

Образац 2.

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
члану 6. и чл. 7 став 1. овог правилника)

1975/5
(Број захтева)

28.01.2013.године
(Датум)

З А Х Т Е В
за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5 тач. 4. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06)“, дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

ЗОРАНЕ (ВЈЕКОСЛАВ) ЈЕЛИ

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **ЗОРАНА (ВЈЕКОСЛАВ) ЈЕЛИ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Пријавио је докторску дисертацију под називом:

ГРАФИЧКЕ КОМУНИКАЦИЈЕ И ВИРТУЕЛНА РЕАЛНОСТ У РАЗВОЈУ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА

Универзитет је дана 04.07.2011. год. својим актом под бр. 06-6390/6-11 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

ГРАФИЧКЕ КОМУНИКАЦИЈЕ И ВИРТУЕЛНА РЕАЛНОСТ У РАЗВОЈУ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **ЗОРАНЕ (ВЈЕКОСЛАВ) ЈЕЛИ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 15.11.2012. године, одлуком факултета под бр. 1975/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. Др Мирко Коматина	Редовни професор	Термомеханика	Машински факултет Београд
2. Др Миодраг Стоименов	Редовни професор	Теорија механизма и машина	Машински факултет Београд
3. Др Бранислав Попконстантиновић	Ванредни професор	Теорија механизма и машина	Машински факултет Београд
4. Др Драган Петровић	Редовни професор	Теорија механизма и машина	Машински факултет Београд
5. Др Ратко Обрадовић	Редовни професор	Рачунарска графика	ФТН Нови Сад

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 27.12.2012. године.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом.
2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.
3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности,
уколико је таквих примедби било.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 1975/4
Датум: 27.12.2012. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 128. Закона о високом образовању и извештаја Комисије у саставу: проф.др Мирко Коматина, ментор, проф.др Миодраг Стоименов, проф.др Бранислав Попконстантиновић, проф.др Драган Петровић и проф.др Ратко Обрадовић, ФТН Нови Сад о оцени докторске дисертације „Графичке комуникације и виртуелна реалност у развоју техничких система“ докторанта мр Зоране Јели, дипл.инж.маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 27.12.2012. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације **„ГРАФИЧКЕ КОМУНИКАЦИЈЕ И ВИРТУЕЛНА РЕАЛНОСТ У РАЗВОЈУ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА“** докторанта **МР ЗОРАНЕ ЈЕЛИ**, дипл.инж.маш.

Одобрава се одбрана докторске дисертације, пошто је докторска дисертација са извештајем Комисије за оцену и одбрану била стављена на увид јавности у трајању од 30 дана, па како је после свих разматрања на ННВ М.Ф. на крају извештај Комисије коначно усвојен, доставља се Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду да да сагласност на извештај о урађеној докторској дисертацији.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, докторанту, ментору и архиви факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Зоране Јели, дипл. инж. маш.

Одлуком Научно-наставног већа Машинског факултета Универзитета у Београду, бр. 1975/2 са седнице од 15.11.2012. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Зоране Јели, дипл. инж. маш., под насловом:

ГРАФИЧКЕ КОМУНИКАЦИЈЕ И ВИРТУЕЛНА РЕАЛНОСТ У РАЗВОЈУ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА

о чему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1 Наслов и обим дисертације

Докторска дисертација мр Зоране Јели, дипл. маш. инж., под насловом „**Графичке комуникације и виртуелна реалност у развоју техничких система**“ садржи укупно 225 страна, 154 слика, дијаграма и илустрација, 7 табела и 90 референци. У прилогу дисертације се налази CD са анимацијским приказом симулација вршених у дисертацији и папирне наочаре за посматрање 3D слика/анимација.

1.2 Хронологија одобравања и израде дисертације

Мр Зорана Јели, дипл. маш. инж., је пријавила докторску дисертацију 26.04.2011. године под бр. 693/1, на Катедри за Теорију машина и механизма Машинског факултета у Београду. На основу те пријаве и предлога Катедре Научно-наставно веће Машинског факултета је 26.05.2011. године формирало Комисију за оцену испуњености услова Кандидата и научне заснованости теме.

Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме је 11.05.2011. године поднела Извештај бр. 693/2, у коме се предлаже Научно-наставном већу Машинског факултета у Београду да одобри тему докторске дисертације под називом „Графичке комуникације и виртуелна реалност у развоју техничких система“, наводећи да је предложена тема адекватна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава законске и истраживачке квалификације за рад на дисертацији.

У вези са захтевом, бр. 693//1 од 26.04.2011. године, докторанта мр З. Јели да се одобри израда докторске дисертације, седницом од 26.05.2011. године Научно-наставног већа Машинског факултета Универзитета у Београду о испуњености услова Кандидата за израду докторске дисертације и именовању ментора, а на основу сагласности Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду, одржаног 04.07.2011.

године, Декан Машинског факултета је 05.07.2011. године донео Залључак под бр. 2193/1 да се одобри рад Зорани Јели на теми докторске дисертације под називом „Графичке комуникације и виртуелна реалност у развоју техничких система“, под менторством проф. др Мирка Коматине.

Ментор докторске дисертације проф. др Мирко Коматина је обавестио Катедру за Теорију машина и механизма да је кандидат Зорана Јели завршила докторску дисертацију на основу чега је Катедра за Теорију машина и механизма предложила Комисију за оцену и одбрану дисертације (бр. 1975/1, од 31.10.2012. год.) Научно-наставном већу Машинског факултета у Београду, у саставу: проф. др Мирко Коматина, проф. др Миодраг Стоименов, проф. др Драган Петровић, проф. др Бранислав Попконстантиновић и проф. др Ратко Обрадовић, ФТН Нови Сад. Одлуком Научно-наставног већа Машинског факултета у Београду, бр.1975/2 од 15.11.2012. године, именована је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: проф. др Мирко Коматина, проф. др Миодраг Стоименов, проф. др Драган Петровић, проф. др Бранислав Попконстантиновић и проф. др Ратко Обрадовић.

1.3 Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација под називом „**Графичке комуникације и виртуелна реалност у развоју техничких система**“ је мултидисциплинарног карактера и припада научним областима: инжењерска геометрија и графика, теорија механизма и машина, 3D моделирање и симулације, испитивање техничких система у виртуелној реалности.

1.4 Биографски подаци о кандидату

Зорана Јели је рођена 16.04.1971. године у Београду. По завршетку основне школе у Београду уписала се у средњу техничку школу ОЦ «Петар Драпшин», у Београду, где је завршила први разред. Средњошколско образовање је наставила у XI гимназији у граду Тољати, Русија, коју је завршила 1987. године са одличним успехом.

На Машински факултет Тољатинског политехничког института, Тољати, Русија уписала се исте године. Дипломирала је на групи за Производно машинство, машине и алати (група 0501). Дипломски рад под називом „Разработка технологического процесса изготовления вторичного вала коробки переменны передателя автомобиля“ одбранила је 22.06.1990. године са оценом 10 (десет). Извршила је нострификацију дипломе 1990. године на Машинском факултету Универзитета у Београду на групи за Производно машинство. Том приликом јој је прерачуната просечна оцена са студија 9,30 (девет и 3/100).

Посдипломске студије је уписала школске 1990/91 године на групи за Теорију машина и механизма Машинског факултета у Београду, где је магистрирала 23.11.1998. године.

Од 01.11.1992. године ради на Машинском факултету Универзитета у Београду, прво у као таленат на Катедри за Теорију машина и механизма, а од 10.01.1994. године до данас као асистент приправник (до 1994. до 1988. године), и асистент (од 1998. године до данас).

У периоду од 1996. године до 1998. године држала је практичну наставу из предмета Техничко цртање са нацртном геометријом на Војнотехничкој академији у Жаркову, а од 1994. године до 1997. године на Технолошко-металуршком факултету у Београду практичну наставу из предмета Техничко цртање са нацртном геометријом.

Кроз усавршавање и кроз рад на више научних и стручних пројеката из области производног машинства, била је аутор и коаутор већег броја радова, првенствено на научно-стручним скуповима, а мање у часописима. Коаутор је два нова наставна плана

и програма намењених унапређењу наставе и актуелним истраживањима. Ативно је радила на увођењу новог дидактичког модела у одржавању наставе из предмета Инжењерска графика.

Тренутно ради као асистент на Катедри за Теорију механизма и машина Машинског факултета Универзитета у Београду на предметима Конструктивна геометрија у графика и Инжењерска графика.

