



UNIVERZITET U BEOGRADU  
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Универзитет у Београду  
Факултет организационих наука

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Фархада Лотфија**

Одлуком 05-01 бр.3/109-4 Наставно-научног већа ФОН-а од 23.10.2024. године именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације кандидата Фархада Лотфија под насловом

### **„СЕРВИСИ ПАМЕТНОГ ЗДРАВСТВА ЗА МЕРЕЊЕ И ПРЕДВИЂАЊЕ СТРЕСА СТУДЕНАТА У ВИСОКОШКОЛСКОМ ОБРАЗОВАЊУ ПРИМЕНОМ ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ“**

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

## РЕФЕРАТ

### 1. УВОД

#### 1.1. ХРОНОЛОГИЈА ОДОБРАВАЊА И ИЗРАДЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Фархад Лотфи је уписао докторске студије школске 2021/2022 године. Комисија за преглед и одбрану приступног рада и оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације формирана је 06.09.2023. године, на Наставно-научном већу ФОН-а одлуком 05-01 бр. 3/95-10, када је и одобрена израда приступног рада кандидату. Приступни рад је одбрањен 20.09.2023. године.

Одлуком Наставно-научног већа 05-01 бр. 3/104-8 од 29.09.2023. године усвојен је извештај Комисије о научној заснованости пријављене докторске дисертације. Одлуком Универзитета у Београду 02 број: 61206-3656/2-23 од 16.10.2023. године, дата је сагласност на предлог теме докторске дисертације Фархада Лотфија под називом „Сервиси паметног здравства за мерење и предвиђање стреса студената у високошколском образовању применом вештачке интелигенције“ о чему је Наставно-научно веће информисано 23.10.2023. За ментора је именована проф. др Зорица Богдановић.

Ментор проф. др Зорица Богдановић је 16.10.2024. поднела Извештај о завршетку рада кандидата Фархада Лотфија на изради докторске дисертације. Наставно-научно веће ФОН-а је на седници одржаној 23.10.2024. године, именовало Комисију за оцену завршене докторске дисертације Одлуком 05-01 бр. 3/109-4.

#### 1.2. НАУЧНА ОБЛАСТ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Предмет овог истраживања ове докторске дисертације је развој модела и сервиса паметног здравства (*smart healthcare*) за мерење и предвиђање стреса студената у високошколском образовању коришћењем метода и техника вештачке интелигенције, како би се унапредио квалитет образовног процеса у готово реалном времену (*biofeedback*). Циљ истраживања био је развити методолошки

поступак и пројектовати сервисе паметног здравства засноване на методама и техникама вештачке интелигенције који омогућају ефективну и брзу детекцију и предвиђање стреса студената.

Докторска дисертација „Сервиси паметног здравства за мерење и предвиђање стреса студената у високошколском образовању применом вештачке интелигенције“ припада пољу Техничко-технолошких наука, подручју Информационих система и технологија и ужој научној области Електронско пословање, за коју је матичан Факултет организационих наука Универзитета у Београду. У дисертацији се обрађују теме из области е-здравства, паметног здравства, вештачке интелигенције, детекције и предвиђања стреса студената.

### 1.3. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Фархад Лотфи рођен је 13. маја 1990. године у Техерану, главном граду Ирана. Завршио је средњу школу за рачунарско програмирање у граду *Khorramdarreh*. Дипломирао је на Исламском Азад универзитету, Абхар кампусу, и стекао звање дипломираног инжењера рачунарских наука. Затим је био запослен у истраживачком центру *City bank (Shahr bank)* као истраживач. Са колегама у истраживачком центру дизајнирао је и радио на одржавању научног портала, користећи *SharePoint*. Његова истраживања у истраживачком центру *City bank* била су везана за концепте паметних градова попут паметног транспорта. Затим, био је запослен је у *Iran Urban Economics Scientific Association* у Техерану као ИТ стручњак. Дизајнирао је и управљао са више веб страница, укључујући и веб страницу часописа *Journal of Urban Economics and Management*. Завршио је мастер студије на Исламском Азад универзитету, огранак Јужни Техеран, на програму Информационе технологије - Електронска трговина, са оценом 4,00 од 4,00. Одбранио је мастер тезу под називом "Модел за стабилизацију е-лојалности према услугама здравства у контексту интернета ствари коришћењем методе *fuzzy ANP*", под менторством др. Солеимани, и објавио чланак на једној *IEEE* конференцији 2020. године. Уписао је докторске студије на Факултету организационих наука, Универзитета у Београду, на студијском програму Информациони системи и квантитативни менаџмент, студијско подручје Електронско пословање 2021. године, као стипендиста Владе Републике Србије у оквиру програма Свет у Србији. Тренутно је студент завршне године докторских студија.

Током 2023. био је на студијском боравку на Технолошком универзитету у Бечу (*TU Wien*) током 5 месеци, где је похађао семинаре у области симулације засноване на агнетима и напредних здравствених технологија. Током 2024. је ангажован на Медицинском универзитету у Бечу (*MedUni Wien*) у Центру за науку о медицинским подацима, као истраживач на *SmartFOX* пројекту.

Ангажован је као рецензент за следеће часописе и конференције:

- *2022 IEEE International Conference on Prognostics and Health Management (ICPHM)*), *IEEE Catalog Number: CFP22PHM-ART, Detroit (Romulus), Michigan, SAD.*
- *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, од 2021. године, IF: 1.73
- *Journal of Transactions on Internet and Information Systems*, индексан у SCIE и Скопусу, мај 2020. - децембар 2020.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1. САДРЖАЈ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација, укупног обима 98 страница, садржи 23 слике, 15 табела и 177 литературна навода. Структура докторске дисертације обухвата следеће целине: увод, преглед литературе, модел екосистема паметне здравствене заштите за откривање и предвиђање стреса студената, методолошки поступак истраживања, анализа резултата, дискусија, научни и стручни доприноси, будући рад, закључак. Докторска дисертација се састоји из следећих поглавља и потпоглавља (до трећег нивоа означавања):

1. Увод
2. Преглед литературе
  - 2.1. Паметна здравствена заштита
  - 2.2. Интернет интелигентних уређаја у здравству
  - 2.3. Анксиозност и мерење анксиозности
    - 2.3.1. Мерење анксиозности коришћењем нових технологија
    - 2.3.2. Предвиђање анксиозности у паметној здравственој заштити засновано на носивим уређајима
  - 2.4. Машинско учење и алгоритми у предвиђању стреса и анксиозности
  - 2.5. Изазови предвиђања анксиозности применом машинског учења
  - 2.6. Преглед о откривању анксиозности код младих или студената коришћењем машинског учења
3. Модел екосистема паметне здравствене заштите за откривање и предвиђање стреса студената
4. Методолошки поступак истраживања
  - 4.1. Истраживачки оквир
  - 4.2. Учесници и инструменти
  - 4.3. Анализа података
  - 4.4. Предобрада података
  - 4.5. Алгоритми и функције машинског учења
5. Анализа резултата
6. Дискусија
7. Научни и стручни доприноси
8. Будући рад
9. Закључак
  - 9.1. Предности
  - 9.2. Ограничења истраживања
10. Додатак А
11. Референце

## 2.2. КРАТАК ПРИКАЗ ПОЈЕДИНАЧНИХ ПОГЛАВЉА

Уводно поглавље описује предмет истраживања, циљеве истраживања, полазне хипотезе, методе истраживања, структуру и организацију рада.

У другом поглављу дат је преглед литературе у областима паметне здравствене заштите и примене интернета интелигентних уређаја у здравству. Затим, анализирани су појмови стреса и анксиозности, и приказане методе за мерење стреса и анксиозности. Посебно је размотрено како се стрес и анксиозност могу детектовати и предвидети применом носивих (енг. *wearable*) уређаја. Затим, детаљно су анализирани методе за детекцију и предвиђање стреса засноване на техникама вештачке интелигенције.

У трећем поглављу развијен је и приказан модел екосистема паметне здравствене заштите за откривање и предвиђање стреса студената у високошколском образовању. Модел је заснован на примени стандардног *STAI* упитника за детекцију стреса, и његовом проширењу кроз испитивање додатних фактора. Модел предвиђа раздвајање анализе стреса студената по полу. На основу анализе података засноване на методама вештачке интелигенције, тј. машинског учења, модел предвиђа препоруке и управљачке акције које се могу имплементирати у оквиру образовних алата.

У четвртном поглављу приказан је методолошки оквир истраживања, укључујући истраживачки оквир, опис учесника и коришћених инструмената, процедуре прикупљања, предобrade и анализе података.

У петом поглављу извршена је анализа постигнутих резултата, након чега следе дискусија, анализа научних и стручних доприноса, план будућег рада, и закључак.

У прилогу је дат упитник коришћен у истраживању, као и списак свих слика и табела.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. САВРЕМЕНОСТ И ОРИГИНАЛНОСТ

Предмет истраживања докторске дисертације је развој модела екосистема паметне здравствене заштите за мерење и предвиђање стреса студената у високошколском образовању, заснованих на алгоритмима вештачке интелигенције и машинског учења. Централни проблем који је размотрен односи се на употребу ових технологија за предвиђање и управљање нивоом стреса и анксиозности међу студентима, чиме се омогућава рано откривање потенцијалних проблема и рана интервенција у циљу побољшања благостања и академских перформанси студената.

Савременост и оригиналност ове докторске дисертације огледа се у примени савремених метода машинског учења за обраду и анализу података о стресу студената. Дисертација истражује како се алгоритми вештачке интелигенције могу прилагодити да би се идентификовали обрасци повезани са стресом код студената, користећи приступе из области паметног здравства и предиктивне аналитике. Иновативни аспект истраживања огледа се у проширивању скупа података из стандардног STAI упитника за самопроцену стреса додатним варијаблама, које се односе на утицај пушења цигарета, физичке активности и просечне оцене током студија на стрес код студената. Додатно, у дисертацији су размотрене специфичности детекције и предикције стреса код студенткиња, што такође представља оригиналан научни допринос. На основу резултата истраживања, предложен је иновативан приступ за коришћење добијених резултата за прилагођавање и персонализацију образовног процеса, и интеграцију сервиса за детекцију и предвиђање стреса код студената са системом за е-учење.

#### 3.2. ОСВРТ НА РЕФЕРЕНТНУ И КОРИШЋЕНУ ЛИТЕРАТУРУ

У дисертацији је коришћена обимна и савремена литература, која обухвата 177 литературних навода. Коришћени извори обухватају релевантну научно-истраживачку литературу – књиге, базе података, и велики број научних радова објављених у релевантним научним часописима и зборницима научних конференција. Поред тога, коришћена је и опсежна стручна литература која укључује стандарде, спецификације, извештаје истраживања и интернет публикације. Наведени извори су коришћени критички, аналитички и компаративно уз посебан осврт на актуелности приказаних научних сазнања.

#### 3.3. ОПИС И АДЕКВАТНОСТ ПРИМЕЊЕНИХ НАУЧНИХ МЕТОДА

Током овог истраживања коришћено је више метода и технике, како би се постигли поуздани резултати. Од општих научних метода, коришћене су методе прикупљања и анализе постојећих научних резултата, моделирање, аналитичко-дедуктивна и статистичка метода. Преглед литературе, научна анализа и методе вештачке интелигенције коришћене су за анализу и дефинисање модела за детекцију стреса или анксиозности код студената. Да би се боље анализирао и постигла одговарајућа тачност у детекцији стреса или анксиозности код студената коришћене су методе машинског и дубоког учења.

За прикупљање података потребних за предвиђање нивоа анксиозности студената коришћењем машинског учења коришћен је упитник за процену стања и особина анксиозности (*State-Trait Anxiety Inventory - STAI*), као једна од најчешће коришћених метода за мерење анксиозности. Из упитника је издвојен скуп података за анализу стреса и анксиозности студената, и испитана је корелација са одабраним скупом карактеристика (пол, пушење цигарета, физичка активност, просечна оцена на студијама). У истраживању су као испитаници учествовали студенти, највећим делом са Универзитета у Београду, уз добровољни пристанак. У докторској дисертацији примењени су алгоритми надзираног учења, укључујући употребу алгоритама попут линеарне регресије и кластер анализе. Подаци су обрађени у програмском језику *Python*, користећи *Jupyter-lab* алат за тренинг и тестирање уз коришћење више алгоритама и функција.

Резултати истраживања су приказани графички, текстуално и дескриптивно кроз различите слике, дијаграме и табеле, као и кроз упоредне резултате. Ово истраживање је мултидисциплинарно, и

обухвата знања из области електронског пословања, информатике, паметног здравства, психологије, вештачке интелигенције, е-образовања.

#### 3.4. ПРИМЕНЉИВОСТ ОСТВАРЕНИХ РЕЗУЛТАТА

Резултати постигнути током истраживања могу се применити за унапређење система паметне здравствене заштите, за унапређење образовног процеса, и квалитета живота студената. Из аспекта применљивости, најзначајније предности реализованог истраживања су:

- Рана интервенција. Примена вештачке интелигенције може омогућити рано откривање и предвиђање индикатора стреса код студената, омогућавајући образовним и здравственим институцијама да благовремено реагују и пруже подршку.
- Персонализација. Интеграција предложеног приступа у системе за управљање учењем омогућиће персонализоване интервенције, које се делом могу аутоатизовати.
- Оптимизација ресурса. Институције (образовне и здравствене) могу ефикасније алоцирати ресурсе у циљу пружања подршке тамо где је најпотребнија.
- Комплементарност података. Интеграцијом података из *STAI* упитника са подацима са носивих уређаја могу се добити квалитетнији подаци у реалном времену.

#### 3.5. ОЦЕНА ДОСТИГНУТИХ СПОСОБНОСТИ КАНДИДАТА ЗА САМОСТАЛНИ НАУЧНИ РАД

Током израде докторске дисертације, кандидат Фархад Лотфи, потврдио је способност да самостално обавља научни рад и решава научне проблеме из области организационих наука, информационих система и технологија, уже посматрано, електронског пословања. Кандидат поседује потребна стручна, теоријска и практична знања за самосталан рад, што је, осим у процесу израде докторске дисертације, показао квалитетом и бројем објављених научних публикација, као и учешћен на студијским боровцима на универзитетима у иностранству (Технички универзитет у Бечу, Медицински универзитет у Бечу). Кандидат је показао способност да сагледа проблеме истраживачких приступа са више аспеката и да креативно приступи њиховом решавању. Уочио је главне недостатке и проблеме постојећих решења и спровео истраживање са циљем да се исти проблеми превазиђу. Свеобухватни и систематизовани преглед литературе из научно-истраживачког рада, показује способност кандидата за самосталну анализу и решавање дефинисаних задатака, као и за критичко сагледавање постојећих практичних и теоријских решења из овог домена, што је резултирало иновативним моделом за детекцију и анализу стреса студената, у контексту студирања.

На основу наведеног, сматрамо да кандидат Фархад Лотфи поседује потребно знање и искуство за самосталан научно-истраживачки рад.

### 4. **ОСТВАРЕН НАУЧНИ ДОПРИНОС**

#### 4.1. ПРИКАЗ ОСТВАРЕНИХ НАУЧНИХ ДОПРИНОСА

Главни научни доприноси ове докторске дисертације су:

- Развој и дизајн новог методолошког приступа за откривање и предвиђање стреса и анксиозности код студената у реалном времену кориштењем метода и алата вештачке интелигенције.
- Извођење квантитативне евалуације основних класификатора везаних за кључне карактеристике као што су пушења цигарета, просек оцена и физичке активности у односу на симптоме сваког циљаног стања.
- Анализа и алгоритама вештачке интелигенције за процену стреса и анксиозности код студенткиња кориштењем повезаних карактеристика: пушење цигарета, просек оцена и физичке активности.
- Развој методолошког приступа за унапређење образовног окружења кориштењем сервиса паметног здравства са *biofeedback* функционалностима.

Очекивани стручни доприноси планираног истраживања огледају се у следећем:

- Анализа и систематизација сервиса паметног здравства за детекцију и предвиђање стреса
- Анализа и систематизација алгоритама машинског и дубоког учења за детекцију и предвиђање стреса и анксиозности студената.



- Испитивање могућности за адаптивну детекцију анксиозности студената у реалном времену коришћењем метода вештачке интелигенције.
- Развој приступа интеграцији података из различитих извора, у циљу квалитетније анализе.

Најважнији друштвени доприноси резултата истраживања се очекују да буду:

- Развијање смерница за образовне установе у циљу унапређења менталног здравља студената.
- Смањивање стреса студената у образовном окружењу.
- Унапређење размене повратних информација и сарадње између студената и професора, као и сарадње између студената.
- Иновативни модел за пружање сервиса паметног здравства за студенте и професоре.
- Унапређење професионалне и академске успешности, и социјалних односа између студената и професора

#### 4.2. КРИТИЧКА АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Детаљним прегледом докторске дисертације, полазних хипотеза и циљева истраживања, анализе постојећих решења, примењених технологија, реализације модела, остварених резултата, научних и стручних доприноса, Комисија констатује да је кандидат Фархад Лотфи успешно анализирао и систематизовао постојећа научна сазнања истраживањем обимне литературе и да је успешно реализовао развој иновативног модела екосистема паметне здравствене заштите за мерење и предвиђање стреса студената заснованог на алгоритмима вештачке интелигенције и машинског учења. Резултати истраживања оправдавају почетна истраживачка питања и пружају значајне научне и стручне доприносе. Осим научних доприноса, дисертација садржи резултате који су релевантни за ширу примену предложеног решења у високошколским институцијама. Постављене хипотезе су потврђене како теоријским разматрањима, тако и експерименталном применом предложеног модела кроз анализу стреса и анксиозности студената. Ова евалуација је показала значајне резултате, релевантне за академску заједницу и пружила основу за будућа истраживања у области интеграције паметног здравства у образовни систем.

#### 4.3. ВЕРИФИКАЦИЈА НАУЧНИХ ДОПРИНОСА

Докторска дисертација Фархада Лотфија је верификована публикавањем рада у међународном часопису *Journal of Universal Computer Science* (0948-695X), који је категорије M23, са импакт фактором 0.7 за 2023. годину. Резултати истраживања реализованих у оквиру докторске дисертације објављени су у више научних радова и саопштени на више међународних и домаћих скупова и конференција.

##### **Радови објављени у часопису међународног значаја на SCI листи (M23):**

1. **Lotfi, F., Rodić, B., Labus, L., & Bogdanović, Z.,** (2024), "Smart healthcare: developing a pattern to predict the stress and anxiety among university students using machine learning technology", *Journal of Universal Computer Science*, vol. 30, no. 10 (2024), 1316-1342. DOI:10.3897/jucs.116174. M23, IF(2023)=0.7

##### **Радови објављени у часописима националног значаја (M50):**

2. Khadivar, A., Ghale, P. H., & **Lotfi, F.** (2024). A Model to Accepting the Internet of Things by Health Managers in Iran: A Mixed Approach. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*, 16(1), 16-16. M50

##### **Зборници научних скупова међународног значаја (M30):**

3. **Lotfi, F., Rodić, B., & Bogdanović, Z.** (2022, June). A System For Monitoring And Managing The Anxiety Among The Young People Using Machine Learning. In *E-business technologies conference proceedings* (Vol. 2, No. 1, pp. 91-94). M33
4. A. Atighehchian, T. Alidadi, R. R. Mohammadi, **F. Lotfi**, S. Ajami., "Identifying the Application of Process Mining Technique to Visualise and Manage in the Healthcare Systems." In *International Conference on Computer Science, Engineering and Education Applications*, pp. 299-308. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. M33

5. **F. Lotfi** and M. Mansourifard, "Introducing a Model for Customer Satisfaction Based Smart Business Systems". E-Business Technologies Conference Proceedings, 1(1), 25–30. Retrieved from <https://ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/26>. (2021). M33
6. **F. Lotfi** and B. Rodić, & Z. Bogdanović, "A System For Monitoring And Managing The Anxiety Among The Young People Using Machine Learning". E-Business Technologies Conference Proceedings, 2(1), 91–94. Retrieved from <https://ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/96>, 2022, June. M33

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа и анализе докторске дисертације, Комисија сматра да је докторска дисертација под називом „Сервиси паметног здравства за мерење и предвиђање стреса студената у високошколском образовању применом вештачке интелигенције“ кандидата Фархада Лотфија написана према свим стандардима научно-истраживачког рада и испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима, правилницима и Статутом Факултета организационих наука Универзитета у Београду. На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији, Комисија констатује да је кандидат успешно завршио докторску дисертацију у складу са постављеним циљевима истраживања.

Кандидат је у докторској дисертацији приказао оригиналне научне закључке, што је научно верификовано публикацијом једног рада у међународном часопису категорије М23 са импакт фактором, као и у више радова објављених на међународним конференцијама.

С обзиром на научну актуелност дисертације, оригиналност приказаних резултата и методолошку и тематску адекватност, докторска дисертација задовољава све неопходне критеријуме и квалификује кандидата за будући научно-истраживачки рад.

На основу свега претходно изложеног, предлаже се Наставно-научном већу Факултета организационих наука да се докторска дисертација под називом „Сервиси паметног здравства за мерење и предвиђање стреса студената у високошколском образовању применом вештачке интелигенције“ Фархада Лотфија, прихвати, изложи на увид јавности и, потом, упути на коначно усвајање Већу научних области техничко-технолошких наука Универзитета у Београду.

Београд, \_\_\_\_\_

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

\_\_\_\_\_  
**др Маријана Деспотовић-Зракић**, редовни професор,  
Универзитет у Београду - Факултет организационих наука

\_\_\_\_\_  
**др Драган Вукмировић**, редовни професор,  
Универзитет у Београду - Факултет организационих наука

\_\_\_\_\_  
**др Зоран Шеварац**, редовни професор,  
Универзитет у Београду - Факултет организационих наука

\_\_\_\_\_  
**др Ивана Ковачевић**, редовни професор,  
Универзитет у Београду - Факултет организационих наука

\_\_\_\_\_  
**др Артур Бјелица**, редовни професор,  
Универзитет у Новом Саду - Медицински факултет