просторно струјање у ступњевима велике дужине лопатица.
- 3) Пројектовање парних турбина.
- 4) Вишеступне парне турбине.
- 5) Лопатице парних турбина - конструкција, напрезање, лопатице константног напрезања, вибрације и ерозија.
- 6) Ротори парних турбина - конструкција, напрезање, вибрације.
- 7) Оклопи парних турбина - конструкција, напрезање, термичке деформације и дилатације. Пуштање парних турбина у рад, загревање, хлађење.
- 8) Лежишта парних турбина - конструкција, подмазивање. Лабиринтски заптивачи. Заштитни уређаји парних турбина.
- 9) Радне карактеристике парних турбина, конус потрошње.
- 10) Регулисање парних турбина, термодинамички и функционални проблеми.

### садржај практичне наставе

Практична настава се одвија кроз:

Аудиторне вежбе:

Упутство за израду пројекта. Прорачун и конструкција парне турбине. Избор профила лопатица. Прорачун турбине високог, средњег и ниског притиска. Прорачун броја ступњева. Прорачун задњег ступња турбине.

Лабораторијске вежбе:

Мерење вибрација ротора и одеђивање фреквенција сопствених осцилација лопатица парних турбина у Лабораторији Машинског факултета.

Израда пројекта:

Прорачун и конструкција парне турбине  
Екскурзија :  
Посета једној тремоелектрани у Србији

**услов похађања**

**ресурси**

Петровић, М.: Парне турбине, скрипта, 2004.  
Васиљевић, Н.: Парне турбине, Машински факултет, Београд, 1987.  
Петровић, М.: Парне турбине – Упитство за вежбе, Београд, 2004.  
Петровић, М.: Писани изводи предавања (скрипте и handouts)  
Инструкције за извођење лабораторијске вежбе  
Софтверски пакет за прорачун величина стања воде и водене паре

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20  
развијање и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 14  
лабораторијске вежбе: 4  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 12  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 7  
колоквијум са оцењивањем: 2  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 10  
лабораторијска вежбања: 5  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 30  
завршни испит: 50  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

**литература**

Петровић, М.: Парне турбине, скрипта, 2004.

Стојановић, Д.: Топлотне турбомашине, Грађевинска књига, Београд, 1967

Васиљевић, Н.: Парне турбине, Машински факултет, Београд, 1987.

Traupel, W.: Thermische Turbomaschinen, Springer verlag, Berlin, 1982

Leyzerovich, A.: Steam Turbines for Modern Fossil-Fuel Power Plants, CRC Press, 2008

## Планирање у енергетици

ИД: 0105

носилац предмета: Стевановић Д. Владимир

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: термоенергетика

### циљ

Циљеви предмета су овладавање методама за изучавање и планирање макро енергетским системима на нивоу привредних грана и индустријских сектора, већих друштвених заједница и државе, укључујући разматрање и израду енергетских биланса, одређивање енергетски токови и структуре потрошње енергије, класификацију носилаца енергије и индикатора потрошње енергије, однос између привредног развоја и потрошње енергије, законску регулативу у енергетици, утицај потрошње енергије на животну средину и др.

### исход

Студенти стичу знања о планирању у енергетици коришћењем статистичких и економетријских метода и применом феноменолошких модела, као и о методама за припрему подлога за поступак планирања, као што су анализе и припреме енергетских биланса, одређивање индикатора потрошње енергије итд.

### садржај теоријске наставе

Макроенергетски системи, енергетика Србије и света: енергетски биланс Србије, енергетски токови и структура потрошње енергије у Србији и свету. Класификација носилаца енергије и индикатори потрошње енергије. Однос између привредног развоја и потрошње енергије. Специфична и корисна потрошња енергије. Енергетска ефикасност. Енергетски обрачун производног предузећа. Рационално коришћење енергије. Техно-економско вредновање инвестиција у енергетици и мера за рационално коришћење енергије. Коришћење обновљиве енергије и нови енергетски извори. Технологије и процеси за акумулацију енергије. Методе моделирања енергетских система. Планирање у енергетици. Законска регулатива у енергетици. Утицај потрошње енергије на животну средину.

### садржај практичне наставе

Билансирање у оквиру макроенергетских система, одређивање енергетских, економских и технолошких индикатора потрошње енергије, оптимизација коришћења енергетских постројења за производњу струје, планирање енергетских потреба, одређивање цене производње електричне енергије, оптимизација димензија и радних параметара енергетских постројења и уређаја, мере за рационално коришћење енергије, техно-економско вредновање мера за рационално коришћење енергије (методе нето садашње вредности, интерне стопе приноса, времена повратка капитала).

### услов похађања

### ресурси

Писани изводи са предавања.

Ристић, М., Општа енергетика, Машински факултет, Београд, 1981. - КДА



Рачунарска опрема - КИО,  
Софтвер за економско вредновање инвестиција - ЕКОНОМ - ИАС, расположиво у  
Лабораторији за нуклеарне електране.  
Интернет презентације Међународне агенције за енергију и Међународног савета за енергију.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20  
развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 10  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 10  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 65  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Ристић, М., Општа енергетика, Машински факултет, Београд, 1981.  
Удовичић, Б., Енергија и друштво, Грађевинска књига, Београд, 1988.  
Удовичић, Б., Енергетске претворбе и биланце, Грађевинска књига, Београд, 1988.  
Ристић, М., Предвиђање потреба енергије, Грађевинска књига, Београд, 1987.  
Kleinpeter, M., Energy Planning and Policy, John Wiley & Sons, New York, 1995.

## **Пројектовање и експлоатација термоенергетских постројења**

**ID:** 0913

**носилац предмета:** Петровић В. Милан

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 6

**облик завршног испита:** писмени+усмени

**катедра:** термоенергетика

### **циљ**

Циљ предмета је да пружи базу знања из области планирања, пројектовања, уговарања, пријемних испитивања, експлоатације и одржавања термоенергетских постројења. Програм вежби се састоји у изради скраћеног идејног пројекта термоелектране заснованог на имплементацији одређених стечених практичних знања из програма предмета.

### **исход**

Програм обезбеђује практична знања неопходна дипломираном инжењеру за рад у области термоенергетике, која омогућују његово брже и лакше уклапање на решавању појединих проблема у пракси. Ова компетенција укључује овладавање поступцима за аналитичко и синтетичко разматрање избора типа и врсте термоенергетског постројења у поступку планирања и пројектовања, али такође укључивање у процес експлоатације и одржавања.

### **садржај теоријске наставе**

Главне фазе пројектовања термоенергетских постројења. Критеријуми за избор типа и локације термоенергетског постројења. Садржај идејног пројекта са инвестиционим програмом. Општа диспозиција и композиција термоенергетског постројења. Смернице за уговарање и набавку опреме термоенергетских постројења. Гаранцијска и погонска испитивања термоенергетског постројења. Понашање термоенергетског постројења у погону: режими стартовања и заустављања. Одржавање и надгледање термоенергетског постројења у погонским условима рада: одржавање система заштите и регулације, надгледање рада турбине, таложења у турбини и њихово удаљавање, значај одржавања квалитетног водног режима, кондензацијског постројења, система регенеративног загревања гл. кондензата и напојне воде, система заптивања турбине, итд.. Значај примене дијагностике погонских услова рада, контроле економичности и функционог погонског стања термоенергетског постројења. Поузданост и расположивост термоенергетског постројења.

### **садржај практичне наставе**

Предвиђа израду идејног пројекта термоелектране: избор микролокације и опште концепције термоелектране, избор диспозиција свих објеката термоелектране, анализа избора топлотне шеме и параметара. Главни погонски објекат: анализа избора топлотне шеме и параметара, избор котловског постројења, избор турбопостројења. Израда једног рачунског задатка који се састоји у изради компјутерског програма за прорачун утицаја одступања параметара свеже паре на економичност парног блока.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Писани изводи са предавања.

1. Kostyuk, A. and Frolov V.: Steam and Gas Turbines, Energoatomizdat, Mir Publishers Moscow, 1988. - КСЈ
2. Рижкин, В.: Тепловие електрические станциј, Енергоатомиздат, Москва, 1987. - КСЈ
3. Стојановић, Д.: Топлотне турбомашине, Грађевинска књига, Београд, 1973. - КДА
4. Васиљевић, Н., Савић, Б., Стојаковић, М.: Истраживање оптималних пројектних и експлоатационих услова рада кондензацијског дела парних турбопостројења, Машински факултет, Београд, 1991. - КПН
5. Schroeder, K: Grosse Dampfkraftwerke, Springer Verlag, Berlin, 1962
6. CEGB: Modern Power Station Practice, Pergamon press, Oxford, 1971

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 4

семинарски рад: 0

пројекат: 20

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 3

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Kostyuk, A. and Frolov V.: Steam and Gas Turbines, Energoatomizdat, Mir Publishers Moscow, 1988.

Рижкин, В.: Тепловие електрические станции, Энергоатомиздат, Москва, 1987.

3. Стојановић, Д.: Топлотне турбомашине, Грађевинска књига, Београд, 1973.

Schroeder, K: Grosse Dampfkraftwerke, Springer Verlag, Berlin, 1962

CEGB: Modern Power Station Practice, Pergamon press, Oxford, 1971

## Стручна пракса М - ТЕН

ID: 0803

носилац предмета: Петровић В. Милан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: термоенергетика

### циљ

Циљ предмета је упознавање студената са процесом пројектовања и анализама рада термоенергетских постројења, процесима и системима, процесом производње енергетске опреме, методама прорачуна и анализа механичких и термичких оптерећења енергетске опреме, производним технолошким линијама, контролом квалитета, организацији градње, методама одржавања, распореду опреме и технолошких система на термоенергетским постројењима, транспорту енергетске опреме, савременим методама прорачуна.

### исход

Савладавањем програма предмета студент се упознаје са: одговарајућим енергетским процесима, главним и помоћним технолошким системима, просторним распоредом опреме, методама анализе процеса, мерењем процесних параметара, управљањем погоном постројења, и др

### садржај теоријске наставе

Увод. Улога и значај стручне праксе у образовању инжењера термоенергетике.  
Основе примене мера безбедности и заштите на раду при коришћењу опреме и средстава за рад уопште, а посебно у области термоенергетике.  
Основни принципи рада топлотних турбомашина.  
Основе технолошких процеса у термоенергетским постројењима.  
Парна турбопостројења. Котловска постројења. Помоћни системи.  
Организација рада у термоелектрани. Сектори и службе.  
Мерна и регулациона опрема у термоелектранама.  
Упутство за вођење дневника.

### садржај практичне наставе

Организација и посете фабрикама

- пројектне и консултантске организације у области енергетике,
- организације које производе и одржавају термоенергетску опрему,
- организације које граде и одржавају термоенергетска постројења и електране,
- термоелектране и друга енергетска постројења,

при чему се део праксе обавља и на Машинском факултету у лабораторијама Катедре за термоенергетику.

У лабораторијама Катедре за термоенергетику студенти се упознају са расположивом опремом и мерним уређајима. У оквиру самосталног рада студенти завршавају и технички обрађују извештај са праксе

### услов похађања

### ресурси

Петровић, М.: Парне турбине – Упитство за вежбе, Београд, 2004.  
Петровић, М.: Гасне турбине и турбокомпресори, скрипта, 2004.  
Петровић, М.: Гасне турбине и турбокомпресори, упутство за вежбе, 2004.  
Васиљевић, Н.: Парне турбине, Машински факултет, Београд, 1987.  
Петровић, М.: Писани изводи предавања (скрипте и handouts)

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 46

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 0  
разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 2  
лабораторијске вежбе: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 2  
дискусија/радионица: 40  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 2

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 20  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 50  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

### **литература**

Петровић, М.: Парне турбине, скрипта, 2004.  
Стојановић, Д.: Топлотне турбомашине, Грађевинска књига, Београд, 1967  
Васиљевић, Н.: Парне турбине, Машински факултет, Београд, 1987.  
Петровић, М.: Гасне турбине и турбокомпресори, скрипта, 2004.  
Boyce, M.: Gas turbine engineering hadbook, GPB, Boston 2002.

## Термоенергетска постројења

ID: 0911

носилац предмета: Петровић В. Милан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термоенергетика

### циљ

Упознавање са поступцима за избор типа и врсте, параметара и конфигурације термоенергетског постројења према захтеву потрошње енергије, расположивим изворима примарне енергије, енергетским и економским перформансама и другим важним критеријумима. Такође, стицање знања о функционим и технолошким карактеристикама појединих технолошких система термоенергетског постројења. Програм вежби се заснива на имплементацији одређених практичних знања из програма предмета кроз решавање посебних примера.

### исход

Програм обезбеђује практична знања неопходна дипломираном инжењеру за рад у области термоенергетике, која омогућују његово брже и лакше уклапање на решавању појединих проблема у пракси. Ова компетенција укључује овладавање поступцима за аналитичко и синтетичко разматрање избора типа и врсте термоенергетског постројења у поступку планирања и пројектовања, али такође укључивање у процес експлоатације и одржавања.

### садржај теоријске наставе

Утицај главних фактора и критеријума на избор термоенергетског постројења. Структура и карактеристике потрошње финалне енергије. Избор конфигурације и параметара термоенергетског постројења: основни и главни термодинамички параметри за парни и гасни блок, термодинамичка побољшања за парни и гасни блок. Прорачун трошкова производње и критеријуми за оптимизацију термоенергетског постројења: укупни трошкови производње енергије, упоредни фактори економичности као критеријуми за оптимизацију и економски индикатори исплативости. Термоенергетско постројење као комплексни технолошки систем. Технолошка шема термоелектране. Технолошка шема главног система за производњу електричне енергије која укључује и функције стартовања и заустављања блока. Посебно се обрађују основни помоћни технолошки системи: за снабдевање горивом, за одвођење, транспорт и одлагање пепела и шљаке, кондензационо постројење са системом за снабдевање расхладном водом и систем за контролу и управљање парним блоком.

### садржај практичне наставе

Предвиђа показну лабораторијску вежбу са посетом термоелектрани ради упознавања са главним технолошким системом производње електричне енергије (турбопостројење и котловско постројење) и најважнијим помоћним технолошким системима. Предвиђа израду три рачунска задатка, која се односе на прорачун трошкова производње и цене произведене јединице електричне енергије, израду развијене технолошке шеме главног циклуса термоелектране и примену упоредних фактора економичности за оптимизацију термоенергетског постројења. Провера знања се реализује преко предвиђена 3 теста из теоријских области наставе, прегледа и оцене рачунских задатака и извештаја о посети термоелектрани.

## услов похађања

### ресурси

Писани изводи са предавања.

1. Kostyuk, A. and Frolov V.: Steam and Gas Turbines, Energoatomizdat, Mir Publishers Moscow, 1988. - КСЈ
2. Рижкин, В.: Тепловие электрические станции, Энергоатомиздат, Москва, 1987. - КСЈ
3. Стојановић, Д.: Топлотне турбомашине, Грађевинска књига, Београд, 1973. - КДА
4. Васиљевић, Н., Савић, Б., Стојаковић, М.: Истраживање оптималних пројектних и експлоатационих услова рада кондензацијског дела парних турбопостројења, Машински факултет, Београд, 1991. - КПН
5. Schroeder, K: Grosse Dampfkraftwerke, Springer Verlag, Berlin, 1962
6. CEB: Modern Power Station Practice, Pergamon press, Oxford, 1971

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 17

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 8

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30



## литература

Kostyuk, A. and Frolov V.: Steam and Gas Turbines, Energoatomizdat, Mir Publishers Moscow, 1988.

Рижкин, В.: Тепловие електрические станции, Энергоатомиздат, Москва, 1987.

З. Стојановић, Д.: Топлотне турбомашине, Грађевинска књига, Београд, 1973.

Schroeder, K: Grosse Dampfkraftwerke, Springer Verlag, Berlin, 1962

CEGB: Modern Power Station Practice, Pergamon press, Oxford, 1971

## Техничко-технолошки развој и иновационе делатности

ID: 0585

носилац предмета: Стевановић Д. Владимир

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термоенергетика

### циљ

Циљеви предмета су овладавање методама за планирање и спровођење техничко-технолошких развојних и иновационих пројеката, као и стицање знања у пратећим областима као што су интелектуална својина, патентна заштита, ауторско право и правна регулатива, економско вредновање резултата иновационих делатности и др.

### исход

Студенти стичу знања о покретачким снагама и механизмима техничко-технолошког и иновационог развоја, методама планирања, управљања и спровођења развојних пројеката и истраживања, економском вредновању улагања, интелектуалној својини, патентној заштити и ауторским правима.

### садржај теоријске наставе

Међузависност друштвено-економског и технолошког развоја. Иновационе делатности. Теорије процеса развоја и промена у техничко-технолошким делатностима. Механизми технолошког развоја и иновационих делатности: предузетништво, технолошки развој и иновације, развој знања, ширење знања, управљање истраживањем, развој и тржиште, коришћење финансијског капитала и људских ресурса. Иновациона стратегија. Методе и поступци у реализацији иновационих пројеката: дефинисање проблема техничко-технолошког развоја и иновационог решавања, методе техничко-технолошког развоја и иновационих делатности, организација и управљање техничко-технолошким развојем и иновационом делатношћу, интердисциплинарност решавања развојних задатака, маркетинг истраживања и остварених резултата. Модели управљања иновационим пројектима. Економско вредновање улагања. Анализа ризика иновационих пројеката. Интелектуална својина, патентна заштита и ауторска права. Патентна документација, значај и начин приступа заштити патената, национална и међународна заштита, патентно право, национална законска регулатива и међународни уговори. Робне марке, индустријски дизајн, ознаке порекла. Бизнис план иновационог пројекта. Организација техничко-технолошких делатности на системском нивоу, законска регулатива и подстицајне мере. Сарадња привредних, научно-истраживачких и државних органа и организација у области техничко-технолошког развоја и иновационе делатности.

### садржај практичне наставе

Примери техничко-технолошког развоја у одабраним гранама машинске технике: откриће, нова теорија, прототип, техничке примене, освајање тржишта. Израда патентне пријаве, пријаве жига (робне марке). Приступ код депоновања ауторског дела. Поступак испитивања патентних пријава. Инвентивни ниво или новост, као услов за заштиту проналасака.

### услов похађања

### ресурси

Писани изводи са предавања, чланци из научно-стручних часописа, домаћа и међународна законска акта и регулатива.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 8

консултације: 6

дискусија/радионица: 6

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 3

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 35

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

#### **литература**

Pravo industrijske svojine, Savez inženjera i tehničara Jugoslavije, Beograd, 1990.

Lj. Radosavljević, Intelktualna svojina na prostorima Srbije, Institut IMS, Beograd, 2005.

M.P. Hekkert, et al., Functions of innovation systems: A new approach for analyzing technological change, Technological Forecasting and Social Change, 74 (2007) 413-432.

M.S. Poole, A.H. Van de Ven, K. Dooley, M.E. Holmes, Organizational Change and Innovation Processes, Theories and Methods for Research, Oxford University Press, 2000.

S.O. Negro, Dynamics of Technological Innovation Systems - The Case of Biomass Energy, Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation, Utrecht, 2007.

## Топлотне турбомашине

ID: 0337

носилац предмета: Петровић В. Милан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термоенергетика

### циљ

1. Постизање академских компетенција из области парних и гасних турбина и термоенергетике.
2. Овладавање теоријским знањима о начину трансформације топлотне енергије у механички рад изучавањем термодинамичког процеса и опреме (парне турбине, парно турбопостројење, гасне трбине и гасни блок).
3. Стицање практичних знања за прорачуне и оптимизацију парних и гасних циклуса и парних и гасних турбина.
4. Овладавање техникама моделирања процеса.

### исход

1. Академска темељна знања о термодинамичким циклусима и процесима струјања у парним и гасним турбинама и парним турбопостројењима
2. Развој критичког мишљења о коришћењу енергије
3. Способност прорачуна топлотних шема и параметара парног турбопостројења и гасног блока.
4. Способност употребе рачунарских технологија за моделирање и прорачуне

### садржај теоријске наставе

- 1) Термодинамичке основе парног турбопостројења и блока. Термодинамичка побољшања.
- 2) Догревање. Регенеративно загревање напојне воде. Основне топлотне шеме.
- 3) Парни блок са гледишта 1. закона термодинамике.
- 4) Струјне основе парних турбина. Решетке парних турбина.
- 5) Струјни губици у решеткама.
- 6) Једнодимензијска теорија ступњева парних турбина. Ојлерова једначина за турбине. Степен корисности на обиму. Значице турбинских ступњева.
- 7) Аксијални акциони ступањ. Аксијални реакциони ступањ типа Парсонс. Унутрашњи степен корисности ступњева. Унутрашњи губици ступњева.
- 8) Термодинамичке основе гасног блока. Основне топлотне шеме. Основни и главни термодинамички параметри гасног блока.
- 9) Утицај основних параметара на радне карактеристике гасног блока. Избор оптималних параметара гасног блока.
- 10) Биланс енергије гасног блока. Могућности термодинамичког побољшања гасног блока. Сложеније топлотне шеме гасног блока. Комбинована постројења гасне и парне турбине.

### садржај практичне наставе

Аудиторне вежбе:

Основни принципи. Историјски развој. Примена парних турбина. Објашњавање топлотне шеме и функционисања појених компонената парног блока.

Основни принципи. Историјски развој. Примена гасних турбина. Објашњавање

топлотне шеме и функционисања појених компоненатагасног блока.

Упутство за израду прорачуна топлотне шеме и главних термодинамичких параметара парног блока и турбопостројења. Упитство за израду биланса парног блока по 1. закону термодинамике.

Лабораторијске вежбе: Упознавање са принципима рада и конструкцијом парних и гасних турбина у Лабораторији за парне и гасне турбине.

Израда пројекта: Прорачун топлотне шеме, главних термодинамичких параметара и израда биланса парног блока.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Петровић, М.: Парне турбине – Упитство за вежбе, Београд, 2004.

Петровић, М.: Гасне турбине и турбокомпресори, скрипта, 2004.

Петровић, М.: Гасне турбине и турбокомпресори, упутство за вежбе, 2004.

Васиљевић, Н.: Парне турбине, Машински факултет, Београд, 1987.

Петровић, М.: Писани изводи предавања (скрипте и handouts)

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 14

лабораторијске вежбе: 4

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 12

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 7

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

### литература

Петровић, М.: Парне турбине, скрипта, 2004.

Стојановић, Д.: Топлотне турбомашине, Грађевинска књига, Београд, 1967

Васиљевић, Н.: Парне турбине, Машински факултет, Београд, 1987.

Петровић, М.: Гасне турбине и турбокомпресори, скрипта, 2004.

Воусе, М.: Gas turbine engineering hadbook, GPB, Boston 2002.

## Турбокомпресори

ID: 0336

носилац предмета: Петровић В. Милан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термоенергетика

### циљ

1. Постизање академских компетенција из области турбокомпресора и термоенергетике.
2. Овладавање теоријским знањима о начину трансформације механички рад у унутрашњу енергију изучавањем термодинамичког и струјних процеса и опреме .
3. Стицање практичних знања за прорачуне и оптимизацију турбокомпресора.
4. Овладавање техникама моделирања процеса.

### исход

1. Академска темељна знања о термодинамичким циклусима и процесима струјања у турбокомпресорима
2. Развој критичког мишљења о коришћењу енергије, штедњи горива и очувању животне средине
3. Способност прорачуна и конструисања турбокомпресора
4. Способност употребе рачунарских технологија за моделирање и прорачуне

### садржај теоријске наставе

1. Термодинамичке основе турбокомпресора. Изотермски, изентропески, политроски и реални процес. Изентропски и политроски степен корисности.
2. Струјне основе и гасодинамички процеси у турбокомпресорима.
3. Решетке турбокомпресора. Геометријски и радни параметри решетке.
4. Главни гасодинамички параметри решетке. Губици компресорских ступњева.
5. Примена узгонских површина и аеродинамичких коефицијената.
6. Једнодимензијска теорија компресорског ступња. Биланс енергије, Ојлерова једначина.
7. Значице турбокомпресора и бездимензијски троуглови брзина. Зависност степена сабијања гаса од радних параметара.
8. Зависност степена корисности од нормалног ступња аксијалног компресора од аеродинамичких коефицијената решетке и радних параметара ступња.
9. Просторно струјање у нормалним ступњевима аксијалних компресора. Оптималне значице. Одређивање главних димензија аксијалних компресора.
10. Понашање турбокомпресора на променљивим режимима рада. Регулисање турбокомпресора

### садржај практичне наставе

Практична настава се одвија кроз:

Аудиторне вежбе:

Увод. Претварање енергије у турбокомпресорима. Врсте турбокомпресора. Области примене.