Удата је (девојачко презиме Бацковић) и има двоје деце.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација је презентирана у дванаест поглавља:

1. УВОД
2. НОВИ ПРИСТУП РАЗВОЈУ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА – ПОТРЕБА САВРЕМЕНОГ ИНЖЕЊЕРСТВА
3. ИНЖЕЊЕРСКЕ ГРАФИЧКЕ КОМУНИКАЦИЈЕ
4. ГРАФИЧКЕ МЕТОДЕ МОДЕЛИРАЊА ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА
5. САД АПЛИКАЦИЈЕ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ И АНАЛИЗУ МАШИНСКИХ ДЕЛОВА И ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА
6. ПЕРЦЕПЦИЈА ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ПРОСТОРА
7. АНАГЛИФИ
8. ИЗРАДА АНАГЛИФА
9. ВИРТУЕЛНА РЕАЛНОСТ
10. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ МЕТОДЕ У ПОСТАВЉАЊУ 3D ВИРТУЕЛНОГ МОДЕЛА
11. ПОРЕЂЕЊЕ И ВЕРИФИКАЦИЈА ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА
12. ЗАКЉУЧАК

Прилог чине CD са анимацијама и анаглифске наочаре.

2.2 Приказ поглавља

Дисертација је подељена у дванаест поглавља.

У уводу кандидат З. Јели истиче значај графичких комуникација у решавању различитих проблема у инжењерству. После кратког осврта на садржај доктората Кандидат даје преглед литературе коју је користила током припреме докторске дисертације и на крају и сам списак коришћене литературе.

После уводних разматрања у дугом поглављу је дат преглед извршених истраживања, проучаваних чињеница и полазних претпоставки за рад на дисертацији. Анализирано је текуће стање у области графичких комуникација. Дефинисане су чињенице које се проучавју и полазне хипотезе.

У трећем поглављу је дат је детаљан преглед постојећих система графичке комуникације. После кратког историјског осврта на графику у инжењерству дат је преглед највише употребљаваних графичких техника и мали поглед у „садашњу будућност“ употребе инжењерске графике. Детљно су описани принципи слободоручног скицирања и формирања техничких цртежа. Урађен је осврт на савремено 3D моделирање. Дефинисан је принцип *Rapid Prototyping* (систем брзог прављења прототипова).

Моделирање, графичке методе моделирања и методе компјутерске графике за симулацију виртуалних 3D модела су детљно описани у четвртном поглављу. У оквиру овог поглавља направљена је анализа и припрема неких специфичних техничких

система на којима су урађене даље анализе и симулације. Посебна пажња је посвећена геометрији запречног механизма часовника. Извршена је геометријска анализа модела клатна часовника. Посвећена је пажња припреми 3D модела сателитске антене, ради касније анализе опструјавања. Урађен је развој и формирање оптималног едукационог методичког приступа и дата је идеја новог дидактичког приступа у примени графичких комуникација и виртуалне реалности, са коначним циљем *Rapid Prototyping*.

Пето поглавље даје осврт на CAD апликације за пројектовање и анализу машинских делова и техничких система. Дефинисан је нови приступ дизајну, анализи, пројектовању, испитивању и развоју техничких система у 3D простору. Формирани су модели по примерима из претходног поглавља и извршене су анализе истих: симулација кретања запречног механизма, анализа дилетације клатна услед термичких промена у окружењу, опструјавање око сателитске антене. Добијени су резултати у рачунарски подржаваном окружењу.

У шестом поглављу је дефинисана прецепција тродимензионалног вида. Извршена је анализа механизма тродимензионалне прецепције, дефинисана геометрија бинокуларног вида, телескопија и стереограми, једноставно дата је теоретска основа за израду наредних поглавља и објашњен је принцип на коме се заснива визуализација свих савремених начина графичке комуникације.

