

НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Јелене Шух**

Одлуком бр. 3/35-3 од 12.04.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Јелене Шух** под насловом

„Инфраструктура за е-образовање заснована на софтверски дефинисаним мрежама“

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

Јелена Шух је уписала докторске студије 08.11.2013. године. Приступни рад на докторским студијама је пријавила 12.06.2015. године. Комисија за преглед и одбрану приступног рада и оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације формирана је 17.06.2015. године бр. 3/66-11. Приступни рад је одбрањен 23.09.2015. године. Одлука о усвајању извештаја Комисије о научној заснованости пријављене докторске дисертације донета је 14.10.2015. године бр. 3/121-4. Одлуком Универзитета у Београду од 23.11.2015. бр. 61206-5183/2-15 даје се сагласност на предлог теме докторске дисертације Јелене Шух под називом „Инфраструктура за е-образовање заснована на софтверски дефинисаним мрежама“. На Наставно-научном већу 09.12.2015. године Одлука бр. 3/158-5, одобрена је израда дисертације кандидата Јелене Шух. Дана 15.03.2017. године кандидату Јелени Шух је уместо ментора др Живка Бојовића, именован др Божидар Раденковић, ред. проф. Ментор др Божидар Раденковић је 29.03.2017. известио Наставно-научно веће ФОН-а да је Јелена Шух завршила израду докторске дисертације. Наставно-научно веће ФОН-а је именovalo Комисију за оцену завршене докторске дисертације 12.04.2017. бр. 3/35-3.

1.2. Научна област дисертације

Предмет истраживања докторске дисертације је развој модела инфраструктуре за е-образовање, који је заснован на концепту и технологијама софтверски дефинисаних мрежа (SDN), као и одговарајућег образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа. Централни проблем је испитивање

могућности примене концепта софтверски дефинисаних мрежа у оквиру *cloud computing* инфраструктуре образовних установа и креирања адекватног образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа.

Докторска дисертација се може сврстати у две научне области: интернет технологије и електронско образовање. Поред електронског образовања, које представља једну од области електронског пословања, у дисертацији се обрађују и теме из области интернет технологија, првенствено рачунарских мрежа, које укључују традиционалне рачунарске мреже, *cloud computing* и софтверски дефинисане мреже.

Ментор др Божидар Раденковић поседује одговарајуће компетенције за вођење дисертације у виду низа објављених научних радова у светским часописима из области електронског пословања и електронског образовања.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Јелена Шух је рођена 14.10.1983. године у Земуну. Основну школу и гимназију завршила је у Земуну са одличним успехом, као носилац Вукове дипломе, а гимназију и као Ученик генерације. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписала је школске 2002/03. године. Дипломирала је на Одсеку за електронику, телекомуникације и аутоматику - Смер за телекомуникације у јулу 2007. године, са просечном оценом 8.86. Дипломски рад под насловом „Технике рутирања у сензорским мрежама“ одбранила је са оценом 10 (десет). Специјалистичке академске студије, студијски програм Организационе науке – модул Електронско пословање, уписала је на Факултету организационих наука у Београду 2012. године и завршила са просечном оценом 10 (десет). Завршни (Специјалистички академски) рад под насловом „Управљање мрежном инфраструктуром и сервисима у академском окружењу“ одбранила је у августу 2013. године са оценом 10 (десет). Докторске студије, студијски програм Информациони системи и менаџмент, изборно подручје Електронско пословање, уписала је на Факултету организационих наука 2013. године. Положила је свих девет, програмом предвиђених, испита на докторским студијама са просечном оценом 10 (десет). Од фебруара 2008. године запослена је у компанији Телеком Србија а.д., где је стекла искуство у области експлоатације, одржавања и надзора IP/MPLS (*Internet Protocol/Multiprotocol Label Switching*) мреже. Тренутно је запослена у Сектору за надзор и контролу квалитета мреже (NOC) на позицији Инжењер за сервисну подршку на системима у транспортној и IP/MPLS мрежи. Од 2010. године ангажована је на локалној Cisco академији, *Telekom Educational Initiative*, као Cisco CCNA (*Cisco Certified Network Associate*) инструктор за извођење предавања и вежби. Поседује већи број стручних сертификата у области рачунарских мрежа. Течно говори енглески језик, а служи се и немачким језиком.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација, укупног обима 135 страница, садржи 58 слика и графичких приказа, 8 табела и 154 литературна навода.