Упутство за израду пројекта 1: Прорачун главних димензија аксијалног турбокомпресора.

Упутство за израду пројекта 2: Прорачун решетке турбокомпресора

Израда пројекта:

Прорачун главних димензија аксијалног турбокомпресора.

Прорачун решетке турбокомпресора

Лабораторијске вежбе:

Упознавање са принципима рада и конструкцијом турбокомпресора у Лабораторији за парне и гасне турбине.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Петровић, М.: Гасне турбине и турбокомпресори, упутство за вежбе, 2004.

Петровић, М.: Писани изводи предавања (скрипте и handouts)

Инструкције за извођење лабораторијске вежбе

Софтверски пакет за прорачун величина стања ваздуха и продуката сагоревања

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 9

лабораторијске вежбе: 4

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 17

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 7

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25



## литература

- Петровић, М.: Гасне турбине и турбокомпресори, скрипта, 2004.  
Стојановић, Д.: Топлотне турбомашине, Грађевинска књига, Београд, 1967  
Cohen, H., Rogers, G.F.C., Saravanamuttoo, H.I.H.: Gas turbine theory, Logman, 1997.  
Traupel, W.: Thermische Turbomaschinen, Springer verlag, Berlin, 1982  
Cumpsty, N.: Compressor Aerodynamics, Longman Scientific & Technical, 1989

## **термомеханика**

Преношење количине топлоте  
Преношење топлоте и супстанције  
Соларна енергија  
Термодинамика М

## Преношење количине топлоте

ID: 0478

носилац предмета: Бањац Ј. Милош

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термомеханика

### циљ

Кроз упознавање са физичким основама простирања топлоте, студенти треба да стекну основна теоријска, а кроз практичне примере и стручна знања и вештине која ће им омогућити да самостално препознају и решавају основне проблеме простирања топлоте са којима се сусрећу инжењери термотехнике, термоенергетике и процесне технике.

### исход

Стварање способности за препознавање, сагледавање и анализу проблема, те овладавање знањима и вештинама неопходних за самостално спровођење топлотних прорачуна и конструктивно обликовање појединих елемената енергетских постројења и уређаја, постројења за грејање, хлађење, технолошко прехранбених и др. постројења. Ова знања и вештине представљаће неопходну подлогу за активно праћење наставе на осталим научно-стручним и стручно-апликативним предметима.

### садржај теоријске наставе

1. Оршти појмови и законитости
2. Топлотно провођење – устаљено топлотно провођење
3. Неустаљено апериодично топлотно провођење.
4. Устаљено топлотно прелажење при принудном, слободном и природном кретању флуида.
5. Топлотно прелажење при кључању течности и кондензовању паре
6. Устаљено топлотно пролажење
7. Предајници топлоте
8. Топлотно зрачење

### садржај практичне наставе

1. Радионица и дискусија посвећена општим појмовима и законитостима преношења количине топлоте
2. Рачунски примери у вези с устаљеним топлотним провођењем
3. Рачунски примери у вези с неустаљеним топлотним провођењем
4. Рачунски примери у вези с конвективним топлотним прелажењем
5. Рачунски примери у вези с кључањем течности и кондензовањем паре
6. Рачунски примери у вези с предајницима топлоте.
7. Рачунски примери у вези с топлотним зрачењем
8. Радионица и дискусија посвећена проблемима:
  - a. устаљеног конвективног топлотног прелажења;
  - b. устаљеног топлотног прелажења при кључању течности и кондензовању паре;
  - c. устаљеног топлотног пролажења и предајницима топлоте.
9. Лабораторијска вежба: демонстрација рада „топлотне“ цеви
10. Радионица и дискусија посвећена проблемима топлотног зрачења

### услов похађања

## ресурси

1. Милинчић, Д., Васиљевић, Б., Ђорђевић, Р.: Проблеми из преношења топлоте, Машински факултет, Београд, 1991.
2. Милинчић, Д.: Простирање топлоте, Научна књига, Београд, 1989.
3. Писани изводи са предавања
4. Incropera, F., DeWit, D., Bergman, T, Lavine, A: Introduction to Heat Transfer, Wiley, 5th edition, 912 pages, 2006.
5. Cengel, Y.: Heat Transfer A Practical Approach, McGraw - Hill; 2nd edition 1024 pages, 2003.
6. Cengel, Y., Ghajar, A: Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications + EES DVD for Heat and Mass Transfer, McGraw-Hill Science/Engineering/Math; 4 edition, 924 pages, 2010.

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 28

лабораторијске вежбе: 1

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 6

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 0

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

## литература

Милинчић, Д., Васиљевић, Б., Ђорђевић, Р.: Проблеми из преношења топлоте, Машински факултет, Београд, 1991.

Милинчић, Д.: Простирање топлоте, Научна књига, Београд, 1989.

Incropera, F., DeWit, D., Bergman, T, Lavine, A: Introduction to Heat Transfer, Wiley, 5th edition, 912 pages, 2006.

Cengel, Y.: Heat Transfer A Practical Approach, McGraw - Hill; 2nd edition 1024 pages, 2003.

Cengel, Y., Ghajar, A: Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications + EES DVD for Heat and Mass Transfer, McGraw-Hill Science/Engineering/Math; 4 edition, 924 pages, 2010.

## Преношење топлоте и супстанције

ID: 0350

носилац предмета: Саљников В. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термомеханика

### циљ

Студенти ће овладати знањима из - преношења топлоте и супстанције - научне дисциплине која је основа за пројектовање уређаја и постројења у процесној техници, термотехници и термо-енергетици. Студенти ће изучити стационарно и нестационарно провођење топлоте, принудно и природно прелажење топлоте и - прелажење топлоте при кондензацији односно кључању; и преношење топлоте зрачењем, савремене методе прорачуна размењивача топлоте и - начине преношења супстанције (маса).

### исход

Након прослушане наставе, обављених предиспитних обавеза и успешно положеног испита, студенти ће бити оспособљени да самостално врше топлотне прорачуне једноставнијих термотехничких постројења и појединачних уређаја. Исход курса је и да се стекну основна знања која представљају подлогу за активно праћење наставе на сродним научно-стручним и стручно-апликативним предметима.

### садржај теоријске наставе

1. Провођење топлоте (топлотна кондукција) - основни појмови, Фуријеов закон, Фуријеова диференцијална једначина; стационарна кондукција; штапови и ребра; нестационарна кондукција; нумеричке и друге методе.
2. Прелажење топлоте (топлотна конвекција) - кондукција и адвекција; Теорија сличности, принудна и природна конвекција; и при кондензацији и кључању.
3. Предајници (размењивачи) топлоте - метода средње логаритамске разлике температура; метода ефикасности предајника и броја јединица преношења топлоте ( $\epsilon$ -NTU метода).
4. Топлотно зрачење (топлотна радијација) - основни механизми, таласна и квантна теорија, основни закони; зрачење између 2 површи између којих је двоатоман (топлотно транспарентан) гас или смеша троатомних CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O, тј. гасова "ефекта стаклене баште".
5. Преношење супстанције (пренос масе) - дифузија, градијент концентрације, дифузивност и Фиков закон. Прелажење масе и бездимензионални бројеви.

### садржај практичне наставе

1. Рачунски примери: стационарно провођење топлоте, тела са унутрашњим изворима топлоте, критична дебљина изолације цеви, штапови и ребра. Нестационарно провођење топлоте, тела са коначним и бесконачно малим отпорима провођењу топлоте, полубесконачно тело; нумеричке методе.
2. Рачунски примери: принудна и природна конвекција: одређивање Нуселтовог броја и коефицијента прелажења топлоте, топлотна конвекција при кључању и кондензацији.
3. Рачунски примери: размењивачи топлоте - метода средње логаритамске разлике температура; метода ефикасности предајника и броја јединица преношења топлоте ( $\epsilon$ -NTU метода);
4. Рачунски примери: пренос топлоте зрачењем између две сучељене површи: А) између

тих површи је топлотно транспарентан гас; Б) између њих је смеша CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O, тј. гасова "стаклене баште".

5. Рачунски примери: дифузија масе, градијент концентрације, дифузивност и Фиков закон; прелажење масе и бездимензионални критеријуми.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. Хендаути из простирања топлоте и супстанције, сајт Машинског факултета, Београд.
2. Милинчић, Д.: Простирање топлоте, Машински факултет, Београд, 1989.
3. Козић, Ћ., Гојак, М., Коматина, М., Антонијевић, Д., Саљников, А.: Збирка задатака из преношења топлоте, Машински факултет, Београд, 2002.
4. Милинчић, Д., Васиљевић, Б., Ђорђевић, Р.: Проблеми из преношења топлоте, Машински факултет, Београд, 1991.
5. Козић, Ћ., Васиљевић, Б., Бекавац, В.: Приручник за термодинамику, Машински факултет, Београд, 2006.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

**литература**

F.P. Incropera, D.P. deWitt: Fundamentals of Heat Transfer, John Wiley & Sons, 1980.

J.P. Holman: Heat Transfer, McGraw Hill, 2002



## Соларна енергија

ID: 0924

носилац предмета: Гојак Д. Милан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: термомеханика

### циљ

Постизање академских компетенција из области коришћења соларне енергије. Овладавање теоријским и практичним знањима о претварању соларне у термичку енергију, овладавање техникама моделирања и симулације процеса.

### исход

Оспособљеност теоријским и практичним знањима из области коришћења соларне енергије. Способност моделирања, симулације и анализе рада компонената и система за конверзију соларне у термичку енергију.

### садржај теоријске наставе

Значај и области коришћења соларне енергије. Сунчево зрачење: карактеристике, потенцијал, привидно кретање Сунца, расположива соларна енергија на површи Земље. Преношење топлоте у елементима соларних система: закони зрачења црног тела, сиво и реално тело, радијационе карактеристике материјала, Кирхофов закон, селективне површи, топлотни проток зрачењем, конвекција, кондукција, комбиновано преношење. Компоненте термичких соларних система и термодинамички модели: соларни колектори (врсте, област радних температура, конструкција, принцип функционисања, модел преношења топлоте, термичке и друге карактеристике); преносни флуиди (меродавне карактеристике); цевоводи (билансне једначине, топлотни губици); акумулација термичке енергије (акумулација водом, фазно промењиви и други материјали, конструкција, биланс енергије); размењивачи топлоте (термичке карактеристике); остале компоненте. Контрола рада система. Карактеристике соларних система различитих намена.

### садржај практичне наставе

Моделирање и симулација рада компонената и соларних система: динамика коришћења соларне енергије у одабраном објекту, меродавни климатски и други параметри; избор и опис рада система, физички и математички модел; алгоритам прорачуна; симулација рада. Параметарска анализа рада појединих компонената и система, термодинамичка анализа и оптимизација. Поређење са резултатима добијеним коришћењем расположивих рачунарских програма.

### услов похађања

### ресурси

1. Изводи са предавања
2. Штампана литература
3. Лабораторија
4. Рачунарски програми
5. Каталогзи

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 15

консултације: 3

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 4

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 2

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

## **литература**

Duffie, J., Beckman, W.: Solar engineering of thermal processes, John Wiley & Sons, Inc., 2006.

Labudović, B.: Osnove primjene solarnih toplinskih sustava, Energetika marketing, Zagreb, 2010.

Kreith, F., Goswami, Y.: Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy, Chapter 18 - Solar thermal energy conversion, CRC Press 2007.

Kalogirou, S.: Solar thermal collectors and applications, Progress in Energy and Combustion Science 30, 231-295, 2004.

ASHRAE Applications Handbook: CHAPTER 32 - SOLAR ENERGY USE, 1999.

## Термодинамика М

ИД: 0202

носилац предмета: Коматина С. Мирко

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термомеханика

### циљ

Студент треба да овлада знањем из термодинамике и топлотних уређаја и постројења који су заступљени у процесној техници, термотехници и термоенергетици. Кроз практичну и теоријску наставу треба да сагледа са термодинамичког становишта преображај топлотне енергије у механички рад и стекне физичке основе о појавама које се одигравају у парнотурбинским, гаснотурбинским и расхладним постројењима, те у постројењима за сушење различитих материјала и за климатизовање одговарајућих простора.

### исход

Након прослушане наставе, обављених предиспитних обавеза и успешно положеног испита, студенти би били оспособљени да самостално обављају термодинамичке прорачуне једноставнијих термотехничких постројења и појединачних уређаја. Исход курса је и да се стекну основна знања што представља подлогу за активно праћење наставе на осталим научно-стручним и стручно-апликативним предметима.

### садржај теоријске наставе

- 1.Први принцип термодинамике за отворени термомеханички систем - Биланс масе. Биланс енергије.
- 2.Други принцип термодинамике за отворене термомеханичке системе.
- 3.Ексергија затворених и отворених термомеханичких система.
- 4.Термодинамичка анализа рада основних термомеханичких уређаја и постројења.
- 5.Термодинамика сложених система, истицање.
- 6.Влажан ваздух – уређаји и постројења која раде са влажним ваздухом.

### садржај практичне наставе

1. Рачунски примери у вези са Првим принципом термодинамике за отворени термомеханички систем.
2. Рачунски примери у вези са Другим принципом термодинамике за отворени термомеханички систем.
3. Рачунски примери у вези са ексергијом затвореног и отвореног термомеханичког система.
4. Рачунски примери из термодинамике сложених система.
5. Рачунски примери у вези са термодинамичком анализом рада основних термомеханичких уређаја и постројења.
6. Рачунски примери у вези са процесима, уређајима и постројењима која раде са влажним ваздухом.

### услов похађања

### ресурси

1. Милинчић, Д., Вороњец, Д.: Термодинамика, Машински фак., Београд, 1990

2. Козић, Ђ.: Термодинамика, Машински факултет, Београд, 2007
3. Васиљевић, Б., Бањац, М.: Мапа за термодинамику, Маш. факултет, Београд, 2002
4. Козић, Ђ., Васиљевић, Б., Бекавац, В.: Приручник за термодинамику, Београд, 2006
5. Хендаути за Термодинамику М, сајт Машинског факултета, Београд.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 25

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 4

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 3

тест са оцењивањем: 3

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 5

пројекат: 0

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

### **литература**

Y.A. Cengel, M.A. Boles: Thermodynamics. An Engineering Approach. 3rd Edition, McGraw Hill, 1998

A. Bejan: Advanced Engineering Thermodynamics, John Wiley & Sons, 1988

## **термотехника**

Бродске турбине и котлови  
Елементи и опрема парних котлова  
Енергетска сертификација зграда  
Енергетски парни котлови 1  
Енергетски парни котлови 2  
Компоненте расхладних уређаја  
Основе технике климатизације  
Процеси у парним котловима  
Расхладна постројења  
Системи вентилације и климатизације  
Системи централног грејања  
Стручна пракса М - ТТА  
Термоелектране и топлане  
Топлотне пумпе  
Хлађење у прехранбеним технологијама

## **Бродске турбине и котлови**

**ID:** 0121

**носилац предмета:** Туцаковић Р. Драган

**ниво студија:** мастер академске студије

**ЕСПБ:** 2

**облик завршног испита:** писмени+усмени

**катедра:** термотехника

### **циљ**

Постизање компетенција и академских вештина као и методе за њихово стицање. Развој креативних способности и овладавање специфичним практичним вештинама за обављање професије. Циљеви одређују конкретне резултате који у оквиру предмета треба да се остваре и представљају основу за контролу остварених резултата.

### **исход**

Студент стиче предметно-специфичне способности које су у функцији квалитетног обављања стручне делатности: анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; примена знања у пракси; повезивање основних знања и из различитих области и њихова примена на решавање конкретних проблема.

### **садржај теоријске наставе**

Увод; Степен корисности и потрошња паре, топлоте и горива бродског парног постројења; Ложени бродски парни котлови - гориво, материјални биланс процеса сагоревања, енталпија продуката сагоревања, топлотни биланс бродског парног котла; Бродски котлови утилизатори - општи део; Термодинамички циклуси и топлотне шеме парног блока; Основи и главни термодинамички параметри парног турбопостројења; Трансформација енергије у парним турбинама; Основи елементи парних турбина; Карактеристика гасних турбина и примена код бродова; Термодинамички циклуси и топлотне шеме гасног блока. Основи и главни термодинамички параметри гасног турбопостројења. Основи елементи гасних турбина. Комбинована постројења гасне и парне турбине.

### **садржај практичне наставе**

Аудиторна вежбања се састоје од показних вежбања - (Подела котлова према начину струјања машавине воде и паре у испаривачу; Приказ конструкција бродских парних котлова; Цилиндрични бродски котлови; Бродски котлови са водогрејним цевима; Смештај ложених бродских котлова; Приказ конструкција бродских котлова утилизатора; Основи нуклеарне пропульзије; Приказ конструкција парних турбина и њихова примена; Приказ конструкција гасних турбина и њихова примена); Израда рачунског задатка - Прорачун топлотне шеме и главних термодинамичких параметара парног блока. Одређивање губитака, степена корисности и потрошње горива датог бродског парног котла.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Уџбеник: Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Парни котлови, Машински факултет, Београд, 2010.; Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Термички прорачун парних котлова, Машински факултет, Београд, 2010.; Васиљевић, Н.: Парне турбине, Машински

факултет, Београд, 1987.; Петровић, М.: Парне турбине – Упитство за вежбе, Београд, 2004.; Петровић, М.: Гасне турбине и турбокомпресори (скрипта); "handouts" који ће бити на располагању, унапред за сваку недељу наставе

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 30

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 8

разрада и примери (рекапитулација): 4

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 8

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 4

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 30

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 25

### **литература**

Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Парни котлови, Машински факултет, Београд, 2010.

Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Термички прорачун парних котлова, Машински факултет, Београд, 2010.

Н. Васиљевић: Парне турбине, Машински факултет, Београд, 1987.

М. Петровић: Парне турбине – Упитство за вежбе, Машински факултет, Београд, 2004.

М. Петровић: Гасне турбине и турбокомпресори (скрипта)

## Елементи и опрема парних котлова

ID: 0269

носилац предмета: Живановић В. Титослав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термотехника

### циљ

Постизање компетенција и академских вештина као и методе за њихово стицање. Развој креативних способности и овладавање специфичним практичним вештинама за обављање професије. Циљеви одређују конкретне резултате који у оквиру предмета треба да се остваре и представљају основу за контролу остварених резултата. Активности у вези овог предмета су у складу са основним задацима и циљевима студијског програма.

### исход

Студент стиче предметно-специфичне способности које су у функцији квалитетног обављања стручне делатности: анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; примена знања у пракси; повезивање основних знања и из различитих области и њихова примена на решавање конкретних проблема.

### садржај теоријске наставе

Увод; Чврста горива; Материјални биланс процеса сагоревања; Одређивање коефицијента вишка ваздуха; Регулисање температуре свеже прегрејне паре - (Саморегулација; Гасно регулисање; Парно регулисање); Регулисање температуре накнадно прегрејачи паре; Уређаји за сагоревање по супротној шеми - равна решетка; Уређаји за сагоревање по унакрсној шеми - ланчана и коса решетка; Системи за припрему угљеног праха; Уређаји за складиштење и транспорт угља; Конструкције млинова; Сепаратори угљеног праха; Расподељивачи и раздвајачи аеросмеше; Горионици за угљени прах

### садржај практичне наставе

Аудиторна вежбања се састоје од показних вежбања (Приказ конструкција парних котлова; Приказ елемената помоћних уређаја и опреме; Приказ конструкција грејних површина котла); Топлотни биланс парног котла; Материјални и топлотни биланс грејних површина, топлотна шема котла; Упутство за израду и израда Пројекта - Објашњење принципа рада два индустријска парна котла; Одређивање губитака и степена корисности датог котла, одређивање потрошње горива. Димензионисање ложишта са одговарајућом скицом. Расподела потребних количина топлоте по грејним површинама котла на основу чега је потребно дати температурски ток пријемника и предајника топлоте. Израда скице котла.

### услов похађања

### ресурси

Уџбеник: Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Парни котлови, Машински факултет, Београд, 2010.; Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Термички прорачун парних котлова, Машински факултет, Београд, 2010.; "handouts" који ће бити на располагању,



унапред за сваку недељу наставе

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 8

консултације: 0

дискусија/радионица: 10

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

#### **литература**

Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Парни котлови, Машински факултет, Београд, 2010.

Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Термички прорачун парних котлова, Машински факултет, Београд, 2010.

## Енергетска сертификација зграда

ID: 0667

носилац предмета: Тодоровић Н. Маја

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термотехника

### циљ

Циљ предмета је овладавање знањима и методама за прорачуне енергетских потреба зграда. Стицање знања и вештина из области енергетске сертификације зграда – појам енергетског сертификата зграде; потрошња енергије у зградама; енергетске потребе и утицајни параметри; услови комфора и пројектни параметри; централни системи грејања и климатизације; извори топлоте; финална и примарна енергија; системи за припрему санитарне топле воде; оптимизација рада термотехничких система и примена пасивних техника; методологија прорачуна индикатора; класификација зграда према типу и енергетски разреди; израда елабората енергетске ефикасности; енергетски сертификат.

### исход

Студент стиче специфичне способности и знања из области енергетске сертификације зграда; познаје методе прорачуна индикатора за одређивање енергетског разреда зграде и може их применити у пракси. Повезује основна знања и примењује их на изради елабората енергетске ефикасности зграде.

### садржај теоријске наставе

Ројам енергетског сертификата зграде; Европска директива о енергетским својствима зграда – главни циљеви; потрошња енергије у зградама; енергетске потребе и утицајни параметри; услови комфора и пројектни параметри; централни системи грејања и климатизације; извори топлоте; финална и примарна енергија; системи за припрему санитарне топле воде; оптимизација рада термотехничких система и примена пасивних техника; примена обновљивих извора енергије; методологија прорачуна индикатора; класификација зграда према типу и енергетски разреди; енергетски преглед зграде израда елабората енергетске ефикасности; енергетски сертификат.

### садржај практичне наставе

Аудиторне вежбе се састоје од целина: примери прорачуна термичких карактеристика елемената омотача зграде – одређивање коефицијената пролаза топлоте, специфичних трансмисионих и вентилационих губитака, фактора облика зграде, пројектних услова и режима коришћења техничких система; одређивање енергетских потреба и индикатора којима се дефинише енергетски разред; примена мера унапређења енергетске ефикасности зграде – појединачне мере и сетови мера унапређења; финансијска анализа.

Самостални задатак – израда елабората енергетске ефикасности на примеру стамбене зграде.

### услов похађања

### ресурси

М. Todorović: Energetska sertifikacija zgrada - skripte

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

**литература**

М. Todorović: Energetska sertifikacija zgrada, skripte

## Енергетски парни котлови 1

ID: 0289

носилац предмета: Туцаковић Р. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термотехника

### циљ

Постизање компетенција и академских вештина као и методе за њихово стицање. Развој креативних способности и овладавање специфичним практичним вештинама за обављање професије. Циљеви одређују конкретне резултате који у оквиру предмета треба да се остваре и представљају основу за контролу остварених резултата. Активности у вези овог предмета су у складу са основним задацима и циљевима студијског програма.

### исход

Студент стиче предметно-специфичне способности које су у функцији квалитетног обављања стручне делатности: анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; примена знања у пракси; повезивање основних знања и из различитих области и њихова примена на решавање конкретних проблема.

### садржај теоријске наставе

Принцип рада парног котла и дефиниције основних појмова; Горива за парне котлове; Материјални биланс процеса сагоревања; Коефицијент вишка ваздуха, Енталпија продуката сагоревања; Топлотни биланс парног котла, губици и степен корисности; Ложишта парних котлова; Испаривачи парних котлова са природном и принудном циркулацијом; Полуозрачени и конвективни испаривачи; Озрачени и полуозрачени прегрејачи паре; Конвективни прегрејачи паре; Накнадни прегрејачи; Глаткоцевни челични загрејачи воде и ливени оребрени загрејачи воде; Рекуперативни загрејачи ваздуха и регенеративни загрејачи ваздуха.