Седмо поглавље се бави теоријом анаглифских стереограма, дефиницијама, класификацијама и базичним својствима. Објашњене су методе индужења анаглифске стереоскопске илузије и поља опште и преспективне колинеације. Дате су дефинице колинеарних поља, колокалних и преспективних колинеарних поља. Посвећена је пажња перспективним афино пољима. Раматрани су координатни системи и методе пресликавања у општим и перспективно колинеарним пољима. Све ово доводи до анаглифских стереограма и анаглифске технике, који су анализирани у седмом поглављу. Посебна пажња је посвећена инваријантима и узајамним релацијама анаглифских стереограма, предложени су нови конструктивно-графички поступци креирања анаглифских слика. Дат је предлог избора боја анаглифа, урађен је избор и примена параметара анаглифских перспективних слика. Урађени су примери анаглифске технике, по претходно дефинисаној методологији израде.

Осмо поглавље је практична употреба теоретских знања која су анализирана у претходна два. Направљен је алгоритам израде анаглифског софтвера. Посвећена је пажња примени анаглифа, као веома ефикасном визуалном средству у развоју техничких система. Направљени су анаглифски прикази симулација и анимација система који су формирани и анализирани у поглављима 4 и 5. Показана је ефикасност ове врсте визуалне анализе.

У деветом поглављу је детаљно објашњена виртуална реалност, као најсавременији и најочигледнији начин визуалне анализе техничких система. Детаљно су испитане методе анализе и дефинисања параметара виртуалне реалности. Извршена је припрема виртуалног окружења које се користи за пројектовање, анализу, синтезу и дизајнирање техничких система.

Десето поглавље је скуп тренутно актуелне опреме која се користи у техници виртуалне реалности. Овде је окарактерисана припрема лабораторијског простора за визуалну израду холограмских приказа. Анализе техничких система, које су урађене у претходним поглављима визуално су приказане у виртуалној реалности и доказано је да је овај, холограмски, тип приказа тренутно најефикаснији у анализи техничких система.

У једанаестом поглављу је извршено поређење извршених симулација. Дати су математички прорачуни и резултати 3D анализа су су упоређени са резултатима добијеним овим прорачунима. Такође, извршено је поређење и оцењивање резултата

добијених у виртуелној реалности са резултатима добијених у експерименталним условима

Кратак осврт на методе моделирања, њихове ефикасности и визуалне приказе се налази у закључку ове дисертације, односно дванаестом поглављу. У овом поглављу се још једном подвлачи значај испитивања и развоја техничких система у виртуелној реалности. Такође, даје се правац и тенденције даљег усавршавања идеја овог рада. Предлаже будућа истраживања у овој области и дају се идеје на којима би евентуално у будућности могло да се ради. У раду је формирана оргинална, нова дидактичка методологија у области инжењерских графичких комуникација и формиран економски исплатив алат за формирање виртуелне реалности.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација „Графичке комуникације и виртуелна реалност у развоју техничких система“ представља савремен, оригиналан и значајан допринос разматраној проблематици. Значај овог истраживања огледа се кроз мултидисциплинарност и актуелност теме која се бави решавањем проблема анализе, синтезе, пројектовања и дизајна техничких система. У раду се унапређује методологија графичких комуникација и прилагођава потребама примене у виртуелној реалности. Формиран је нови дидактичко-методолошки приступ области графичких комуникација, у односу на класичан метод који се до сада користио.

У раду је формиран оргинални софтверски алат за припрему анаглифског 3D приказа, који ефикасно и економски исплативо даје приказ у виртуелној реалности. Кроз симулације рада техничких система у раду је приказана ефикасност овог софтвера и његова употребљивост у испитивању, развоју и разумевању техничких система.

Значај ове докторске дисертације је мултидисциплинаран. Без обзира што се базира на испитивању техничких система из области везаних за науку о механизмима и машинско инжењерство, методе које су осмишљене током рада и формиране алате је могуће употребити у области свих наука у којима визуелизација има важну улогу.

3.2 Референтна и коришћена литература

У докторској дисертацији је коришћена обимна литература на основу чега је наведен 81 наслов литературе. Цитирана литература обухвата радове из научних часописа, са научно-стручних скупова, научне и стручне монографије. Коришћена реперезентативна, савремена литература из области графичких комуникација, виртуеле реалности и 3D графичких приказа. Референтна и коришћена литература је у потпуности покрила све релевантне области за предметно истраживање, с обзиром на савременост дисертације.

3.3 Примењене научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

У циљу спровођења предметног истраживања 3. Јели је успешно применила методе и технике које се односе на релевантне научне дисциплине и области. Употребљаване су научне методе које се односе како на теоретско испитивање техничких система, тако и на испитивање у виртуелној реалности. За потребе докторске дисертације формирана је оргинална дидактичка метода у области графичких комуникација и током рада доказана је њена ефикасност.

