

Универзитет у Београду  
**Машински факултет**  
**Математички факултет**



**ВОДИЧ**  
кроз  
**мастер академске студије**

**Индустрија 4.0**

Школска 2019/2020. година

Београд, децембар 2019. године

Универзитет у Београду – Машински факултет и Универзитет у Београду – Математички факултет заједнички изводе мултидисциплинарни **студијски програм Мастер академских студија** под називом **Индустрија 4.0**, при чему је носилац програма Машински факултет.

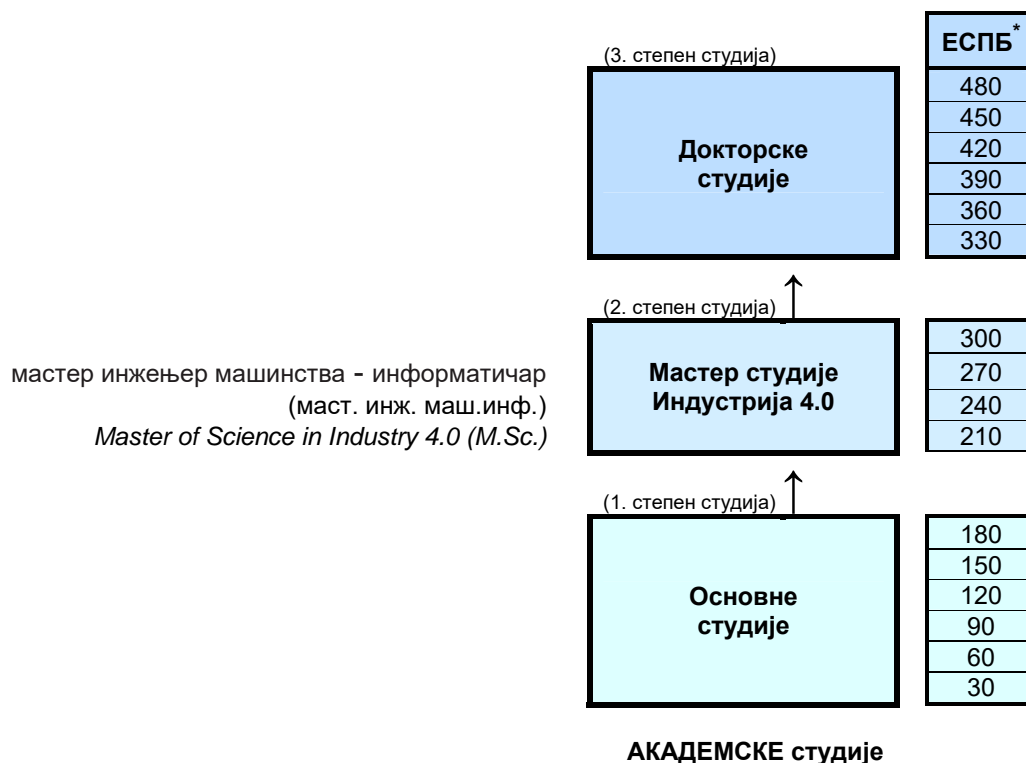
Студијски програм Мастер академских студија Индустрија 4.0 представља **мултидисциплинарни** програм намењен образовању нове генерације инжењера који поседују знања, вештине и компетенције неопходне за имплементацију савремених технологија које доноси четврта индустријска револуција – Индустрија 4.0.

Студије трају 2 године, односно 4 семестра, садрже укупно 1350 часова активне наставе и вреднују се са 120 ЕСПБ. Број бодова у сваком од семестара је 30 ЕСПБ чиме је остварено равномерно оптерећење студената.

Студијски програм садржи значајан број изборних предмета који даје велику слободу студентима приликом креирања сопственог стручног профила.

Више од 20 компанија препознало је потенцијале предложеног студијског програма и подржале су овај програм кроз давање изјаве о намерама да се код њих реализује студентска пракса у случају избора студијског програма. Посебну додату вредност програму дају две студентске праксе. Први део праксе (Пракса, 1. део) се обавља током читавог семестра један дан у седмици у укупном трајању од 15 дана, док се други део праксе (Пракса, 2. део) обавља у четвртном семестру у укупном трајању од 40 радних дана. Курикулумом је предвиђено да Мастер рад представља резултат практичног истраживања и уско је повезан са праксом; извршава се под заједничким надзором ментора мастер рада и ментора код послодавца.

Студије које се од 1.10.2005. године изводе на Универзитету у Београду, између осталог, подразумевају:



\* ЕСПБ - Европски систем преноса бодова; ECTS - European Credit Transfer System

На дипломи Мастер академских студија (120 ЕСПБ) писаће стечен академски назив **МАСТЕР ИНЖЕЊЕР МАШИНСТВА - ИНФОРМАТИЧАР (скраћено маст.инж.маш.инф.)**.

У међународним односима ова титула одговара титули Master of Science (**M.Sc.** – на латинском Magister Scientiæ).

**Мисија** студијског програма МАС Индустрија 4.0 је одређена потребама нове генерације дигитализованих производних предузећа и њихових ланаца снабдевања широм света, али и потребама студената за образовањем у складу са начелима академске изврсноности за послове будућности.

**Визија** је да програм, као један од првих на простору Европе, врло брзо постане водећи у региону, а и шире.

**Циљеви МАС Индустрија 4.0 су:**

1. Стицање мултидисциплинарних компетенција, знања и предметно-специфичних и трансферабилних компетенција и вештина неопходних за ефикасно решавање инжењерских проблема у оквиру Индустрије 4.0 и то:
  - Развој променљиве и реконфигурабилне производње,
  - Пројектовање и имплементацију кибернетско физичких система кроз ко-дизајн механичког и управљачког подсистема,
  - Развој и имплементацију интелигентних роботских система укључујући и мобилне роботе способне да реализују радне задатке у семиструктурираном и неструктурираном радном окружењу,
  - Развој и имплементацију поузданог и безбедног индустријског интернета ствари, дистрибуцију задатака управљања на свим пословним и производним нивоима и развој интерфејса који омогућавају интероперабилност/интеракцију/колаборацију,
  - Дигитално повезивање предузећа, оптимизацију пословних и производних процеса и управљање животним циклусом производа,
  - Прикупљање, анализу и истраживање података и добијање неопходних информација уз примену техника машинског учења,
  - Пројектовање пословних модела, организационо структурирање и управљање у условима дигиталне трансформације са посебним акцентом на управљање квалитетом, ризиком и набавком (ланцима снабдевања) у оквиру Индустрије 4.0;
2. Оспособљавање студената за тимски рад у мулти и интердисциплинарним тимовима;
3. Развијање свести студената о неопходности перманентног образовања и сталног надограђивања стечених знања и вештина;
4. Упознавање студената са амбијентом у коме ће развијати професионалну каријеру и улогом и задацима инжењера у оквиру Индустрије 4.0, као и развој креативних способности разматрања проблема и критичког и самокритичког мишљења у решавању проблема;
5. Стицање адекватних знања за успешан наставак студија на нивоу докторских студија;
6. Ублажавање недостатка радне снаге са мултидисциплинарним компетенцијама из области машинског инжењерства и рачунарских наука на тржишту рада;
7. Повећање конкурентности Републике Србије у привлачењу инвестиција у индустријски сектор кроз формирање високостручног инжењерског кадра;
8. Допринос дигитализацији привреде и имплементацији најновијих техничко-технолошких достигнућа кроз унапређење сарадње између привреде и високошколских институција и образовање високошколног кадра.

Структура студијског програма садржи 9 обавезних и 6 изборних предмета, 2 стручне праксе и мастер рад.

На првој години Студијског програма Мастер академских студија Индустрија 4.0 предвиђено је 750 часова активне наставе (30 часова седмично), од тога 375 часова **предавања (50%)** и 375 часова вежби (50%). На другој години студија предвиђено је 600 часова активне наставе, од тога 180 часова предавања, 195 часова вежби и 225 часова **(37,5%) студијског истраживачког рада** у оквиру Мастер рада.

**Универзитет у Београду**  
**Машински и Математички факултет**  
 2. степен студија  
**Мастер академске студије**  
**Индустрија 4.0**  
**120 ЕСПБ**

час. нед.	1. година		2. година	
	1.	2.	3.	4.
1	1.1 Увод у производне системе - ТМ	2.1 Пројектовање пословних модела у Индустрији 4.0 - ТМ	3.1 Интерфејси за интероперабилност система за Индустрију 4.0 - ТМ	4.1 Изборни предмети група М4
2				
3				
4				
5				
6	1.2 Савремени менаџмент и мрежна организација предузећа - ТМ	2.2 Машинско учење интелигентних роботских система - НС	3.2 Изборни предмети група Р1	4.2 Пракса, 2.део -СА
7				
8				
9				
10	1.3 Статистика за аутоматску анализу података - ТМ	2.3 Кибернетско физички системи - СА	3.3 Изборни предмети група М2	4.3 Мастер рад - истраживање и израда - СА
11				
12				
13				
14				
15	1.4 Роботика и вештачка интелигенција - СА	2.4 Изборни предмети група М1	3.4 Изборни предмети група М3	4.4 Мастер рад - одбрана - СА
16				
17				
18				
19				
20	1.5 Алгоритми и структуре података - ТМ	2.5 Изборни предмети група Р1	3.5 Пракса, 1.део - СА	4.4 Мастер рад - одбрана - СА
21				
22				
23				
24				
25				

Машински факултет
Математички факултет
Пракса и мастер рад

Сви предмети су једносеместрални.

Ради оријентације, предмети су означени према позицији у матрици:

1. прва цифра је број семестра (вертикала);
2. друга цифра је редни број целог предмета у семестру (хоризонтала).

Ознаке за потребе акредитације:

ТМ - Теоријско-методолошки предмети

НС - Научно-стручни предмети

СА - Стручно-апликативни предмети

Максималан број студената који се уписује на мастер академске студије је **35**, а настава се изводи у групама од највише 25 студената за предавања, у групи за вежбе до 15 студената и у групи за лабораторијске вежбе до 10 студената.

## Распоред часова и присуство настави

1. година	2. година	Понедељак - Петак
14.00-14.45	14.00-14.45	1. час
		Пауза
15.00-15.45	15.00-15.45	2. час
		Пауза
16.00-16.45	16.00-16.45	3. час
		Пауза
17.00-17.45	17.00-17.45	4. час
		Пауза
18.00-18.45	18.00-18.45	5. час

Обавезно је присуство студената часовима, као и вођење евиденције о томе. Обавезно је и показивање/проверавање знања на часовима као стицање предиспитних поена. Тиме се полажу делови испита током семестра и на завршном испиту се полаже само за преостали део бодова.

## Изборни предмети

На почетку сваке године **студент бира** предмете, за ту годину студија, које жели да слуша и полаже. За сваки семестар, као и **за сваку позицију** предмета у семестру, постоји посебна изборна листа. Притом, морају да се имају у виду следећи услови: сви изборни предмети на листи за једну позицију су у међусобној конкуренцији и студент може да бира само један од њих. Настава на изборном предмету се обавља ако је за предмет пријављено најмање 5 студената. Предност избора одређеног предмета код неког предавача имају студенти са већом средњом оценом.

### Листе изборних предмета

#### Листа изборних предмета за позицију 2.4 – 3 предмета, сваки са фондом 5 часова (6 ЕСПБ)

Дистрибуирани системи у машинству

Управљање ланцима снабдевања

Дигитални мерни системи

#### Листа изборних предмета за позицију 2.5 – 4 предмета, сваки са фондом 5 часова (6 ЕСПБ)

Машинско учење

Рачунарска интелигенција

Увод у биоинформатику

Истраживање података

#### Листа изборних предмета за позицију 3.2 – 4 предмета, сваки са фондом 5 часова (6 ЕСПБ)

Машинско учење

Рачунарска интелигенција

Увод у биоинформатику

Истраживање података

#### Листа изборних пракси за позицију 3.3 – 3 предмета, сваки са фондом 5 часова (6 ЕСПБ)

Виртуелна реалност

Управљање квалитетом и ризиком у индустрији 4.0

Индустријски интернет ствари и сајбер безбедност

#### Листа изборних предмета за позицију 3.4 – 3 предмета, сваки са фондом 5 часова (6 ЕСПБ)

Ексквизиција података

Терминирање технолошких система и процеса

Дигитална фабрика и интелигентно одржавање

#### Листа изборних предмета за позицију 4.1 – 4 предмета, сваки са фондом 5 часова (6 ЕСПБ)

Пословна интелигенција и пословна аналитика

Флексибилни и реконфигурабилни технолошки системи

Предузетништво и организационе културе

Примене теорије игара у инжењерству и менаџменту за Индустрију 4.0

#### „Мастер рад“ на позицији 4.3 и 4.4

«Мастер (M.Sc.) рад» се узима код наставника обавезних предмета или изборних предмета које је студент током студија положио. Мастер рад мора да садржи бар две од следећих области: материјал о проученој и обрађеној теми, сопствени нумерички прорачун, сопствени експериментални рад и/или сопствено пројектовање. Одбрана мастер рада не може да се обави док се не положи сви испити.

## ИСХОДИ САВЛАДАВАЊА ПРОГРАМА ИНДУСТРИЈА 4.0

Савладавањем студијског програма студенти стичу следеће **опште, трансферабилне компетенције и вештине** да:

- Идентификују, формулишу, анализирају и решавају сложене инжењерске проблеме уз примену знања из природних, рачунарских и инжењерских наука у различитим контекстима на начин да доприносе развоју у области рада;
- Примењују стечена знања у пракси и ефикасно се прилагођавају новонасталим ситуацијама;
- Повезују различита знања и технике и интегришу их при решавању практичних проблема;
- Имају проактиван приступ у имплементацији најновијих техничко-технолошких достигнућа;
- Критички и самокритички анализирају алтернативна решења;
- Перманентно унапређују своја знања и вештине;
- Управљају и воде сложену комуникацију, интеракцију и сарадњу са другима из различитих друштвених група;
- Имају способност самосталног решавања проблема и рада у мултидисциплинарним и интердисциплинарним тимовима;
- Планирају и реализују истраживања и експерименте и анализирају и тумаче резултате;
- Преузимају иницијативу у решавању проблема и унапређењу процеса и имају одговорност за резултате свога рада;
- Прихватају потребу и активно се укључују у образовање и научни рад током целог живота и
- Раде у складу са етичким принципима.