### садржај практичне наставе

Аудиторна вежбања се састоје од показних вежбања (класификација котлова; приказ конструкција парних котлова, елемената помоћних уређаја и опреме); Упутство за израду и израда пројекта - материјални биланс процеса сагоревања угља (топлотна моћ чврстог горива, потребна количина ваздуха и запремине продуката потуног сагоревања са израдом h-t дијаграма); Објашњење принципа рада два парна котла; Одређивање губитака и степена корисности датог котла, одређивање потрошње горива. Димензионисање ложишта са одговарајућом скицом. Расподела потребних количина топлоте по грејним површинама котла на основу чега је потребно дати температурски ток пријемника и предајника топлоте.

### услов похађања

### ресурси

Уџбеник: Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Парни котлови, Машински факултет, Београд, 2010.; Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Термички прорачун парних котлова, Машински факултет, Београд, 2010.; "handouts" који ће бити на располагању,

унапред за сваку недељу наставе

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 0

дискусија/радионица: 10

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

#### **литература**

Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Парни котлови, Машински факултет, Београд, 2010.

Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Термички прорачун парних котлова, Машински факултет, Београд, 2010.

## Енергетски парни котлови 2

ИД: 0313

носилац предмета: Туцаковић Р. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термотехника

### циљ

Постизање компетенција и академских вештина као и методе за њихово стицање. Развој креативних способности и овладавање специфичним практичним вештинама за обављање професије. Циљеви одређују конкретне резултате који у оквиру предмета треба да се остваре и представљају основу за контролу остварених резултата. Активности у вези овог предмета су у складу са основним задацима и циљевима студијског програма.

### исход

Студент стиче предметно-специфичне способности које су у функцији квалитетног обављања стручне делатности: анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; примена знања у пракси; повезивање основних знања и из различитих области и њихова примена на решавање конкретних проблема.

### садржај теоријске наставе

Термички прорачун грејних површина парног котла; Уређаји за сагоревање у слоју - равна решетка, ланчана решетка, косе решетке; Системи за припрему угљеног праха; Процеси у млину; Топлотни и материјални биланс млинског сушења; Конструкције млинова; Сепаратори угљеног праха; Расподељивачи и раздвајачи аеросмеше; Горионици за угљени прах; Аеродинамика ваздушног и гасног тракта парног котла (уравнотежена, форсирана и природна промаја, избор и регулисање вентилатора); Хидродинамика парних котлова (хидродинамика загрејача воде, испаривача и прегрејача паре).

### садржај практичне наставе

Аудиторна вежбања се састоје од показних вежбања (шематски приказ конструкција парних котлова са одговарајућим грејним површинама, помоћним уређајима и опремом). Упутство за израду и израда Пројекта - На основу података (добитених и срачунатих) у Пројекту из предмета Енергетски парни котлови 1 потребно је израдити термички прорачун задатог парног котла. У оквиру пројекта потребно је извршити термички прорачун и димензионисати следеће грејне површине - ложиште (озрачени испаривач), конвективни испаривач, прегрејаче паре, загрејаче воде и загрејаче ваздуха. Након димензионисања грејних површина котла потребно је израдити диспозициони цртеж у три пресека.

### услов похађања

### ресурси

Уџбеник: Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Парни котлови, Машински факултет, Београд, 2010.; Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Термички прорачун парних котлова, Машински факултет, Београд, 2010.; "handouts" који ће бити на располагању,

унапред за сваку недељу наставе

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

консултације: 0

дискусија/радионица: 10

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

#### **литература**

Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Парни котлови, Машински факултет, Београд, 2010.

Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Термички прорачун парних котлова, Машински факултет, Београд, 2010.

## Компоненте расхладних уређаја

ID: 0291

носилац предмета: Коси Ф. Франц

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: термотехника

### циљ

Постизање компетенција и академских вештина као и методе за њихово стицање. Развој креативних способности и овладаване практичним вештинама специфичним за обављање професије. Циљеви су конкретни и оствариви и у потпуности у складу са утврђеним основним задацима и циљевима студијског програма.

### исход

Студент стиче предметно-специфичне способности које су у функцији квалитетног обављања стручне делатности: анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; примена знања у пракси; повезивање основних знања и из различитих области и њихова примена на решавање конкретних проблема.

### садржај теоријске наставе

расхладни компресори (систематизација, подручја примене); клипни расхладни компресори (основни елементи, основни параметри рада, погонске карактеристике (перформансе) клипних расхладних компресора, процеси у теоријском и стварном компресору, коефицијент испоруке, стварни процеси у компресору, регулисање учинка клипних расхладних компресора; ротациони компресори, двороторни вијчани компресори; помоћни апарати и цевоводи; кондензатори: класификација кондензатора, анализа рада кондензатора; испаривачи: класификација, суви и преплављени испаривачи, отапање иња са испаривача за хлађење ваздуха; регулатори напајања испаривача, термостатски пригушни вентил.

### садржај практичне наставе

Аудиторна вежбања: приказ подручја примене појединих врста компресора; прорачун коефицијента испоруке, прорачун теоријске радне запремине компресора, прорачун теоријске потребне запремине компресора, регулација учинка клипних компресора, конструкција ротационих и двороторних вијчаних компресора, радне криве компресора, прорачун топлотног оптерећења кондензатора, прорачун цевовода, изолације, вентила сигурности и елемената аутоматике; лабораторијска вежба: демонстрација рада расхладне инсталације у индустријском погону; израда пројекта: рад у групама до 5 студената (за конкретан објекат и расхладни флуид) прорачун и избор елемената расхладне инсталације.

### услов похађања

### ресурси

Уџбеник: М. Маркоски: Расхладни уређаји, Машински факултет, 2006, "handouts" који ће бити на располагању, унапред за сваку недељу наставе

### фонд часова



укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

**литература**

## Основе технике климатизације

ID: 0304

носилац предмета: Живковић Д. Бранислав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термотехника

### циљ

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА И ВЕШТИНА ИЗ ОБЛАСТИ ТЕХНИКЕ КЛИМАТИЗАЦИЈЕ - О УСЛОВИМА УГОДНОСТИ, ДОБИЦИМА ТОПЛОТЕ И ТОПЛОТНОМ ОПТЕРЕЋЕЊУ, КЛИМА КОМОРИ И ЊЕНИМ ЕЛЕМЕНТИМА; ОВЛАДАВАЊЕ МЕТОДАМА ЗА ПРОРАЧУНЕ ТОПЛОТНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА ЗА НЕСТАЦИОНАРНЕ УСЛОВЕ ПРЕНОСА ТОПЛОТЕ И КОРИШЋЕЊЕ ТИХ МЕТОДА ПРИЛИКОМ ИЗРАДЕ МАШИНСКОГ ПРОЈЕКТА СИСТЕМА КЛИМАТИЗАЦИЈЕ.

### исход

Студент стиче специфичне способности и знања из технике климатизације: познаје елементе централног система климатизације, познаје методе прорачуна топлотног оптерећења и може их применити у пракси. Повезује основна знања и примењује их на решавању конкретних проблема у техници климатизације.

### садржај теоријске наставе

Дефинисање климатизације; термички услови средине; услови угодности у затвореном простору; терморегулација; метеоролошки и климатски појмови; Соларна константа, замућеност атмосфере; зрачење на хоризонталним и вертикалним површинама; спољни и унутрашњи извори топлоте; пренос топлоте кроз једнослојне и вишеслојне зидове у условима нестационарног транспорта топлоте; добици топлоте од сунчевог зрачења кроз прозор; коефицијенти акумулације топлоте; заштите од сунчевог зрачења; утицај сенке на топлотно оптерећење; добици топлоте од унутрашњих извора; одређивање протока ваздуха за климатизацију; припрема ваздуха у климатизационој комори; клима комора и њени елементи; грејач и хладњак; регулисање одавања топлоте грејача и хладњака; маглена комора; апарат за валжење ваздуха воденом паром; филтрирање; ефикасност филтера; мерење степена издвајања.

### садржај практичне наставе

Аудиторне вежбе се састоје од више целина: основне и сложене промене стања влажног ваздуха, Молијеров дијаграм за влажан ваздух, прорачун топлотног оптерећења од унутрашњих и спољашњих извора топлоте, одређивање протока ваздуха за климатизацију, одређивање параметара ваздуха приликом припреме у летњем и зимском режиму рада, а у циљу самосталне израде пројектног задатка. Лабораторијска вежба је показна - клима комора и њени елементи; пратећа опрема у техници климатизације. Предвиђена је и посета сајму технике или фабрици која се бави производњом опреме за климатизацију.

### услов похађања

### ресурси

Handouts

Уџбеник: Б. Тодоровић: Климатизација, Савез машинских и електротехничких инжењера и техничара Србије, Београд, 2009.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

### **литература**

ASHRAE Handbook of Fundamentals, Atlanta, Georgia, 2009

Recknagel, Sprenger, Schramek, Čeperković: Grejanje i Klimatizacija, Interklima, Vrnjačka Banja, 2002

## Процеси у парним котловима

ИД: 0176

носилац предмета: Живановић В. Титослав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термотехника

### циљ

Постизање компетенција и академских вештина као и методе за њихово стицање. Развој креативних способности и овладавање специфичним практичним вештинама за обављање професије. Циљеви одређују конкретне резултате који у оквиру предмета треба да се остваре и представљају основу за контролу остварених резултата. Активности у вези овог предмета су у складу са основним задацима и циљевима студијског програма.

### исход

Студент стиче предметно-специфичне способности које су у функцији квалитетног обављања стручне делатности: анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; примена знања у пракси; повезивање основних знања и из различитих области и њихова примена на решавање конкретних проблема.

### садржај теоријске наставе

Термички прорачун грејних површина котла - прорачун ложишта (озрачена грејна површина), прорачун полуозрачених и конвективних грејних површина; Процеси у млину (карактеристике угљеног праха, топлотни и материјални биланс млинског сушења, регулациони дијаграм млина); Аеродинамика ваздушног и гасног тракта парног котла (уравнотежена, форсирана и природна промаја, избор и регулисање вентилатора, паралелан рад вентилатора); Хидродинамика парних котлова (хидродинамика испаривача, загрејача воде и прегрејача паре); Прорачун чврстоће парног котла; Корозија, хабање, прљање и чишћење елемената парног котла.

### садржај практичне наставе

Аудиторна вежбања се састоје од показних вежбања (шематски приказ конструкција парних котлова са одговарајућим грејним површинама, помоћним уређајима и опремом). Упутство за израду и израда Пројекта - На основу података (добитених и срачунатих) у Пројекту из предмета Елементи парних котлова потребно је израдити термички прорачун задатог индустријског парног котла. У оквиру пројекта потребно је извршити термички прорачун и димензионисати следеће грејне површине - ложиште (озрачени испаривач), конвективни испаривач, прегрејаче паре, загрејаче воде и загрејаче ваздуха. Након димензионисања грејних површина котла потребно је израдити диспозициони цртеж формата А0 у три пресека (уздужни, попречни и хоризонтални).

### услов похађања

### ресурси

Уџбеник: Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Парни котлови, Машински факултет, Београд, 2010.; Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Термички прорачун парних котлова, Машински факултет, Београд, 2010.; "handouts" који ће бити на располагању,

унапред за сваку недељу наставе

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 14

консултације: 0

дискусија/радионица: 10

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

#### **литература**

Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Парни котлови, Машински факултет, Београд, 2010.

Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Термички прорачун парних котлова, Машински факултет, Београд, 2010.

## Расхладна постројења

ID: 0192

носилац предмета: Коси Ф. Франц

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: термотехника

### циљ

Постизање компетенција и академских вештина као и методе за њихово стицање. Развој креативних способности и овладаване практичним вештинама специфичним за обављање професије. Циљеви су конкретни и оствариви и у потпуности у складу са утврђеним основним задацима и циљевима студијског програма.

### исход

Студент стиче предметно-специфичне способности које су у функцији квалитетног обављања стручне делатности: анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; примена знања у пракси; повезивање основних знања и из различитих области и њихова примена на решавање конкретних проблема.

### садржај теоријске наставе

термодинамичке основе: влажан ваздух, термодинамичке карактеристике влажног ваздуха, Молијер-ов „h-x“ дијаграм влажног ваздуха, основни процеси са влажним ваздухом, Далтон-ов и Луис-ов закон исхлапљивања, температура ваздуха по влажном термометру, размена топлоте при исхлапљивљу, Меркелов коефицијент; размењивачи топлоте: НТУ метод, карактеристика размењивача топлоте; карактеристика компресора, кондензатори: димензионисање ваздухом и водом хлађених и евапоративних кондензатора, карактеристика проточних кондензатора; испаривачи: процес кључања расхладног флуида, процеси на страни хлађеног флуида, димензионисање испаривача, карактеристика испаривача, спрезање карактеристика компонената расхладне машине, спрезање карактеристика елемената компресорске расхладне машине.

### садржај практичне наставе

Аудиторна вежбања: промене стања влажног ваздуха, размена топлоте при исхлапљивању; одређивање карактеристика компресора, прорачун кондензатора (димензионисање хоризонталних добошастих, ваздухом хлађених и евапоративних кондензатора); димензионисање испаривача, одређивање карактеристике испаривача), спрезање карактеристика расхладне машине, лабораторијска вежба: демонстрација рада расхладне инсталације у индустријском погону; израда пројекта: рад у групама до 5 студената (за конкретан објекат и расхладни флуид) прорачун и избор елемената расхладне инсталације, приказ шема деловања циклуса.

### услов похађања

### ресурси

Уџбеник: М. Маркоски: Расхладни уређаји, Машински факултет, 2006, "handouts" који ће бити на располагању, унапред за сваку недељу наставе

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

**литература**

## Системи вентилације и климатизације

ID: 0137

носилац предмета: Живковић Д. Бранислав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термотехника

### циљ

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА И ВЕШТИНА ИЗ ОБЛАСТИ ТЕХНИКЕ КЛИМАТИЗАЦИЈЕ - О РАЗЛИЧИТИМ ЦЕНТРАЛНИМ СИСТЕМАМА КЛИМАТИЗАЦИЈЕ; ОВЛАДАВАЊЕ МЕТОДАМА ЗА ПРОРАЧУНЕ КАНАЛСКЕ МРЕЖЕ, ИЗБОР ЕЛЕМЕНАТА ЗА УБАЦИВАЊЕ И ИЗВЛАЧЕЊЕ ВАЗДУХА И КОРИШЋЕЊЕ ТИХ МЕТОДА ПРИЛИКОМ ИЗРАДЕ ГЛАВНОГ МАШИНСКОГ ПРОЈЕКТА СИСТЕМА КЛИМАТИЗАЦИЈЕ.

### исход

Студент стиче специфичне способности и знања из технике климатизације: познаје централне системе климатизације, познаје методе прорачуна каналске мреже и може их применити у пракси. Повезује основна знања и примењује их на решавању конкретних проблема у техници климатизације.

### садржај теоријске наставе

Елементи за развођење ваздуха у климатизацији; методе прорачуна канала; расподела ваздуха у просторији; домет ваздушне струје; положај отвора за убацивање и извлачење ваздуха; системи климатизације - класификација; централни једноканални систем ниског притиска са константном количином ваздуха; зонски системи климатизације; системи климатизације високог притиска: са константном и променљивом количином ваздуха; ваздушно водени системи климатизације; индукциони апарат; двоцевни системи са и без пребацивања; троцевни и четвороцевни системи; водени системи са вентилатор - конвекторима; комбинација са системима за проветравање; локални уређаји за климатизацију; компактни уређаји и сплит-системи; енергетска ефикасност система за вентилацију и климатизацију.

### садржај практичне наставе

Аудиторне вежбе се састоје од више целина, а у циљу самосталне израде пројектног задатка. Обрађује се димензионисање и регулација климатизационих постројења, одређивање годишње потрошње енергије климатизационих система и коришћење отпадне топлоте. Лабораторијска вежба састоји се од мерења протока ваздуха у каналу и на иструјним елементима; урегулисавања климатизационих система, мерења домета ваздушне струје и прелазних режима рада клима коморе. Предвиђена је и посета изложби термотехнике у оквиру конгреса КГХ или фабрици која се бави производњом опреме за климатизацију.

### услов похађања

### ресурси

Handouts

Уџбеник: Б. Тодоровић: Климатизација, Савез Машинских и Електро Инжењера и Техничара Србије, Београд, 2009.



## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

### **литература**

ASHRAE Handbook of Fundamentals, Atlanta, Georgia, 2009

Recknagel, Sprenger, Schramek, Čeperković: Heating and Air Conditioning, Interklima, Vrnjačka Banja, 2002

## Системи централног грејања

ID: 0661

носилац предмета: Тодоровић Н. Маја

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термотехника

### циљ

СТИЦАЊЕ ЗНАЊА И ВЕШТИНА ИЗ ОБЛАСТИ СИСТЕМА ЦЕНТРАЛНОГ ГРЕЈАЊА - ДВОЦЕВНИ ТОПЛОВODНИ СИСТЕМИ СА ПРИРОДНОМ И ПРИНУДНОМ ЦИРКУЛАЦИЈОМ ТОПЛЕ ВОДЕ; ЈЕДНОЦЕВНИ СИСТЕМИ ТОПЛОВODНОГ ГРЕЈАЊА; СИСТЕМ ГРЕЈАЊА ПАРОМ НИСКОГ ПРИТИСКА; ВАЗДУШНО ГРЕЈАЊЕ; ПАНЕЛНО ГРЕЈАЊЕ; ДАЉИНСКО ГРЕЈАЊЕ; СОЛАРНИ СИСТЕМИ; ОВЛАДАВАЊЕ МЕТОДАМА ЗА ПРОРАЧУНЕ ЦЕВНИХ МРЕЖА.

### исход

Студент стиче специфичне способности и знања из система централног грејања: познаје различите система централног грејања; познаје методе прорачуна система централног грејања и може их применити у пракси. Повезује основна знања и примењује их на решавању конкретних проблема у техници грејања.

### садржај теоријске наставе

Двоцевни топловодни системи пумпног централног грејања; Једноцевни систем грејања; корекција површине грејних тела; грејање паром ниског притиска; горњи и доњи развод; одвајачи кондензата; враћање кондензата у котло; прорачун цевне мреже; пренос топлоте зрачењем; панелни системи грејања; прорачун преноса топлоте са цеви, кроз вишеслојну плочу, на околни ваздух; подно грејање; Ваздушно грејање; вентилациона комора и њени елементи; индустријска вентилација; даљински развод топлоте; карактеристике даљинског грејања; транспорт топлоте на даљину; подстанција за директан и индиректан прикључак; клизни дијаграми топлана; обновљиви извори енергије; активна и пасивна примена соларне енергије и коришћење геотермалне енергије.

### садржај практичне наставе

Аудиторне вежбе се састоје од целина: димензионисање цевне мреже за двоцевни топловодни систем са природном и принудном циркулацијом воде у систему 90/70oC и постројења за припрему и дистрибуцију санитарне топле воде, а у циљу самосталне израде пројектног задатка. Лабораторијска вежба - испитивање термичких карактеристика грејних тела; утицај температуре на одавање топлоте грејних тела; утицај протока воде на одавање топлоте грејних тела; понашање грејних тела у нестационарним условима (посета изложби термотехнике у оквиру конгреса КГХ или посета фабрике).

### услов похађања

### ресурси

Писани изводи са предавања - М. Тодоровић

Уџбеник: Б. Тодоровић: Пројектовање постројења за централно грејање, Машински

факултет, Београд, 2009.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

#### **литература**

Б. Тодоровић: Пројектовање постројења за централно грејање, Машински факултет, Београд, 2009.

## Стручна пракса М - ТТА

ID: 0802

носилац предмета: Тодоровић Н. Маја

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени

катедра: термотехника

### циљ

Практична искуства и боравак студента у амбијенту у коме ће студент реализовати своју професионалну каријеру.

Препознавање основних функција пословног система у домену пројектовања, развоја и производње, као и улоге и задатака машинског инжењера у таквом пословном систему.

### исход

Студент стиче практична искуства о начину организовања и функционисања средина у којима ће примењивати стечена знања у својој будућој професионалној каријери. Студент препознаје моделе комуникације са колегама и токове пословних информација. Студент препознаје основне процесе у пројектовању, производњи, одржавању, у контексту његових будућих професионалних компетенција. Успостављају се лични контакти и познанства која ће моћи да се користе током школовања, или заснивања будућег радног односа.

### садржај теоријске наставе

Нема теоријске наставе

### садржај практичне наставе

Практичан рад подразумева рад у организацијама у којима се обављају различите делатности повезане са машинским инжењерством. Одабир тематске целине и привредне или истраживачке организације спроводи се у консултацији са предметним професором. Начелно студент може обављати праксу у: производним организацијама, пројектним и консултантским организацијама, организацијама које се баве одржавањем машинске опреме, јавним и комуналним предузећима и некој од лабораторија на машинском факултету. Пракса се може обављати и у иностранству. Током праксе студенти морају водити дневник у коме ће уносити опис послова које обављају, закључке и запажања. Након обављене праксе морају направити извештај који ће бранити пред предметним професором. Извештај се предаје у форми семинарског рада.

### услов похађања

### ресурси

Скрипте са предавања, документација добијена од стране стручног лица из организације у којој се обавља пракса.

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 0  
разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0  
лабораторијске вежбе: 40  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 5  
пројекат: 0  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 1

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 30  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 40  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

**литература**

## Термоелектране и топлане

ИД: 0110

носилац предмета: Живановић В. Титослав

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: термотехника

### циљ

Постизање компетенција и академских вештина као и методе за њихово стицање. Развој креативних способности и овладавање специфичним практичним вештинама за обављање професије. Циљеви одређују конкретне резултате који у оквиру предмета треба да се остваре и представљају основу за контролу остварених резултата. Активности у вези овог предмета су у складу са основним задацима и циљевима студијског програма.

### исход

Студент стиче предметно-специфичне способности које су у функцији квалитетног обављања стручне делатности: анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; примена знања у пракси; повезивање основних знања и из различитих области и њихова примена на решавање конкретних проблема.

### садржај теоријске наставе

Потрошња електричне и топлотне енергије; Подела термоелектрана и технолошка шема термоелектране; Степени корисности и топлотни биланс кондензационог термоенергетског блока; Топлотна економичност и енергетски показатељи топлификационих термоелектрана; Параметри паре термоенергетских блокова и накнадно прегревање; Регенеративно загревање напојне воде; Губици паре, воде и кондензата и њихова попуна; Снабдевање термоелектрана водом; Транспорт и складиштење горива у термоелектранама; Транспорт шљаке и пепела у термоелектранама; Пречишћавање и одвођење димних гасова у атмосферу; Локација и генерални план термоелектране;

### садржај практичне наставе

Аудиторна вежбања се састоје од показних вежбања (Приказ и објашњење топлотних шема термоелектрана; Приказ и објашњење рада елемената термоелектране; Параметри паре термоенергетских блокова и накнадно прегревање; Регенеративно загревање кондензата и напојне воде; Главни погонски објекти домаћих термоелектрана; Приказ генералних планова домаћих термоелектрана; Проблеми експлоатације термоелектрана); Упутство за израду рачунског задатка - Главне карактеристике термоенергетског блока. Упутство за израду семинарског рада - Елементи главног погонског објекта термоелектране.

### услов похађања

### ресурси

Уџбеник: Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Парни котлови, Машински факултет, Београд, 2010.; Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Термички прорачун парних котлова, Машински факултет, Београд, 2010.; "handouts" који ће бити на располагању,

унапред за сваку недељу наставе

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 6

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 6

семинарски рад: 6

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 10

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 15

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

#### **литература**

Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Парни котлови, Машински факултет, Београд, 2010.

Љ. Бркић, Т. Живановић, Д. Туцаковић: Термички прорачун парних котлова, Машински факултет, Београд, 2010.

## Топлотне пумпе

ID: 0166

носилац предмета: Коси Ф. Франц

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: термотехника

### циљ

Постизање компетенција и академских вештина као и методе за њихово стицање. Развој креативних способности и овладаване практичним вештинама специфичним за обављање професије. Циљеви су конкретни и оствариви и у потпуности у складу са утврђеним основним задацима и циљевима студијског програма.

### исход

Студент стиче предметно-специфичне способности које су у функцији квалитетног обављања стручне делатности: анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; примена знања у пракси; повезивање основних знања и из различитих области и њихова примена на решавање конкретних проблема.

### садржај теоријске наставе

Специфичности топлотних пумпи: систематизација левокретних топлотних машина, критеријуми за оцену термодинамичког савршенства левокретних машина; топлотни извори за топлотне пумпе (атмосферски ваздух, површинске воде, подземне воде и тло, геотермалне воде, топлотни акумулатори, равански пријемници сунчеве енергије), термодинамичко побољшање левокретних циклуса, сорпционе расхладне машине: особине бинарних смеса, основни процеси са бинарним смесама, апсорпциони расхладни уређаји (АРУ), протоци и специфична потрошња топлоте АРУ, максимални COP (минимални утрошак погонске топлоте) АРУ, упоређење компресорских и апсорпционих расхладних машина.

### садржај практичне наставе

Аудиторна вежбања: систематизација левокретних топлотних машина, прорачун енергетских и термодинамичких карактеристика топлотне пумпе; прорачун масеног и топлотног биланса процеса сушења, одређивање карактеристика елемената топлотне пумпе (компресор, кондензатор, испаривач), бинарне смесе, основне операције са бинарним смесама, термодинамички прорачун једностепених АРУ, лабораторијска вежба: демонстрација рада топлотне пумпе за грејање и климатизацију хотелског објекта; израда пројекта: рад у групама до 5 студената (за конкретан расхладни флуид и објекат) прорачун и избор и спрезање карактеристика елемената топлотне пумпе за сушење.

### услов похађања

### ресурси

Уџбеник: М. Маркоски: Расхладни уређаји, Машински факултет, 2006, "handouts" који ће бити на располагању, унапред за сваку недељу наставе

### фонд часова



укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 50

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

**литература**

## Хлађење у прехранбеним технологијама

ID: 0495

носилац предмета: Коси Ф. Франц

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: термотехника

### циљ

Постизање компетенција и академских вештина као и методе за њихово стицање. Развој креативних способности и овладаване практичним вештинама специфичним за обављање професије. Циљеви су конкретни и оствариви и у потпуности у складу са утврђеним основним задацима и циљевима студијског програма.

### исход

Студент стиче предметно-специфичне способности које су у функцији квалитетног обављања стручне делатности: анализа, синтеза и предвиђање решења и последица; примена знања у пракси; повезивање основних знања и из различитих области и њихова примена на решавање конкретних проблема.

### садржај теоријске наставе

Природно и вештачко хлађење, примена расхладних машина, парне компресорске расхладне машине, Карноов циклус са паром, основне мере за термодинамичко побољшање упоредног циклуса (прехлађивање кондензата, вишестепено пригушивање, вишестепено сабијање са међухлађењем), уобичајени циклуси парних компресорских расхладних машина радне материје у хлађењу, избор расхладног флуида, означавање расхладних флуида, клипни расхладни компресори (основни елементи, основни параметри рада, погонске карактеристике (перформансе) клипних расхладних компресора, кондензатори: класификација кондензатора; испаривачи: класификација, суви и преплављени испаривачи, отапање иња са испаривача за хлађење ваздуха; расхлађивање и складиштење прехранбених производа, процесни системи за брзо замрзавање прехранбених производа.

### садржај практичне наставе

аудиторна вежбања: влажан ваздух, термодинамичке карактеристике влажног ваздуха, Молијер-ов „h-x“ дијаграм влажног ваздуха, основни процеси са влажним ваздухом, топлотна изолација, избор изолационих материјала, дифузија водене паре кроз изолациони слој, парна баријера, прорачун расхладног оптерећења, термодинамичка анализа расхладних циклуса, основе прорачуна компресора, кондензатора и испаривача, прорачун цевовода; процесни системи за расхлађивање, брзо замрзавање и складиштење прехранбених производа; лабораторијска вежба: демонстрација рада расхладне инсталације у индустријском погону. израда пројекта: рад у групама до 5 студената (за конкретан објекат и расхладни флуид), прорачун расхладног постројења.

### услов похађања

### ресурси

Уџбеник: М. Маркоски: Расхладни уређаји, Машински факултет, 2006, "handouts" који ће бити на располагању, унапред за сваку недељу наставе

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 25

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 12

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 6

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 15

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

## **литература**

## технологија материјала

Биогорива у процесима сагоревања  
Биоматеријали у медицини и стоматологији  
Екологија сагоревања  
Машински материјали 3  
Металургија заваривања  
Механика лома и интегритет конструкција  
Обезбеђење и контрола квалитета заварених спојева  
Погонски материјали 2  
Понашање заварених спојева у експлоатацији  
Поступци заваривања М  
Прорачун заварених конструкција  
Сагоревање за системе пропулзије  
Сагоревање и одрживи развој  
Сагоревање М  
Стручна пракса М - ЗЗК  
Технологија заваривања  
Трибологија  
Триболошки системи  
Триботехника  
Уређаји за сагоревање

## Биогорива у процесима сагоревања

ID: 0894

носилац предмета: Манић Г. Небојша

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Врсте биогорива и класификација. Карактеризација чврстих, течних и гасовитих биогорива. Савремени поступци анализе и карактеризације. Стандардизација биогорива. Чврста, течна и гасовита биогорива – савремени поступци добијања и примена. Значај биогорива са аспекта животне средине, критеријуми одрживости. Основе прорачуна процеса сагоревања и емисије загађујућих материја. Фазе процеса сагоревања и основе моделирања. Савремени системи за сагоревање биогорива. Могућности коришћења мешавина биогорива и фосилних горива у процесима сагоревања. Развој биогорива у будућности.

### исход

Стицање основних знања о биогоривима, њиховим врстама и особинама, и поступцима за производњу. Овладавање основним методама карактеризације биогорива и инжењерских прорачуна процеса сагоревања. Стицање знања о савременим и специфичним методама карактеризације биогорива. Упознавање са сировинама за добијање и начинима производње и примене. Основна знања о припреми биогорива за процес сагоревања, специфичностима појединих фаза сагоревања, поделу уређаја за сагоревање. Стицање знања о утицају биогорива на животну средину. Упознавање са позитивним искуствима у примени биогорива.

### садржај теоријске наставе

Биогорива (пелети, брикети, сечка, биоетанол, биодизел, биогаз и др.) и основне карактеристике. Специфичности биогорива у односу на фосилна горива. Сировине и поступци добијања биогорива. Могућности примене биогорива (пећи, котлови, мотори СУС). Утицај карактеристика биогорива на избор најбоље технологије за сагоревање. Прорачун процеса сагоревања и фазе сагоревања биогорива. Савремени уређаји за сагоревање биогорива. Биогорива и животна средина.

### садржај практичне наставе

Основе карактеризације биогорива и специфичности у односу на фосилна горива. Карактеризација чврстих биогорива. Прерачунавање са једне на другу масу за чврста биогорива. Карактеризација течних биогорива. Карактеризација гасовитих биогорива. Одређивање топлотне моћи биогорива рачунски и експериментално. Елементи стехиометрије и одређивање емисије загађујућих материја из процеса сагоревања. Одређивање физичко-хемијских карактеристика течних биогорива. Основе моделирања процеса сагоревања биогорива. Основе мерења у савременим системима сагоревања биогорива.

### услов похађања

### ресурси

Loo S., Koppejna J.: The Handbook of Biomass Combustion & Co-firing, Earthscan, 2007; Rutz D., Janssen: BioFuel Technology Handbook, Intelligent Energy Europe, 2007.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 8

лабораторијске вежбе: 18

рачунски задаци: 4

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 3

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 1

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Loo S., Koppejna J.: The Handbook of Biomass Combustion & Co-firing, Earthscan, 2007  
Rutz D., Janssen: BioFuel Technology Handbook, Intelligent Energy Europe, 2007.

## Биоматеријали у медицини и стоматологији

ID: 0640

носилац предмета: Седмак С. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Упознавање студената са применом различитих биоматеријала разматраних у оквиру предмета Основе биоматеријала у циљу разумевања и проучавања њиховог функционисања у људском организму. Анализа спојева биоматеријала са деловима телесног система у циљу обезбеђења поузданог рада импланата. Омогућава се потенцијална сарадња са стручњацима из области науке о материјалима, стоматологије и медицине, што пружа могућност рада у специјализованим лабораторијама и клиничким установама.

### исход

Похађањем предмета студент овладава применом биоматеријала у медицини и стоматологији, коришћењем савремених научних метода. Теоријска разматрања, лабораторијски експериментални рад и употреба нумеричке анализе применом лиценцираног софтвера за методу коначних елемената, омогућава повезивање претходно стечених знања из физике, науке о материјалима, математике и механике, ради примене наученог у инжењерској пракси.

### садржај теоријске наставе

Примена биоматеријала у медицини и стоматологији. Основи израде импланта у људском организму. Спајање биоматеријала и постизање биокомпатибилности. Проблема додирних површина у пројектовању структура од биоматеријала у људском организму. Проблеми различитих физико-хемијских и механичких особина материјала у споју. Оштећења биоматеријала у експлоатацији: хабање, корозија и замор биоматеријала, корозија под напоном. Биокомпозитни материјали; постизање постепене промене особина материјала у споју (functionally graded materials FGM). Танке превлаке и наноструктурни биоматеријали. Нове легуре у биомедицинској примени. Испитивања биоматеријала. Век трајања и обезбеђење структурног интегритета биоматеријала: аналитичке, нумеричке и експерименталне методе. Превенција отказа структура од биоматеријала (case studies).

### садржај практичне наставе

Примери примене биоматеријала у пројектовању, изради и експлоатацији структура у медицини и стоматологији. Примери решења импланата урађених од биоматеријала. Експерименталне методе In Vitro и In Vivo. Примена аналитичких и нумеричких модела у обезбеђењу структурног интегритета биоматеријала. Израда модела применом методе коначних елемената. Рачунски примери проблема додирних површина у пројектовању структура од биоматеријала. Примена метода конфигурационих сила у превенцији отказа структура од биоматеријала.

### услов похађања

### ресурси

[1] Писани изводи са предавања (handouts)

[2] А. Седмак, М. Ракин, Биоматеријали - спојеве и проблеми додирних површина, Београд 2011 (скрипта у припреми)

[3] Т. Ненадовић, Оплемењени материјали, БИГЗ, Београд, 2001

[4] ABAQUS User s Manuals, Hibbit, Karlsson & Sorensen, Abaqus Inc., Version 6.5 and Upgrades 2005-2007

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 8

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 4

консултације: 3

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 3

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 4

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 1

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 20

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 20

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

### **литература**



Д. Раковић, Д. Ускоковић, Биоматеријали, Београд

А. Седмак, Примена механике лома на интегритет конструкција. Машински факултет, Београд

М. Секуловић, Метод коначних елемената, Грађевинска књига, Београд

Т. Манески, Компјутерско моделирање и прорачун структура, Машински факултет, Београд

## Екологија сагоревања

ID: 0555

носилац предмета: Аџић М. Мирољуб

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Више од 90% енергије у свету добија процесима сагоревања и предвиђа се да ће бити преовлађујући вид производње енергије следећих неколико деценија. Имајући у виду, са друге стране, да је сагоревање и највећи извор загађујућих материја, циљ овог предмета је да студентима омогући дубље разумевање проблематике и оспособи их да компетентно учествују у решавању проблема утицаја процеса сагоревања и уређаја за сагоревање на околину.

### исход

Да упозна студенте са савременим технологијама процеса сагоревања а посебно и детаљно са проблематиком емисија штетних и загађујућих продуката и савременим методама за њихово смањење, да их оспособи да примене стечена знања из ове области у индустрији и енергетском сектору, као и да добију солидну основу за рад у истраживачким и развојним организацијама.

### садржај теоријске наставе

Основе процеса сагоревања. Материјални и енергетски биланси.

Специфичности сагоревања различитих врста горива.

Уређаји за сагоревање и њихове специфичности.

Биогорива.

Вишегориво сагоревање.

Емисије загађујућих и штетних продуката сагоревања.

Улога CO<sub>2</sub>.

Технологије за смањење емисије NO<sub>x</sub>.

Технологије за смањење емисије SO<sub>2</sub>.

Технологије за смањење емисије CO и HC.

Технологије за смањења емисије прашкастих материја.

Технологије за смањења емисије тешких метала.

Смањење емисије CO<sub>2</sub>.

Трговање угљен диоксидом.

Нове технологије. Горивне ћелије. Водоник.

### садржај практичне наставе

У оквиру аудиторних вежби биће анализирана проблематика материјалног и енергетског биланса процеса сагоревања и загађујућих материја. Посебно ће бити обрађени примери биланса једном од техника смањења емисије NO<sub>x</sub> као и оксида сумпора.

Лабораторијске вежбе ће обухватити мерења емисије загађујућих компоненти из процеса сагоревања и анализу утицајних параметара горионика на емисију. У оквиру рачунских задатака студенти ће самостално урадити задатак у вези са материјалним и енергетским билансом примера једне од технологија за смањење емисије.

**услов похађања**

**ресурси**

Писани изводи из предавања.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 5

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

М. Аџић, Писани изводи из предавања

Сагоревање, Д. Драшковић, М. Радовановић и М. Аџић, издавач Машински факултет Београд

Principles of Combustion (Принципи сагоревања), Kenneth K. Kuo, BARNES & NOBLE



## Машински материјали 3

ID: 0892

носилац предмета: Бакић М. Гордана

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Упознавање студената са различитим врстама машински материјала и њиховим особинама у циљу проучавања могућности њихове примене за израду различитих делова. Посебна пажња је посвећена утицају састава, термичке обраде и обраде пластичним деформисањем на структуру и особине материјала. Омогућава се рад у институцијама која се баве добијањем, пројектовањем и применом машинских материјала.

### исход

На овом предмету студент стиче способност сагледавања и могућност предвиђања оптималног избора машинског материјала за одређену намену са техно економског аспекта, уз примену научних метода и поступака и савремене лабораторијске опреме. Студенти повезују знања из науке о материјалима, физике, механике и отпорности материјала у циљу практичне примене и савладавања практичних проблема.

### садржај теоријске наставе

Виши курс из машинских материјала. Врсте железних и нежелезних машинских материјала и њихове класификације. Угљенични челици, ливење, пластична деформација, врсте угљеничних челика, термичке обраде, микроструктуре и особине. Микролегирани челици. Двофазни челици. Утицај легирајућих елемената. Ојачавање. Легирани челици. Отпусна кртост. Марецинг челици. Подела нерђајућих челика. Алатни челици. Подела алатних челика. Алатни челици добијени топлом прерадом. Секундарно ојачавање алатних челика. Термичка обрада брзорезних челика. Прашкасте легуре, синтеровање. Брзорезни челици. Никл, примена, микроструктуре, особине. Врсте легура на бази никла, састав, примена, микроструктуре, особине. Суперлегуре. Ливење монокристала суперлегура.

### садржај практичне наставе

Алуминијум и његове легуре. Врсте легура на бази алуминијума, хемијски састав, примена, микроструктура, механичке особине. Суперлегуре на бази никла и железа, хемијски састав, примена, микроструктура, особине на повишеним температурама и отпорност на лом. Суперлегуре на бази кобалта, хемијски састав, примена, микроструктура, особине на повишеним температурама и отпорност на лом. Проблеми и задаци: израчунавање удела структурних компоненти, пројектовање особина легираних челика и легура алуминијума избором одговарајућих параметара. Легуре титана, примена, структуре, особине. Легуре на бази магнезијума и цинка. Легуре на бази бакра.

### услов похађања

### ресурси

1. Л. Шиђанин, Машински материјали 2, ФТН-Нови Сад, 1996, КДА
2. Шуман Х., Металографија, ТМФ - Београд, 1981, КДА

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 45

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 12

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 7

семинарски рад: 8

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 1

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 3

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 20

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

W.D.Callister: Materials Science and Engineering, An Introduction, 2000, John Wiley, NewYork  
W.Smith: Structure and Properties of Engineering Alloys, 1993, McGraw-Hill,Inc

/  
/  
/

## Металургија заваривања

ID: 0901

носилац предмета: Прокић-Цветковић М. Радица

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Циљеви предмета су да студенти, после одслушане теоријске наставе из Металургије заваривања, као и максималним ангажовањем у практичној настави (кроз лабораторијске вежбе, израду рачунских задатака, израду семинарских радова и др.), постану компетентни у области заваривања материјала и стекну одговарајуће академске вештине, а такође развију и креативне способности и овладају специфичним практичним вештинама потребним за обављање професије.

### исход

Савладавањем студијског програма, предвиђеног планом и програмом предмета, студент је способен да решава конкретне проблеме из области заваривања материјала, применом стеченог знања из предмета Металургија заваривања, као и да сагледа евентуалне последице до којих може да дође при реализацији пердложеног решења. Студент је такође способен да повезује стечена знања из ове области са другим областима и примењује их у пракси.

### садржај теоријске наставе

Увод. Физичке основе заваривања. Хемијске реакције при заваривању. Топлотни процеси при заваривању. Прслине у завареним спојевима. КХЗ дијаграми и термичка обрада заварених спојева. Увод у металургију заваривања челика. Заварљивост нелегираних и челика високе чврстоће. Заваривање челика отпорних на пузање и за рад на сниженим температурама. Заваривање нерђајућих и топлопостојаних челика. Заваривање обојених метала.

### садржај практичне наставе

Заостали напони и деформације у завареним спојевима. Структурне промене у завареним спојевима. Примена КХЗ дијаграма. Термичка обрада заварених спојева. Заварљивост челика - еквивалент угљеника,ЦЕ. Грешке. Испитивање заварених спојева. Оцена заварљивости различитих врста челика. Еквивалент хрома и еквивалент никла. Заваривање разнородних материјала. Заваривање неких обојених метала: Al, Cu, Ni, Ti, Mg, Zr, Ta и њихових легура. Заваривање ливених гвожђа и челика. Спајање неметалних материјала (пластика, керамика, композити). Вежбе у заваривачкој радионици.

### услов похађања

### ресурси

1. А.Седмак, В. Шијачки Жеравчић, А. Милосављевић, В. Ђорђевић, М. Вукићевић, Машински материјали, други део, Машински факултет, Београд, 2000.
2. В. Шијачки Жеравчић, А. Милосављевић, А. Седмак, Приручник за машинске материјале - заваривање, лемљење и ливење, Машински факултет, Београд, 1996.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 6

рачунски задаци: 1

семинарски рад: 15

пројекат: 0

консултације: 6

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 50

лабораторијска вежбања: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

### **литература**

Б. Сабо и остали, Заварљивост нерђајућих челика-приручник, Н.Сад, 1995.

И. Хривњак, Заварљивост челика, превод на Српски (Ј. Недељковић), Грађевинска књига, Београд, 1982.

S. Kou, Welding Metallurgy, second edition, 2003



## Механика лома и интегритет конструкција

ID: 0896

носилац предмета: Седмак С. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Циљеви предмета су да студенти, после одслушане теоријске наставе из мехнике лома, као и максималним ангажовањем у практичној настави (кроз лабораторијске вежбе, израду рачунских задатака, израду семинарских радова идр.), постану компетентни у области интегритета конструкција и стекну одговарајуће академске вештине, а такође развију и креативне способности и овладају специфичним практичним вештинама потребним за обављање професије.

### исход

Савладавањем студијског програма, предвиђеног планом и програмом предмета, студент је способен да решава конкретне проблеме интегритета конструкција, као и да сагледа евентуалне последице до којих може да дође у случају лоших решења. Студент је такође способен да повезује стечена знања из ове области са другим областима и примењује их у пракси.

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава: Увод. Основе механике лома. Напони и деформације у телу са прслином. Еластична и еласто-пластична механика лома. Параметри механике лома. Фактор интензитета напона, отврање врха прслине,  $J$  интеграл. Примена механике лома на процену интегритета конструкција. Заварени спој као место настанка прслина. Интегритет заварених конструкција. Процене у домену еластичности и еласто-пластичности. Сила раста прслине у односу на криве отпроности материјала.

### садржај практичне наставе

Практична настава: Одређивање параметара механике лома у еластичној и еласто-пластичној области. Експерименталне, нумеричке и аналитичке методе. Стандардни поступци мерења параметара механике лома, као својства материјала. Дијаграм анализе лома и његова примена на заварене спојеве и конструкције. Процена интегритета задате конструкције применом свих стечених знања. Консултације.

### услов похађања

### ресурси

[1] Писани изводи са предавања (handouts)

[2] А.Седмак, Примена механике лома на процену интегритета конструкција, монографија, Машински факултет, Београд, 2003.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20  
разрада и примери (рекапитулација): 0

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 9  
лабораторијске вежбе: 4  
рачунски задаци: 7  
семинарски рад: 15  
пројекат: 0  
консултације: 2  
дискусија/радионица: 3  
студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 1  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1  
преглед и оцена семинарских радова: 2  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 2  
тест са оцењивањем: 4  
завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 35  
лабораторијска вежбања: 10  
рачунски задаци: 5  
семинарски рад: 15  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

### **литература**

А.Седмак, Примена механике лома на процену интегритета конструкција, монографија, Машински факултет, Београд, 2003.

## Обезбеђење и контрола квалитета заварених спојева

ID: 0720

носилац предмета: Ђукић З. Милош

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Циљеви предмета су да студенти, после одслушане теоријске наставе из обезбеђења и контроле квалитета заварених спојева, као и максималним ангажовањем у практичној настави (кроз лабораторијске вежбе, израду семинарских радова и др.), постану компетентни у области обезбеђења и контроле квалитета заварених спојева и заварених конструкција и стекну одговарајуће академске вештине, а такође развију и креативне способности и овладају специфичним практичним вештинама потребним за обављање професије.

### исход

Широка примена и континуални развој у области заваривања истакао је у први план значај инжењера задужених за спровођење растуће потребе за обезбеђењем и контролом квалитета заварених спојева. Поред тога савремени техно-економски приступ у производњи и потреба за сталним снижавањем трошкова израде заварених конструкција носи са собом тенденцију снижавања степена сигурности и коришћење много економичнијих и мање конзервативних приступа у пројектовању заварених конструкција, што додатно ставља у први план значај обезбеђења и контроле квалитета у свим фазама. Савладавањем студијског програма, предвиђеног планом и програмом предмета, студент је способен да применом знања стечених из овог предмета: планира, дефинише и кординира спровођење програма обезбеђења и испитивања заварених спојева, као и да спроводи процедуру и решава конкретне проблеме из области испитивања стања и контроле квалитета заварених спојева и заварених констрикција. Студент је такође способен да повезује стечена знања из ове области са другим областима и примењује их у пракси.

### садржај теоријске наставе

Појам и значај квалитета заварених конструкција. Обезбеђење и контрола квалитета заварених конструкција. Захтеви квалитета при заваривању топљењем металних материјала. Грешке заварених спојева, узроци настајања грешака. Класификација грешака и анализа појединих типова грешака. Заваривање топљењем - класификација геометријских несавршености (грешака). Карактеристични појавни облици и узроци настајања појединих типова грешака. Контрола квалитета и испитивање заварених спојева и конструкција. Координација у заваривању, задаци и одговорности. План контроле квалитета заварених конструкција. Испитивање стручне оспособљености заваривача. Процедура при пројектовању технологије заваривања. Спецификација и квалификација технологије заваривања. Прслине у завареним спојевима, класификација, подела, узроци настајања. Методолошки приступ у анализи прслина заварених спојева. Топле прслине. Хладне прслине. Ламеларне прслине. Прслине услед накнадне термичке обраде (прслине жарења). Критеријуми прихватљивости грешака заварених спојева. Заварене конструкције, класе заварених конструкција, класе заварених спојева и нивои квалитета заварених спојева. Избор метода без разарања за испитивање заварених спојева.

## **садржај практичне наставе**

Рекапитулација – основне врсте, елементи и облици заварених спојева и њихово означавање. Класификација грешака заварених спојева. Примери грешака заварених спојева из праксе. Анализа макроскопског изгледа и микроструктуре заварених спојева. Израда уверење о стручној оспособљености заваривача. Израда спецификација технологије заваривања (СТЗ). Израда извештај о квалитету технологије заваривања. Вежбе у заваривачкој радионици – грешке заварених спојева. Карактеризација заварених спојева. Критеријуми прихватљивости грешака заварених спојева. Савремене методе испитивања заварених спојева. Утицај грешака облика и недостатка везивања и осталих грешака на појаву оштећења заварених спојева. Консултације.