Приказ техничког система у виртуелној реалности је јаснији, једноставнији и ефикасан за употребу. Формирано је виртуелно окружење у коме је могуће извести различите

симулације техничких система, извршити испитивања истих и на основу добијених резултата усавршити их. За потребе овог система направљен је оригинални софтверски алат за израду анаглифског 3D приказа. Да би се дошло до очекиваног резултата било је неопходно направити оптимално окружење, које се базира на теоријским знањима и практичним искуствима, везаним за методологију графичких комуникација, поседовање одређених инжењерских знања и вештина, познавање могућности рачунарских апликација и вештина управљања неопходном рачунарском и графичком опремом. Као коначни резултат употребе свега наведеног добијен се ефикасан и стабилан систем за виртуелни развој техничких система.

3.4 Оцена примењивости и верификације остварених резултата

Истраживања која је З. Јели презентирала у предметној докторској дисертацији имају значајну примену у свим областима инжењерства. Формирањем новог концепта у развоју, дизајну, пројектовању, изради, испитивању и опслуживању техничких система у великој мери је унапредила наведене поступке. Дефинисана је веза теоретских знања из области инжењерства са одговарајућим алатима, процедурама и функцијама компјутерских апликација, које се на тим знањима заснивају. Инжењерске графичке комуникације су област која је доживела велики квалитативни напредак у последњим деценијама. Тај напредак је у великој мери повезан са технолошким развојем компјутерске технике, али је и праћен недостатком дидактичко-методичких алата који би пратили технолошки развој. Руководећи се овом претпоставком З. Јели је у докторској дисертацији формирала дидактички метод који је применљив као решење овог недостатка. Дидактички метод је оригиналан и до сада у едукацији корисника инжењерских графичких комуникација у Републици Србији није постојао, а у свету је у фази развоја. Тај метод је регионалног карактера, док су неки његови елементи глобални.

Експериментална провера резултата добијених у виртуелној реланости је потврдила ефикасност методологије формирања 3D модела и верификовала резултате истраживања. Испитивања различитих техничких система се врше у виртуелној реалности, али системи који су испитивани у овој докторској дисертацији, на овај начин до сада нису на такав начин испитивани.

3.5 Оцена оспособљености кандидата за самосталан научни рад

Кандидат З. Јели је дефинисала сопствени приступ методологији формирања 3D модела, припреми виртуалног окружења и алата који би формирали такво окружење и дидактици у осаврењавању обуке корисника виртуалних модела и виртуалне реалности. Извршеном анализом научних сазнања, методолошке и технолошке праксе у широком обухвату референтне и коришћене литературе релевантних за предмет истраживања и приказом тога у дисертацији, Кандидат је показао високу способност приказа резултата анализе и синтезе на систематизован начин, што је важна компонента научног рада.

З. Јели је анализом математичких и техничких параметара одређених техничких система идентификовала проблеме који настају класичним методама испитивања и, применом технолошког развоја компјутерских алата, на сасвим нов начин приступила њиховом решењу.

Кандидат је током израде ове дисертације показала да је у стању да самостално решава научне проблеме и да успешно влада научним и истраживачким методама, што представља одличну основу за даља достигнућа у науци.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1 Научни допринос

У складу са постављеним циљевима, садржајем и поступцима истраживања непосредни научни допринос ове докторске дисертације је:

- Развијена је методологија графичких комуникација прилагођена потребама примене виртуелне реалности.
- Прилагођена је и формирана методологија графичких комуникација за потребе дидактог схватања и развоја техничких система и обуку коначних корисника.
- Формиран је оригиналан, софтверски алат за израду виртуелне реалности, који даје 3D анаглифски приказ.
- Урађен је лабораторијски приступ за коришћење су пасивне и активне виртуелне реалности за развој техничких система.
- Развијена је оригинална методологија испитивања техничких система и формирана веза између резултата добијених овом методологијом и класичним, раније употребљаваним, методологијама.

У раду је развијена нова методологија приступа графичким комуникацијама и њиховој употреби у развоју техничких система. На тај начин су повезани класичан, употребљаван, приступ графичким комуникацијама и савремени, који је базиран на употреби рачунарске технике и CAD апликација.