Савладавањем студијског програма студенти стичу следеће **предметно-специфичне способности**:

- Имплементирају комплексне информационо комуникационе технологије у производњи;
- Пројектују систем, компоненту или процес кроз ко-дизајн софтвера и хардвера (механичког и управљачког) уз увођење иновативних решења;
- Имају способност моделирања, симулације и визуелизације различитих решења у производњи уз коришћење постојећих и развој нових рачунарских алата;
- Прикупљају и анализирају податке и пројектују системе за аутоматску екстракцију информација коришћењем техника вештачке интелигенције и машинског учења;
- Покрећу успешне пословне подухвате засноване на знању и иновацијама,
- Организују, контролишу и управљају процесима у дигитално трансформисаним предузећима и вреднују резултате ради сталног унапређења и
- Стичу потенцијал рационалног размишљања при доношењу одлука, што им омогућује да користе планске принципе управљања пословним процесима, као и рационално коришћење расположивих ресурса и усаглашеност са принципима одрживог развоја.

Исходи учења могу се сумирати на следећи начин:

- Пројектовање и имплементација реконфигурабилних технолошких система и њихових компонената (интелигентни роботи, производни ресурси, сензори, актуатори...) коришћењем стечених знања из машинства, наменских управљачких система, рачунарства и вештачке интелигенције;
- Повезивање интелигентних ресурса коришћењем различитих индустријских комуникационих протокола и дистрибуција задатака управљања између њих уз формалну верификацију;
- Моделирање, симулација и оптимизација пословних и производних система коришћењем различитих математичких и рачунарских алата (симулација дискретних догађаја, Марковљеви ланци, теорија игара...);
- Критички одабир и примена различитих техника машинског учења (вештачке неуронске мреже, машине са носећим векторима, пробабилистички алгоритми, биоинспирисани алгоритми оптимизације, круто и фази кластеровање...) у решавању конкретних инжењерских проблема;
- Побољшање перформанси технолошких система и терминирање и оптимизација технолошких процеса на бази биоинспирисаних алгоритама оптимизације, техника машинског учења и вештачке интелигенције;
- Пројектовање дигитално повезаног предузећа, планирање, управљање, организовање, пројектовање и имплементација свих подсистема у оквиру пирамиде аутоматизације;
- Пројектовање и имплементација система за аквизицију података и екстракцију информација из погона у реалном времену;
- Повезивање виртуелног и реалног производног постројења;
- Пројектовање и имплементација система за доношење одлука како на нивоу производног ресурса тако и на нивоу пословног система уз употребу техника машинског учења;
- Пројектовање пословних модела иновативних и одрживих подухвата, организационе структуре и културе, управљања квалитетом, ризиком и ланцима снабдевања у контексту Индустрије 4.0

**Универзитет у Београду**  
**Машински и Математички факултет**

2. степен студија  
**Мастер академске студије**  
**Индустрија 4.0**  
**120 ЕСПБ**

час. нед.	1. година		2. година	
	1.	2.	3.	4.
1	1.1 Увод у производне системе - ТМ	2.1 Пројектовање пословних модела у Индустрији 4.0 - ТМ	3.1 Интерфејси за интероперабилност система за Индустрију 4.0 - ТМ	4.1 Изборни предмети група М4
2				
3				
4				
5				
6	1.2 Савремени менаџмент и мрежна организација предузећа - ТМ	2.2 Машинско учење интелигентних роботских система - НС	3.2 Изборни предмети група Р1	4.2 Пракса, 2.део -СА
7				
8				
9				
10	1.3 Статистика за аутоматску анализу података - ТМ	2.3 Кибернетско физички системи - СА	3.3 Изборни предмети група М2	4.3 Мастер рад - истраживање и израда - СА
11				
12				
13				
14				
15	1.4 Роботика и вештачка интелигенција - СА	2.4 Изборни предмети група М1	3.4 Изборни предмети група М3	4.4 Мастер рад - одбрана - СА
16				
17				
18				
19	1.5 Алгоритми и структуре података - ТМ	2.5 Изборни предмети група Р1	3.5 Пракса, 1.део - СА	4.4 Мастер рад - одбрана - СА
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Машински факултет
Математички факултет
Пракса и Мастер рад