## **услов похађања**

### **ресурси**

1. А.Седмак, В. Шијачки Жеравчић, А. Милосављевић, В. Ђорђевић, М. Вукићевић, Машински материјали, други део, Машински факултет, Београд, 2000
2. В. Шијачки Жеравчић, А. Милосављевић, А. Седмак, Приручник за машинске материјале - заваривање, лемљење и ливење, Машински факултет, Београд, 1996

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 30

развијање и примери (рекапитулација): 0

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 8

рачунски задаци: 7

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 2

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 15

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

### **литература**

ASM Metals HandBook Volume 06 - Welding Brazing and Soldering v1, 1993

ASM Metals HandBook Volume 17 - Nondestructive Evaluation And Quality Control v3, 1998

ASM Metals HandBook Vol 08 - Mechanical Testing and Evaluation, 2000

## Погонски материјали 2

ID: 0893

носилац предмета: Јовановић В. Владимир

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 2

облик завршног испита: писмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Врсте горива. Стехиометријске једначине сагоревања. Температура сагоревања. Карактеризација чврстих горива, техничка и елементарна анализа. Чврста горива, порекло, добијање, примена. Течна горива, порекло, добијање, примена. Гасовита горива, порекло, добијање, примена. Мазива, врсте и основне карактеристике, примена. Индустијска вода, врсте и особине. Карактеристике воде битне за примену у индустријске сврхе. Проблеми при коришћењу природних вода. Припрема воде за индустријску примену.

### исход

Стицање основних знања о појму горива, врстама и особинама. Овладавање основним техникама прорачуна количине и састава продуката сагоревања и температуре сагоревања. Стицање основних знања о карактеризацији чврстих горива, њиховом пореклу, начинима добијања и примене. Основна знања о течним и гасовитим горивима, њиховом пореклу, начинима добијања и примене. Основна знања о врстама мазива, карактеристикама и примени. Основна знања о води и начинима припреме за употребу у индустријске сврхе.

### садржај теоријске наставе

Појам горива. Основи сагоревања, стехиометријске једначине. Прорачун количине и састава продуката сагоревања. Температура сагоревања, врсте и начин израчунавања. Чврста горива, порекло, начини добијања и примене. Течна горива, порекло, начини добијања и примене. Гасовита горива, порекло, начини добијања и примене. Мазива: врсте мазива, основне карактеристике битне за примену, примена мазива. Индустијска вода: врсте вода и основне особине. Припрема воде за примену у индустријске сврхе, методе.

### садржај практичне наставе

Прерачунавање са једне на другу масу чврстог горива. Прорачун топлотне моћи горива. Елементи стехиометрије. Температура сагоревања. Одређивање карактеристика техничке анализе чврстих горива. Одређивање топлотне моћи чврстих и течних горива калориметром са бомбом и одређивање топлотне моћи гасовитих и течних горива Јункерсовим калориметром. Одређивање криве испаравања. Значај најважнијих температура на кривој испаравања. Карактеристике горива на повишеним и сниженим температурама. Контрола квалитета. Одређивање вискозности течних горива и мазива (динамичка, кинематска и релативна вискозност). Одређивање основних карактеристике масти за подмазивање. Одређивање тврдоће и киселости воде.

### услов похађања

### ресурси

Милан Радовановић: Горива; Милан Радовановић: Индустриска вода; Александар Рац: Мазива; М. Аџић, А. Рац, С. Меметовић: Приручник за лабораторијске вежбе из Погонских материјала;

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 30

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 8

разрада и примери (рекапитулација): 7

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 1

лабораторијске вежбе: 9

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 1

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 2

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 20

### **литература**

## Понашање заварених спојева у експлоатацији

ID: 0719

носилац предмета: Бакић М. Гордана

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Циљеви предмета су да студенти, после одслушане теоријске наставе из понашања заварених спојева у експлоатацији, као и максималним ангажовањем у практичној настави (кроз лабораторијске вежбе, израду рачунских задатака, израду семинарских радова идр.), постану компетентни у области праћења стања метала и анализе ломова и хаварија заварених спојева и стекну одговарајуће академске вештине, а такође развију и креативне способности и овладају специфичним практичним вештинама потребним за обављање професије.

### исход

Савладавањем студијског програма, предвиђеног планом и програмом предмета, студент

је способен да, применом стеченог знања из овог предмета: решава конкретне проблеме из области откривања и препознавања оштећења метала конструкција, а посебно заварених спојева; утврди потенцијалне узроке оштећења, као и да сагледа евентуалне могућности за превентивно спречавање појаве оштећења до којих може да дође. Студент је такође способен да повезује стечена знања из ове области са другим областима и примењује их у пракси.

### садржај теоријске наставе

Увод. Ломови. Особине заварених спојева битне за поуздан рад. Механичке особине. Микроструктурне особине. Експлоатациона употребљивост. Механизми и узрочници оштећења. Подела механизма оштећења. Разнородни спојеви. Корозија. Оштећења изазвана радном средином и комбинацијом више узрочника. Пузање. Истовремено деловање пузања и замора. Оштећења и полазне грешке. Ерозија и абразија. Аналитичка дијагностика. Модерни системи одржавања и откривање и праћење оштећења током рада.

### садржај практичне наставе

Ломови - подела. Карактеризација заварених спојева. Механичке особине. Микроструктурне особине. Металографија. Подела механизма оштећења. Корозија. Примери корозионих оштећења. Пузање. Оштећења услед пузања. Микроструктурна деградација. Карте деформације и разарања. Замор. Интеракција пузања и замора. Термички замор. Ерозија и абразија. Критеријуми за замену и репарацију оштећених делова. Техничке норме. Нови челици за повишене температуре. Разнородни спојеви. Аналитичка дијагностика. Писање извештаја. Системи одржавања постројења и откривање и праћење оштећења.

### услов похађања

### ресурси



Structural Engineering HandBook - Fatigue & Fracture, 1999  
ASM Metals HandBook Volume Special - Heat-Resistant Material  
ASM Metals HandBook Vol 13 - Corrosion, 1987

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 5

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 6

дискусија/радионица: 4

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 4

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 15

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

### **литература**

ASM Metals HandBook Vol 11 - Failure analysis and preventions, 1986  
ASM Metals HandBook Vol 08 - Mechanical Testing and Evaluation, 2000  
ASM Metals HandBook Vol 09 - Metallography And Microstructures, 1985  
ASM Metals HandBook Vol 10 - Materials Characterization, 1986  
ASM Metals HandBook Vol 12 - Fractography, 1987

## Поступци заваривања М

ID: 0899

носилац предмета: Поповић Д. Оливера

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Циљеви предмета су да се студенти, после одслушане теоријске наставе, као и максималним ангажовањем у практичној настави (кроз лабораторијске вежбе, израду рачунских задатака, израду семинарских радова и др.), упознају са специфичностима сваког поступка заваривања, као и одговарајућом опремом, да постану компетентни у области заваривања и стекну одговарајуће академске вештине, а такође развију и креативне способности и овладају специфичним практичним вештинама потребним за обављање професије.

### исход

Савладавањем студијског програма, предвиђеног планом и програмом, као и применом стеченог знања из предмета Поступци заваривања Б, студент је способан да решава конкретне проблеме из области заваривања, као и да сагледа евентуалне последице до којих може да дође при реализацији предложеног решења. Студент је такође способан да повезује стечена знања из ове области са другим областима и примењује их у пракси.

### садржај теоријске наставе

Увод. Класификација поступака заваривања. Основни појмови у заваривању. Гасно заваривање. Гориви гасови. Основе електротехнике. Магнетизам. Теорија електричног лука. Врсте и извори струје за заваривање. Електролучни поступци заваривања. Ручно електролучно заваривање – Е поступак. Заваривање у заштити гаса. Електролучно заваривање топљивом електродном жицом у заштити гаса (МИГ/МАГ). Електролучно заваривање пуњеном жицом. Високопродуктивни модификовани поступци МИГ/МАГ заваривања. Електролучно заваривање нетопљивом електродом у заштити инертног гаса (ТИГ). Специјалне технике ТИГ поступка. Орбитално заваривање. Електролучно заваривање под прашком (ЕПП). Електроотпорно заваривање. Специјални поступци заваривања (ласер, електронски снап, плазма). Остали специјални поступци заваривања: заваривање под троском, заваривање трењем, заваривање трењем са мешањем, заваривање ултразвуком, заваривање експлозијом, заваривање дифузијом, алуминотермитно заваривање, заваривање на хладно, заваривање магнетним пулсом, високофреквентно заваривање. Поступци резања. Механичко резање. Гасно резање. Остали поступци резања: резање помоћу топитеља, резање кисеоничним копљем, електролучно резање, плазма резање, резање електронским снопом, резање ласером, жлебљење, резање воденим млазом. Наваривање. Метализација. Лемљење. Лепљење.

### садржај практичне наставе

Означавање заварених спојева на техничком цртежу. Прорачун потрошње електрода при ручном електролучном заваривању. Одређивање параметара заваривања МИГ/МАГ поступком. Вежбе у заваривачкој радионици. Опрема за електролучне поступке заваривања. Опрема за електроотпорно заваривање, гасно заваривање и резање. Механизовани поступци заваривања. Роботизација. Опасности и мере заштите на раду при заваривању. Семинарски радови из области савремених трендова електролучних и

специјалних поступака заваривања, лемљења и лепљења. Консултације.

### услов похађања

### ресурси

1. А.Седмак, В. Шијачки Жеравчић, А. Милосављевић, В. Ђорђевић, М. Вукићевић, Машински материјали, други део, Машински факултет, Београд, 2000.
2. Р.Прокић-Цветковић, О.Поповић, Заваривање и сродни поступци, Завод за уџбенике, Београд, 2011.
3. В. Шијачки Жеравчић, А. Милосављевић, А. Седмак, Приручник за машинске материјале - заваривање, лемљење и ливење, Машински факултет, Београд, 1996 4. Предавања

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 0

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 4

семинарски рад: 11

пројекат: 0

консултације: 4

дискусија/радионица: 1

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 3

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 45

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### литература

W. Galvery, F.Marlow, Welding Essentials: Questions and answers, Industrial Press, Inc., New York, 2007

S.Kou, Welding metallurgy, John Wiley&Sons, 2nd.ed., New Jersey, 2003

S.Kalpakjian, S.R.Schmid, Manufacturing engineering and technology, Pearson Education, 2006.

K.Weman, Welding processes handbook, Woodhead Publishing Ltd, 2003.

D. Geary, Welding, McGraw-Hill, 2000

## Прорачун заварених конструкција

ID: 0898

носилац предмета: Радаковић Ј. Зоран

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: технологија материјала

### циљ

После одслушане теоријске наставе, као и ангажовањем у практичној настави (кроз израду рачунских задатака, израду семинарских радова идр.), студенти стичу одговарајуће академске вештине и знања из области пројектовања, анализе и провере напонског стања заварене конструкције. Заварене конструкције које се обрађују су челичне и алуминијумске. Осим статичких прорачуна, обрађују се и прорачуни с обзиром на замор материјала заварене конструкције, као и динамичка оптерећења. Део прорачуна обухвата и савремене методе за процену заосталих напона и деформација. Кандидати требају познавати и бити сподобни да примене своја знања на реалним завареним конструкцијама у експлоатацији. Кандидати се упознају са савременим научним радовима у датој области, која су у стању да у потпуности разумеју и прате.

### исход

Савладавањем студијског програма, предвиђеног планом и програмом предмета, студент је способан да решава конкретне проблеме прорачуна и испитивања заварених конструкција, као и да сагледа евентуалне последице до којих може да дође у случају лоших решења, или као последица замора и оштећења материјала. Студент је такође способан да повезује стечена знања из ове области са другим областима и примењује их у пракси.

### садржај теоријске наставе

Увод. Теоријске основе заварених конструкција. Основе чврстоће материјала. Основе пројектовања шави и конструкција. Понашање заварених конструкција при различитим врстама оптерећења. Пројектовање заварених конструкција на статико оптерећење. Пројектовање динамички оптерећених (замор) заварених конструкција. Напонско и деформационо стање. Савремене методе за мерење и оцену заосталог напонског и деформационог стања заварене конструкције.

### садржај практичне наставе

Статички прорачун заварених конструкција. Динамички прорачун заварених конструкција. Решавање проблема, примери, задаци. Примена стандарда на прорачун заварених конструкција при различитим врстама оптерећења. Прорачун напонског и деформационог стања. Мерење деформација и напона. Тензометрија и њена примена на заварене конструкције. Примери примене тензометрије на заварене конструкције са практичним освртом на постојеће проблеме из праксе.

### услов похађања

### ресурси

1. З. Петковић, Д. Острић, Металне конструкције у машиноградњи 1, изд. Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, 1996 (или касније).

2. З. Перовић, Заварене конструкције, изд. Универзитет Црне Горе, Машински факултет, Подгорица, 2002 (или касније).
3. Д. Ружић, Отпорност конструкција, изд. Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, 1996.
4. Катедра за отпорност конструкција, Отпорност материјала - таблице, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, 2000.
5. Изводи у електронском формату са предавања и вежбања (скрипте/хендаут).
6. Интернет ресурси.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 25

разрада и примери (рекапитулација): 5

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 5

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 3

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 15

семинарски рад: 10

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

### **литература**

- З. Петковић, Д. Острић, Металне конструкције у машиноградњи 1, изд. Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, 1996 (или касније).
- З. Перовић, Заварене конструкције, изд. Универзитет Црне Горе, Машински факултет, Подгорица, 2002 (или касније).
- O.W. Blodgett, Design of Welded Structures, Publ. The James F. Lincoln Arc Welding Foundation, 1966.
- T. Lassen, N. Récho, Fatigue Life Analyses of Welded Structures, ISTE Ltd, 2006.
- Recommandations concernant les structures soudées en aluminium et alliages Al-Mg: doc. IIS/IIW-398-72 - révisé, Institut international de la soudure, Ed. 2, Publications de la Soudure Autogène (1980)

## Сагоревање за системе пропулзије

ID: 0900

носилац предмета: Аџић М. Мирољуб

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Системи пропулзије су, осим неколико изузетака, директно или индиректно засновани на ослобађању енергије процесима сагоревања. Циљ предмета „Сагоревање за системе пропулзије“ је да студентима омогући дубље разумевање проблематике и оспособи их да учествују у анализи, развоју и примени система за пропулзију.

### исход

Да упозна студенте са савременим технологијама процеса сагоревања а посебно и детаљно са проблематиком емисија штетних и загађујућих продуката и савременим методама за њихово смањење, да их оспособи да примене стечена знања из ове области у индустрији и енергетском сектору, као и да добију солидну основу за рад у истраживачким и развојним организацијама.

### садржај теоријске наставе

Сагоревање и енергетски претварачи. Закони о одржању. Горива. Елементи стехиометрије. Елементи термохемије. Хемијски процеси. Хемијска кинетика. Пренос масе и топлоте. Хемијске реакције у гасној струји. Дифузиони пламен. Ламинарни и турбулентни кинетички пламен. Сагоревање издвојене капљице и млаза течног горива. Сагоревање чврстих ракетних горива. Детонација. Нестабилности сагоревања. Микротагоревање. Сагоревање у надзвучној струји.

### садржај практичне наставе

Практична настава обухвата аудиторне вежбе, лабораторијска вежбања и самостално решавање рачунских задатака. У оквиру аудиторних вежби биће анализирана проблематика материјалног и енергетског биланса процеса сагоревања, термохемија и хемијска кинетика. Лабораторијске вежбе обухватају карактеризацију дифузног, кинетичког пламена и горионика. У оквиру самосталног решавања рачунских задатака студенти ће урадити задатак у вези са одабраним системом пропулзије.

### услов похађања

### ресурси

Штампани прилози уз предавања.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)



ново градиво: 24

разрада и примери (рекапитулација): 6

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Сагоревање, Д. Драшковић, М. Радвановић и М. Аџић, Машински факултет Београд, 1986.

## Сагоревање и одрживи развој

ID: 0570

носилац предмета: Аџић М. Мирољуб

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: технологија материјала

### циљ

У светлу чињенице да се тренутно преко 90% светских енергетских потреба задовољава процесима сагоревања и да се у наредним деценијама предвиђа да сагоревање буде и даље далеко преовлађујућа технологија, са учешћем од преко 65%, овај предмет је осмишљен имајући у виду основни циљ да уведе студента у област проблема одрживог развоја и енергије, омогући боље разумевање, прихвати сазнања и оспособи га да компетентно учествује у његовом решавању.

### исход

Да упозна студенте са тренутним и будућим изазовима које поставља нови сценарио проблема енергије и одрживог развоја,

- да студент овлада материјом у мери која ће му омогућити да разуме и валоризује технологије сагоревања како у постојећим тако и будућим енергетским системима и технологијама,
- да може да примени стечена знања из ове области у индустрији и енергетском сектору,
- да добије солидну основу за рад у истраживачким и развојним организацијама.

### садржај теоријске наставе

Проблем енергије. Енергетски извори.

Фосилна горива, обновљиви енергетски извори, индустријски и комунални отпад.

Еколошки аспекти – загађење ваздуха, вода и земљишта.

Основе процеса сагоревања.

Материјални и енергетски биланси.

Специфичности сагоревања различитих врста горива.

Утицај на околину.

Концепт одрживог развоја.

Комплексни системи.

Одрживи развој у условима развијених земаља.

Специфичности за земље у развоју.

Енергетски процеси и уређаји на бази сагоревања.

Нове технологије.

### садржај практичне наставе

Практична настава обухвата аудиторне вежбе, лабораторијске вежбе, рачунске задатке и семинарски рад.

У оквиру аудиторних вежби биће урађено више примера материјалног и енергетског биланса процеса сагоревања и загађујућих материја, као и објашњења принципа мерења емисије продуката сагоревања. Лабораторијске вежбе ће обухватити мерења емисије загађујућих компоненти из процеса сагоревања. У оквиру рачунских задатка студенти ће самостално урадити задатак у вези са материјалним и енергетским билансом

сагоревања једног горива. Семинарски рад ће се односити на анализу увођења алтернативног енергетског извора, повољнијег са становишта одрживог развоја, у неки конкретан енергетски уређај или процес.

#### **услов похађања**

#### **ресурси**

Писани изводи из предавања.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 5

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 20

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

#### **литература**

М. Аџић, Писани изводи из предавања.

Енергија за одрживи свет, Ненад Ђајић, Рударско геолошки факултет Београд

Сагоревање, Д. Драшковић, М. Радовановић и М. Аџић, издавач Машински факултет Београд

Горива, М. Радовановић издавач Машински факултет Београд

Principles of Combustion (Принципи сагоревања), Kenneth K. Kuo, BARNES & NOBLE

## Сагоревање М

ID: 0971

носилац предмета: Стојиљковић Д. Драгослава

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Основи термодинамике процеса сагоревања, општи појмови, материјални и енергетски биланс процеса. Основи хемијске статике и кинетике топлотних процеса. Физичке и физичко-хемијске појаве у процесу сагоревања. Специфичности сагоревања чврстих, течних и гасовитих горива. Уређаји за сагоревање. Еколошки аспекти сагоревања.

### исход

Овладавање техникама прорачуна материјалног и енергетског биланса процеса сагоревања. Овладавање техникама испитивања пламена. Стицање знања о контроли ефикасности процеса сагоревања. Стицање знања о утицају продуката сагоревања на животну средину.

### садржај теоријске наставе

Основи термодинамике процеса сагоревања, општи појмови, материјални и енергетски биланс процеса. Основи хемијске статике и кинетике топлотних процеса. Хемијска равнотежа, брзина хемијских реакција. Физичке и физичко-хемијске појаве у процесу сагоревања. Појаве паљења и самопаљења. Специфичности сагоревања чврстих, течних и гасовитих горива. Уређаји за сагоревање различитих врста горива. Еколошки аспекти сагоревања. Узроци, механизми настанка токсичних компоненти и могућности спречавања. Мере и поступци за смањење емисије токсичних компоненти.

### садржај практичне наставе

Хемијска кинетика, решавање проблема хемијске равнотеже и брзине хемијских реакција у области сагоревања. Дисоцијација продуката сагоревања, прорачун количине и састава продуката сагоревања и температуре сагоревања. Непотпуно сагоревање, одређивање количине и састава продуката сагоревања и температуре сагоревања. Дужина ламинарног пламена, утицајне величине, експериментално одређивање. Границе стабилног сагоревања, дефиниције и експериментално одређивање. Концентрационе границе паљења. Брзина простирања фронта пламена.

### услов похађања

### ресурси

Милан Радовановић: Горива; Милан Радовановић: Индустијска вода; Александар Рац: Мазива; Д. Драшковић, М. Радовановић, М. Ацић: Сагоревање; М. Ацић, А. Рац, С. Меметовић: Приручник за лабораторијске вежбе из Погонских материјала; М. Радовановић: Приручник за лабораторијске вежбе из сагоревања

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 30

разрада и примери (рекапитулација): 0

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 8

лабораторијске вежбе: 20

рачунски задаци: 2

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 3

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 5

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 40

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

**литература**

## Стручна пракса М - ЗЗК

ID: 0897

носилац предмета: Седмак С. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: презентација пројекта

катедра: технологија материјала

### циљ

Циљеви предмета су да се студенти, после одслушане теоријске наставе, максимално ангажују у извођењу практичне стручне наставе. Циљ је да студенти постану компетентни у области заваривања и стекну одговарајуће академске вештине, а такође развију и креативне способности и овладају специфичним практичним вештинама потребним за обављање професије.

### исход

Савладавањем студијског програма, предвиђеног планом и програмом предмета, студент је способен да решава конкретне проблеме из праксе, као и да сагледа евентуалне последице до којих може да дође у случају лоших практичних решења. Студент је такође способен да повезује стечена знања из различитих области и примењује их у пракси.

### садржај теоријске наставе

Упознавање студената са проблемима у пракси.

### садржај практичне наставе

Извођење стручне праксе, појединачно у изабраној фирми. Писање извештаја након завршетка праксе.

### услов похађања

### ресурси

[1] Писани изводи са предавања (handouts)

[2] Плавшић Н., Шијачки-Жеравчић В., Стаменић З.: Таблице машинских материјала, профила, лимова и жица, Машински факултет, Београд, 2004;

[3] Изводи из стандарда

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 0

развијање и примери (рекапитулација): 6

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 35  
консултације: 0  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 5  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 0

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 100  
завршни испит: 0  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 40

**литература**



## Технологија заваривања

ID: 0895

носилац предмета: Седмак С. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Разумевање основних принципа технологије заваривања као прописаног тока активности које треба следити приликом израде завареног споја. Упознавање студената са техникама избора материјала, припреме, предгревања, начина и контроле заваривања и накнадној термичкој обради. Разумевање и израда задатака из технологије заваривања. Развој самосталног рада израдом и презентацијом изабраних семинарских радова.

### исход

Похађањем предмета студент овладава основним знањима технологије заваривања . Теоријска разматрања, као и рачунски примери омогућавају студенту да овлада свим потребним принципима технологије заваривања потребним за израду заварених спојева. Упознавање студената са постојећим савременим стандардима и препорукама из дате области.

### садржај теоријске наставе

Увод у основне принципе технологије заваривања. Дефинисање претходне спецификације технологије заваривања (ПСТЗ). Квалификација технологије заваривања (КТЗ). Спецификација технологије заваривања (СТЗ) - анализа документа који је дефинисан стандардом ЈУС ЕН 288-2 и потребно је да садржи податке о произвођачу, основном материјалу, поступку и положају заваривања, припреми споја, жлеба и ивица, техници заваривања, додатном материјалу, свим параметрима заваривања, температури предгревања и међуслојној температури. Термичка обрада после заваривања. Редослед заваривања. Квалификација заваривача - анализа стандарда ЕН 287-1 који обухвата принципе на којима се заснива испитивање стручне оспособљености заваривача за заваривање челика топљењем.

### садржај практичне наставе

Аудиторне вежбе са примерима задатака из технологије заваривања . Израда задатака из спецификације технологије заваривања - примери обухватају различите врсте и дебљине основног материјала, поступка и положаја заваривања. Израда задатака из квалификације технологије заваривања - примери обухватају различите врсте и дебљине основног материјала, поступка и положаја заваривања. Одбрана и презентација изабраних семинарских радова.

### услов похађања

### ресурси

[1] Писани изводи са предавања (handouts)

[2] Плавшић Н., Шијачки-Жеравчић В., Стаменић З.: Таблице машинских материјала, профила, лимова и жица, Машински факултет, Београд, 2004;

[3] Изводи из стандарда

[4] S. Sedmak et al., The Challenge of Materials and Weldments, SSIL, Belgrade, 2008.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 0

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 12

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 4

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 1

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 1

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 2

завршни испит: 3

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 25

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 20

семинарски рад: 15

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

#### **литература**

Б. Сабо и остали, Заварљивост нерђајућих челика-приручник, Н.Сад, 1995.