Формиран је савремени, оптималан дидактичко-методички приступ припреме виртуелних 3D модела, у условима тренутног нивоа развоја техничких система и рачунарске технике. Дефинисана је нормативна граматица припреме таквих модела. Повећана је ефикасност у едукацији свих корисника савремених система инжењерских графичких комуникација и испитивању техничких система у виртуелној реалности.

Формиран је сопствени, оригиналан софтверски алат, који преводи екрански 3D модел у просторни 3D приказ истог модела. Доказано је да је анаглифски приказ једноставнији, јаснији и прецизнији у манипулацији током развоја техничких система, а у резултату примене анаглифског софтвера је показано да генерисани анаглифи јасно индукују бинокуларну илизију тродимензионалног простора.

Употребом оригиналног софтверског алата формирано је виртуелно окружење у коме се врше испитивања техничких система. На основу тога је формиран оптимални графички метод пројектовања и развоја техничког система у виртуелној реалности.

Формирана је елементарна веза теоретских знања из различитих области техничких наука са одговарајућим алатима, процедурама и функцијама компјутреских апликација које се заснивају на тим, теоретским, знањима и у техничком смислу их осавремењавају. Приказана су најцелисходнија решења и доказана је ефикасност њихове употребе на конкретним примерима.

У целини посматрано, може се рећи, да резултати докторске дисертације мр Зоране Јели имају карактер научног достигнућа у области инжењерских графичких комуникација, а посебна вредност ових достигнућа је и апликативан карактер резултат истраживања, који могу послужити као научни темељ за олакшано и ефективно пројектовања и дизајнирања различитих техничких система.

4.2 Критичка анализа резултата истраживања

Реализација сопствене методологије у дидактичком приступу инжењерским графичким комуникацијама извршена је на основу детаљне анализе постојећих методологија, а у

складу са тренутним потребама у процесу обуке корисника истих. Резултат практичне фазе сопственог истраживања Кандидата је позитиван, односно формиран је дидактички метод који веома успешно едукује све кориснике инжењерских графичких комуникација. На овај начин је било могуће реализовати неке од постављених циљева у овој дисертацији.

Формирањем сопственог софтверског алата Кандидат је успешно постигла други циљ ове дисертације. Спроведена истраживања, која су се базирала на методологији која је у раду оформљена, преведена су у виртуалну реалност и извршена су испитивања у виртуелном окружењу. Ова истраживања и имплементације су показали да се методологије, развијене у овој дисертацији, могу користити приликом развоја било ког техничког система.

4.3 Очекивана примена резултата у пракси

Остварен научни допринос докторске дисертације Кандидата представља основу за ширу примену развијене методологије у свим областима инжењерства. Основни елементи дидактичког модела имају ширу примену у обуци како нових корисника графичких комуникација, тако и инжењера и дизајнера, који су оспособљени за употребу класичних метода графичких комуникација. Развој техничких система у виртуелној реалности је нова научно-техничка област и њен развој је у директној зависности од технолошког развоја рачунарске и визуелне технике. Даљи развој ове области је немогуће прецизно предвидети, али у овој докторској дисертацији З. Јели је формирала ефикасан, а економски исплатив алат за формирање виртуелне реалности, који налази своју примену у развоју како техничких, тако и других система, у којима испитивање 3D модела има значајну улогу.

4.4 Верификација научних доприноса

Научни допринос докторске дисертације је верификован радовима објављеним у часописима и саопштеним на конференцијама током вишегодишњег истраживања:

M23. Научни радови у часописима међународног значаја:

1. U. Bugaric, J. Vukovic, D. Petrovic, **Z. Jeli**, Z. Petrovic: „*Optimization of The Unloading Bridge Working Cycle*“, STROJNISKI VESTNIK-JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING Vol. 55 No. 1, Љубљана, 2009. pp.55-63. (ISSN 0039-2480) (Scinece Citattion Index-Web of Science®-IF=0,310→M23; извор KoBSON)
2. U. Bugaric, D. Petrovic, **Z. Jeli**, D. Petrovic: „*Optimal Utiliyation of The Terminal for Bulk Cargo Unloading*“, SIMULATION, Transaction of The Society for Modeling and Simulation International, Vol. 88, No. 12, 2012. pp1508-1521 (ISSN 0037-5497) (Scinece Citattion Index-Web of Science®-IF=0,793→M23; извор KoBSON)