Структура докторске дисертације обухвата следеће целине: традиционална инфраструктура за електронско образовање, софтверски дефинисане мреже, развој модела инфраструктуре за е-образовање заснован на софтверски дефинисаним мрежама, развој модела образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа, имплементација развијеног модела образовног модула у наставном процесу, анализа постигнутих резултата.

Докторска дисертација се састоји из следећих поглавља и потпоглавља:

1	Увод
1.1	Дефинисање предмета истраживања
1.2	Циљеви истраживања
1.3	Полазне хипотезе
1.4	Методе истраживања
2	Анализа постојећих решења
2.1	Основни концепти е-образовања
2.2	Појам и дефиниција ИТ инфраструктуре
2.3	<i>Cloud computing</i> инфраструктура
2.4	Разлози за увођење софтверски дефинисаних мрежа
3	Софтверски дефинисане мреже
3.1	Појам и дефиниција софтверски дефинисаних мрежа
3.2	Архитектура софтверски дефинисаних мрежа
3.3	SDN контролери
3.4	Протоколи у софтверски дефинисаним мрежама
3.5	Модел реализације софтверски дефинисаних мрежа
3.6	<i>Application centric</i> инфраструктура
3.7	Безбедност у софтверски дефинисаним мрежама
3.8	Квалитет сервиса у софтверски дефинисаним мрежама
3.9	Миграција на SDN архитектуру
3.10	Емулација софтверски дефинисаних мрежа
3.11	Примена софтверски дефинисаних мрежа
4	Модел SDN инфраструктуре за е-образовање
4.1	Развој модела инфраструктуре
4.2	Анализа постојећих модела инфраструктуре
4.3	Структура предложеног модела инфраструктуре
4.4	Приказ главних компоненти структуре предложеног модела
4.5	Евалуација перформанси
5	Образовни модул за учење софтверски дефинисаних мрежа
5.1	Пројектни захтеви
5.2	Процес креирања образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа
5.3	Пројектовање и имплементација образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа
5.4	Анализа исхода образовног процеса
6	Научни и стручни доприноси
7	Будућа истраживања
8	Закључак
9	Литература
10	Списак слика
11	Списак табела
	Биографија аутора

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводу се укратко разматрају концепти електронског образовања и концепти и технологије инфраструктуре за електронско образовање. Описани су предмет, циљеви дисертације, полазне хипотезе и методе истраживања.

Друго поглавље се бави анализом постојећих решења инфраструктуре за електронско образовање. У оквиру овог поглавља се прво разматрају карактеристике електронског образовања. Након тога се уводи појам и дефиниција ИТ инфраструктуре уз објашњење кључних компоненти ИТ инфраструктуре. Даље, анализирана је *cloud computing* инфраструктура и различити начини

реализације инфраструктуре. На крају, наведени су разлози за увођење софтверски дефинисаних мрежа у академско окружење са нагласком на потребу за динамичком архитектуром и високим степеном програмабилности мреже.

Треће поглавље се бави софтверски дефинисаним мрежама. На почетку је дефинисан појам и дата дефиниција софтверски дефинисаних мрежа. Описана је архитектура и протоколи који се примењују у софтверски дефинисаним мрежама. Анализирани су различити модели реализације софтверски дефинисаних мрежа. Дефинисана је *application centric* инфраструктура. Дефинисане су кључне карактеристике - безбедност и квалитет сервиса у софтверски дефинисаним мрежама. Описани су начини миграције на софтверски дефинисану мрежну инфраструктуру. Представљен је алат за емулацију софтверски дефинисаних мрежа. На крају су анализиране различите могућности примене софтверски дефинисаних мрежа.

У четвртном поглављу је пројектован модел инфраструктуре за е-образовање. Дефинисани су основни концепти и водиле примењене у развоју модела. Моделиране су основне компоненте система за е-образовање – *cloud computing* инфраструктура и SDN инфраструктура. Дефинисани су сервиси е-образовања и приказан модел интеграције свих компоненти инфраструктуре. Дефинисан је модел управљања инфраструктуром и модел евалуације система.

У петом поглављу описан је модел образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа, имплементација и примена развијеног модула у наставном процесу. Дефинисани су пројектни захтеви и описане главне компоненте имплементираних образовног модула. Имплементација модела је реализована у оквиру Катедре за електронско пословање на Факултету организационих наука. Извршена је анализа резултата коришћења имплементираних образовног модула у оквиру наставе на основним, мастер, специјалистичким и докторским студијама. Извршена је анализа резултата коришћења имплементираних образовног модула. Резултати анализе показују предност примене развијеног модела.

У шестом поглављу дат је преглед научних и стручних доприноса дисертације.

Будући правци развоја и истраживања су приказани у седмом поглављу.

У закључку је дат преглед садржаја и научних доприноса дисертације.

Списак литературе садржи релевантне референце за област дисертације.

У прилогу је дат списак слика и табела из дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Предмет дисертације припада актуелној области истраживања примене софтверски дефинисаних мрежа у образовању. Велики број научних и стручних часописа, конференција, књига, ресурса доступних на Интернету и велика заинтересованост образовних институција показују актуелност теме докторске дисертације.

Досадашња истраживања у областима које су покривене у дисертацији су претежно ограничена на покушаје развоја ИТ инфраструктуре за реализацију система е-образовања, који су засновани на традиционалним рачунарским мрежама и примењиви у тачно одређеним типовима система за управљање учењем. Ова решења у већини случајева нису скалабилна, интероперабилна и економична. Модел ИТ инфраструктуре заснован на софтверски дефинисаним мрежама, дат у овој дисертацији, омогућава реализацију инфраструктуре у академском окружењу на једноставан, ефикасан и економичан начин захваљујући концепту виртуелизације и програмабилности. Такође,

предложени модел пружа могућност интеграције различитих образовних сервиса. Модел образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа, дат у овој дисертацији, је флексибилан, скалабилан и омогућава интеграцију различитих метода учења и као такав ће пружити подршку у прилагођавању образовног процеса потребама студената у реалном времену.

На основу изложеног, може се закључити да докторска дисертација доноси новине у односу на постојеће стање и отвара простор за даља истраживања.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Последњих година вршена су интензивна истраживања у области информационо-комуникационе инфраструктуре за е-образовање. Многобројни резултати публиковани су у часописима, књигама, презентовани на разним конференцијама и од стране водећих светских софтверских компанија.

Докторска дисертација садржи укупно 154 литературна навода. За израду докторске дисертације коришћена је обимна и актуелна литература коју су публиковали водећи светски издавачи (Springer, Elsevier, Wiley, Prentice-Hall и други).

У почетном делу дисертације дефинисан је појам е-образовања и наведено да је један од основних захтева е-образовања прилагођавање образовних процеса и садржаја у складу са захтевима студената и наставног особља (Radenković, Despotović-Zrakić, Bogdanović, Barać, & Labus, 2015). Комплексност ових захтева је утицала на развој и неопходност примене нових технологија. Анализиран је значај примене адекватне инфраструктуре за е-образовање и наглашен значај *cloud computing* технологије, која представља ефикасно решење за реализацију инфраструктуре са виртуелизованим ресурсима (Buaya, Broberg, & Goscinski, 2010) и из тог разлога налази примену у многим образовним институцијама. *Cloud computing* се показао као ефикасно решење за реализацију модела скалабилне и апстраховане инфраструктуре са виртуелизованим ресурсима (Sultan, 2010), па универзитети широм света развијају приватну *cloud* инфраструктуру коју користе за изградњу система за е-образовање. Међутим, комплексни захтеви, као што је виши степен сарадње, размена великих количина података и развој нових технологија, намећу потребу да се у академске мреже унесе виши степен програмабилности применом концепта софтверски дефинисаних мрежа (Laverty, Wood, & Turchek, 2014). Овакав приступ је посебно значајан у процесу учења комплексних тема у области рачунарских мрежа (Pizzonia & Rimondini, 2016).