И. Хривњак, Заварљивост челика, превод на Српски (Ј. Недељковић), Грађевинска књига, Београд, 1982.

## Трибологија

ID: 0519

носилац предмета: Венцл А. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Циљ предмета је да студент:

- сагледа значај и проблематику трења, хабања и подмазивања (кључне речи у трибологији), у области конструисања и одржавања машинских елемената и система,
- овлада фундаменталним знањима из наведених области трибологије како би мериторно одлучивао о избору материјала и мазива за трибокомпоненте конструкције и
- решава проблеме везане за превенцију хабања и компетентно одлучује о техникама побољшања триболошких карактеристика материјала, као и технологија подмазивања.

### исход

На основу савладаног знања студент је оспособљен да:

- мултидисциплинарним прилазом решава сложене триболошке проблеме у циљу обезбеђења високе поузданости машина и опреме,
- критички анализира решење конструкције са гледишта трења и хабања оцењујући могуће ефекте на поузданост рада,
- користи методе за решавање проблема подмазивања машинских елемената и система укључујући и избор мазива као елемента конструкције и
- предлаже решења за смањење дисипације енергије и материјала у машинама.

### садржај теоријске наставе

- Трибологија као наука и техничка дисциплина и техноекономски значај трибологије.
- Својства површина и природа додира два тела.
- Трење. Основни узроци и законитости. Трење метала и неметала.
- Хабање. Механизми и врсте хабања. Методе прорачуна. Превенција хабања.
- Триболошки материјали (врсте и примена у трибологији). Карактеристике и избор материјала за триболошке компоненте.
- Технологије побољшања триболошких карактеристика материјала (модификације површине и превлаке).
- Мазива – улога, врсте, подела и основна својства. Реологија мазива.
- Видови и врсте подмазивања. Хидростатичко, хидродинамичко, еластохидродинамичко и гранично подмазивање.
- Системи подмазивања (задаци и улога, поступци и подела и елементи и уређаји система) и избор мазива.
- Организовање службе подмазивања и екологија мазива.

### садржај практичне наставе

- Приказ триболошких губитака у индустрији и код транспортних средстава. Резултати студија на триболошким уштедама.
- Карактеризација триболошких површина. Методе и уређаји за мерење храпавости површина и стандарди. Утицај технологије обраде на храпавост површина. Својства површинских слојева.
- Прикази похабаних површина и отказа машинских делова, као и продуката хабања.

- Примери испитивања и оптимизације различитих решења за побољшање триболошких карактеристика материјала.
- Лабораторијска вежба: „Експериментално одређивање храпавости, трења и хабања“. Мерење храпавости и одређивање трења и хабања за различите материјале и услове испитивања.
- Класификације и спецификације мазива. Методе испитивања мазива.
- Лабораторијска вежба: „Експериментална испитивања реолошких својстава мазива“. Утврђивање реолошких својстава течних (величина вискозности, вискозитетно-температурска зависност, индекс вискозности) и полутечних мазива (зависност напона смицања и градијента брзине смицања, привидна вискозност).
- Израда семинарског рада.

#### **услов похађања**

#### **ресурси**

1. --, Писани изводи (handouts) за свако предавање.
2. А. Рац, Основи трибологије, Машински факултет, Београд, 1991.
3. А. Рац, Мазива и подмазивање машина, Машински факултет, Београд, 2007.
4. А. Рац, А. Венцл, Метални материјали клизних лежаја, Машински факултет, Београд, 2004.
5. Трибометар типа епрувета по диску, трибометар типа блок на прстену, Форбол – уређај са четири кугле.
6. Вискозиметар за течна мазива и вискозиметар за техничке масти.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 12

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 5

пројекат: 0

консултације: 13

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 4

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 45  
лабораторијска вежбања: 10  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 10  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Б. Ивковић, А. Рац, Трибологија, Југословенско друштво за трибологију, Крагујевац, 1995.  
J. Halling, Principles of Tribology, The MacMillan Press Ltd., London, 1975.  
D.F. Moore, Principles and Applications of Tribology, Pergamon Press, Oxford, 1975.  
B. Bhushan, Principles and Applications of Tribology, John Wiley & Sons, New York, 1999.  
A.R. Lansdown, Lubrication – A Practical Guide to Lubricant Selection, Pergamon Press, Oxford, 1982.

## Триболошки системи

ID: 0537

носилац предмета: Венцл А. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Циљ предмета је да студент:

- сагледа проблематику и значај триболошких процеса у раду основних и најзначајнијих машинских елемената (клизних и котрљајних лежаја, зупчастих парова, вођица, заптивки и др.),
- овлада методама прорачуна триболошких елемената користећи савремене теорије подмазивања и
- врши избор врсте подмазивања и врсте мазива за подмазивање најзначајнијих машинских елемената.

### исход

На основу савладаног знања студент је оспособљен да:

- процењује основне машинске конструкције са триболошког становишта анализом структуре триболошког система,
- даје предлоге за решавање проблема трења и хабања и
- врши карактеризацију и прорачун радних и триболошких карактеристика разматране конструкције.

### садржај теоријске наставе

- Дефиниција триболошких система. Триболошке карактеристике.
- Лежаји – намена и врсте. Прелиминарни избор врсте лежаја. Рејнолдсова једначина.
- Клизни лежаји (хидродинамички, хидростатички, синтеровани и самоподмазујући) – прорачун трења, најмање дебљине слоја мазива, протока мазива, моћи ношења и температуре уља или површина. Избор мазива и поступци подмазивања.
- Котрљајни лежаји – прорачун трења, најмање дебљине слоја мазива и температуре уља. Избор мазива и поступци подмазивања.
- Трибологија зупчастих парова – утицај подмазивања на поузданост и степен корисности, прорачун трења, најмање дебљине слоја мазива, температуре и др. Избор мазива и поступци подмазивања.
- Трибологија брегастих механизма – материјали и триболошке карактеристике. Избор мазива и поступци подмазивања.
- Елементи са праволинијским наизменичним кретањем (клип-клипни прстен-цилиндар, клизне стазе и вођице) – материјали и триболошке карактеристике. Избор мазива и поступци подмазивања.
- Динамичке заптивке – врсте, намена, материјали и прорачун триболошких карактеристика. Избор мазива и поступци подмазивања.

### садржај практичне наставе

- Мазива – улога, врсте, подела и основна својства. Реологија мазива. Видови и врсте подмазивања.
- Задаци из области клизних лежаја (хидродинамички, хидростатички, синтеровани и самоподмазујући) – прорачун триболошких карактеристика.

- Задаци из области котрљајних лежаја – прорачун триболошких карактеристика.
- Задаци из области зупчастих парова и брегастих механизма – прорачун триболошких карактеристика.

### услов похађања

### ресурси

1. --, Писани изводи (handouts) за свако предавање.
2. А. Рац, Основи трибологије, Машински факултет, Београд, 1991.
3. А. Рац, Мазива и подмазивање машина, Машински факултет, Београд, 2007.
4. А. Рац, А. Венцл, Метални материјали клизних лежаја, Машински факултет, Београд, 2004.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 17

консултације: 13

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 6

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 25

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### литература

- D. Dowson, G.R. Higginson, *Elasto-hydrodynamic lubrication*, Pergamon Press, Oxford, 1977.  
T.A. Harris, *Rolling Bearing Analysis*, John Wiley & Sons, New York, 1984.  
R.J. Welsh, *Plain Bearing Design Handbook*, Butterworths, London, 1983.  
W.B. Rowe, *Hydrostatic and Hybrid Bearing Design*, Butterworths, London, 1983.  
W.A. Gross (Ed.), *Fluid film lubrication*, John Wiley & Sons, New York, 1980.



## Триботехника

ID: 0509

носилац предмета: Венцл А. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Циљ предмета је да студент:

- овлада фундаменталним знањима из области мазива и подмазивања,
- сагледа значај отказа са техничког и економског аспекта,
- овлада знањима за процену отказа на основу успостављених класификација узрок-манифестација,
- сагледа проблематику успостављања програма мониторинга и дијагностике стања машина на основу савремених оруђа и
- повећава расположивост и продуктивност опреме кроз јасно дефинисану техничку стратегију и доноси мериторне одлуке.

### исход

На основу савладаног знања студент је оспособљен да:

- спроводи анализу и синтезу проблема везаних за одржавање и компетентно одлучује о програму одржавања у области триботехнике,
- бира и користи савремене методе за мониторинг стања и дијагностике стања триболошких система,
- на основу резултата мониторинга доноси закључке о начинима за превенцију отказа и
- спроводи све мере одржавања у домену триботехнике и систематски их уводи у окружење са циљем смањења губитака услед трења и хабања.

### садржај теоријске наставе

- Уводно предавање – циљеви и задаци триботехнике.
- Мазива – улога, врсте, подела и основна својства.
- Видови и врсте подмазивања. Хидростатичко, хидродинамичко, еластохидродинамичко и гранично подмазивање.
- Системи подмазивања (задаци и улога, поступци и подела и елементи и уређаји система). Избор мазива и подмазивање основних машинских елемената и машинских система.
- Организовање службе подмазивања и екологија мазива.
- Улога, циљеви и технике анализе отказа и дијагностике стања у конструисању и одржавању машинских система (повремени, перманентни, делимични, тренутни и постепени отказ). Анализе отказа.
- Триботехничке активности и одрживи развој (методе одржавања, мапа пута изврсности, бенчмарк перформансе).
- Основне методе техничке дијагностике (дијагностика заснована на праћењу вибрација, дијагностика заснована на праћењу термичког стања и дијагностика преко продуката хабања у уљу за подмазивање).
- Мониторинг мазива и методе дијагностике стања триболошких компоненти и система.

### садржај практичне наставе

- Класификације и спецификације мазива. Методе испитивања мазива.
- Лабораторијска вежба из одређивања основних својстава мазива. Одређивање температура паљења и стињавања, неутрализационог и тоталног базног броја, пењења, оксидационе стабилности, садржаја пепела, воде и механичких нечистоћа, вискозности и индекса вискозности.
- Примери примене техника анализе отказа (стабло отказа, Ишикава дијаграм, Парето и ФМЕА анализа и др.) на одређене студије случаја отказа триболошких компоненти и
- Прикази оштећења и отказа код триболошких компоненти машина, као и продуката хабања и уређаја за дијагностику стања триболошких компоненти.
- Израда пројектног задатка у коме се на основу познатих техника анализе отказа (стабло отказа, Ишикава дијаграм, Парето и ФМЕА анализа и др.) врши приказ потенцијалних врста отказа; анализира се вероватноћа, узроци и последице реалних и потенцијалних недостатака у функционисању компоненти или система.

### **услов похађања**

### **ресурси**

1. --, Писани изводи (handouts) за свако предавање.
2. А. Рац, Мазива и подмазивање машина, Машински факултет, Београд, 2007.
3. М. Бабић, Мониторинг уља за подмазивање, Машински факултет, Крагујевац, 2004.
4. Разни уређаји за одређивање основних карактеристика течних и полутечних мазива. Вискозиметар за течна мазива и вискозиметар за техничке масти.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 8

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 9

консултације: 13

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 3

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 3

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 50  
лабораторијска вежбања: 5  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 10  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

Б. Јеремић, Технологија одржавања техничких система, ЕСКОД, Крагујевац, 1992.  
--, Handbook of Loss Prevention, Springer-Verlag, Berlin, 1978.  
R.A. Collacott, Mechanical Fault Diagnosis, Chapman and Hall, London, 1977.  
H.E. Boyer (Ed.), Metals Handbook – Failure Analysis and Prevention, American Society for Metals, Metals Park, 1975.  
A.R. Lansdown, Lubrication – A Practical Guide to Lubricant Selection, Pergamon Press, Oxford, 1982.

## Уређаји за сагоревање

ID: 0972

носилац предмета: Ацић М. Мирољуб

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: технологија материјала

### циљ

Према извештају Светске агенције за енергију из 2011. године преко 90% производње примарне енергије у свету добијено је сагоревањем горива. Планови развоја Европске Уније предвиђају да ће до 2020. године најмање 85% примарне енергије бити произведено неким од процеса сагоревања. Ситуација у нашој земљи је слична светској, сагоревањем се добија преко 90% примарне енергије. „Нацрт развоја стратегије енергетике Србије до 2025. са пројекцијама до 2030. године“, потврђује одређеност државе да далеко преовлађујуће технике производње енергије и даље буду на бази сагоревања. Светске кризе драматично повећавају значај ових питања. Србија, имајући у виду огромне тешкоће са којима се сусреће у последње две деценије, има посебан интерес да промовише и решава питање производње енергије. Циљ овог предмета је да студентима омогући дубље разумевање проблематике производње енергије процесима сагоревања, да студенти упознају савремене уређаје за сагоревање и оспособи их да компетентно учествују у примени и развоју.

### исход

Да студенти стекну знања из области савремених уређаје и система за сагоревање, да буду оспособљени да примене стечена знања у индустрији и енергетском сектору, да се упознају са принципима на којима почива контрола емисије полутаната и заштита животне средине, као и да добију основу за рад у истраживачким и развојним организацијама.

### садржај теоријске наставе

Под уређајима за сагоревање се у ужем смислу подразумевају горионици, горионички системи, ложишта и сигурносно-управљачки елементи. У оквиру ове области у мањем обиму се анализира и утицај врсте горива на перформансе уређаја. Детаљније ће бити анализирани различити типови горионика, од дифузионих типова, преко атмосферских, горионика са принудним довођењем оксидатора, предмешаних, са порозном структуром и зрачећих горионика. Биће аналисирана припрема гориве смеше за течна и чврста горива као и методе стабилизације пламена. Укратко анализирају се сигурносни уређаји и стандарди, а такође основни типови и карактеристике ложишта.

Теоријска настава обухвата следеће програмске целине:

- Горионици и ложишта.
- Основе процеса сагоревања, материјални и енергетски биланси.
- Пламен, врсте, посебности.
- Горива, обновљива горива, водоник.
- Емисија загађујућих и штетних продуката сагоревања, елементи заштите животне средине.
- Горионици и ложишта.
- Флуидизовани слој.
- Сагоревање у чврстој матрици.

- Коморе за сагоревање мотора и пропулзивних система.
- Беспламено сагоревање.
- Каталитичко сагоревање.
- Горивне ћелије.
- Сагоревање и производња нано и других материјала.
- Сигурносни уређаји и стандарди.

### **садржај практичне наставе**

У оквиру аудиторних вежби биће анализирана проблематика материјалног и енергетског биланса процеса сагоревања и загађујућих материја.

Лабораторијске вежбе ће обухватити приказ рада различитих типова горионика и различитих система сагоревања. Мерења емисије и анализу утицајних параметара на перформансе гасног горионика.

У оквиру рачунских задатака студенти ће самостално урадити задатак у вези са материјалним и енергетским билансом процеса сагоревања.

### **услов похађања**

#### **ресурси**

Писани изводи из предавања.

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 5

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10  
тест/колоквијум: 30  
лабораторијска вежбања: 10  
рачунски задаци: 20  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

М. Аџић, Писани изводи из предавања.  
Сагоревање, Д. Драшковић, М. Радовановић и М. Аџић, 1984, издавач Машински факултет Београд.

## Физика и електротехника

Биомедицинска инструментација и опрема  
Електричне машине  
Електроника

## Биомедицинска инструментација и опрема

ID: 0287

носилац предмета: Лукић М. Петар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: физика и електротехника

### циљ

Упознавање студената са сложенијим мерно-дијагностичким медицинским методама и применом електронских уређаја у медицини. Тежиште је на принципима и методама рада биомедицинске опреме са кратким описом конструкције појединих уређаја. Предмет оспособљава инжењере да заједно са осталим стручњацима раде на побољшавању постојеће и развоју нове биомедицинске опреме.

### исход

Похађањем предмета студент се оспособљава за разумевање и анализу проблема функционисања и коришћења биомедицинске инструментације и опреме. Предмет омогућава повезивање основних знања из електронике, физике и медицине и њихову практичну примену у савременој медицинској опреми.

### садржај теоријске наставе

Основни принципи медицинских мерења и инструментације. Сензори за мерење у биомедицини. Електрични и магнетски стимулатори, расемакер. Ултразвук у медицини - преглед дијагностичких метода: томографија, кардиосонографија, мерење брзине протока крви (Доплеров ефекат). Методе засноване на медицинској слици – Рентген, компјутерска томографија, Ангер камера, нуклеарна магнетска резонанца, позитронска емисиона томографија, термографија. Обрада и тумачење медицинске слике. Генерисање медицинске слике: дигитална и дигитализована слика. Основне методе обраде дигиталне слике.

### садржај практичне наставе

Основни физички принципи медицинских мерења и инструментације. Преглед врста и карактеристика сензора који се користе за мерење у биомедицини. Приказ основних склопова и делова електричног мишићног стимулатора и коментар алгорита рада. Примена ултразвука у медицини-томографија, кардиосонографија, мерење брзине протока крви (Доплеров ефекат). Примери генерисања медицинске слике. Дигитализација аналогне слике. Скенери и дигитајзери. Основне методе побољшање дигиталне слике. Морфолошке методе обраде дигиталне слике. Практични примери из клиничке праксе.

### услов похађања

### ресурси

[1] Joseph D. Bronzino (editor): The Biomedical Engineering - Handbook, CRC Press, IEEE Press, USA, 1995.

[2] Д. М. Шкатарић, Н. В. Ратковић, Т. М. Стојић, П. М. Лукић: Збирка решених задатака из Електротехнике, Машински факултет, Београд, 2000.

[3] Д. Б. Кандић: Електротехника, Машински факултет, Београд, 2002.



[4] Писани изводи са предавања (handouts)

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 25

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 3

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 3

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 3

тест са оцењивањем: 4

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 15

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 15

пројекат: 0

завршни испит: 35

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

#### **литература**

Joseph D. Bronzino (editor): The Biomedical Engineering - Handbook, CRC Press, IEEE Press, USA, 1995.

Dejan Popović, Mirjana Popović: Biomedicinska instrumentacija i oprema, Nauka, Beograd, 1997.

## Електричне машине

ID: 0401

носилац предмета: Шкатарић М. Добрила

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: физика и електротехника

### циљ

Упознавање законитости код електричних машина и постизање компетенције за даљи развој академских знања и практичних вештина у научним, стручним и примењеним областима машинства, електротехнике и биомедицине. Упознавање типова електричних машина, конструкције и примена које се срећу у разним областима инжењерства.

### исход

Савладавањем програма студент стиче способност за квалитетно обављање научне и стручне делатности; Овладава методама анализе код електричних машина, мерења и апликације, предвиђа решења и сагледава последице. Стиче разумевање истраживачких метода у овој области што му даје могућност примене стеченог знања на решавање конкретних проблема код машина кроз употребу одговарајућих научних метода и поступака.

### садржај теоријске наставе

Магнетска кола: Увод и основне компоненте, пермеабилност и засићење.

Енергетски трансформатори: Основне једначине, мерења, испитивања, повезивања; Аутотрансформатори.

Електромеханички системи, конверзија енергије, једначине сила и момената.

Машине једносмерне струје: Основне једначине, карактеристике мотора и генератора, губици и степен корисног дејства.

Вишефазни индукциони мотори: Принцип рада и еквивалентна кола. Примена.

Синхроне машине: Типови и конструктивне карактеристике; Синхроне машине са истуреним половима и цилиндричним ротором; Примена генератора и мотора.

Монофазни индукциони мотори.

Мотори са перманентним магнетом.

Управљање електричним машинама: Управљање машинама једносмерне и наизменичне струје (електронско, фреквентно-напонска регулација, и др.)

### садржај практичне наставе

Практична настава обухвата: 1) аудиторне вежбе на табли(нумерички примери и проблеми у општим бројевима) и 2) лабораторијске вежбе. Аудиторне вежбе прате план и програм предавања, и то из области трансформатора, полифазних индукционих мотора, мотора и генератора једносмерне струје и комбинација електромеханичких спрега. Предвиђена је и израда домаћих задатака, одабраних проблема. Лабораторијске вежбе су: 1) Мерење снаге трофазних мотора, 2) Демонстрација рада трофазног синхроног генератора, 3) Рад трофазног асинхроног мотора: мерење основних величина, промена смера ротације; 4) Мотор једносмерне струје, регулација, демонстрација рада на одабраној машини.

### услов похађања

## ресурси

1. Писани изводи са предавања, ДВЛ;
2. Del Toro V., Electrical Engineering Fundamentals, Prentice-Hall, New Jersey, 1986, KDA;
3. Nasar S., Electric Machines and Electromechanics, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill, 1998, KDA;

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 4

рачунски задаци: 4

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 6

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 15

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

## литература

Fitzgerald, Kingsley, ELEKTRIČNE MAŠINE, Naučna knjiga, 1962

G. Dotlić, ELEKTROENERGETIKA KROZ STANDARDE ZAKONE I PROPISE, SMEITS, 2001

## Електроника

ИД: 0224

носилац предмета: Кандић Б. Драган

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: физика и електротехника

### циљ

Упознавање основних закона електронике и постизање компетенције за даљи развој академских знања и вештина у научним, стручним и примењеним областима машинства које се ослањају на електронику. Упознавање основних компоненти и кола који се срећу у електроници и метода за њихову анализу, симулацију и пројектовање.

### исход

Савладавањем програма студент стиче способност за квалитетно обављање научне и стручне делатности. Овладава одређеним методама анализе и мерења, предвиђања решења и сагледавања последица. Стиче разумевање истраживачких и практичних метода у области електронике које ће адекватно моћи да примени у решавању конкретних проблема у машинству.

### садржај теоријске наставе

Дефиниција електронике и кратак историјски преглед развоја. Сигнали и системи;

Примена рачунара у анализи, симулацији и пројектовању електронских кола;

Основи физике полупроводника (структура кристала, чисти и примесни полупроводници,

електричне особине, транспортни процеси);

PN-спој (формирање, без поларизације, са директном и са инверзном поларизацијом, капацитивност области просторног товара, дифузиона капацитивност, напонски пробој);

Полупроводничке диоде (статичка карактеристика, модели за мале и велике сигнале, температурни ефекти, анализа диодних кола, прекидачки рад, диоде посебне намене-Ценерова, Шоткијева, ЛЕД, тунел, ПИН, фотодиода, примене);

Биполарни транзистори (принцип рада, расподела струја, појачавачко својство, модел за велике сигнале, статичке карактеристике, поларизација, еквивалентно коло за мале сигнале, модел за високе фреквенције, радни режими, ограничења, транзисторске спреге, пробој, температурни ефекти, прекидачки рад);

Транзистори са ефектом поља-JFET и MOSFET (принцип рада, статичке карактеристике, поларизација, еквивалентно коло за мале сигнале, модел за високе фреквенције, транзисторске спреге, прекидачки рад);

Појачавачи (функција преноса, еквивалентно коло, фреквенцијске карактеристике, повратна спрега). Операциони појачавачи (карактеристике, основна кола и примена у линеарној и нелинеарној обради сигнала);

Хармонијски осцилатори (анализа, типови, стабилизација амплитуде и фреквенције осциловања). Импулсни осцилатори;

Појачавачи снаге (са транзистором, са трансформаторском спрегом и комплементарним паром);

Вишеслојне силицијумске компоненте (тиристор, дијак и тријак, анализа рада и примена у колима за регулацију снаге);

Елементи дигиталне електронике (нумерички системи, Булова алгебра, логичка кола, основне комбинационе и секвенцијалне мреже, бистабилна кола);

A/D и D/A конвертори.

### **садржај практичне наставе**

На аудиторним вежбама раде се одабрани нумерички примери који прате план и програм предавања. Предвиђене су и четири лабораторијске вежбе:

- 1) Основне примене диода (исправљачи, лимитери и успостављачи нивоа);
- 2) Једностепени напонски појачавач са биполарним транзистором, у спрези са заједничким емитером (подешавање радне тачке и снимање фреквенцијских карактеристика);
- 3) Одабрана кола са операционим појачавачима за линеарну и нелинеарну обраду сигнала;
- 4) Логичка кола. Одабране комбинационе мреже и бројачи.

У оба вида вежби предвиђено је интензивно коришћење софтверских пакета: LT Spice IV, LogiSim и студентске верзије Multisim-a.

### **услов похађања**

#### **ресурси**

1. С. Тешић, Д. Васиљевић: Основи електронике, Грађевинска књига, Београд, 2009, ISBN 978-86-395-0572-1;
2. М. Живанов: Основе електронике-Компоненте, ФТН, Нови Сад, 2004, ISBN 86-85211-16-6;
3. М. Живанов: Основе електронике-Појачавачка кола, ФТН, Нови Сад, 2004, ISBN 86-85211-02-6;
4. В. Дрндаревић: Електроника, СФ, Београд, 2005, ISBN 86-7395-181-X;
5. Б. Аничин: Основи електронике, МФ, Београд, 1995;
6. М. Живанов: Основе електронике-Задаци, ФТН, Нови Сад, 2004, ISBN 86-85211-17-4;
7. Писани изводи са предавања ("handouts");
8. Лицензни софтвер, LT Spice IV, LogiSim и студентске верзије другог софтвера.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 20

лабораторијске вежбе: 8

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0  
преглед и оцена семинарских радова: 0  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 9  
тест са оцењивањем: 3  
завршни испит: 3

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 60  
лабораторијска вежбања: 0  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 35  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

A. Sedra, K. C. Smith: Microelectronic circuits, 6th Edition, Oxford University Press, NY, 2011, ISBN 978-019-973851-9  
R. Boylestad, L. Nashelsky: Electronic devices and circuit theory, 10th Edition, Prentice Hall, NY, 2009, ISBN 978-0-13-606463-3  
T. L. Floyd: Electronic devices, 8th Edition, Prentice Hall, NY, 2008, ISBN 978-0-13-615581-2  
R. Tokheim: Digital electronics principles and applications, 7th Edition, McGraw-Hill, NY, 2008, ISBN 978-0-07-312634-0  
J. J. Cathey: Theory and Problems of Electronic Devices and Circuits, McGraw-Hill, NY, 2002, ISBN 0-07-136270-3

## **хидрауличне машине и енергетски системи**

Вентилатори и турбокомпресори  
Мерења у хидроенергетици  
Обновљиви извори енергије - мале хидроелектране  
Примена турбомашина  
Пројектовање пумпи, вентилатора и турбокомпресора  
Прорачуни у турбомашинама  
Пумпе  
Пумпе и вентилатори  
Стручна пракса М - ХЕН  
Теорија турбомашина  
Техника мерења и сензори  
Хидрауличне преноснице  
Хидрауличне турбине  
Хидроенергетска постројења и опрема

## Вентилатори и турбокомпресори

ID: 0809

носилац предмета: Чантрак С. Ђорђе

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

Овладавање знањем инжењерске примене вентилатора и турбокомпресора као машина за подизање енергије флуиду. Оспособљеност за рад у пракси на енергетским инсталацијама, као и за пројектовање инсталација које у себи садрже вентилатор или турбокомпресор као уградни елемент са својом функцијом.

### исход

Познавање врста и конструкција вентилатора и турбокомпресора. Знање енергијских параметара и енергијског билансирања. Познавање теорије сличности у циљу примене бездимензијских параметара - значица. Познавање начина одређивања радне тачке система и вентилатора. Знање енергијских карактеристика вентилатора/турбокомпресора и њиховог значаја при спрезању и регулисању вентилатора и турбокомпресора. Познавање прорачуна и конструисања турбокомпресора применом савремених рачунарских програма.

### садржај теоријске наставе

Задатак и конструкције вентилатора. Примери примене. Теорија сличности, значице и разврставање вентилатора. Прорачун основних димензија вентилатора – тип, пречник радног кола, излазна ширина кола, спирално кућиште. Спрезање и регулисање вентилатора. Испитивање вентилатора. Специфичности вентилатора и вентилаторских постројења. Начини уградње вентилатора. Аксијални вентилатори без закола - карактеристика вентилатора, спрезање. Ваздушне завесе, реверзибилни вентилатори, вентилатори за пожарне услове, плафонски и кровни вентилатори, вентилатори у расхладним уређајима. Избор вентилатора. Вентилатори у енергетској сертификацији зграда. Провера заптивености објекта ("blower door" тест). Шумност (бука) вентилатора и вентилаторских постројења. Разврставање топлотних турбомашина. Задатак и конструкције турбокомпресора. Енергијски биланс. Основе термодинамике турбокомпресора. Степени корисности. Нехлађени и хлађени турбокомпресори. Размена енергије у аксијалној решетки. Вишестепени компресори. Карактеристичне криве аксијалних турбокомпресора и понашање у раду (границе пумпања и гушења). Одређивање оптималних значица центрифугалних компресора. Радне криве и понашање центрифугалних компресора у раду.

### садржај практичне наставе

1. Аудиторне вежбе:

Рачунски примери предаваног градива: Спрезање и регулисање вентилатора. Избор вентилатора. Термодинамичка анализа. Одређивање степена корисности за случај нехлађених и хлађених турбокомпресора. Вишестепени компресори.

2. Пројекат:

2.1. Упознавање са садржајем упутства за израду пројекта вишестепеног аксијалног турбокомпресора: од прорачуна главних димензија компресора до 3Д модела.

2.2. Коришћење постојећих програма за моделирање геометрије турбокомпресора.



3. Лабораторијске вежбе:

3.1. Показне лабораторијске вежбе:

Лабораторија за хидрауличне машине - показивање конструкција вентилатора и турбокомпресора и опис.

3.2. Активне лабораторијске вежбе:

1. Испитивање радних карактеристика вентилатора.

2. Испитивање буке вентилаторских постројења.

3. Повезивање електричних мотора вентилатора и регулатора и пуштање у погон.

**услов похађања**

**ресурси**

1. Књиге наведене у литератури и списку литературе који се даје студентима.

2. Изводи са предавања и вежбања.

3. Упутство за израду пројекта вишестепеног аксијалног турбокомпресора.

4. Лабораторија за хидрауличне машине - вентилатори и турбокомпресори, инсталације, мерна опрема.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 12

лабораторијске вежбе: 5

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 5

консултације: 3

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 3

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 10

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 60

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 10

завршни испит: 20

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

### литература

Протић З., Недељковић М. (2010): Пумпе и вентилатори. Проблеми, решења, теорија, 6. изд., Машински факултет Универзитета у Београду, Београд.

Обрадовић Н. (1974): Турбокомпресори, Машински факултет Универзитета у Београду, Београд.

Eck B. (1975): Fans, Reprint of the 1st English Ed. in 1973, Pergamon Press.

Cherkassky V. (1990): Pumps, Fans, Compressors, 3. Eng. Ed., Mir Publishers, Moscow.

Bommes L., Fricke J., Grundmann R. (Eds.) (2002): Ventilatoren, 2. Aufl., Vulkan-Verlag, Essen.

## Мерења у хидроенергетици

ID: 0927

носилац предмета: Илић Б. Дејан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

Мерења у инжењерској пракси, а такође и у истраживачкој делатности заузимају изразито важно место. Мерења у хидроенергетици обухватају мерење струјних величина флуида и енергетских карактеристика погонских и гоњених машина, како би се одредиле енергетске карактеристике турбина, пумпи, вентилатора и осталих турбомашина. У оквиру овог предмета изучавају се карактеристике затварача и методе за одређивање кавитацијских карактеристика хидрауличких машина и опреме.

### исход

Савладавањем студијског програма студент стиче неопходна знања у области мерења у хидроенергетици која су изузетно важна у њиховој будућој професионалној делатности. На најбољи начин студент може повезати теоријска и практична знања овладавајући методама мерења које га уводе у свет верификације и доказивања гарантованих или предвиђених рачуном величина. У области истраживања пружа му се изузетна могућност откривања непознатог - феноменолошка истраживања.

### садржај теоријске наставе

- Значај испитивања у хидроенергетици. Моделска испитивања хидрауличних машина;
- Прописи и препоруке при моделским испитивањима. Преглед потребних мерних величина;
- Испитивање модела турбина у лабораторији;
- Одређивање енергетских и кавитацијских карактеристика модела турбина – универзалне карактеристике;
- Испитивање турбина у хидроелектранама;
- Испитивање модела пумпи у лабораторији;
- Одређивање енергетских и кавитацијских карактеристика модела пумпи – универзалне карактеристике;
- Испитивање пумпи у пумпним станицама;
- Испитивање вентилатора у лабораторији и у оквиру вентилаторског постројења;
- Испитивање компресора у лабораторији и у оквиру компресорског постројења;
- Испитивање хидромашинске опреме у лабораторији;
- Одређивање енергетске и кавитацијске карактеристике затварача.

### садржај практичне наставе

- Мерење величина у хидроенергетици;
- Одређивање енергетских и кавитацијских карактеристика пумпи;
- Одређивање енергетских и кавитацијских карактеристика турбина;
- Одређивање енергетских карактеристика пумпи у пумпној станици;
- Одређивање енергетских карактеристика турбина у хидроелектрани.

Лабораторијска вежбања:

- Калибрација мерних уређаја;

- Одређивање универзалне карактеристике модела турбине;
- Одређивање универзалне карактеристике модела пумпе;
- Испитивање вентилатора у лабораторији и у оквиру вентилаторског постројења.

### услов похађања

### ресурси

- [1] Писани материјали са предавања,  
[2] Инсталације за испитивање енергетских и кавитацијских карактеристика модела турбина, малих хидроелектрана, хидромашинске опреме, Пелтонових турбина, модела турбина и турбомашина ваздухом, пумпи.

### фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20  
разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 14  
лабораторијске вежбе: 10  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
консултације: 6  
дискусија/радионица: 0  
студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0  
преглед и оцена лабораторијских извештаја: 6  
преглед и оцена семинарских радова: 4  
преглед и оцена пројекта: 0  
колоквијум са оцењивањем: 0  
тест са оцењивањем: 0  
завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 5  
тест/колоквијум: 0  
лабораторијска вежбања: 50  
рачунски задаци: 0  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 45  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### литература

Мирослав Бенишек „Хидрауличне турбине“, Машински факултет у Београду, 1998.,

## Обновљиви извори енергије - мале хидроелектране

ID: 0928

носилац предмета: Божић О. Иван

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени+усмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

Постизање академског нивоа стручности из области малих хидроенергетских постојења, хидромашинске опреме и хидроенергетике.

Стицање практичних знања из пројектовања постројења и упознавање са садржајем техничке документације пројеката малих хидроелектрана.

Овладавање знањем избора и прорачуна хидромашинске опреме која се уграђује у мале хидроелектране.

Развијање способности налажења оптималног решења, повезивањем стечених теоријских и практичних знања, применом вишекритеријумских метода.

Развој индивидуалних креативних способности у обављању професије пројектанта малих хидроелектрана.

### исход

Усвајање основних принципа и искуствених података при пројектовању, избору и прорачуну опреме у циљу постизања максималног степена искоришћења малих хидроелектрана.

Сагледавање организационо - техничке структуре послова на изради пројекта, изградњи и експлоатацији хидроенергетских постројења малих снага у објекатима електроенергетских система.

Способност избора најбољег решења за дати случај из низа варијантних решења са становишта енергетско-економске анализе.

### садржај теоријске наставе

Обновљиви извори енергије. Значај коришћења енергије малих водотокова. Историјски развој малих хидроелектрана (МХЕ). Могућност коришћења хидроенергије у свету и у Србији. Врсте хидроенергетских постројења малих снага. Законске основе изградње постројења и производње електричне енергије у малим хидроелектранама. Подлоге за пројектовање малих хидроелектрана. Основни параметри МХЕ. Хидраулички прорачун МХЕ. Уградња и прорачун цевовода. Машинске зграде МХЕ. Мале хидрауличне турбине. Хидромашинска опрема у МХЕ. Прелазни процеси у МХЕ. Хидроудар. Методе прорачуна хидроудара. Заштита од хидроудара. Основе електроопреме. Помоћни системи у хидромашинским постројењима. Енергетско-економска анализа пројеката.

### садржај практичне наставе

Фазе пројектовања и пратећа техничка документација. Анализа подлога за пројектовање. Основни параметри МХЕ. Прорачун основних параметара турбине при пројектовању МХЕ (димензије обртног кола, спирале, сифона, одређивање висине потапања турбине и коте постављања осе турбине у односу на кату доње воде, прорачун минималне, номиналне и максималне снаге турбина). Енергетске и кавитационе карактеристике турбина. Регулација турбина (опис, функција и начин рада регулатора). Практични рачунски примери из пројектовања МХЕ. Примери прорачуна хидроудара. Помоћни системи мале хидроелектране. Избор врсте, броја грана и пречника цевовода. Врсте

водозахвата. Решетке и механизми за чишћење. Одређивање типа и димензија предтурбинског затварача у зависности од притиска и протока, типа погонског механизма и намене затварача, као и услова које затварачи треба да задовоље (начин отварања и затварања). Примери прорачуна затварача. Одређивање начина мерења хидрауличних величина.

Демонстрација рада мале Пелтонове турбине у Лабораторији за хидрауличне машине и енергетске системе. Обилазак мале хидроелектране.

#### **услов похађања**

#### **ресурси**

Бенишек, М.: Писани изводи предавања (Хидромашинска постројења, Хидромашинска опрема)

Божич, И.: Писани изводи вежби (Хидромашинска постројења)

Лабораторија за хидрауличне машине – уређаји и инсталације

#### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

#### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

#### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 14

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 8

семинарски рад: 0

пројекат: 6

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

#### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 6

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

#### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 25

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### литература

Бенишек, М.: Хидрауличне турбине, Машински факултет у Београду, 1998

Ђорђевић, Б.: Хидроенергетско коришћење вода, Грађевински факултет у Београду, 2001.

Ристић Б., Миленковић Д.: Мале хидроелектране-водне турбине, Научна књига, Београд, 1996

Warnick, C.C.: Hydropower engineering, Prentice-Hall.Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, 1984

Guide for selection of Turbine and Governing System for Small Hydropower, Alternate Hydro Energy Centre Indian Institute of Technology, Roorkee, 2008



## Примена турбомашина

ID: 0318

носилац предмета: Гајић Ћ. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

1. Стицање теоријског знања о димензионисању и конструисању турбомашина.
2. Оспособљавање за израду пројектне документације једне турбомашине (пумпе или вентилатора). Стицање практичних знања примене пумпи, турбина и вентилатора у енергетским системима.
3. Усаглашавање карактеристика погонских машина и хидрауличких спојница и преносника у транспортним средствима.

### исход

1. Стицање основних знања о конструисању пумпи, вентилатора и других турбомашина.
2. Савладавање метода за израду пројектне и радионичке техничке документације наведених машина.
3. Изучавање начина избора хидрауличких преносника према карактеристикама погонских и гоњених уређаја.
4. Стицање практичних искустава експлоатације хидрауличких преносника, водних турбина, пумпи и вентилатора.

### садржај теоријске наставе

1. Пумпе: опис, начин рада и поделе. Одређивање главних мера. Карактеристике и примена пумпи. Пумпне станице. Избор пумпи. Експлоатација и одржавање.
2. Вентилатори. Опис, начин рада и одређивање главних мера радијалних и добошастих вентилатора. Опис и одређивање главних мера аксијалних вентилатора. Компресори. Опис и начин рада. Регулисање.
3. Водне турбине. Опис и радно подручје турбина. Опис и радно подручје турбина са померљивим лопатицама кола. Реверзибилне пумпе-турбине. Хидрауличне спојнице и преносници снаге. Запремински преносници снаге. Хидродинамички преносници. Радне особине спојнице и мењаче. Принципи прорачуна. Заједнички рад спојнице или мењаче са погонским мотором.

### садржај практичне наставе

Посета водоводним и вентилационим системима са циљем упознавања рада турбомашина.

Лабораторијска вежбања: Упознавање са вентилационим и пумпним постројењима.

Облици радних кола и врсте струјања. Нежељене појаве и оштећења турбомашина.

Начини стартовања пумпи, вентилатора и мењача. Пројектни задатак: Струјни прорачун радијалне пумпе или вентилатора са цилиндричним лопатицама. Прорачун и димензионисање непокретних делова. Прорачун главних мера. Израда склопног цртежа. Израда једног детаља (радног кола). Одређивање радних режима у појединачном и паралелном раду пумпе или вентилатора у систему. Објашњење пројекта.

### услов похађања

## ресурси

Предавања у писаном и делимично електронском облику, аудиторна вежбања у писаном облику, угледни примери рачунских задатака, компјутерска подршка.

## фонд часова

укупан фонд часова: 75

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 1

рачунски задаци: 3

семинарски рад: 0

пројекат: 6

консултације: 2

дискусија/радионица: 3

студијски истраживачки рад: 0

## провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 4

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 1

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 3

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

## литература

Крсмановић Љ., Гајић А., Турбомашине - Пумпе, Машински факултет, Београд 1996.

Крсмановић Љ., Гајић А., Турбомашине - Вентилатори, Машински факултет, Београд 2000.

Крсмановић Љ., Гајић А., Турбомашине - Хидродинамички преносници снаге, Машински факултет, Београд 2006.

## Пројектовање пумпи, вентилатора и турбокомпресора

ID: 0445

носилац предмета: Недељковић С. Милош

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

Овладавање знањем инжењерског пројектовања пумпи, вентилатора и турбокомпресора. Оспособљеност за рад у пројектним и развојним бироима у индустрији пумпи, вентилатора и турбокомпресора. Оспособљеност за иновирање пројектних метода.

### исход

Познавање разних поступака за пројектовање пумпи, вентилатора и турбокомпресора. Познавање последица различитих приступа. Познавање хидрауличких, нумеричких и искуствених података који се користе при пројектовању. Практична вештина стечена урађеним пројектом.

### садржај теоријске наставе

Прорачун обртног кола радијалне пумпе. Меридијански пресек кола и одређивање струјне мреже. Хоризонтална пројекције кола. Метода тачка по тачка. Метода конформног пресликавања. Моделарски пресеци. Обликовање и прорачун спирале. Пројектовање аксијалних пумпи. Избор оптималних значајца. Примена теорије решетке за прорачун обртног кола и закола аксијалних пумпи. Метода узгонских површина. Метода Вајниг-Екерт. Пројектовање уводника, дифузора и излазне кривине. Одређивање хидрауличких, волуметријских и механичких губитака пумпе. Аксијална и радијална сила: настанак, прорачун, уравнотежење. Заптивање: врсте и примена. Улежиштење и конструкција. Прорачун карактеристика пумпе. Посебности пројектовања вентилатора. Посебности пројектовања турбокомпресора. Одређивање оптималних значајца аксијалних турбокомпресора. Прорачун радијалних кола и обликовање. Избор материјала и прорачун чврстоће појединих делова турбокомпресора. Основне смернице за пројектовање вишестепених турбокомпресора.

### садржај практичне наставе

Пројектни примери: Прорачун обртног кола радијалне пумпе. Обликовање меридијанског пресека кола и одређивање струјне мреже. Обликовање хоризонталне пројекције кола. Метода тачка по тачка. Метода конформног пресликавања. Моделарски пресеци. Пројектовање преткола и закола. Обликовање и прорачун спирале. Примена теорије решетке за прорачун обртног кола и закола аксијалних пумпи. Метода узгонских површина. Метода Вајниг-Екерт. Обликовање обртног кола и закола. Пројектовање уводника, дифузора и излазне кривине. Улежиштење и конструкција. Посебности пројектовања вентилатора. Посебности пројектовања турбокомпресора.

### услов похађања

### ресурси

Материјал из руке за предавања и вежбања.

Лабораторија за хидрауличне машине - уређаји, инсталације, мерна опрема.  
Рачунарска учионица Факултета.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 5

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 22

консултације: 3

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 10

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 70

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

### **литература**

## Прорачуни у турбомашинама

ID: 0444

носилац предмета: Недељковић С. Милош

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

Овладавање знањем инжењерског нумеричког пројектовања турбомашина. Оспособљеност за рад у пројектним и развојним бироима у индустрији турбомашина. Оспособљеност за иновирање пројектних метода, као и стицање основе за академску наградњу у погледу примене рачунске механике флуида.

### исход

Познавање разних поступака за пројектовање турбомашина. Познавање последица различитих приступа. Познавање хидрауличких, нумеричких и искуствених података који се користе при пројектовању. Практична вештина стечена урађеним пројектом.

### садржај теоријске наставе

Директан и индиректан задатак при решавању струјања кроз решетке. CAD технике у пројектовању турбомашина. Нумеричко задавање меридијанског пресека. Мрежа константних меридијанских брзина. Потенцијална мрежа. Нумеричка приближна ортогоналност између струјница и нормала. Одређивање распореда брзина. Прорачун струјања CFD техником. Развијање лопатица нумеричким путем. Нумеричко подешавање струјница у конформној равни. CAD приказ развијене лопатице у основној равни. Моделарски пресеци – CAD приказ и контрола просторног облика. CAD приказ развијене спирале и контрола просторног облика. Хидро(аеро)профили. Геометријске и хидро(аеро)динамичке карактеристике. Нумерички прорачун по цилиндричним пресецима. Слагање профила нумерички, контролисање просторне геометрије лопатице CAD техником.

### садржај практичне наставе

Нумерички примери градива из примене рачунара у прорачуну обртног кола и стационарних елемената, у хидрауличним прорачунима и у прорачунима чврстоће метода интерполације, регресије, интеграције и диференцијације. Прорачуни радијалних турбомашина - обликовања меридијанског пресека; приближне ортогоналности између струјница и нормала; мрежа константних меридијанских брзина и потенцијалних; прорачуна струјања CFD техником; развијања радијалних и аксијалних лопатица нумеричким путем; CAD приказ развијених лопатица. Прорачун облика спирале. Једнострука и двострука спирала. Нумеричко задавање облика радијалног пресека спирале. Нумерички прорачун закола аксијалних пумпи.

### услов похађања

### ресурси

Материјал из руке за предавања и вежбања. Литература. Рачунарска учионица Факултета. Лабораторија за хидрауличне машине - просторни изгледи лопатица радијалних и аксијалних машина, као и осталих елемената који се прорачунавају.

## **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 10

рачунски задаци: 5

семинарски рад: 10

пројекат: 0

консултације: 5

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 10

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 40

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

## **литература**

## Пумпе

ID: 0443

носилац предмета: Недељковић С. Милош

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

Овладавање знањем инжењерске примене пумпи као машина за подизање енергије флуиду. Оспособљеност за рад у пракси на енергетским инсталацијама, као и за пројективање инсталација које у себи садрже пумпу као уградни елемент са својом функцијом.

### исход

Познавање врсти и конструкција пумпи. Знање енергијских параметара и енергијског билансирања. Познавање теорије сличности у циљу примене бездимензијских параметара - значајца. Познавање начина одређивања радне тачке система. Знање енергијских карактеристика пумпе и њиховог значаја при спрезању и регулисању пумпи. Познавање кавитацијских карактеристика пумпе.

### садржај теоријске наставе

Опис пумпи. Енергијски биланс. Дефинисање унутрашњег рада, рада кола и корисног рада. Јединични рад струје - напор. Одређивање напора у постројењу и према траси ценовода. Ојлерова једначина за турбомашине. Утицај излазног угла на напор кола и степен реакције кола. Умањење напора кола - утицај коначног броја лопатица. Снаге и степени корисности пумпи. Закони сличности. Значајце пумпи. Разврставање пумпи по типовима. Кавитација. Кавитацијска резерва. Коефицијент кавитације. Одређивање црпне висине пумпе. Утицај вискозности течности на радне карактеристике пумпи. Прорачун основних димензија пумпи. Спрезање и регулисање пумпи. Избор пумпи. Испитивање пумпи. Пумпе у разним постројењима. Клипне пумпе - опис, разврставање и начин рада. Неравномерност протока. Индикаторки дијаграм. Одређивање снаге и црпне висине. Опис обртно-клипних пумпи.

### садржај практичне наставе

Рачунски примери предаваног градива: Енергијски биланс. Одређивање напора у постројењу и према траси ценовода. Ојлерова једначина за турбомашине. Степен реакције кола и умањење напора кола. Снаге и степени корисности пумпи. Закони сличности. Значајце пумпи. Кавитацијска резерва. Коефицијент кавитације. Одређивање црпне висине пумпе. Спрезање и регулисање пумпи. Пумпе у разним постројењима. Показна лабораторијска вежба: Завод (лабораторија) за хидрауличне машине - показивање конструкција пумпи и опис улоге појединих делова. Пумпне инсталације и опис њиховог рада

### услов похађања

### ресурси

Уџбеник: Протић З, Недељковић М. Пумпе и вентилатори. Проблеми, решења, теорија, 6.изд. Машински факултет Универзитета у Београду, Београд 2010.

Материјал из руке за вежбања.

Лабораторија за хидрауличне машине - уређаји, инсталације, мерна опрема.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 26

лабораторијске вежбе: 2

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 10

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 70

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

### **литература**



## Пумпе и вентилатори

ID: 0446

носилац предмета: Недељковић С. Милош

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

Овладавање знањем инжењерске примене пумпи и вентилатори као машина за подизање енергије флуиду. Оспособљеност за рад у пракси на енергетским инсталацијама, као и за пројектовање инсталација које у себи садрже пумпу или вентилатор као уградни елемент са својом функцијом.

### исход

Познавање врсти и конструкција пумпи и вентилатора. Знање енергијских параметара и енергијског билансирања. Познавање теорије сличности у циљу примене бездимензијских параметара - значица. Познавање начина одређивања радне тачке система. Знање енергијских карактеристика пумпе/вентилатора и њиховог значаја при спрезању и регулисању пумпи и вентилатора. Познавање кавитацијских карактеристика пумпе и промене карактеристике вентилатора при другој густини.

### садржај теоријске наставе

Опис пумпи и вентилатора (ПВ). Енергијски биланс. Дефинисање унутрашњег рада, рада кола и корисног рада. Јединични рад струје - напор. Одређивање напора по дефиницији и према траси цевовода. Ојлерова једначина за турбомашине. Утицај излазног угла на напор кола и степен реакције кола. Умањење напора кола - утицај коначног броја лопатица. Снаге и степени корисности ПВ. Закони сличности. Значице ПВ. Разврставање ПВ по типовима. Кавитација. Кавитацијска резерва. Коефицијент кавитације. Одређивање црпне висине пумпе. Утицај својства радног флуида на карактеристике ПВ - утицај вискозности течности на радне карактеристике пумпи, и утицај густине гаса на карактеристике вентилатора. Прорачун основних димензија ПВ. Спрезање и регулисање ПВ. Избор ПВ. Испитивање ПВ. Примена ПВ у разним постројењима. Клипне пумпе - опис, разврставање и принцип рада. Неравномерност протока. Индикаторки дијаграм. Одређивање снаге и црпне висине. Опис обртно-клипних пумпи.

### садржај практичне наставе

Рачунски примери пређеног градива: Енергијски биланс. Одређивање напора у постројењу и према траси цевовода. Ојлерова једначина за турбомашине. Умањење напора кола. Снаге и степени корисности ПВ. Закони сличности. Значице ПВ. Кавитацијска резерва. Одређивање црпне висине пумпе. Спрезање и регулисање ПВ. ПВ у разним постројењима. Клипне пумпе - начин рада. Показне лабораторијске вежбе: Завод (лабораторија) за хидрауличне машине - показивање конструкција ПВ и опис улоге појединих делова. ПВ инсталације и опис њиховог рада.

### услов похађања

### ресурси

Уџбеник: Протић З, Недељковић М. Пумпе и вентилатори. Проблеми, решења, теорија, 6.изд. Машински факултет Универзитета у Београду, Београд 2010.

Материјал из руке за вежбања.

Лабораторија за хидрауличне машине - уређаји, инсталације, мерна опрема.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 26

лабораторијске вежбе: 2

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 10

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 0

тест/колоквијум: 70

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 21

### **литература**

## Стручна пракса М - ХЕН

ID: 0811

носилац предмета: Недељковић С. Милош

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 4

облик завршног испита: усмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

Циљ стручне праксе је да се студенти поред теоријског рада на предметима струке на факултету упознају и искусе послове који се обављају у фабрикама, институтима, лабораторијама и сличним привредним предузећима и тиме стекну увид о делатностима које ће обављати. Током праксе студенти морају водити дневник у коме ће уносити опис послова које обављају и при томе уписивати своје закључке и запажања. Након обављене праксе морају направити извештај који ће бранити пред предметним професором.

### исход

Сагледавајући послове праксе студент стиче посебна знања о конкретним пословима предузећа, производних погона, јавних и комуналних услуга и сл. Могу на конкретним пословима применити своја знања у пракси. Веома је битно стицање и развијање дара за комуникацију и увид у професионалну етику. Такође у току праксе студент има могућност упознавања са експертима струке од којих ће добити добру слику како своја знања могу корисно употребити.

### садржај теоријске наставе

Садржај предмета је практичан рад који се састоји у провођењу радног времена у одређеним организацијама у којима се обављају разноврсне делатности машинске струке. Одабир теме рада као и привредне или истраживачке организације се формира у консултацији са предметним професором. Студент може обављати праксу у: пројектним и консултантским организацијама енергетике струке, организацијама које производе и одржавају енергетску опрему, организацијама које граде и одржавају енергетска постројења, електранама, водоводним предузећима и лабораторијама Катедре за хидрауличне машине и енергетске системе.

### садржај практичне наставе

У пројектним и консултантским организацијама студенти се упознају са процесом пројектовања и анализама рада енергетских постројења, стичу практична знања из инжењерске графикае, примене савремених компјутерских програма за пројектовање и анализу рада опреме и постројења, примене мера за рационално коришћење енергије и заштиту животне средине и др. У организацијама које производе и одржавају енергетску опрему упознају се са процесом производње опреме, производним технолошким линијама, контролом квалитета, и др. У оквиру предузећа за градњу и одржавање енергетских постројења стичу знања о организацији градње, распореду опреме и технолошких система на постројењима, и др. У енергетским постројењима упознају се са одговарајућим процесима, технолошким системима, распоредом опреме, методама анализе процеса, мерењем процесних параметара, управљањем радом постројења, и др. У лабораторијама Катедре за хидрауличне машине и енергетске системе упознају се са расположивом опремом и мерним уређајима.

## услов похађања

### ресурси

- [1] Упутство за писање извештаја са стручне праксе - ДВЛ, расположиво у библиотеци МФБ,
- [2] Упутства за руковање опремом и постројењима у оквиру лабораторије Катедре - ДВЛ,
- [3] Инсталација за испитивање енергетских и кавитацијских карактеристика модела турбина, малих хидроелектрана и хидромашинске опреме - ЕОП/ЛПИ, расположиво у лабораторији ХЕН,
- [4] Инсталација за калибрацију протокомера запреминском методом – ЕОП/ЛПИ, расположиво у лабораторији ХЕН,

### фонд часова

укупан фонд часова: 46

### активна настава (теоријска)

ново градиво: 0

разрада и примери (рекапитулација): 0

### активна настава (практична)

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### провера знања

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 0

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 46

### провера знања (укупно 100 поена)

активност у току предавања: 70

тест/колоквијум: 0

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 0

### литература



## Теорија турбомашина

ID: 0281

носилац предмета: Гајић Ћ. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

1. Стицање теоријског знања о струјању флуида у турбомашинама и специфичним феноменима.
2. Упознавање енергетских и експлоатационих карактеристика турбомашина и њихово приказивање у димензијском и бездимензијском облику.
3. Стицање практичних вештина примене пумпи, турбина и вентилатора у енергетским системима.

### исход

1. Стицање основних знања о размени енергије у турбомашинама.
2. Савладавање метода за одређивање ефеката струјања у радним колима турбомашина.
3. Упознавање са регулацијом рада и енергетском ефикасношћу турбомашина. Мере за спречавање или ублажавање негативних ефеката појаве кавитације у турбомашинама.
4. Стицање практичних искустава експлоатације турбина, пумпи и вентилатора.

### садржај теоријске наставе

1. Принципи размене енергије у турбомашинама, теоријске термодинамичке основе. Енергетски биланс у турбомашини и радном колу.
2. Радна својства турбомашина: пумпи, вентилатора, компресора, хидрауличних турбина и преносника снаге. Јединични рад струје. Закони сличности и бездимензијске карактеристике.
3. Струјање вискозног и невискозног флуида кроз радно коло турбомашине. Апсолутни и релативно струјање флуида у колима турбомашина. Феномени настали при струјању у турбомашинама.
4. Енергетске и кавитационе карактеристике пумпи и водних турбина и усаглашавање са карактеристикама система.
5. Регулација рада турбомашина.

### садржај практичне наставе

Посета водоводним и вентилационим системима са циљем упознавања рада турбомашина. Лабораторијска вежбања: Турбомашине у хидрауличним и вентилационим постројењима. Облици радних кола. Начини експлоатације турбомашина. Радне карактеристике пумпи и вентилатора. Димензијски и бездимензијски дијаграми. Израчунавање јединичног рада струје пумпи, вентилатора и компресора. Јединични рад кола турбомашина и степени корисности. Закони сличности и бездимензијске карактеристике. Провера кавитационих карактеристика пумпи и система. Регулација рада турбомашина.

### услов похађања

### ресурси

Предавања у писаном и делимично електронском облику, аудиторна вежбања у писаном облику, угледни примери рачунских задатака, компјутерска подршка.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 15

лабораторијске вежбе: 3

рачунски задаци: 3

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 4

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 4

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 2

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 30

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 0

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Крсмановић Љ., Гајић А., Турбомашине - теоријске основе, Машински факултет, Београд 2005.

Гајић А., Пејовић С., Турбомашине - Илустративни и испитни задаци, Машински факултет, Београд 1993

## Техника мерења и сензори

ID: 0926

носилац предмета: Илић Б. Дејан

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: писмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

Истраживање, развој и пракса у области науке и машинства не може се замислити без експерименталних метода обједињених у области технике мерења. Циљ предмета је да пружи основна и специфична знања у области експерименталних метода потребних машинским инжењерима. Предмет обухвата мерење неелектричких мерних величина у области машинске струке и њихову трансформацију у електричне величине помоћу сензора. Конкретним мерењима у лабораторији студенти се уводе у област практичних експерименталних метода.

### исход

Знања која се могу применити у пракси и истраживачком раду:

- Повезивање знања теоријских области са експерименталним радом у области машинства;
- Фундаментална знања о мерењима појединих величина машинске струке;
- Практична знања о методама мерења појединих величина;
- Знања обраде резултата мерења и одређивање грешке мерења;
- Знања о могућности претварања неелектричних у електричне величине и њихова обрада;
- Знања технике мерења омогућавају верификацију теоријских истраживања и моделирања процеса.

### садржај теоријске наставе

Теоријска настава реализује се кроз следеће основне наставне целине:

- Грешка непосредног и посредног мерења. Мерна несигурност.
- Теоријске основе мерења нестишљивих и стишљивих струјања флуида.
- Мерење притиска и брзине струјања флуида.
- Мерење брзине као векторске величине.
- Мерење температуре.
- Мерење протока флуида.
- Мерење влажности. Мерење фреквенције обртања, силе, момента и снаге погонских и гоњених машина.
- Сензори (врсте, својства, карактеристике, материјали). Отпорни, капацитивни, индуктивни и генераторски сензори.

### садржај практичне наставе

1) Аудиторне вежбе

- Грешке непосредног и посредног мерења мерне величине. Мерна несигурност.
- Мерење притиска и брзине струјања флуида. Мерила притиска и брзине.
- Мерење брзине као векторске величине.
- Мерење струјних параметара стишљивог струјања.
- Мерење протока флуида. Мерила протока.
- Сензори (врсте, својства, динамичке карактеристике, материјали),



- Отпорни, капацитивни, индуктивни и генераторски сензори.

2) Лабораторијске вежбе

- Одређивање распореда притисака по ободу цилиндричне сонде,
- Калибрација цилиндричне сонде,
- Мерење карактеристика температурских сензора.

**услов похађања**

**ресурси**

- [1] Бенишек М., Недељковић М., Килибарда Р., Герасимовић Д. Збирка задатака: „Техника мерења. Збирка задатака из струјно-теничких мерења“, Машински факултет, Београд 2000.,
- [2] Писани изводи са предавања,
- [3] Упутство за писање лабораторијских извештаја,
- [4] Експериментална инсталација за калибрацију сонди за мерење брзина и притисака, расположиво у лабораторији Катедре,
- [5] Инсталација за калибрацију манометара, расположиво у лабораторији Катедре,
- [6] Лабораторије Завода за физику техничких факултета.

**фонд часова**

укупан фонд часова: 75

**активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

**активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 0

лабораторијске вежбе: 9

рачунски задаци: 21

семинарски рад: 0

пројекат: 0

консултације: 0

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

**провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 5

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 0

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 35

лабораторијска вежбања: 20

рачунски задаци: 5  
семинарски рад: 0  
пројекат: 0  
завршни испит: 30  
услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### литература

Вушковић И.: "Основе технике мерења", Машински факултет Универзитета у Београду, Београд, 1977.  
Holman J.: "Experimental methods for engineers", International student edition, Mc Graw – Hill Company, 1984.  
Tropea C., Yarin A., Fosss J. (Eds.): Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007.  
Станковић Д.: "Физичко техничка мерења – сензори", Електротехнички факултет, Београд, 1997.

## Хидрауличне преноснице

ID: 0113

носилац предмета: Гајић Ћ. Александар

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

1. Стицање теоријског знања о хидрауличким преносницима.
2. Упознавање метода за прорачун и димензионисање радних и спроводних кола хидродинамичких преносника.
3. Стицање практичних вештина избора и примене преносника према карактеристикама мотора и гоњених уређаја.

### исход

1. Стицање основних знања о размени енергије и трансформацији момената у хидрауличким преносницима.
2. Савладавање метода димензионисања преносника.
3. Овладавање методама за израду конструктивне и радионичке документације.
4. Стицање практичних искустава за избор и експлоатацију хидрауличких преносника.

### садржај теоријске наставе

Принципи рада. Класификација. Преносне шеме и кинематски прорачун клипних пумпи. Хидродинамички преносници. Спојница и мењач. Радне криве спојнице и мењача. Вучни и кочиони режими. Закони сличности. Димензијски и бездимензијски радни параметри, преносни однос, обртни моменти. Карактеристике момената, прозачност, прилагодљивост, економична област експлоатације. Струјни прорачун спојнице, радови пумпног и турбинског кола. Радни процес у мењачу. Моменти, троуглови брзина, енергетски биланс. Зависност протока од радног режима, зависност момената од преносног односа. Прорачун главних мера мењача. Струјни прорачун пумпног, турбинског и усмерног кола. Експлоатационе особине спојнице. Режим залетања. Спрега са мотором. Усаглашавање радних подручја мењача и мотора. Регулисање рада спојнице и мењача.

### садржај практичне наставе

Посета центрима за испитивање хидродинамичких преносника и/или посета предузећима за одржавање и сервисирање.

Лабораторијска вежбања: Преглед конструкција хидрауличних спојница, радних кола и монтажано-демонтажним радовима на хидрауличким преносницима. Пројектни задатак: Прорачун главних мера хидрауличког мењача по закону сличности. Струјни прорачун моментног мењача. Прорачун троуглова брзина на средњем кругу циркулације у вучном режиму хидрауличног мењача. Профилисање лопатица радног кола пумпног, турбинског и усмерног кола. Израда шеме склопа. Спрега хидродинамичког мењача са погонским мотором. Одређивање збирних карактеристика.

### услов похађања

### ресурси

Предавања у писаном и делимично електронском облику, аудиторна вежбања у писаном облику, угледни примери рачунских задатака, компјутерска подршка.

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 13

лабораторијске вежбе: 1

рачунски задаци: 2

семинарски рад: 0

пројекат: 5

консултације: 4

дискусија/радионица: 5

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 2

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 6

колоквијум са оцењивањем: 2

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 10

тест/колоквијум: 10

лабораторијска вежбања: 10

рачунски задаци: 10

семинарски рад: 0

пројекат: 30

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 30

### **литература**

Крсмановић Љ., Гајић А., Турбомашине - Хидродинамички преносници снаге, Машински факултет, Београд 2006.

## Хидрауличне турбине

ID: 0808

носилац предмета: Божић О. Иван

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

Постизање академског нивоа стручности из области хидрауличних турбина и хидроенергетике.

Овладавање теоријским знањима струјања кроз турбине и размене енергије флуида са механичким системом.

Стицање практичних знања за прорачуне оптималних енергетских и кавитационих перформанси хидрауличних турбина.

Оспособљеност за рад у индустрији турбина, пројектантским фирмама и хидроелектранама.

### исход

Познавање врсти и конструкција хидрауличних турбина.

Разумевање струјних процеса у хидрауличним турбинама.

Фундаментална знања неопходна за оптимално пројектовање и руковање хидрауличним турбинама.

Способност дефинисања и одређивања карактеристичних енергетских и кавитацијских параметара турбина и сагледавање значаја њихове практичне употребе при пројектовању и експлоатацији хидроелектрана.

Способност прерачунавања карактеристика модела на прототип и дефинисање универзалних и експлоатационих карактеристика турбине.

Способност хидрауличких прорачуна свих проточних делова турбина

### садржај теоријске наставе

Принципи рада, примена и класификација хидрауличних турбина. Искоришћење водне енергије и основни параметри турбина. Теоријске основе струјања кроз турбине и размене енергије флуида са механичким системом. Прорачун струјања кроз турбинско коло. Кавитација у турбинама, кавитациони коефицијент и одређивање дубине потапања. Закони сличности хидрауличних турбина. Карактеристични јединични и специфични параметри и значаје турбина. Прерачунавање енергетских и кавитационих параметара модела на прототип турбине. Регулисање протока кроз турбине. Карактеристике турбина: линијске и универзалне. Експлоатационе карактеристике турбина. Проточни делови турбина. Савремене конструкције. Карактеристике побега турбина. Прелазни процеси у турбинама.

### садржај практичне наставе

Аудиторне вежбе и рачунски примери пређеног градива:

Основе функционисања хидроелектрана. Историјски развој, класификација, својства и примена турбина. Одређивање основних параметара (брuto и нето пад, проток, снаге, степени корисности, губици хидрауличне и механичке енергије, брзина обртања).

Примена Ојлерове једначине за турбине. Одређивање троуглова брзина код турбина, везе између специфичног струјног рада кола и рада турбине, степена реакције турбине и хидрауличне аксијалне силе. Одређивање јединичних параметара, значаја и

специфичне брзине обртања турбине. Прерачунавање хидрауличног степена корисности, јединичних параметара и кавитацијског коефицијента модела на прототип турбине. Одређивање усисне висине. Одређивање универзалне и експлоатационе карактеристике турбине. Одређивање комбинаторске везе. Конструкције Пелтонове, Франсисове, Капланове и цевне турбине. Усвајање и прорачун уводних комора, статора, спроводног апарата и сифона турбине. Рекулпација енергије у турбини. Номенклатура турбина.

Показне вежбе у Лабораторији за хидрауличне машине и енергетске системе и нумеричке симулације:

Показивање конструкција хидрауличних турбина и опис улоге појединих делова.

Инсталације за испитивање хидрауличних турбина и опис њиховог рада. Приказ нумеричког експеримента - прорачун струјања у турбинама применом најсавременијих CFD техника.

Пројекат (упутство и израда): Избор турбине и одређивање њених основних димензија за задате параметре.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Бенишек, М.: Хидрауличне турбине, Машински факултет у Београду, 1998

Божич, И.: Писани изводи са аудиторних вежби

Лабораторија за хидрауличне машине и енергетске системе – уређаји, инсталације за испитивање турбина, мерна опрема и експонати

Рачунарска учионица Факултета

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

развијање и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 10

лабораторијске вежбе: 4

рачунски задаци: 9

семинарски рад: 0

пројекат: 5

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 5

колоквијум са оцењивањем: 5

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

**провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 25

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

**литература**

Мирослав Бенишек „Хидрауличне турбине“, Машински факултет у Београду, 1998

Milun J. Babić: Zbirka rešenih zadataka iz turbomašina, Naučna knjiga, Beograd, 1990

Берлит В „Гидровлические турбине“, Головное издателство „Виша школа“, Киев, 1977

Ковалев Н, „Справочник по гидротурбинам“, Машиностроение, Ленинград, 1984

Raabe J, „Hydropower“, VDI Verlag, GmbH, Düsseldorf, 1985

## Хидроенергетска постројења и опрема

ID: 0810

носилац предмета: Божић О. Иван

ниво студија: мастер академске студије

ЕСПБ: 6

облик завршног испита: усмени

катедра: хидрауличне машине и енергетски системи

### циљ

Постизање академског нивоа стручности из области хидроенергетских постојења, опреме и хидроенергетике.

Стицање практичних знања из пројектовања хидроенергетских постројења и упознавање са садржајем техничке документације пројеката.

Овладавање знањем избора и прорачуна хидромашинске опреме која се уграђује у хидроелектране и пумпне станице.

Развијање способности налажења оптималног решења, повезивањем широког спектра стечених теоријских и практичних знања, применом вишекритеријумских метода.

Развој индивидуалних креативних способности у обављању професије пројектанта хидроенергетских постројења.

### исход

Усвајање основних принципа и искуствених података при пројектовању, избору и прорачуну опреме у циљу постизања максималног степена искоришћења хидроелектрана и пумпних станица.

Сагледавање организационо - техничке структуре послова на изради пројекта, изградњи и експлоатацији хидроенергетских постројења у објектима електроенергетских и водопривредних система.

Способност избора најбољег решења за дати случај из низа варијантних решења са становишта енергетско-економске анализе.

### садржај теоријске наставе

Значај и врсте хидроенергетских постројења у електроенергетским и водопривредним система. Законске основе изградње објеката. Пројектовање хидроелектрана (ХЕ) и реверзибилних хидроелектрана. Машинске зграде ХЕ. Хидромашинска опрема у хидроелектранама. Основе хидрогенератора. Прелазни процеси у хидроелектранама. Пумпне станице. Избор пумпи и уградња у пумпне станице. Хидромашинска опрема пумпних станица. Комплексни хидромашински системи. Уградња и прорачун цевовода. Хидроудар. Методе прорачуна хидроудара. Заштита хидромашинских постројења од хидроудара. Вентилаторска и компресорска постројења. Помоћни системи у хидромашинским постројењима. Мале хидроелектране. Енергетско-економска анализа пројеката.

### садржај практичне наставе

Хидромашинска постројења. Фазе пројектовања и пратећа техничка документација. Обезбеђивање подлога за пројектовање. Основни параметри хидроелектрана. Избор параметара турбине у пројектовању хидроелектрана. Практични рачунски примери из пројектовања хидромашинских постројења. Примери прорачуна хидроудара. Пример прорачун осцилација нивоа воде у водостанима. Помоћни системи хидроелектране. Практични примери из вентилаторских и компресорских постројења. Избор врсте, броја грана и пречника цевовода. Решетке и механизми за чишћење. Примери прорачуна



затварача. Кавитација затварача.

Обилазак хидроенергетских постројења у оквиру водопривредних и електроенергетских система.

### **услов похађања**

### **ресурси**

Бенишек, М.: Писани изводи предавања (Хидромашинска постројења, Хидромашинска опрема)

Божих, И.: Писани изводи вежби (Хидромашинска постројења)

Лабораторија за хидрауличне машине и енергетске системе – уређаји и инсталације

### **фонд часова**

укупан фонд часова: 75

### **активна настава (теоријска)**

ново градиво: 20

разрада и примери (рекапитулација): 10

### **активна настава (практична)**

аудиторне вежбе: 14

лабораторијске вежбе: 0

рачунски задаци: 8

семинарски рад: 0

пројекат: 6

консултације: 2

дискусија/радионица: 0

студијски истраживачки рад: 0

### **провера знања**

преглед и оцена рачунских задатака: 0

преглед и оцена лабораторијских извештаја: 0

преглед и оцена семинарских радова: 0

преглед и оцена пројекта: 6

колоквијум са оцењивањем: 4

тест са оцењивањем: 0

завршни испит: 5

### **провера знања (укупно 100 поена)**

активност у току предавања: 5

тест/колоквијум: 40

лабораторијска вежбања: 0

рачунски задаци: 0

семинарски рад: 0

пројекат: 25

завршни испит: 30

услов за излазак на испит (потребан број поена): 35

### **литература**

- Бенишек, М.: Хидрауличне турбине, Машински факултет у Београду, 1998  
Ђорђевић, Б.: Хидроенергетско коришћење вода, Грађевински факултет, Београд, 2003.  
Ильиных, И.И.: Гидроелектростаниии, Энергоатомиздат, Москва, 1988.  
Raabe, J.: Hydropower - The Design, Use, and Function of Hydromechanical, Hydraulic, and Electrical Equipment, VDI-cVerlag GmbH, Düsseldorf, 1985