M24 Научни радови у часописима међународног значаја

1. У. Бугарић, Ј. Вуковић, **З. Јели**: „*Оптимальное управление движением систем, аналогичных математическому маятнику переменной длины*“, Вестник машиностроения №5, Москва, 2006. Рр. 40-45. (ISSN 0042-4633)

M33 Радови саопштени на научно-стручним скуповима међународног значаја, штампани у целини

1. В. Popkonstantinovic, **Z. Jeli**, М. Radunovic, V. Calic: „*3D OPTIMIZATION OF GRAHAM'S ESCAPEMENT MECHANISM*“, 12th IFToMM World Congress, Зборник радова, Besançon (France), June18-21, 2007. ID876, (CD edition)
2. В. Popkonstantinovic, **Z. Jeli**, М. Dimitrijevic, S. Misisc: “*3D MODELING AND MOTION ANALYSIS OF THE CLOCK MECHANISM*”, специализированный

сборник № 86. И Доклады конференции «ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ, ДИЗАЙН» в сборнике №82 VII КРЫМСКОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, CED 2010, Сборник радова, Крым, Симферополь, 27.09 – 01.10 2010. (ISBN 978-9967-12-127-0)

3. Попконстантиновић Б., Обрадовић М., Малешеввић Б., Јели З. „SOLID MODELING AND MOTION STUDY OF CHRONOMETER DETENT ESCAPEMENT MECHANISM” THE 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING GRAPHICS AND DESIGN“, ICEGD 2011 "SUSTAINABLE ECO DESIGN" IAŞI, 2011. стр. 55-73 (ISSN 1011-2855)
4. Popkonstantinovic B., Jeli Z., Dimitrijevic M., Misic S. „3D Modeling And Motion Anaisys of the Clock Mechanism“, 13th World Congress in Mechanism and Machine Science, Guanajuato, México, 19-25 June, 2011, A23-405, (ISBN 978-607-441-131-7)

М63 Саопштења са националног скупа штампано у целини:

1. Б. Попконстантиновић, З. Јели: „ПРЕЗЕНТАЦИЈА РЕФОРМИСАНОГ НАУЧНОГ ПРОЦЕСА НА ПРЕДМЕТУ ИНЖЕЊЕРСКА ГРАФИКА И КОНСТРУКТИВНА ГРАФИКА НА МАШИНСКОМ ФАКУЛТЕТУ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ“, 23 Научни скуп са међународним учешћем MonGEOMETRIJA, Нови Сад, 2006.
2. Б. Попконстантиновић, З. Јели, В. Ћалић: „Конструктивна геометрија и кинематика механичких часовника“, 24th and 1st International scientific convention MonGEOMETRIJA, Сборник радова, стр. 244-259, Врњачка Бања, 2008. pp. 244-258, (ISBN 978-86-80295-83-1)
3. Б. Попконстантиновић, Д. Петровић, З. Јели: „KINEMATICAL PRINCIPLES AND SOLID MODELING OF THE GRAVITY DRIVEN TRAIN REMONTOIRE MECHANISM” 25th and 2ND International scientific convention MonGEOMETRIJA, Сборник радова, Београд, 2010. (ISBN 978-86-7892-040-8)
4. Б. Попконстантиновић, З. Јели, Д. Петровић: „PRACTICAL SOLUTIONS OF THE TEMPERATURE COMPENSATION OF THE LONG PERIOD COMPOUND PENDULUM”, 25th and 2ND International scientific convention MonGEOMETRIJA, Сборник радова, Београд, 2010. (ISBN 978-86-7892-040-8)
5. Б. Попконстантиновић, З. Јели, М. Стоименов, Б. Стаменовић: „A NEW APPROACH TO MAINTENANCE OF PRACTICAL COURSE ENGINEERING GRAPHICS IN FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING, UNIVERSITY OF BELGRADE”, 25th and 2ND International scientific convention MonGEOMETRIJA, Сборник радова, Београд, 2010. (ISBN 978-86-7892-040-8)
6. Јели З., Коматина М., Попконстантиновић Б. Регодић М. „USAGE OF MODERN GRAPHICAL 3D PRESENTATIONS IN DEVELOPMENT OF TECHNICAL SYSTEMS“, 26th National and 3d International Scientific Conference moNGeometrija 2012, Нови Сад, 2012. pp. 553-564, (ISBN 978-86-7892-405-7)
7. Попконстантиновић Б., Јели З., Обрадовић Р. „THE COURSE IN PRODUCT AESTHETICS AT THE FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING IN BELGRADE“, 26th National and 3d International Scientific Conference moNGeometrija 2012, Нови Сад, 2012. pp. 397-408, (ISBN 978-86-7892-405-7)

