



## КОМИСИЈА ЗА АКРЕДИТАЦИЈУ И ПРОВЕРУ КВАЛИТЕТА

### ИЗВЕШТАЈ РЕЦЕНЗЕНТСКЕ КОМИСИЈЕ О АКРЕДИТАЦИЈИ И СПОЉАШЊОЈ ПРОВЕРИ СТУДИЈСКИХ ПРОГРАМА I И II СТЕПЕНАСТУДИЈА

<b>Назив високошколске установе:</b>
Универзитет у Београду – Машински факултет, Универзитета у Београду – Математички факултет
<b>Назив програма:</b>
МАС – ИНДУСТРИЈА 4.0
<b>Број захтева:</b>
612-00-00332/4/2019-03

#### Рецензентска комисија

Р. бр.	Презиме, средње слово и име	Звање
1	Матијевић С. Милан	Редовни професор
2	Ђирић Т. Иван	Доцент
3	Живковић С. Дејан	Редовни професор
4	Глумац Д. Станислав	Привредник
5	Милошевић А. Милица	Студент

#### Координатор комисије из стручне службе НАТ-а

Живковић Ђ. Никола
--------------------

**Језик извештаја:** српски и сажетак са оценама по стандардима на енглеском.

## САДРЖАЈ

I.	Увод.....	3
1.	Основне информације о процесу акредитације и провере квалитета .....	3
2.	Опште информације.....	3
3.	Основне информације/додатне информације о високошколској установи .....	3
4.	Рецензентска комисија.....	4
II.	Анализа електронског формулара и Уводне табеле .....	4
1.	Анализа електронског формулара – Студијског програма .....	5
2.	Анализа Уводне табеле.....	8
III.	Анализа стандарда за акредитацију студијских програма .....	8
1.	Структура студијског програма (Стандард 1) .....	8
2.	Сврха студијског програма (Стандард 2).....	9
3.	Циљеви студијског програма (Стандард 3) .....	10
4.	Компетенције дипломираних студената (Стандард 4) .....	11
5.	Курикулум (Стандард 5).....	13
6.	Квалитет, савременост и међународна усаглашеност студијског програма (Стандард 6).....	14
7.	Упис студената (Стандард 7) .....	14
8.	Оцењивање и напредовање студената (Стандард 8).....	15
9.	Наставно особље (Стандард 9).....	16
10.	Организациона и материјална средства (Стандард 10) .....	17
11.	Контрола квалитета (Стандард 11) .....	20
12.	Студије на даљину (Стандард 12).....	21
	Додатни стандарди за студијске програме који се изводе на светском језику, за заједничке студијске програме и за ИМТ програме.....	21
13.	Студије на светском језику.....	21
14.	Заједнички студијски програм .....	22
15.	ИМТ (интердисциплинарни, мултидисциплинарни и трансдисциплинарни) студијски програм .....	22
16.	Примери изврности .....	22
IV.	Оцене појединачних стандарда.....	23
V.	Сажетак .....	23
VI.	Препоруке .....	24

## I. Увод

### 1. Основне информације о процесу акредитације и провере квалитета

Акредитација и провера квалитета студијских програма I и II степена високог образовања заснива се на Правилнику о стандардима и поступку за акредитацију студијских програма, који је усвојио Национални савет за високо образовање на седници 25.02.2019. (Сл. гласник РС 13/2019) и Закону о високом образовању (Сл.гласник РС 88/2017, 27/2018 - др.закон и 73/2018).

Циљ акредитације и провере квалитета студијских програма је да помогне установи у унапређењу квалитета у складу са стандардима европског простора високог образовања и да обавести јавност о квалитету студијског програма.

Процес акредитације и провере квалитета састоји се од следећих фаза: (1) самовредновање, припрема извештаја о самовредновању и свих прилога у складу са Правилником о стандардима и поступку за акредитацију студијских програма, (2) посета рецензентске комисије високошколској установи, (3) припрема извештаја рецензентске комисије и његово усвајање, (4) праћење активности високошколске установе у циљу унапређења квалитета студијског програма.

На основу извештаја рецензентске комисије Комисија за акредитацију и проверу квалитета одлучује да ли је студијски програм акредитован. Студијски програм није акредитован ако је нека од оцена стандарда 1, 5, 6, 9, 10 и 11 једнака пет (5). У осталим случајевима студијски програм је акредитован на седам година.

Национално акредитационо тело издаје уверење о акредитацији, односно доноси решење којим се одбија захтев за акредитацију.

### 2. Опште информације

Поред извештаја о самовредновању и свих прилога, у складу са Правилником о стандардима и поступку за акредитацију студијских програма, високошколска установа је на захтев рецензентске комисије обезбедила пре/током/после посете високошколској установи следећа документа:

Р. бр.	Назив документа
1	Одлука Сената Универзитета у Београду, број 06-3370/3372/3-19, од 11.09.2019. год., о студијском програму МАС "Индустрија 4.0"
2	План будућег самовредновања студијског програма МАС "Индустрија 4.0"
3	
4	
5	

### 3. Основне информације/додатне информације о високошколској установи

Одлуком Сената Универзитета у Београду, број 06-3370/3372/3-19, од 11.09.2019. године, носиоци студијског програма МАС "Индустрија 4.0" су Универзитет у Београду – Машински факултет и Универзитет у Београду - Математички факултет. Садржаји интернет портала ових високошколских установа <https://www.mas.bg.ac.rs> и <http://www.matf.bg.ac.rs>, и поднета документација у процесу акредитације студијског програма МАС Индустија 4.0 - исцрпно говоре о овим високошколским установама.

Универзитет у Београду – Машински факултет (<https://www.mas.bg.ac.rs>) је институција националног значаја и представља основ развоја машинске науке и индустрије у Србији. Најстарија је и највећа високошколска и научна установа у нашој земљи у области машинства. На факултету тренутно студира укупно око 3000 студената, а дипломира око 400 годишње. Факултет има близу 400 запослених, од тога око 200 у настави. Детаљнији подаци су јавно доступни на <https://www.mas.bg.ac.rs> и у публикацији установе у Прилогу 1.1

Универзитет у Београду - Математички факултет је доставио у Прилогу 1.4 - Информатор о раду, и Водич за студенте – у Прологу 1.5. Оба прилога су јавно доступна и путем сајта <http://www.matf.bg.ac.rs>, са кога, о овој ВШУ, издавајемо ”Преко 6000 дипломираних математичара, преко 700 магистара, бројни специјализанти и преко 400 доктора наука, који заузимају значајна места у бројним институцијама, државним службама, научноистраживачким институцијама, компанијама и школама како у земљи, тако и у иностранству показатељи су квалитета по којем је Математички факултет најпрепознатљивији, а из реда наставника овог факултета досад је бирано десет чланова Српске академије наука и уметности”

Дакле, реализатори заједничког студијског програма МАС ”Индустрија 4.0” су две најстарије високошколске установе у својим областима у Србији, које уживају велики углед на националном и међународном нивоу. Посебно треба истаћи резултате Машинског факултета на пољу међународне акредитације <https://www.mas.bg.ac.rs/akreditacija/start>

#### 4. Рецензентска комисија

Комисија за акредитацију и проверу квалитета на седници одржаној дана 03.09.2019. године, на основу Статута Националног акредитационог тела, чл. 19, утврдила је предлог састава рецензентске комисије, а директор Националног акредитационог тела именовано је рецензентску комисију дана 05.09.2019.

Р. бр.	Презиме, средње слово и име	Звање	Установа у којој је запослен
1	Матијевић С. Милан	Редовни професор	Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
2	Ћирић Т. Иван	Доцент	Машински факултет у Нишу, Универзитет у Нишу
3	Живковић С. Дејан	Редовни професор	Универзитет Сингидунум
4	Глумац Д. Станислав	Привредник	Инфраструктура железнице Србије а.д.
5	Милошевић А. Милица	Студент	Електротехнички факултет, Универзитет у Београду

Рецензентска комисија је посетила установу 17.09.2019. године.

#### Координатор комисије из стручне службе НАТ-а

Презиме, средње слово и име
Живковић Ђ. Никола

## II. Анализа електронског формулара и Уводне табеле

### 1. Анализа електронског формулара – Студијског програма

Назив студијског програма	<b>МАС ИНДУСТРИЈА 4.0</b>
Укупан број ЕСПБ овог програма	120
<b>Изборност</b>	
Фактор изборности према позицијама где студент бира предмете	42,5
Фактор изборности према додатним (алтернативним) предметима које обезбеђује институција	87,50
<b>Расподела предмета по типовима</b>	
	0%
	17,14%
	42,86%
	40%
<b>Часови активне наставе недељно</b>	<b>предавања + вежбе + ДОН (+ ОСТ) = укупно</b>
1. семестар	$13.00 + 11.00 + 1.00 + 0.00 = 25.00$
2. семестар	$12.00 + 9.33 + 3.67 + 0.00 = 25.00$
3. семестар	$10.00 + 9.33 + 0.67 + 0.00 = 20.00$
4. семестар	$2.00 + 2.75 + 0.25 + 15.00 = 20.00$
5. семестар	
6. семестар	
7. семестар	
8. семестар	
9. семестар	
10. семестар	
<b>Просечан број часова активне наставе недељно</b>	$9.25 + 8.10 + 1.40 + 3.75 = 22.50$
<b>Оптерећење наставника</b>	
Просечно оптерећење наставника по овом студијском програму	2.62 / 2.62
Просечно оптерећење сарадника по овом студијском програму	5.25 / 5.25
Процент часова предавања који изводе наставници са 100% радног времена	100%
<b>Сумарни преглед наставника и броја часова</b>	

Постојећи број наставника запослених у установи са 100% радног времена	100%
Постојећи број наставника запослених у установи са мање од 100% радног времена	0%
Постојећи број наставника ангажованих по уговору	0%
Постојећи број сарадника запослених у установи са 100% радног времена	100%
Постојећи број сарадника запослених у установи са мање од 100% радног времена	0%
Постојећи број сарадника ангажованих по уговору	0%

**Рецензентска комисија треба да провери следеће:**

- Да ли су у структури студијског програма изборни предмети заступљени са одговарајућим % у односу на укупан број ЕСПБ бодова на основним, мастер и интегрисаним академским студијама и да ли листа изборних предмета садржи најмање двоструко већи број предмета у односу на број предмета који се бира.
- Да ли су у структури студијског програма на основним, мастер и интегрисаним академским студијама, заступљене одговарајуће групе предмета у односу на укупан број ЕСПБ бодова.
- Да ли је на оба нивоа студија и на свим годинама, активна настава заступљена са најмање 600 часова годишње или 20 часова недељно, а највише са 900 часова годишње или 30 часова недељно. Од тога:
  - на првом нивоу студија, од 600 часова 50% до 60% су предавања, а остало су вежбе и други облици активне наставе.
  - на другом нивоу студија, које трају више од једне године, на првој години студија од 600 часова 50% до 60% су предавања, а остало су вежбе и други облици активне наставе.
  - на завршној години другог нивоа студија и интегрисаних студија, највише 50% је студијски истраживачки рад, односно примењени истраживачки рад, а остало су предавања, вежбе и други облици активне наставе.
- Да ли је просечан број часова активне наставе недељно исправан.
- Да ли наставници запослени 100% држе више од 70% часова активне наставе на свим студијским програмима ове установе, осим у пољу уметности где је овај минимум 50%.
- Да ли укупно појединачно часовно оптерећење наставника недељно на свим ВШУ у Србији није веће од 12.
- Да ли укупно појединачно часовно оптерећење сарадника није веће од 16.
- Да ли су колоне од Е до Ј правилно попуњене.
- Да ли су тачно уписане групе за П, В и ДОН у листу (sheet) “Структура студијског програма”.
- Да ли студијски програм има Завршни рад, који је обавезан на свим степенима студија, за сва поља и ИМТ студије и да ли се Завршни рад састоји од две позиције:
  - Истраживања садржана у завршном раду (активна настава)
  - Израда и одбрана завршног рада (остали часови)
- Да ли су Истраживања садржана у завршном раду (активна настава) правилно одабрана и то:
  - на основним струковним студијама (ОСС) је стручно-истраживачки рад- СТИР
  - на основним академским студијама (ОАС) је истраживачки рад- ИР,
  - на специјалистичким струковним студијама (ССС) је стручно-истраживачки рад- СТИР
  - на мастер струковним студијама МСС је практично-истраживачки рад-ПИР,
  - на мастер академским студијама (МАС) је студијско-истраживачки рад- СИР,
  - на специјалистичким академским студијама (САС) је студијско-истраживачки рад - СИР

- Да ли је Завршни рад приказан као заједнички предмет на студијском програму у позицији обавезних и изборних ЕСПБ (обавезни 50%, изборни 50% од укупног ЕСПБ за завршни рад).

### Коментари и примедбе:

У структури овог мастер студијског програма изборни предмети су заступљени са 30% у односу на укупан број ЕСПБ бодова на студијама и листа изборних предмета садржи више од двоструко већег броја предмета у односу на број предмета који се бира. У оквиру студијског програма теоријско-методолошки предмети заступљени су са 17,14%, научно-стручни са 42,86% и стручно-апликативни са 40%. Током реализације првог и другог семестра овог мастер студијског програма активна настава је заступљена са по 25 часова недељно, док је током трећег и четвртог семестра активна настава заступљена са по 20 часова недељно. На првој години студија више од 50% часова чине предавања, док на завршној години студијски истраживачки рад чини мање од 50% часова. Просечан број активне наставе недељно је 22,5. Наставници запослени 100% држе 100% наставе. Укупно појединачно часовно оптерећење наставника недељно на свим ВШУ у Србији није веће од 12, а укупно појединачно часовно оптерећење сарадника није веће од 16.

У табели су у листу "Подаци о наставницима" колоне од Е до Ј правилно попуњене. У листу (sheet) "Структура студијског програма" су тачно уписане групе за П, В и ДОН. У четвртог семестру студијског програма постоји "Мастер рад" који се састоји из две позиције, "Мастер рад - истраживање и израда" и "Мастер рад - одбрана". Позиција "Мастер рад - истраживање и израда" има правилно одабрану активну наставу као студијско-истраживачки рад- СИР. Мастер рад приказан је као заједнички предмет на студијском програму у позицији обавезних предмета.

Назив студијског програма	<b>МАС - ИНДУСТРИЈА 4.0</b>
Назив установе са којом се организује заједнички студијски програм (ако у реализацији учествује више установа)	1. Универзитет у Београду - Машински факултет, 2. Универзитет у Београду - Математички факултет
Високошколска установа у којој се изводи студијски програм	1. Универзитет у Београду - Машински факултет, 2. Универзитет у Београду - Математички факултет
Образовно-научно/образовно-уметничко поље	ИМТ: 1. Техничко-технолошко, 2. Природно-математичко
Научна или уметничка област	ИМТ: 1. Машинско инжењерство, 2. Индустрijско инжењерство и инжењерски менаџмент, 3. Рачунарске науке
Обим студија изражен ЕСПБ бодовима	120
Назив дипломе	Мастер инжењер машинства – информатичар (у додатку дипломе ИНДУСТРИЈА 4.0)
Дужина студија	4 семестра
Година у којој је започела реализација студијског програма	-
Година када ће започети реализација студијског програма (ако је програм нов)	2019/20
Акредитован број на овом студијском програму	-

Планирани број студената који ће се уписати на прву годину студија овог студијског програма(укупан број = прва x трајање програма)	35
Датум када је програм прихваћен од стране одговарајућег тела (навести ког)	Одлука ННВ Машинског факултета 700/3 од 11.04.2019.г. и 1228/3 од 04.07.2019.г., Одлука ННВ Математичког факултета 202/2 од 05.04.2019.г. Одлука Сената Универзитета у Београду, бр. 06-3370/3372/3-19, од 11.09.2019. г.
Језик на коме се изводи студијски програм	Српски
Година када је програм акредитован	-
Web адреса на којој се налазе подаци о студијском програму	www.mas.bg.ac.rs

## 2. Анализа Уводне табеле

### УВОД: Студијски програм

Табела УВОД – Студијски програм, обухвата основне податке о студијском програму за које се тражи акредитација:

- 1) Податке о високошколској установи у којој се изводи студијски програм и назив студијског програма.
- 2) Образовно-научно/уметничко поље наведено у складу са Законом
- 3) Научна, стручна или уметничка област наведена у складу са листом области коју утврђује Национални савет.
- 4) Обим, врста и дужина студија у складу са Законом.
- 5) Назив дипломе наведен у складу са листом звања коју утврђује Национални савет

### Коментари и примедбе:

Мастер студијски програм ИНДУСТРИЈА 4.0 реализоваће се на Машинском факултету и Математичком факултету Универзитета у Београду и припада образовно-научном пољу техничко-технолошких и природно-математичких наука, а из области машинског инжењерства, индустријског инжењерства и инжењерског менаџмента и области рачунарских наука. Студијски програм мастер академских студија планиран је у трајању од 4 семестра. После завршених студија студент стиче звање "Мастер инжењер машинства – информатичар (у додатку дипломе ИНДУСТРИЈА 4.0)". На основу МАС "Индустрија 4.0", дефинисана су и два кратка програма студија чији су излази сертификати. Кратки програми студија не подлежу акредитацији.

## III. Анализа стандарда за акредитацију студијских програма

### 1. Структура студијског програма (Стандард 1)

Структура студијског програма треба да се процени посебно у следећим сегментима:

- Елементи студијског програма предвиђени законом.
- Предвиђени број ЕСПБ бодова.
- Самовредновање - Стандард 4: Квалитет студијског програма, (Рецензентска комисија даје образложења која се односе на испуњеност овог стандарда, анализира слабе и јаке тачке мера и поступака за обезбеђење квалитета, и даје предлог мера за побољшање овог стандарда).

### Коментари и примедбе:



Мастер академске студије (МАС) Индустрија 4.0 су мултидисциплинарне студије које заједнички реализују Универзитет у Београду - Машински факултет и Математички факултет Универзитета у Београду. Према приложеној Одлуци бр. 1228/3 од 4.07.2019. године (Прилог 5.2), носилац – координатор студијског програма је Универзитет у Београду - Машински факултет, док је, према Прилогу 5.2, Математички факултет Универзитета у Београду – реализатор наставе на наставним предметима из области своје матичности.

Студијски програм траје 2 године, или 4 семестра, и вреднује се са 120 ЕСПБ. После завршених студија, студент стиче диплому са академским називом мастер инжењер машинства – информатичар (у додатку дипломе ИНДУСТРИЈА 4.0).

Структура студијског програма се састоји из 9 обавезних, 6 изборних предмета (предмети носе по 6 ЕСПБ), 2 стручне праксе (6+9 ЕСПБ) и мастер рада (15 ЕСПБ). Опис о испуњености стандарда садржи "Прилог 1.3. Водич кроз мастер академске студије И4.0", и друге прилоге, и опис који потврђују да **студијски програм садржи све елементе предвиђене Законом и стандардима**. Студијски програм не садржи модуле. На студијском програму постоји укупно 18 изборних предмета распоређених у 5 група: 1 из области рачунарских наука, и 4 из области машинског инжењерства. За сваку позицију изборног предмета у семестру – постоји изборна листа предмета – који су у међусобној конкуренцији, и студент може да бира само један од њих.

**Структура студијског програма одговара захтевима стандарда у погледу назива, циљева, исхода учења, услова уписа студијског програма, начина извођења наставе, услове преласка са других студијских програма.**

Национални савет за високо образовање је донео током 2019. године Правилник о организацији, спровођењу и издавању сертификата за кратке програме студија. Њихов циљ је да директније и динамичније повежу високо образовање и тржиште рада. **Кратки програм студија може се изводити у обиму 30 до 60 ЕСПБ бодова, и не подлеже акредитацији**. С тим у складу, предвиђена су два кратка програма овог студијског програма: 1. Увод у студијски програм Индустрија 4.0 (1.1. Увод у производне системе, 1.2. Савремени менаџмент и мрежна организација предузећа, 1.3. Дигитална логика у аутоматизацији производње, 1.4. Роботика и вештачка интелигенција, 1.5. Дистрибуирани системи у машинству), 2. Увод у Индустрију 4.0 (2.1. Флексибилни и реконфигурабилни технолошки системи, 2.2. Управљање квалитетом и ризиком у Индустрији 4.0, 2.3.1. Управљање ланцима снабдевања, 2.3.2. Терминирање технолошких система, 2.4.1. Индустријски интернет ствари и сајбер безбедност, 2.4.2. Ексквизиција података, 2.5. Машинско учење).

Кратки програм студија је намењен за стручно оспособљавање лица са стеченим високим образовањем (ОАС).

Предмет 1.3. Дигитална логика у аутоматизацији производње – је понуђени предмет кратког програма студија који се помиње у документацији за акредитацију – али није истовремено и део структуре студијског програма који је поднет за акредитацију. Међутим, кратак програм студија и није дефинисан као извод акредитованог студијског програма, и не подлеже акредитацији, већ се формира у интересу тржишта рада и ВШУ, и у контексту функционалности и флексибилности наставних могућности ВШУ и њеног капацитета да промтно одговори захтевима тржишта рада и клијената из привреде (кратак програм студија може бити и наменски креиран, ради освежавања знања и вештина конкретног радног окружења).

Креирањем два кратка програма студија, представљен је и укупан полазни образовни капацитет студијског програма који се подноси за акредитацију.

## **2. Сврха студијског програма (Стандард 2)**

Сврха студијског програма треба да се процени имајући у виду следеће критеријуме:

- Могућност стицања компетенција у оквирима студија овог студијског програма.
- Јасна и недосмислена формулација сврхе студијског програма; усаглашеност сврхе студијског програма и основних задатака и циљева установе.

### Коментари и примедбе:

Универзитет у Београду - Машински факултет као једна од водећих националних ВШУ, већ четири године са Привредном комором Србије – ПКС Београд, и партнерима из земље и иностранства ради на програму Индустрија 4.0 (<https://vesti.mas.bg.ac.rs/?p=11482>, <https://vesti.mas.bg.ac.rs/?p=11855>). Импресивна је листа потенцијалних партнера из индустрије који су подржали оснивање овог студијског програма и дали изјаву о могућностима извођења студентске праксе (Прилози 2.1. а-ц).

Отуда је у опису о испуњености стандарда посебно истакнуто и да је сврха студијског програма и повећање конкурентности Републике Србије у привлачењу иностраних инвестиција у индустријски сектор кроз обезбеђење високостручног кадра спремног да имплементира напредне технологије које доноси четврта индустријска револуција.

Овде треба напоменути да слични студијски програми не постоје у земљама у региону (иако ЕУ публикације о таквој нужности и бенефитима, попут публикације из Прилога 2.2, постоје дуже време).

Сврха студијског програма Индустрија 4.0 је усклађена са мисијом реализатора студијског програма - Машинског факултета и Математичког факултета, и заснована је на обезбеђењу највиших академских стандарда и стицања знања и вештина – и то у складу са потребама друштва и националног развоја према Стратегији развоја образовања Србије. Сврха овог студијског програма је и да непрекидно и систематски доприноси унапређењу квалитета високог образовања у глобалним размерама.

Датим студијским програмом се постиже модернизација понуде студијских програма на оба факултета, реализатора студијског програма, као и усклађивање са најсавременијим токовима научног, технолошког и економског развоја, и захтевима тржишта рада. Поред синергијског ефекта, интра-универзитетска сарадња две институције доприноси и рационализацији коришћења националних ресурса.

**Сврха студијског програма је образовање кадрова са интердисциплинарним и мултидисциплинарним компетенцијама према извештају 2018 Future of Jobs report Светског економског форума и потребама нове генерације дигиталних предузећа, а у складу са начелима академске изврности за послове будућности.** При томе, треба напоменути да се Индустрија 4.0 базира на примени напредних технологија попут кибернетско-физичких система, флексибилних и реконфигурабилних технолошких система, аутономних робота, дигиталних фабрика са потребама анализе велике количине података, и слично.

Сврха студијског програма је дефинисана у складу са задацима високошколских установа реализатора студијског програма и обезбеђује стицање планираних компетенција (видети Прилог 1.3).

### 3. Циљеви студијског програма (Стандард 3)

Циљеви студијског програма треба да се процене имајући у виду следеће критеријуме:

- Усклађеност циљева студијског програма и задатака установе.
- Обухваћеност стицања компетенција и вештина у циљевима програма.

### Коментари и примедбе:

Рецензентска комисија недвосмислено потврђује да циљеви студијског програма поднетог за акредитацију

- укључују постизање компетенција и академских вештина, као и методе за њихово стицање,
- јесу у складу са основним задацима и циљевима високошколских установа – реализатора студијског програма,
- јесу јасно и недвосмислено формулисани, и усклађени су са захтевима привредног развоја и тржишта рада.

Према опису о испуњености стандарда, **основни циљ студијског програма је мултидисциплинарно образовање инжењера у области машинског инжењерства и рачунарских наука ради развоја и имплементације производних система у контексту Индустрије 4.0.**

Специфични циљеви студијског програма су наведени у опису о испуњености стандарда, и то:

- Стицање компетенција за решавање инжењерских проблема у оквиру Индустије 4.0, и то
  - 1) развој променљиве и реконфигурабилне производње
  - 2) пројектовање и имплементација кибернетско физичких система
  - 3) развој и имплементација интелигентних роботских система
  - 4) развој и имплементација система заснованих на Интернету
  - 5) оптимизација пословних и производних процеса
  - 6) управљање животним циклусом производа
  - 7) прикупљање и анализа података - уз примену и техника машинског учења при обради података
  - 8) дигитално повезивање предузећа
  - 9) пројектовање пословних модела
  - 10) управљање квалитетом, ризиком и набавком (ланцима снабдевања) у оквиру концепта Индустије 4.0
  - 11) организационо структурирање и управљање у условима дигиталне трансформације
- Кроз концепте пројектно оријентисаног учења - Оспособљавање за тимски рад, интердисциплинаран и мултидисциплинаран приступ проблемима и комуникацију у тиму,
- Развијање свести о потребама непрекидног усавршавања,
- Упознавање са улогом и задацима инжењера у оквиру Индустије 4.0,
- Стицање адекватних знања за наставак академских студија,
- Задовољење потреба тржишта рада,
- Повећање конкурентности Републике Србије у привлачењу инвестиција у индустријски сектор,
- Допринос дигитализацији привреде,
- Унапређење квалитета понуде студијских програма у Републици Србији,
- Међународно признање квалитета високошколског образовања и научно истраживачке делатности у Републици Србији,

Примарни циљеви се односе на стицање компетенција свршених студената. Већини декларисаних циљева су високошколске установе, реализатори студијског програма, иначе посвећене у својој свакодневној пракси, годинама уназад.

Публикације установа - реализатора студијског програма су дате кроз више докумената (Прилози 1.1-1.5) и и садржајне веб стране обе високошколске установе. Све приложено је доступно јавности, а по свом садржају је за похвалу у погледу очекиваних информација за потенцијалне кориснике и неговања културе обезбеђења квалитета.

#### **4. Компетенције дипломираних студената (Стандард 4)**

Компетенције дипломираних студената треба да се процене имајући у виду следеће критеријуме:

- Опште способности које студенти стичу савладавањем студијског програма.
- Предметно специфичне способности које студенти стичу савладавањем студијског програма.

**Коментари и примедбе:**

Додатак дипломе је дат као прилог описа о испуњености стандарда, и наводи да студијски програм МАС Индустрија 4.0 нуди студентима најновија научна, односно, стручна сазнања из области машинског инжењерства и рачунарства, у области Индустрије 4.0.

У опису о испуњености стандарда су наведене опште компетенције и вештине које се стичу похађањем студијског програма, као и предметно специфичне способности. Наглашена је интердисциплинарна и мултидисциплинарна перформанса свршених студената, и способност да идентификују, формулишу, анализирају и решавају сложене инжењерске проблеме уз примену знања из природних, рачунарских и инжењерских наука.

Посебно је наведена способност свршених студената да планирају и реализују истраживања и експерименте, и анализирају и тумаче резултате, тако да су се при реализованој посети ВШУ, 17.09.2019. године, дискутовале лабораторијске базе студијског програма, као и могуће базе пројектно и проблемски орјентисаних задатака, тема за мастер радове, и типичних лабораторијских вежби у области Индустрије 4.0.

Декларисане предметно-специфичне способности свршених студената одговарају циљевима студијског програма и наведене су следеће:

- Имплементација комплексних информационо-комуникационих технологија у производњи,
- Пројектовање мехатроничких подсистема и система,
- Моделирање, симулација и визуелизација процеса, подсистема и система, уз коришћење софтверских пакета и развојем сопственог софтвера,
- Анализа података и екстракција информација коришћењем техника вештачке интелигенције и машинског учења,
- Пројектовање и надзор процеса у дигитално трансформисаним предузећима, итд.

При посети ВШУ, 17.09.2019. године, дискутовано је како се планиране предметно-специфичне способности стичу на основу планираних предмета курикулума, односно, како планирани скуп предмета чини функционалну целину и како су исходи предмета повезани са компетенцијама које студент стиче похађањем студијског програма.

Исходи предмета су описани за сваки од наставних предмета и сумирани су у опису о испуњености стандарда на следећи начин:

- Пројектовање и имплементација реконфигурабилних технолошких система и њихових компонената (интелигентни роботи, производни ресурси, сензори, актуатори ...),
- Управљање дистрибуираним интелигентним системима и подсистемима,
- Коришћење различитих индустријских комуникацијских протокола,
- Моделирање, симулација, оптимизација пословних и производних система,
- Примена различитих техника машинског учења у решавању конкретних инжењерских проблема,
- Оптимизација технолошких система на основу биоинспирисаних алгоритама, техника машинског учења и вештачке интелигенције,
- Пројектовање дигитално повезаног предузећа,
- Пројектовање и имплементација свих подсистема у оквиру пирамиде аутоматизације,
- Пројектовање и имплементација система за аквизицију и обраду података у реалном времену,
- Повезивање виртуелног и реалног производног постројења,
- Пројектовање и имплементација система за доношење одлука уз употребу техника машинског учења (разматрају се и пословни системи, и производни ресурси),
- Пројектовање пословних модела, организационих структура, управљања квалитетом, управљања ризиком, и управљања ланцима снабдевања у контексту Индустрије 4.0.

Према опису о испуњености стандарда, компетенције студената обухватају следеће подобласти: Информационе технологије у индустрији, Аутоматизација производних система, Обрадни системи, Нумеричке мерне машине, Индустијски роботи и манипулатори, САД примене, Квалитет и патенти, Интелектуална својина, Организација компаније и управљање.

Опште и специфичне компетенције су прецизно дате, и у складу су са структуром и садржајем студијског програма.

Из достављених прилога, недвосмислено је да су дефинисани услови и поступци који су неопходни за завршавање студија, и да су исти усклађени са циљевима, садржајем и обимом студијског програма. Увид јавности је обезбеђен. Додатак дипломе је достављен као прилог.

У Додатку дипломе, у пољу 2.2 Главна област (или области) студија, је било наведено "Машинско инжењерство". С обзиром на декларисано ИМТ поље студија, и мултидисциплинарно стицање компетенција у области машинског инжењерства и рачунарских наука у контексту Индустије 4.0, а после посете ВШУ 17.09.2019. године, ВШУ је још једном размотрила садржај овог поља, и кориговала га у "Машинско инжењерство и рачунарске науке".

## 5. Курикулум (Стандард 5)

Курикулум треба да се процени имајући у виду следеће критеријуме:

- Распоред предмета по семестрима, фонд часова и број ЕСПБ.
- Опис предмета са називом, типом предмета, годином и семестром студија, број ЕСПБ, наведено име наставника, циљ курса са очекиваним исходима, знањима и компетенцијама, предусловима за похађање предмета, садржај предмета, препоручена литература, методе извођења наставе, начин провере знања и оцењивања.
- Правилност заступљености различитих група предмета у студијском програму према препорученим процентима.

### Коментари и примедбе:

Мастер студије студијског програма Индустија 4.0 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 не садржи модуле. Студијски програм се састоји од 9 обавезних предмета који носе 54 ЕСПБ, 6 изборних предмета који носе 36 ЕСПБ, две стручне праксе које носе укупно 15 ЕСПБ и завршног рада који такође носи 15 ЕСПБ. У структури предмета, 6 обавезних предмета са укупно 36 ЕСПБ (30%) спада у групу теоријско-методолошких предмета, док се сви остали предмети сврставају у научно и стручно апликативне са укупно 84 ЕСПБ. Током студија студент бира 6 предмета са укупно 36 ЕСПБ, што одговара изборности од 30% од укупног броја ЕСПБ.

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

Стручна пракса се обавља током друге године студија у два дела. Први део праксе се обавља у трећем семестру у укупном трајању од 15 дана, док се други део праксе обавља у четвртном семестру у укупном трајању од 40 радних дана.

Студент завршава студије израдом студијског истраживачког рада који је у функцији мастер рада, као и саме израде и одбране завршног мастер рада.

По својој структури овај мастер студијски програм најсличнији је програмима МАС Машинско инжењерство (МАС - МИ) на Машинском факултету Универзитета у Београду и МАС Информатика (МАС - И) на Математичком факултету Универзитета у Београду. Сличност са овим мастер студијским програмима не прелази 15%.

Детаљним увидом у књигу предмета може се закључити да су називи и садржаји предмета, циљеви и очекивани исходи потпуно прилагођени овом савременом и атрактивном мастер студијском програму. Похађањем овог мастер студијског програма студент ће стећи висок ниво теоријских и апликативних знања потребних за рад и унапређење Индустрије 4.0. Сви предвиђени наставници и сарадници довољно су компетентни да успешно реализују наставу на овом програму. За сваки предмет дефинисана је одговарајућа литература. Методи извођења наставе, као и начин провере знања и оцењивања за сваки предмет понаособ су адекватно предложени, а у складу са самим садржајем предмета и студијским програмом.

#### **6. Квалитет, савременост и међународна усаглашеност студијског програма (Стандард 6)**

Квалитет, савременост и међународна усаглашеност студијског програма треба да се процене имајући у виду следеће критеријуме:

- Целовитост и свеобухватност студијског програма и могућности стицања најновијих стручних сазнања.
- Усаглашеност програма са другим програмима на истој високошколској установи.
- Усклађеност програма са најмање три акредитована програма иностране високошколске установе, од којих су најмање два из високошколских установа европског образовног простора.

#### **Коментари и примедбе:**

Студијски програм МАС Индустрија 4.0 нуди студентима најновија научна, односно стручна сазнања из области машинског инжењерства и рачунарства, у области Индустрије 4.0. Кроз курикулум овог студијског програма даје се врло брз, адекватан одговор на потребе тржишта рада, исказане кроз чињеницу да се у свету у 21. веку дешавају значајне промене у пословној пракси. Овај програм је целовит и свеобухватан и усаглашен је са другим програмима Машинског и Математичког факултета у Београду. Студијски програм МАС Индустрија 4.0 је формално и структурно усклађен са утврђеним предметно специфичним стандардима за акредитацију, као и са европским стандардима у погледу услова уписа, трајања студија, услова преласка у наредну годину, стицања дипломе и начина студирања и упоредивости програма.

Ове оцене су верификоване поређењем студијског програма МАС Индустрија 4.0 са пет студијских програма из високошколских установа европског образовног простора. У документацији за акредитацију су наведене веб адресе ових програма и доступне су преко интернета. Такође, приложени су пдф документи курикулума ових иностраних студијских програма (прилози 6.1 до 6.5), као и њихова усклађеност са курикулумом студијског програма МАС Индустрија 4.0 (прилог 6.6).

#### **7. Упис студената (Стандард 7)**

Упис студената треба да се процени имајући у виду следеће критеријуме:

- Усклађеност броја уписаних студената на студијски програм са расположивим могућностима установе.
- Проверавање способности студената које одговарају карактеру студијског програма.

#### **Коментари и примедбе:**

Студијски програм МАС Индустрија 4.0 се први пут подноси за акредитацију. Студијски програм није раније извођен, и зато Табеле 7.1 и 7.2 не располажу подацима о већ уписаним

студентима на студијском програму (та поља су испуњене нулама, а попуњена су поља о планираном броју студената).

**Планирани број студената који би се уписао на студијски програм МАС Индустрија 4.0 је 35.** На терет буџета се уписује 10 студената, док се самофинансирајућих студената уписује 25.

Овај студијски програм могу уписати кандидати коју су завршили одговарајуће основне академске студије и остварили најмање 180 ЕСПБ бодова, јер овај МАС програм има 120 ЕСПБ бодова.

Право уписа на овај студијски програм имају студенти са завршеним основним академским студијама на:

- Неком од Машинских факултета
- Неком од факултета групације техничко-технолошких наука
- Природно-математичком факултету (одсек/модул математика, информатика или физика)

са најмање 180 ЕСПБ бодова.

Редослед кандидата за упис у прву годину МАС Индустрија 4.0 одређује се **на основу опште просечне оцене остварене на основним академским студијама.** У случају да два кандидата имају исту просечну оцену, предност има кандидат који је у краћем року завршио претходни ниво студија. Разматрањем просечне оцене и ограничавањем уписа студентима само са завршеним основним академским студијама на одређеним факултетима и модулима се врши провера способности кандидата.

Студент другог студијског програма, другог машинског факултета или другог факултета у области техничко-технолошких или природно-математичких наука (математика, информатика или физика), у земљи или иностранству, може да поднесе захтев за прелазак на овај студијски програм само на почетку друге године студија под условом да је стекао одговарајући број ЕСПБ бодова, уз обавезан корак усаглашавања наставних планова и програма, на основу којег следи и одређивање броја евентуално потребних допунских испита, односно, броја ЕСПБ бодова.

Висина школарине за самофинансирајуће студенте држављане Републике Србије износи 180.000,00 динара, док за стране држављане износи 2.400,00 ЕУР-а. Плаћање школарине је омогућено у десет једнаких рата.

Први уписни рок за који је дат прилог је планиран у октобру и завршио би се до 11.10.2019. чиме су испуњени услови из конкурса.

По завршетку мастер академских студија Индустрија 4.0 стиче се академски назив **мастер инжењер машинства - информатичар.**

Извесне нејасноће у вези прилога 7.2.б су разјашњена приликом посете ВШУ, 17.09.2019. године. Наиме, поменути прилог није актуелан за студијски програм који је поднет за акредитацију, али илуструје поступак уписа студената који ВШУ примењује за све студијске програме (именује комисију за пријем студената у текућу школску годину).

## **8. Оцењивање и напредовање студената (Стандард 8)**

Оцењивање и напредовање студената треба да се процене имајући у виду следеће критеријуме:

- Стицање одређеног броја ЕСПБ бодова полагањем испита.
- Утврђеност броја ЕСПБ бодова за сваки предмет према оптерећењу студената и према јединственој методологији.
- Континуираност праћења успешности студената у савлађивању одређеног предмета током наставе и изражавање успешности поенима. Предвђеност стицања поена на предмету кроз рад у настави, испуњавањем предиспитних обавеза и полагањем испита, тако да је минималан број поена које студент може да стекне испуњавањем предиспитних обавеза током наставе 30, а максимални 70.
- Јавност и разумљивост начина стицања поена за сваки предмет, на основу сваке појединачне врсте активности током наставе или извршавањем предиспитне обавезе и полагањем испита.
- Стандард 8: Квалитет студената, (Рецензентска комисија даје образложења која се односе на испуњеност овог стандарда, анализира слабе и јаке тачке мера и поступака за обезбеђење квалитета, и даје предлог мера за побољшање овог стандарда).

### **Коментари и примедбе:**

Ово је нови студијски програм за који се тражи акредитација, и у складу са тим, Табела 8.2 није попуњена подацима, јер није било раније уписиваних студената. Студент који заврши МАС Индустрија 4.0 стиче укупно 120 ЕСПБ бодова.

Сваки од предмета који је у оквиру овог студијског програма је једносеместрални и носи по 6 ЕСПБ бодова. У оквиру студијског програма се налази и Пракса која је подељена у 2 дела, од којих први део носи такође 6 ЕСПБ бодова, док други носи 9 ЕСПБ. Истраживање, израда и одбрана мастер рада носи такође 15 ЕСПБ бодова. Пракса и мастер рад у збиру доносе додатних 30 ЕСПБ бодова, што оставља простор за 15 предмета од по 6 ЕСПБ бодова, и то 6 изборних и 9 обавезних предмета који носе по 6 ЕСПБ бодова.

Оцењивање студената се на МАС Индустрија 4.0 врши кроз предиспитне обавезе и завршни испит. Кроз предиспитне обавезе на свим предметима студент може да стекне између 30 и 70 поена од укупних 100 поена колико максимално студент може да добије у оквиру једног предмета. Студент може поене током предиспитних обавеза да стекне кроз:

- Редовност доласка на наставу и активност у току наставе,
- Провере знања у току семестра,
- Самосталан рад

Провере знања у току семестра могу бити:

- Колоквијуми,
- Тестови,
- Преглед и оцена извештаја са лабораторијских вежби,
- Преглед и оцена пројектног задатка,
- Преглед и оцена семинарског рада

Завршни испит се вреднује са 30 – 70 поена, у зависности од предмета може се реализовати као:

- Писмени,
- Усмени,
- Писмени и усмени

Коначну оцену студент добија на основу поена, које је стекао кроз предиспитне обавезе и завршни испит и опсег оцена које може добити је од 5 (није положио) до 10 (одличан).

У Табели 8.1 се налазе поени по предметима које студент стиче кроз наставу, преко предиспитних обавеза и испита. Анализом поена који су дати у овој табели утврђено је да сви предмети испуњавају услов да предиспитне обавезе треба да носе између 30 и 70 поена од укупне оцене.

У књизи предмета је за сваки предмет јасно истакнуто на који начин студент може да стекне одређени број поена. Такође је примећено да на већини предмета је у предиспитне обавезе урачуната и активност на предавањима што омогућава континуалност у провери знања студената овог студијског програма.

### **9. Наставно особље (Стандард 9)**

Наставно особље треба да се процени имајући у виду следеће критеријуме:

- Усклађеност броја наставника са бројем часова наставе на студијском програму који установа реализује, тако да наставник остварује просечно 180 часова активне наставе (предавања, консултације, вежбе, практичан рад и теренски рад) годишње, односно 6 часова недељно, а да при томе ангажовање по појединачном наставнику није веће од 12 часова активне наставе недељно.



- Захтев да најмање 70% часова активне наставе коју држе наставници, држе наставници са пуним радним временом, осим у пољу уметности где је тај минимум 50%.
- Захтев да, од укупног броја наставника потребних за обављање наставе по годинама студија за студијски програм академије струковних студија и високе школе струковних студија, изузев у пољу уметности, морају да имају најмање 50% наставника са стеченим научним називом доктора наука.
- Захтев да је број сарадника довољан да покрије укупан број часова наставе на студијском програму, а да при томе сваки сарадник остварује просечно 300 часова активне наставе годишње, односно просечно 10 часова активне наставе недељно, осим у пољу уметности.
- Усклађеност квалификација наставног особља са нивоом њихових задужења и документованост референцама и подацима доступним јавности.
- Усклађеност величине група за предавања и вежбе са Стандардом.
- Самовредновање - Стандард 7: Квалитет наставника и сарадника, (Рецензентска комисија даје образложења која се односи на испуњеност овог стандарда, анализира слабе и јаке тачке мера и поступака за обезбеђење квалитета, и даје предлог мера за побољшање овог стандарда).

### **Коментари и примедбе:**

На студијском програму МАС Индустрија 4.0 ангажовано је 25 наставника и 5 сарадника који су сви у сталном радном односу и са пуним радним временом (табеле 9.1.а, 9.2 и 9.5). Такође, ангажовани наставници и сарадници задовољавају услов да њихово укупно ангажовање не прелази 12 (за наставнике) и 16 (за сараднике) часова недељно (табеле 9.2 и 9.5). Укупан број ангажованих наставника и сарадника на овом студијском програму одговара потребама студијског програма и довољан је да покрије укупан број часова. Настава је организована тако да у групи за предавања има до 25 студената, у групи за вежбе до 15 студената и у групи за лабораторијске вежбе до 10 студената

Наставници и сарадници су изабрани према прописима који регулишу избор наставника и сарадника на факултетима Универзитета у Београду и то: Закона о високом образовању Републике Србије, Статута Универзитета у Београду, Правилника о начину и поступку стицања звања и заснивања радног односа наставника Универзитета у Београду и Статута Машинског и Математичког факултета.

Према приложеној књизи наставника (табеле 9.1.а) и картицама наставника може се утврдити да сви наставници имају одговарајуће референце из уже научне и стручне области из које изводе наставу тако да могу успешно да припреме студенте за израду мастер рада као и за ефикасно учествовање у научним истраживањима.

Подаци о наставницима и сарадницима Машинског и Математичког факултета у Београду доступни су на Факултетима, као и на интернет порталима Факултета.

### **10. Организациона и материјална средства (Стандард 10)**

Организациона и материјална средства треба да се процене имајући у виду следеће критеријуме:

- Обезбеђеност одговарајућег простора за извођење наставе и то објеката са најмање 4 м2 бруто простора по студенту, односно 2 м2 по студенту за извођење наставе по сменама, осим за поље уметности.
- Амфитеатри, учионице, лабораторије, односно друге просторије за извођење наставе, као и библиотечки простор и читаоница, у складу са потребама образовног процеса одређеног образовно-научног, односно образовно-уметничког поља.
- Обезбеђеност одговарајућег радног простора за наставнике и сараднике.
- Обезбеђеност техничке опреме за савремено извођење наставе.
- Библиотечки ресурси релевантни за извођење студијског програма.
- Покривеност свих предмета одговарајућом уџбеничком литературом, училима и помоћним наставним средствима на начин да су они расположиви на време и у броју довољном да се обезбеди нормално одвијање наставног процеса.
- Самовредновање - Стандард 9: Квалитет уџбеника, литературе, библиотечких и информатичких ресурса (Рецензентска комисија даје образложења која се односи на испуњеност овог стандарда, анализира слабе и јаке тачке мера и поступака за обезбеђење квалитета, и даје предлог мера за побољшање овог стандарда).
- Самовредновање - Стандард 10: Квалитет управљања високошколском установом и квалитет ненаставне подршке (Рецензентска комисија даје образложења која се односи на испуњеност овог стандарда, анализира слабе и јаке тачке мера и поступака за обезбеђење квалитета, и даје предлог мера за побољшање овог стандарда).
- Самовредновање - Стандард 11: Квалитет простора и опреме (Рецензентска комисија даје образложења која се односи на испуњеност овог стандарда, анализира слабе и јаке тачке мера и поступака за обезбеђење квалитета, и даје предлог мера за побољшање овог стандарда).

#### **Коментари и примедбе:**

**На основу достављене документације, може се закључити да за извођење студијског програма постоје одговарајући људски, просторни, техничко-технолошки и други ресурси који су потребни студијском програму и предвиђеном броју студената.**

Настава на студијском програму Индустрија 4.0 се превасходно одвија у просторијама Машинског факултета.

Универзитет у Београду - Машински факултет располаже сопственим, потпуно опремљеним и функционалним простором од **38.973 m<sup>2</sup>** на три локације: Краљице Марије 16, Рузвелтова 1а и Иванковачка 5-7. На Машинском факултету акредитовани су следећи студијски програми: ОАС Машинско инжењерство за 720 студената, ОАС Информационе технологије у машинству за 60 студената, МАС Машинско инжењерство за 416 студената и ДАС Машинско инжењерство за 50 студената, што са 35 студената за колико се акредитује студијски програм МАС Индустрија 4.0 одговара укупном броју од 3392 студената. Расположив простор по студенту је **11,49 m<sup>2</sup>**. Из организационих разлога, настава се изводи у две смене.

У изузетним случајевима потребе, настава се може одвијати и на Математичком факултету, који располаже са **4732 m<sup>2</sup>** на четири локације (Студентски трг 16, Ватрослава Јагића 5, Волгина 7 и Светог Николе 39). Студентима студијског програма Индустрија 4.0 на располагању је библиотека Математичког факултета са читаоницама површине **222,06 m<sup>2</sup>** са **65402** библиотечке јединице.

На Машинском факултету, за извођење наставе на студијском програму Индустрија 4.0 на располагању су заједнички амфитеатри, учионице, сале, вежбаонице, лабораторије са радним местима за студенте, рачунарске учионице и читаоница са укупним бројем од 3872 места. Техничка опрема за извођење наставе, с обзиром на карактер студијског програма Индустрија 4.0 изводи се на најсавременији начин: сваки наставник користи лаптоп рачунар са могућношћу прикључка на интернет, који постоји у свакој учионици, презентације се емитују путем LCD пројектора, користе се паметне табле, као и извођење рачунарских вежби у рачунарским салама, уз коришћење одговарајућих софтверских пакета или у лабораторијама уз одговарајућу опрему.

На Машинском факулету постоји 91 наставно-истраживачка лабораторија са лабораторијском опремом вредном више милиона евра. За потребе студијског програма Индустрија 4.0 користиће се следеће лабораторије:

Лабораторија за аутоматизацију производних процеса, Лабораторија за информационе технологије и управљање производњом, Лабораторија за флексибилне технолошке системе, обрадне процесе и алате, Лабораторија за индустријску роботiku и вештачку интелигенцију, Лабораторија за производну метрологију и квалитет, Лабораторија за испитивање машинских система и структурну анализу, Лабораторија за ергономију, Лабораторија за теротехнологију, Лабораторија за пословне информационе системе, Лабораторија за интелигентне системе управљања, и Лабораторија за компјутерске и информационе технологије.

Наведене лабораторије су потпуно опремљене савременом техничком опремом неопходном за реализацију студијског програма, а детаљан опис је дат у табели 10.2. Обезбеђен је и радни простор за наставнике и сараднике површине преко **6000 m<sup>2</sup>**.

Поред рачунара у оквиру лабораторија, на Машинском факулету на располагању је 10 рачунарска учионица са 215 радних места за студенте. Рачунари у рачунарским учионицама стандардно су опремљени са минимално 4GB RAM меморије и 500GB HDD, а континуирано се врши унапређење, опремање нових рачунарских учионица и повећање броја рачунара. Математички факултет поседује рачунарску лабораторију за студенте мастер студија са 180 рачунара.

Факултети располажу и користе више различитог, лиценцираног софтвера. За све студенте и запослене обезбеђен је софтвер фирме Microsoft. Преко MS Azure платформе, студенти и запослени могу да преузимају копије оперативних система, развојне алате, софтверске библиотеке, различите апликације.

Установа је приложила Табеле 10.1.- 10.5., као и Прилоге 10.1. – 10.3.

**Из извештаја о самовредновању** може се констатовати да установа испуњава стандарде 9, 10 и 11 (Стандард 9: Квалитет уџбеника, литературе, библиотечких и информатичких ресурса, Стандард 10: Квалитет управљања високошколском установом и квалитет ненаставне подршке, Стандард 11: Квалитет простора и опреме). Али, постоје и одређене слабости, као, на пример:

Недостатак финансијских средстава:

- за одржавање и обнављање постојећих информатичких ресурса,
- за набавку нових лиценцираних рачунарских програма.
- за набавку нових информатичких ресурса.
- за одређене стручне и друге послове у ненастави
- за текуће и инвестиционо одржавање простора и опреме.

Дотрајалост дела постојеће истраживачке опреме и недостатак савремене истраживачке и друге опреме.

Предлог рецензентске комисије (имајући у виду: 1. да се пријављује нови студијски програм који тренутно користи материјалну базу наставе постојећих студијских програма; 2. постојећи извештај о самовредновању се не односи на овај студијски програм):

- Рад на осавремењавању библиотечких јединица и информатичке опреме, независно од финансијске подршке,
- Тражити финансијску подршку кроз пројекте из фондова ЕУ и већом сарадњом са привредом,
- Уложити напоре Службе за одржавање Машинског факултета на текућем одржавању објекта Факултета, у недостатку финансијских средстава за инвестиционо одржавање.

## 11. Контрола квалитета (Стандард 11)

- Редовно праћење квалитета студијског програма кроз периодичну спољашњу и унутрашњу проверу и предузимање мера за унапређење квалитета у погледу курикулума, наставе, наставног особља, оцењивања студената, уџбеника и литературе
- Самовредновање - Стандард 1: Стратегија обезбеђења квалитета, Стандард 2: Стандарди и поступци за обезбеђење квалитета, Стандард 3: Систем обезбеђења квалитета, Стандард 5: Квалитет наставног процеса, Стандард 6: Квалитет научно-истраживачког уметничког и стручног рада, Стандард 13: Улога студената у самовредновању и провери квалитета, Стандард 14: Систематско праћење и периодична провера квалитета (Рецензентска комисија даје образложења која се односи на испуњеност ових стандарда, анализира слабе и јаке тачке даје предлоге за побољшање).

### Коментари и примедбе:

Студијски програм се по први пут подноси за акредитацију.

Опис о испуњености стандарда са датим прилозима и садржајима на веб странама факултета - реализатора студијског програма – потврђује да се ради о високошколским установама које имају развијену културу и процесе обезбеђења и унапређења квалитета. Посебно треба истаћи резултате Машинског факултета на пољу међународне акредитације <https://www.mas.bg.ac.rs/akreditacija/start>, а у контексту развоја културе обезбеђења и унапређења квалитета.

Обе ВШУ су дале обиље прилога који сведоче о развијеној култури обезбеђења и унапређења квалитета, укључујући и извештаје о самовредновању 2015/16. Студијски програм МАС "Индустрија 4.0" се по први пут подноси за акредитацију, тако да није обухваћен досадашњим извештајима за самовредновање. Обе ВШУ нису до сада имале искуства у реализацији заједничког студијског програма. Отуда је посебно интересантан прилог Табела 11.3 Листа чланова Тима за квалитет студијског програма Индустија 4.0. Листа садржи 26 чланова са Машинског факултета, и 11 чланова са Математичког факултета.

У току посете ВШУ, 17.09.2019. године, посебна пажња је посвећена аспектима обезбеђења и унапређења квалитета заједничког студијског програма МАС "Индустрија 4.0", редовној службеној комуникацији и сарадњи две ВШУ у том смислу. Каква је, на пример, процедура да се студијском програму придружи нови изборни предмет, и како је замишљена комуникација између две ВШУ? Или, како је планирано функционисање Тима за квалитет студијског програма Индустија 4.0 у свакодневној пракси. Тим има 37 чланова и планирана је његова координација и са другим телима.

У складу са тада развијеном дискусијом, и на захтев рецензентске комисије, накнадно је достављен Прилог 13.7 План будућег самовредновања студијског програма МАС Индустија 4.0. Документ је исцрпно, на 15 страна, представио све аспекте заједничког деловања две ВШУ у процесу обезбеђења квалитета заједничког студијског програма.

У накнадном поступку, свега неколико дана од посете рецензентске комисије, достављена је поново комплетна документација студијског програма поднетог за акредитацију, у којој су исправљене уочене словне грешке, и неадекватне варијације терминолошких одредница – попут прецизног назива ВШУ или имена студијског програма који се акредитује. Ниво напора и ефикасности да се постигне административна перфекција је евидентан.

Услови стандарда 11 – контрола квалитета – су у потпуности задовољени.

## **12. Студије на даљину (Стандард 12)**

Студије на даљину треба да се процене имајући у виду следеће критеријуме:

- Прилагођеност програма учењу на даљину и постојање наставног материјала који одговара циљевима образовања.
- Интегрисаност система за оцењивање у систем провере знања и одвијање у објектима високошколске установе.
- Компетентност наставног особља и оптерећење наставног особља у складу са стандардима.
- Постојање свих неопходних ресурса комуникационо-информатичке технологије за одржавање програма.

### **Коментари и примедбе:**

Студијски програм који је поднет за акредитацију није предвиђен за извођење на даљину.

**Додатни стандарди за студијске програме који се изводе на светском језику, за заједничке студијске програме и за ИМТ програме:**

## **13. Студије на светском језику**

### **Коментари и примедбе:**

Студијски програм који је поднет за акредитацију је предвиђен за наставу само на српском језику.

## 14. Заједнички студијски програм

### Коментари и примедбе:

Индустрија 4.0 је заједнички ИМТ мастер студијски програм Универзитета у Београду – Машинског и Математичког факултета, при чему свака од установа изводи наставу у својој области (ТТ и ПМ област). Заједнички студијски програм је дефинисан на основу Конкурса МПНТРС за избор мастер студијских програма из области информационих технологија, програмирања, анализе података и организације и у складу са националним регулативама Републике Србије и свим релевантним подзаконским актима. Овај мастер студијски програм ће кроз успешну колаборацију искористити велике потенцијале оба партнерска факултета и добре европске праксе у области Индустије 4.0. Потребно је истаћи атрактивност заједничког мастер академског студијског програма Индустија 4.0 у међународним размерама, који отвара изузетне могућности запошљавања завршених студената. Машински и Математички факултет имају потписан Споразумом о извођењу заједничких мастер академских студија којим су регулисани елементи неопходни за реализацију студијског програма.

Конкурс за упис студената расписује Универзитет, а спроводи Машински факултет. Организацију и реализацију уписа на студијски програм, укључујући пријем докумената, рангирање и упис кандидата обављаће уписна комисија сачињена од наставника и сарадника оба факултета, уз поштовање принципа сразмерне заступљености у просторијама Машинског факултета. Укупну евиденцију, као и доставу потребних података Универзитету, ће водити надлежне службе Машинског факултета.

Диплому и додаток дипломи о завршеном Заједничком студијском програму издаје Универзитет у складу са Споразумом и националним прописима. Диплома и додаток дипломи се издају на прописаном обрасцу на српском језику ћириличким писмом.

## 15. ИМТ (интердисциплинарни, мултидисциплинарни и трансдисциплинарни) студијски програм

### Коментари и примедбе:

Студијски програм МАС Индустија 4.0 је ИМТ програм јер садржи предмете у двема областима: машинско инжењерство (75%) и рачунарске науке (25%). По свом смислу и садржају, овај програм представља спрегу најновијих научних сазнања из области производног машинства, индустријског инжењерства и информатике, и у томе се огледа његова права мултидисциплинарност.

Студијски програм МАС Индустија 4.0 је осмишљен да одговори изазовима нове мултидисциплинарна области под називом “Индустије 4.0” чија се суштина састоји у умрежавању паметних дигиталних уређаја са производима, машинама, алатима, роботима и људима. Ова нова индустријска парадигма се превасходно ослања на машинско инжењерство и рачунарске науке ради решавања савремених проблема који се јављају у производним компанијама и њиховим ланцима снабдевања.

## 16. Примери изврности

Ако постоје, треба да буду пример добре праксе.

Дефиниција: Изврност значи да су изложене карактеристике веома добре али имплицитно нису достижене свима.

МАС студијски програм Индустија 4.0, јесте пример добре праксе, јер се ради о заједничком ИМТ студијском програму две истакнуте ВШУ, и припада групи Мастер 4.0 студијских

програма које је подржала Влада Републике Србије у напорима осавремењавања високог образовања.

#### IV. Оцене појединачних стандарда

Квалитет студијског програма исказује се бројчаним оценама по стандардима:

Ред.бр.	Стандарди	Бројчана оцена стандарда*
1	Структура студијског програма	10
2	Сврха студијског програма	10
3	Циљеви студијског програма	10
4	Компетенције дипломираних студената	10
5	Курикулум	10
6	Квалитет, савременост и међународна усаглашеност студијског програма	10
7	Упис студената	10
8	Оцењивање и напредовање студената	10
9	Наставно особље	10
10	Организациона и материјална средства	10
11	Контрола квалитета	10
12	Студије на даљину	С.п. није на даљину
13	Студије на светском језику	С.п је на српском
14	Заједнички студијски програм	10
15	ИМТ (интердисциплинарни, мултидисциплинарни и трансдисциплинарни) студијски програм	10

\*Оцене: слабо (5), добро (6-7), врло добро (8-9), одлично (10)

Установа се не може акредитовати уколико добије оцену слабо (5) за било који од стандарда 1, 5, 6, 9, 10 и 11.

Нетачни подаци и/или неисправни електронски формулари у приложеној документацији аутоматски повлаче одбијање акредитације.

#### V. Сажетак

Кратак опис свих позитивних и негативних елемената у оцени стандарда за акредитацију високошколских установа.

**Рецензентска комисија предлаже Националном телу за акредитацију и проверу квалитета у високом образовању Србије да прихвати захтев за акредитацију студијског програма МАС "Индустрија 4.0".**

Рецензентска комисије се слаже са описима о испуњености стандарда (који су дати у приложеној документацији за акредитацију), и високо оцењује квалитет студијског програма.

МАС студијски програм "Индустрија 4.0", припада групи Мастер 4.0 студијских програма које је подржала Влада Републике Србије, а релевантне информације о томе су расположиве на веб адреси

<https://www.srbija.gov.rs/vest/408069/predstavljени-master-40-studijски-programi.php>

Ценећи квалитет поднетог студијског програма за акредитацију, рецензентска комисија изражава подршку напорима Владе Републике Србије и водећих високошколских установа (Универзитет у Београду - Машински факултет и Универзитет у Београду - Математички факултет) у модернизацији високог образовања, а у складу и са захтевима глобалног тржишта рада.

## VI. Препоруке

- предлог мера за отклањање уочених слабости
- предлог мера и активности за унапређење квалитета високошколске установе

На основу

- поднете документације за акредитацију студијског програма МАС "Индустрија 4.0",
- посете ВШУ – реализаторима студијског програма МАС "Индустрија 4.0",
- додатно достављене документације за акредитацију студијског програма МАС "Индустрија 4.0" (у којој су исправљене техничке грешке, коригован документ Додатак дипломи, достављен нови прилог 13.7 План будућег самовредновања студијског програма МАС "Индустрија 4.0", разјашњене илустративне намере прилога који нису директно повезани са МАС "Индустрија 4.0", и неке нумеричке вредности електронског формулара),
- чињенице да је студијски програм МАС "Индустрија 4.0" један од четири Мастер 4.0 студијска програма које је подржала и Влада Републике Србије (<https://www.srbija.gov.rs/vest/408069/predstavljени-master-40-studijski-programi.php>)
- Правилника о стандардима и поступку за акредитацију студијских програма (од 25.02.2019. године), и
- сопствених искустава у високом образовању,

рецензентска комисија није евидентирала слабости студијског програма МАС "Индустрија 4.0", јер сматра да објективно, тренутно, и не постоје, па самим тим, и не предлаже мере за њихово отклањање.

Процењујући евентуалне ризике који могу настати протоком времена, рецензентска комисија подржава високошколске установе - реализаторе студијског програма, у досадашњој посвећености у обезбеђењу и унапређењу квалитета.

Као посебно евидентиране ризике истичемо:

- Акредитација се издаје на 7 година, што је релативно дуг период, у оквиру кога се могу очекивати промене које могу утицати на осавремењавање студијског програма МАС "Индустрија 4.0".
- Увек је актуелна дискусија како студенти стичу планиране предметно-специфичне способности на основу предмета курикулума, односно, како планирани скуп предмета чини функционалну целину и како су исходи предмета повезани са компетенцијама које студент стиче похађањем студијског програма. Потребно је обезбедити квалитет нестационарног наставног процеса. Промене ће мотивисати непрекидно осавремењавање дигиталних технологија, потребе међународне усаглашености наставних планова и програма, нови домети партнерства са привредом, променљиви захтеви и трендови глобалног и националног тржишта рада, ограничења или могућности реализатора студијског програма у погледу људских и материјалних ресурса.
- Студијски програм је настао и подстицајем Владе РС у области информационих технологија, програмирања, анализе података и организације. Наиме, студијски програм је један од четири интердисциплинарна студијска програма под јединственим називом Мастер 4.0, настала кроз блиску сарадњу универзитета и привреде, а у циљу повезивања савремених ИТ знања са пословним вештинама потребним за развој дигиталних производа и услуга. Студијски програм МАС "Индустрија 4.0" је изабран на јавном конкурсима који је, на идеју Иницијативе "Дигитална Србија", реализовало Министарство просвете, науке и технолошког развоја, Универзитет у Београду – Машински факултет, и Универзитет у Београду – Математички факултет, после чега се кренуло у процес акредитације, а по чијем завршетку је планиран упис 35 студената. Дакле, студијски програм је нијансиран идејом припадности области информационих технологија,



програмирања, анализе подака и организације. С друге стране, Индустрију 4.0 можемо дефинисати као четврту основну рedefиницију система производње засновану на томе да омогући различитост производа са исте производне линије, а у корист 1) скраћења реакције на специфичне захтеве клијената, 2) сакупљања, анализе и дељења информација, 3) оптимизације производње, 4) предиктивног одржавања, 5) нових начина да производ дефинисаних функционалности, перформанси и квалитета – постане јефтинији. Даље, у том светлу, Индустрија 4.0 подразумева коришћење расположивих технологија и алата, који се уводе у производњу и дизајн најразличитијих сложених система. Отуда су реализатори заједничког студијског програма суочени са потребом континуалног осавремењавања студијског програма (а не само на сваких 7 година, при подношењу нових захтева за акредитацију).

- С обзиром на динамичан развој дигиталних технологија и стандарда у оквиру Индустрија 4.0, с једне стране, и с обзиром на комплексност обухвата сврхе и циља студијског програма, с друге стране, врло је присутан ризик да обухват наставних предмета, у неком тренутку, не покрије све актуелне аспекте Индустрије 4.0. Отуда се намеће питање механизма модернизације студијског програма, односно, мера суштинског обезбеђења и унапређења његовог квалитета. Каква је на пример процедура да се студијском програму придружи изборни предмет или изборни модул?
- Студијски програм заједно реализују наставници и сарадници различитог менталитета са различитим научним и наставним фокусима, навикама и очекивањима. Отуда је развој и имплементација механизма институционалне сарадње и комуникације битан ради успешне реализације студијског програма.
- Ширење базе нових кадрова, материјалне базе наставе и механизма обезбеђења и унапређења квалитета заједничког ИМТ студијског програма (посебно узимајући претходно изнете тезе о потребама непрекидног осавремењавања студијског програма) је захтеван задатак и за национално водеће институције попут Универзитета у Београду – Машински факултет, и Универзитета у Београду – Математички факултет.
- Студијски програм МАС Индустрија 4.0 има сврху и циљ да у континуитету обезбеђује кадрове за глобално тржиште рада које вреднује захтеве Индустрије 4.0, преузимајући и један тежак друштвени задатак – да Србија постане пре свега земља висококомпетентне, а не јефтине радне снаге.

#### Напомене:

Ако је предлог рецензентске комисије да се Студијски програм не акредитује ПРЕПОРУКЕ треба да дају **главне аргументе за негативну оцену** (неакредитацију) заједно са листом **обавезних активности** које обезбеђују студентима, већ уписаним на неки од студијских програма, стицање знања и вештина на задовољавајућем нивоу.

Ако је предлог рецензентске комисије да се Студијски програм акредитује ПРЕПОРУКЕ садрже листу активности које Установа треба да спроведе до наредне редовне спољашње провере квалитета, а у циљу побољшања квалитета рада високошколске установе.

Уколико је неки стандард оцењен са 5 или 6 у ПРЕПОРУКАМА се Установа обавезује да унапреди свој квалитет у вези са тим стандардом до наредне редовне спољашње провере квалитета.

Рецензентска комисија	Презиме, средње слово и име	Потпис
Председник	Матијевић С. Милан	
Члан	Ћирић Т. Иван	

Члан	<b>Живковић С. Дејан</b>	
Члан	<b>Глумац Д. Станислав</b>	
Члан	<b>Милошевић А. Милица</b>	

**Датум и место**

**25.09.2019. године, у Београду, Крагујевцу и Нишу**