У делу дисертације који се односи на развој инфраструктуре су истакнути захтеви за примену динамичког окружења и нових технологија (Li et al., 2009) у академском окружењу због развоја нових образовних сервиса и апликација, уз додатни захтев у погледу једноставне примене решења. Промене у образовном процесу и њихова динамика, као и појава нових информационо-комуникационих технологија представљају изазов и постављају нове захтеве пред систем за е-образовање (Despotović-Zrakić, Simić, Labus, Milić, & Jovanić, 2013). Постојеће академске мреже су засноване на традиционалном, хијерархијском моделу и могу да подрже сервисе и апликације када је реч о стандардној клијент-сервер комуникацији (Austin, Sharma, Moore, & Newell, 2013). Недостаци традиционалних рачунарских мрежа представљају разлог за увођење динамичке архитектуре у академске информационе системе. Динамичка архитектура подразумева примену техника виртуелизације мрежних ресурса и софтверски дефинисаних мрежа за централизовано управљање виртуелном и физичком инфраструктуром (Alam, Katib, & Alzahrani, 2013).

У поглављу које се бави софтверски дефинисаним мрежама представљен је концепт софтверски дефинисаних мрежа, који уводи виши степен програмабилности мрежне инфраструктуре и омогућава динамичку доделу потребних ресурса (Open Networking Foundation, 2015). Софтверски дефинисане мреже омогућавају управљање мрежама и сервисима апстраховањем нижих слојева мрежне инфраструктуре (Tourrilhes, Sharma, Banerjee, & Pettit, 2014). Концепт је заснован на раздвајању процеса управљања мрежом од прослеђивања података, чиме се смањује комплексност архитектуре рачунарских мрежа. Захваљујући принципима централизације, апстракције и програмабилности,

софтверски дефинисане мреже се примењују у рачунарским мрежама предузећа, у *data* центрима (Zhao, Zhang, Yang, & Yu, 2013), у мрежама сервис провајдера (Akyildiz, Lee, Wang, Luo, & Chou, 2014), као и у академском окружењу (Sher-Decusatis & Decusatis, 2014). Карактеристика софтверски дефинисаних мрежа је динамичка додела мрежних ресурса у складу са захтевима корисника, а без потребе да корисници познају мреже технологије и физичку топологију мреже (W. Xia, Wen, Foh, Niyato, & H. Xie, 2015). Примена интерфејса отвореног стандарда и софтвера отвореног кода (Rothenberg et al., 2014) је значајна у процесу креирања образовних апликација и сервиса, а утиче и на смањење трошкова реализације мрежне инфраструктуре.

У делу дисертације који се бави образовним модулом за учење софтверски дефинисаних мрежа указано је на потребу да се превазиђу недостаци који постоје код традиционалног начина едукације (Sher-Decusatis & Decusatis, 2014) у циљу стицања знања у области нових мрежних технологија, као што је SDN. Иако постоји одређен број образовних модула, који су реализовани на универзитетима широм света (Wilcox & Wilcox, 2010), у пракси је показано да реализација оваквог модула представља комплексан задатак. Пре свега, SDN образовни модул захтева да студенти стекну одређена знања из области програмирања (W. Xia et al., 2015), али и да стекну практично искуство (Yalcin, Altun, & Kose, 2015).

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У изради дисертације коришћене су следеће научне методе:

- У првом делу дисертације (поглавља 1, 2, 3) коришћене су методе прикупљања и анализе постојећих научних резултата и достигнућа.
- У четвртном и петом поглављу коришћене су методе моделирања инфраструктуре, моделирања образовног модула, аналитичко-дедуктивна метода, методе за развој система е-образовања, методе интеграције сервиса у е-образовању, методе за прикупљање и анализу података о студентима.
- У петом поглављу коришћене су статистичке методе за анализу добијених резултата. Прикупљање података извршено је експлицитно, анкетањем студената.

Резултати истраживања су презентовани текстуално, описивањем, и кроз више табела, слика и дијаграма са упоредним резултатима. Истраживање је интердисциплинарно, јер укључује научне дисциплине информатику, методологију, педагогију, статистику, и друге.

На основу анализе докторске дисертације, може се закључити да примењене научне методе и технике одговарају, по свом значају и структури, теми дисертације и спроведеном истраживању.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати докторске дисертације могу имати широку практичну примену у раду високошколских установа. С обзиром на чињеницу да све већи број образовних институција реализује наставни процес применом концепта електронског учења, развој и управљање инфраструктуром за електронско образовање представља један од предуслова за успешан рад. Модел ИТ инфраструктуре за електронско образовање, као и образовни модул за учење софтверски дефинисаних мрежа предложен у овој дисертацији омогућава бољу прилагођеност система потребама студената и наставника, повећавају ефикасност, ефективност и економичност система за е-образовање.

Евалуација предложеног модела је извршена на конкретном примеру из праксе. Предложени модел и развијено решење су се показали као поуздани, флексибилни и допринели су побољшању кључних перформанси процеса електронског учења.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Области научног интересовања Јелене Шух су рачунарске мреже, *cloud computing*, софтверски дефинисане мреже, е-образовање, електронско пословање. Стекла је значајно практично искуство радећи као инжењер за IP/MPLS мрежу у компанији Телеком Србија и као Cisco CCNA инструктор на локалној Cisco академији, *Telekom Educational Initiative*.

У току израде докторске дисертације, Јелена Шух је показала способност да сагледа проблем истраживања са више аспеката и да креативно приступи његовом решавању. Учила је главне недостатке и проблеме постојећих решења и спровела истраживања са циљем да се превазиђу.

Јелена Шух је резултате истраживања из ове докторске дисертације објавила у 7 радова у зборницима радова научних скупова и у научним часописима националног и међународног значаја. Већина објављених радова је из области софтверски дефинисаних мрежа и инфраструктуре за е-образовање. Од наведеног, један рад је објављен у часопису који се налази на SCI листи:

- J. Šuh, Ž. Bojović, M. Despotović-Zrakić, Z. Bogdanović, A. Labus.: *Designing a Course and Infrastructure for Teaching Software Defined Networking*, Computer Applications in Engineering Education, Online ISSN: 1099-0542, 2017, импакт фактор за 2015= 0.935, DOI: 10.1002/cae.21820, рад прихваћен за објављивање (M22).

На основу наведеног, сматрамо да кандидат Јелена Шух поседује потребно знање и искуство за самосталан научни рад.

4. ОСТВАРЕН НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Најзначајнији допринос докторске дисертације је развој модела инфраструктуре за е-образовање заснованог на софтверски дефинисаним мрежама за примену у академским мрежама, као и развој модела образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа. Финални резултат истраживања је имплементиран образовни модул за учење софтверски дефинисаних мрежа у оквиру Катедре за електронско пословање на Факултету организационих наука, Универзитета у Београду.

Научни доприноси дисертације објављени су у научним радовима приказаним у поглављу 4.3. овог извештаја, и то су:

- Формални опис модела инфраструктуре за е-образовање засноване на софтверски дефинисаним мрежама.
- Развој модела архитектуре система е-образовања заснованог на софтверски дефинисаним мрежама.
- Развој методологије пројектовања инфраструктуре за е-образовање засноване на софтверски дефинисаним мрежама.
- Развој модела интеграције инфраструктурних и образовних сервиса у *cloud* инфраструктуру засновану на софтверски дефинисаним мрежама.
- Развој метода за оцену техничких и образовних перформанси развијеног модела.
- Развој модела образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа.
- Развој методологије пројектовања образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа.
- Мерење остварених резултата примене образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа у образовном процесу.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кандидат је у докторској дисертацији разматрао развој модела ИТ инфраструктуре за електронско образовање и модела образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа. Истраживачки рад је заснован на постојећим научним резултатима, са циљем да развије унапређени модел ИТ инфраструктуре за електронско образовање и образовни модул за учење нових мрежних технологија. Анализирана је обимна литература, као и различите методе и технике у области е-образовања и интернет технологија.

Резултат истраживања је модел инфраструктуре за електронско образовање и модел образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа. Модел предложен у овој дисертацији је флексибилан, проширив, омогућава интеграцију различитих врста информација и сервиса, може се применити без обзира на област учења, независан је од нивоа студија и пружа добре перформансе. Предложен модел образовног модула се може применити самостално или интегрисан у неки од постојећих наставних процеса.

4.3. Верификација научних доприноса

Радови објављени у часопису међународног значаја на *SCI* листи:

1. J. Šuh, Ž. Bojović, M. Despotović-Zrakić, Z. Bogdanović, A. Labus.: *Designing a Course and Infrastructure for Teaching Software Defined Networking*, Computer Applications in Engineering Education, Online ISSN: 1099-0542, 2017, импакт фактор за 2015= 0.935, DOI: 10.1002/cae.21820, рад прихваћен за објављивање (M22).

Радови у зборницима међународних скупова штампани у целини (M33):

2. J. Šuh, V. Vujin, Z. Bogdanović.: *Software Defined Network Infrastructure for an E-learning Cloud*, - Proceedings of the XIV International Symposium SymOrg 2014, Zlatibor, Serbia, 6-10. June 2014, pp. 357-364, ISBN 978-86-7680-295-1 (M33).
3. J. Šuh, Ž. Bojović, M. Radenković, A. Labus, Z. Bogdanović.: *Designing SDN Infrastructure for an E-learning Cloud*, - Proceedings of the 7th annual International Conference on Education and New Learning Technologies EDULEARN15, Barcelona, Spain, 6-8. July 2015, pp. 4352-4358, ISBN 978-84-606-8243-1 (M33).

Радови у часописима националног значаја (M50):

4. D. Barać, A. Milić, A. Nastevski, I. Vojinović, J. Šuh.: *Developing Services for E-Learning Courses Adaptation*, - Journal for Theory and Practice Management, Vol. 69, pp. 55-63, Beograd, 2013, ISSN 1820-0222, doi: 10.7595/management.fon.2013.0023 (M51).
5. J. Šuh, K. Simić, M. Milutinović, V. Vujin, S. Jevremović.: *Sistem za praćenje performansi mrežne infrastrukture visokoškolske ustanove*, - InfoM, Časopis za informacione tehnologije i multimedijalne sisteme, Vol. 49, pp. 28-34, Beograd, 2014, ISSN 1451-4397 (M52).
6. J. Šuh, V. Vujin, D. Barać, Z. Bogdanović, B. Radenković.: *Designing Cloud Infrastructure for Big Data in E-government*, - Journal of Universal Excellence, Faculty of Organisation Studies in Novo mesto, Slovenia, Vol. 4, No. 1, pp. A26–A38, March 2015, ISSN 2232-5204 (M50).

Радови у зборницима националних скупова штампани у целини (M63):

7. J. Šuh, J. Petrović.: *Primena koncepta blended učenja u korporativnom okruženju telekomunikacione kompanije*, - Zbornik radova XXI Naučno-stručni skup Informacione tehnologije 2016, Žabljak, Crna Gora, 29. februar – 05. mart 2016, pp. 14-17, ISBN 978-86-85775-18-5 (M63).

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Предмет ове дисертације су истраживања могућности развоја модела инфраструктуре за е-образовање и образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа. Модел инфраструктуре за е-образовање заснован на софтверски дефинисаним мрежама, методологија пројектовања инфраструктуре за е-образовање засноване на софтверски дефинисаним мрежама, опис метода за оцену техничких и образовних перформанси развијеног модела, опис модела и метода пројектовања образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа представљају главне научне доприносе ове докторске дисертације. Резултати истраживања из докторске дисертације објављени су у 7 радова, од којих је један објављен у истакнутом часопису међународног значаја са импакт фактором, категорије M22.

Рад на овој дисертацији резултовао је и низом стручних доприноса од којих су најважнији: анализа примене концепта софтверски дефинисаних мрежа у е-образовању, преглед и анализа технологија потребних за имплементацију модела инфраструктуре за е-образовање заснованог на софтверски дефинисаним мрежама у *cloud computing* окружењу, анализа софтверске и хардверске инфраструктуре неопходне за имплементацију предложене мрежне инфраструктуре, анализа примене образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа, преглед и анализа инфраструктуре потребне за реализацију образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа и реализација образовног модула за учење софтверски дефинисаних мрежа.

Применом резултата из ове дисертације, образовне установе могу побољшати перформансе процеса електронског образовања, планирати и реализовати наставне активности на ефикаснији и квалитетнији начин, као и мотивисати студенте да постижу боље резултате.

С обзиром на постигнуте резултате, комплексност, актуелност и мултидисциплинарност обрађене теме, ова дисертација задовољава највише критеријуме и показује способност Јелене Шух за научно-истраживачки рад.

На основу наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу да донесе одлуку о прихватању овог извештаја и заказивању јавне одбране докторске дисертације.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

1. _____

др Божидар Раденковић, ред. проф.
Универзитет у Београду
Факултет организационих наука, ментор

2. _____

др Маријана Деспотовић-Зракић, ред. проф.
Универзитет у Београду
Факултет организационих наука

3. _____

др Милорад Станојевић, ред. проф. у пензији
Универзитет у Београду
Саобраћајни факултет