Уџбеници

1. Б. Попконстантиновић, З. Јели, Р. Андрејевић, Г. Шиниковић: „Практикум за вежбе из предмета Конструктивна геометрија и графика“, Машински факултет, Београд, 2008. и 2010. године

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација под називом **„Графичке комуникације и виртуелна реалност у развоју техничких система“** кандидата мр Зоране Јели дипл.инж. маш., представља савремен и оригиналан научни допринос кроз свеобухватно сагледавање проблематике повезане са инжењерским графичким комуникацијама и развојем техничких система у виртуелној реалности. Ценећи оно што је испитано и приказано у докторској дисертацији и чињеницу да је развијена методологија и практично проверена, констатује се да је кандидат мр Зорана Јели успешно завршила докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима докторске дисертације.

На основу прегледа докторске дисертације од стране Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом **„Графичке комуникације и виртуелна реалност у развоју техничких система“** и чињенице да је анализирана проблематика мултидисциплинарна и веома актуелна у научној јавности, констатује се да је кандидат Зорана Јели, дипл. инж. маш., успешно завршила докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима докторске дисертације.

Комисија за оцену и одбрану констатује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима у научно истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима и Статутом Машинског факултета у Београду. Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да овај Извештај прихвати, дисертацију стави на увид јавности, и упути извештај на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се након тога Кандидат позове на јавну одбрану.

Чланови Комисије:

(проф. др Мирко Коматина, ментор,
Машински факултет, Београд

(проф. др Миодраг Стоименов,
Машински факултет, Београд

(проф. др Бранислав Попконстантиновић,
Машински факултет, Београд)

(проф. др Драган Петровић,
Машински факултет, Београд)

(проф. др Ратко Обрадовић,
ФТН Нови Сад)

У Београду, 21. децембра 2012. године

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 1975/6
Датум: 27.12.2012. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 128. Закона о високом образовању и члана 12.2 Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће на седници одржаној 27.12.2012. године, донело је

ОДЛУКУ

I Прихвата се извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднела мр ЗОРАНА ЈЕЛИ и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: „ГРАФИЧКЕ КОМУНИКАЦИЈЕ И ВИРТУЕЛНА РЕАЛНОСТ У РАЗВОЈУ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА“

II Универзитет је дана 04.07.2011. године, својим актом број 06-6390/6-11 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Радови кандидата у часопису међународног значаја:

1. U. Bugaric, J. Vukovic, D. Petrovic, **Z. Jeli**, Z. Petrovic: „*Optimization of The Unloading Bridge Working Cycle*“, STROJNISKI VESTNIK-JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING Vol. 55 No. 1, Љубљана, 2009. pp.55-63. (ISSN 0039-2480) (Scinece Citattion Index-Web of Science®-IF=0,310→M23; извор KoBSON)
2. U. Bugaric, D. Petrovic, **Z. Jeli**, D. Petrovic: „*Optimal Utiliyation of The Terminal for Bulk Cargo Unloading*“, SIMULATION, Transaction of The Society for Modeling and Simulation International, Vol. 88, No. 12, 2012. pp1508-1521 (ISSN 0037-5497) (Scinece Citattion Index-Web of Science®-IF=0,793→M23; извор KoBSON)
3. Popkonstantinovic B., Jeli Z., Dimitrijevic M., Misic S. „*3D Modeling And Motion Anaisys of the Clock Mechanism*“, 13th World Congress in Mechanism and Machine Science, Guanajuato, México, 19-25 June, 2011, A23-405, (ISBN 978-607-441-131-7)

Одлуку доставити: кандидату, ментору, Катедри за теорију механизма и машина и архиви факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић