

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

693/4
(Број захтева)Већу научних области техничких наука(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)26.05.2011.
(Датум)**ЗАХТЕВ**
за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да сходно чл. 46. ст.5. тач.3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације

ГРАФИЧКЕ КОМУНИКАЦИЈЕ И ВИРТУЕЛНА РЕАЛНОСТ У РАЗВОЈУ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Теорија механизма и машина

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: ЗОРАНА (ВЈЕКОСЛАВ) ЈЕЛИ2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Машински факултет Тољатинског политехничког института, Тољати, Русија3. Година дипломирања: 1990.4. Назив магистарске тезе кандидата: Оптимизација уређаја за подизање аутомобила5. Назив Факултета на коме је магистарска теза одбрањена: Машински факултет Београд6. Година одбране магистарске тезе: 1998.7. Назив Факултета на коме је кандидат завршио докторске студије: /Одсек, смер или група: /Година завршетка докторских студија: /Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће Факултета
(назив надлежног тела Факултета)на седници одржаној 26.05.2011. године
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТАПроф.др Милорад Милованчевић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.

2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
Број:693/4
Датум:
Београд, Краљице Марије 16

На захтев мр Зоране Јели, дипл.инж.маш., бр. 693/1 од 05.05.2011. године, извештаја Комисије у саставу: проф.др Мирко Коматина, ментор, проф.др Милосав Огњановић, проф.др Бранислав Попконстантиновић, проф.др Драган Петровић, проф.др Ратко Обрадовић, ФТН Нови Сад, бр. 693/3 од 23.05.2011. године, а на основу чл. 128. Закона о високом образовању, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду на седници од 26.05.2011. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације **«ГРАФИЧКЕ КОМУНИКАЦИЈЕ И ВИРТУЕЛНА РЕАЛНОСТ У РАЗВОЈУ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА»** докторанта **МР ЗОРАНЕ ЈЕЛИ**, дипл.инж.маш.

За ментора докторанту **Мр Зорани Јели**, именује се **проф.др Мирко Коматина**.

Одлуку доставити: Већу Научних области техничких наука Универзитета у Београду на сагласност, ментору и архиви.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Зорану Јели

Име и презиме ментора: _Мирко Коматина

Звање: Редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Belosevic, S., Paprika, M., Komatina, M., etc., Experimental and numerical investigations of heat exchangers built in solid fuel household furnace of original concept, *Energy and Buildings*, 37, 2005, 325-331.
2. Komatina M., Manovic V., Dakic D., An Experimental Study of Temperature of Burning Coal Particle in Fluidized Bed, *Energy Fuels*, 20, 2006, 114-119.
3. Komatina M., Manovic, V., Saljnikov, A., Temperature of Coal Particle During Devolatilization in Fluidized Bed Combustion Reactor, *Energy Sources*, 28(15), 2006, 1387-1396.
4. Komatina M., Manovic, V., Saljnikov, A., A Model of Coal Particle Drying in Fluidized Bed Combustion Reactor, *Energy Sources, Energy Sources Part A-Recovery Utilization and Environmental effects*, Vol. 29 (3), 2007, pp. 239-250.
5. Belosevic S., Mladenovic R., Dakic D., Paprika M., Eric A., Djurovic D., Komatina M., Grbic B., Radic N., Properties and efficiency of a Pt/Al₂O₃ catalyst applied on a solid fuel thermo-accumulating furnace, *J. Serb. Chem. Soc.*, Vol. 72 (8-9), 2007, pp. 869-878.
6. Mladenovic R., Belosevic S., Paprika M., Komatina M., Effects of air excess control in a thermo-accumulation solid fuel-fired household furnace, *Applied Thermal Engineering*, 2007, Vol. 27, pp. 2243-2251.
7. Manovic V., Komatina M., Oka S., (2008), Modeling the temperature in coal char particle during fluidized bed combustion, *Fuel*, Volume 87, Issue 6, May 2008, pp. 905-914.
8. Aleksandar Saljnikov, Mirko Komatina, Vasilije Manovic, Milan Gojak, Darko Goricanec, Investigation on thermal radiation spectra of coal ash deposits, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 52 (2009), pp. 2871-2884.
9. Aleksandar Saljnikov, Biljana Vucicevic, Mirko Komatina, Milan Gojak, Darko Goricanec, Zoran Stevanovic, Spectroscopic research on infrared emittance of coal ash deposits, *Experimental Thermal and Fluid Science* 33 (2009), pp. 1133-1141.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као М24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као М11,М12,М13,М14,М41 и М51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односно дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум _____

М.П.

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Предмет: Извештај Комисије за подношење извештаја о подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације **мр Зоране Јели, дипл. инж. маш.**

На основу пријаве за израду докторске дисертације мр Зоране Јели, дипл.инж.маш. број 693/1 од 05.05.2011. године, сагласности Катедре за теорију механизма и машина и Катедре за термомеханику број 693/2 од 11.05.2011. године и одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду број 693/3 од 12.05.2011. године именовани смо за чланове Комисије за подношење извештаја о подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације докторанта мр Зоране Јели, дипл. инж. маш. На основу увида у документацију коју је докторант, мр Зорана Јели, дипл. инж. маш. приложила уз свој захтев за израду докторске дисертације, подносимо следећи

**ИЗВЕШТАЈ
о прихватању теме докторске дисертације
под насловом
ГРАФИЧКЕ КОМУНИКАЦИЈЕ И ВИРТУЕЛНА РЕАЛНОСТ У
РАЗВОЈУ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА**

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Општи биографски подаци

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 перемны 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.

1.2 Подаци о магистратури

Тема: Оптимизација конструкције уређаја за подизање аутомобила.

Област: Теорија механизма и машина

Ментор: др Предраг Миловић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду.

Факултет: Универзитет у Београду, Машински факултет.

Датум одбране: 18. новембар 1998. године.

1.3 Списак објављених радова и других релевантних резултата и активности које опредељују афинитет кандидата за рад на предложеној теми

Радови су разврстани у следећих осам група:

1.3.1 Списак научних радова у часописима међународног значаја (са IMPACT фактором)

1. У. Бугарић, Ј. Вуковић, Д. Петровић, З. Јели: „*Optimization of the Unloading Bridge Working Cycle*“, STROJNISKI VESTNIK-JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING Vol. 55 No. 1, Љубљана, 2009

1.3.2 Списак научних радова 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

1.3.3 Списак радова саопштених на научно-стручним скуповима међународног значаја, штампаних у целини

1. Б. Попконстантиновић, З. Јели, М. Радуновић, В. Ћалић: „3D OPTIMIZATION OF GRAHAM'S ESCAPEMENT MECHANISM“, 12th IFTOMM World Congress, Зборник радова, Besançon (France), June18-21, 2007
2. Б. Попконстантиновић, З. Јели, М. Димитријевић, С. Мишић: “3D MODELING AND MOTION ANALYSIS OF THE CLOCK MECHANISM”, специализованни зборник № 86. И Доклады конференции «ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ, ДИЗАЙН» в сборнике №82 VII КРЫМСКОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, CED 2010, Зборник радова, Крым, Симферополь, 27.09 – 01.10 2010.

1.3.4 Списак радова саопштених на научно-стручним скуповима са међународним учешћем, штампаних и целини

1. З. Јели, А. Секулић: „Оптимизация механических двухстопорных устройств для подъема автомобилей“, Весник № 1 Труды Всероссийской конференции с международным участием „Прогрессивные техпроцессы в машиностроении“, Зборник радова, Тольятти, Русија, 2002.
2. З. Јели, Б. Попконстантиновић, М. Стоименов: „ОДРЖАВАЊЕ ПРАКТИЧНЕ НАСТАВЕ ИЗ ПРЕДМЕТА ТЕХНИЧКО ЦРТАЊЕ СА НАЦРТНОМ ГЕОМЕТРИЈОМ НА МАШИНСКОМ ФАКУЛТЕТУ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ“, 22 Научни скуп са међународним учешћем MonGEOMETRIJA, Зборник радова, Београд, 2004
3. 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.
4. Б. Попконстантиновић, З. Јели, В. Ћалић: „Конструктивна геометрија и кинематика механичких часовника“, 24th and 1st International scientific convention MonGEOMETRIJA, Зборник радова, стр. 244-259, Врњачка Бања, 2008.
5. Б. Попконстантиновић, Д. Петровић, З. Јели: „KINEMATICAL PRINCIPLES AND SOLID MODELING OF THE GRAVITY DRIVEN TRIN REMONTOIRE MECHANISM“ 25th and 2ND International scientific convention MonGEOMETRIJA, Зборник радова, Београд, 2010.
6. 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, Зборник радова, Београд, 2010.
7. В. Ћалић, Б. Попконстантиновић, З. Јели: „GEOMETRY OF TRANSITIONAL DEVELOPMENT SURFACES“, 25th and 2ND International scientific convention MonGEOMETRIJA, Зборник радова, Београд, 2010.
8. 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, Зборник радова, Београд, 2010.

1.3.5 Списак научних радова у часописима националног значаја

2. З. Бацковић, Д. Четић, А. Секулић: „Конструкција машине за паковање течностно-кашастих производа“, Процесна Техника бр. 2, стр. 30-34, Београд, 1992.год.
1. Б. Попконстантиновић, З. Јели, Г. Шиниковић: “*The Constructive-Graphical Stability of the Mapping Methods in the General Collinear Fields*”, FME Transactions, University of Belgrade Faculty, Београд, новембар 2003

1.3.6 Списак радова саопштених на научно-стручним скуповима националног значаја, штампаних у целини

1. З. Јели, М. Стоименов: „Анализа режима печења у пекарским пећима великог капацитета“, Процесинг 2004., Зборник радова, Машински факултет, Београд.

1.3.7 Списак уџбеника

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

1.3.8 Учешће у домаћим научним пројектима

1. „Интегритет опреме под притиском при истовремено деловању замарајућег оптерећења и температуре“, Руководилац пројекта Др Љубица Миловић, Технолошки факултет, Пројекат Министарства за науку и технолошки развој бр. 035011, Београд 2010-2014.

1.4 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

За примену предложених научних метода и давање очекиваног научног и стручног доприноса у овој дисертацији докторант има следеће квалификације:

- Вештину за израду графичких модела и њихово испитивање. За неке од њих је дала преглед и резултате испитивања у својим радовима, наведеним у одељку 1.3.
- Искуство у испитивању техничких система различитог типа, стечено дугогодишњим теоријским и практичним радом у области Теорије механизма и машина. За неке од њих је и дала резултате испитивања у својим радовима, наведеним у одељку 1.3.
- Знања потребна за припрему графичког 3D модела на рачунару и његов пренос у виртуелну стварност и припрему 2D приказ истог.
- Знања о концепцијама формирања 3D модела и 2D приказа истог, симулације кретања и испитивању карактеристика техничких система, која је стицала у току припреме више радова, који су наведени у одељцима 1.3.5 и 1.3.6. Део тих знања показала је у својим радовима, наведеним у одељку 1.3.

Ове и квалификације које још има, докторанту ће бити од користи приликом синтезе виртуелне реалности техничких система у којој ће се одвијати истраживање у овој дисертацији, припрема широког спектра 3D модела

различитих техничких система, симулација механичког кретања, обструјавања, анализа термичких утицаја и динамичка анализа техничких система, што чини главни део очекиваног научног доприноса ове дисертације. То докторанта квалификује за успешан и ефикасан теоријски и експериментални рад на предложеној теми.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

2.1 Осврт на релевантне библиографске изворе и остварене резултате

Тема овог докторског рада је веома комплексна и добрим делом се ослања на нова сазнања и технолошки развој опреме од које савремене графичке комуникације директно зависе. Комплексност теме се састоји у томе да је неопходно направити универзални метод формирања модела у оквиру графичких комуникација, а затим вршити испитивања тог модела у виртуелној реалности. Област графичких комуникација је недовољно истражена у свету. Веома је мали број научника који се баве или су се бавили базом на основу које област настаје и на исправан начин се развија. До сада је направљено неколико методологија у области графичких комуникација које су применљиве у специфичним случајевима. Све методологије су базиране искључиво на геометријским карактеристикама техничких система, без детаљног осврта на суштинску реалност у којој технички системи раде. Добрим делом није урађена комплетна анализа методологије која би се примењивала у графичким комуникацијама и све методе које се користе су у фази истраживања и приручног прилагођавања у току експлоатације. Потребно је направити универзалну методологију, или барем новоформирану методологију приближити што је могуће ближе критеријуму универзалности у употреби. Такође неопходно је у методологију која је заснована искључиво на геометријским карактеристикама уврстити и теоријска сазнања и испитивања специфичних услова у којима технички системи функционишу, а затим свему томе придружити и експериментално и реално стање у којима се све то дешава.

Основни предмет истраживања у овој докторској дисертацији је методологија формирања просторног графичког приказа техничких система, са узимањем у обзир реалних услова у којима ти системи функционишу, а затим формирање њиховог имагинарног приказа у виртуелној реалности и развој.

2.2 Приказ предмета истраживања и хипотетичких ставова о проблему који се истражује

Истраживања, која су планирана у оквиру предложене дисертације примарно се заснивају на графичким комуникацијама, као основном и универзалном средству комуникације у техници, њиховом развоју, који је проузрокован технолошким развојем компјутерских апликација.

Планирана истраживања су усмерена на развој методологије по којој би се формирао одређени број графичких 3D модела, који би у највећој могућој мери дочаравали реалност приликом испитивања одређених техничких система.

Савремене компјутреске апликације, помоћу којих се врши дизајнирање, моделирање и конструисање 3D машинских објеката нуде широку палету апстрактних алата и могућности. Појам моделирања не подразумева само конструисање форме, већ обухвата и избор материјала, избор или дефинисање

карактеристичних параметара чврстоће и крутости, раличитих коефицијената трења и квалитета храпавости површина и тд. Такође, моделирање захтева и спровођење кинематских и динамичких симулација, нумеричке прорачуне статичке и динамичке чврстоће, решавање проблема обструјавања, оптимизације по најразличитијим критеријумима и др. Успешност ових активности зависи како од познавања могућности самих компјутерских апликација, тако и од разумевања и поседовања одговарајућих теоријских знања и вештина.

Планирана истраживања, у оквиру предложене теме дисертације по садржају се могу сврстати у неколико актуелних истраживачких праваца и то:

- Анализа постојећих метода у припреми графичких 3D модела.
- Идентификација и дефинисање тешкоћа и нејасноћа које се јављају приликом оспособљавања корисника графичких комуникација.
- Проналажење оптималних методолошких решења у примени графичких комуникација у развоју техничких система.
- Истраживање и анализа метода графичких комуникација, који су тренутно актуелни на глобалном нивоу.
- Развој и формирање оптималног едукацијског методичког приступа у разумевању у приказу простора.
- Виртуелна симулација техничких система.
- Анализа, синтеза и испитивање техничких система коришћењем графичког модела у виртуелној реалности.

2.3 Циљеви истраживања

Један од важних циљева ове дисертације је успостављање суштинске везе теоријских знања из различитих области машинства (механика, теорија механизма, теорија еластичности, метода коначних елемената и тд.) са одговарајућим алатима, процедурама и функцијама компјутреских апликација које се заснивају на овим знањима. Једино кроз интеракцију теоријских дисциплина и метода са њиховим одговарајућим компјутерским моделима и софтверским симулацијама могуће је оставрити употребљив и реалности близак резултат. Ова дисертација ће анализирати неведену проблематику и дати препоруке за најцелисходнија решења.

Осим тога, важно је још једном истаћи чињеницу да сваки модел, свака симулација, баш као и теоријска, односно математичка апстракција увек непотпуно описују реалност. Ма како савршени били, компјутерски модели и симулације увек дају, мањи или више, неистиниту представу о стварности. Задатак ове дисертације је, између осталог, и да изврши детаљну анализу практичне употребљивости креирања модела и спровођења извесних симулација. Ово је потребно посебно нагласити јер је искуство показало да нетактичко прихватање свега што процес моделирања доноси може резултирати штетним, па и катастрофалним последицама у току развоја техничких система. Овај проблем је посебно изражен приликом процеса едукације коначних корисника. На карактеристичним примерима моделирања типичних машинских елемената и механизма показале се границе слагања теоријских прорачуна типичних кинематичких и динамичких параметара, анализе обструјавања и термичке анализе техничких система, као и испитивања вредности симулираних апликацијом, као и ставних, измерених параметара. Најважнији циљ такве анализе био би заснивање одређене

методологије верификације процеса моделирања и самог модела, као и дефинисање граница њихове употребљивости у машинској пракси.

Основни циљ ове дисертације је израда једног савременог дидактичког модела у области комуникација, која ће у себи садржати све елементе за олакшано разумевање простора и његово што квалитетније приказивање. Овај дидактички модел би трбало да повеже традиционалан приступ код инжењерских графичких комуникација са савременом употребом рачунара, CAD софтвера, и виртуелног приказа, који имају задатак да формирањем 3D модела олакшају комплетан процес графичке комуникације и испитивања техничких система.

Захваљујући развоју рачунарске технике и CAD софтвера, дошло је време када се приступ инжењерским графичким комуникацијама може ослањати на просторну имагинацију, живе слике. Више није неопходно размишљање у формулама, једначинама, графиконима, већ је могуће размишљати, видети и приказати своје идеје у 3D сликама. И парадоксално, враћамо се на антички идеал „Само је оно истинито што се може видети или кроз слику показати.“ Да би ово било могуће потребно је успоставити нову методологију стицања способности графичке комуникације, која је универзалана. Визуелне комуникације су једини универзалан језик у науци и техници. Потребно је формирати методологију тог језика, која би посредовала томе да графичке комуникације буду извршене на исправан начин (која је тренутно у фази развоја свуда у свету). Главни задатак предложене дисертације је да направи такву методологију, предложи оптималан метод по коме би формирао поуздан систем графичких комуникација, али уз обавезно комбиновање нових метода са постојећим у пракси примењиваним.

Очекивана научна сазнања у овој дисертацији су:

- Како комплетирати модерну, поуздану интерпретацију виртуелне реалности техничких система.
- Како саставити поуздане моделе техничких система и њихов виртуелни приказ.
- Како извршити на 3D моделима техничких система симулацију кинематских и динамичких оптерећења, решити проблем обструјавања и извршити анализу термичких параметара у условима који су веома блиски реалности, урадити оптимизацију по најразличитијим критеријумима и др.

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

3.1 Чињенице и појаве које се проучавају

Да би било могуће формирати виртуелну реалност техничких система, неопходно је формирати 3D модел таквих система који ће најприближније дочаравати реалност. Да би се извршила симулација таквог техничког система потребно је поред израде самог модела извршити и: анимацију, која ће приказати најприближнију могућу реалност у којој технички систем функционише, извршити кинематску и динамичку анализу параметара испитиваног техничког система, нумеричке прорачуне статичке и динамичке чврстоће и сл. У овој докторској дисертацији је планирано да се изврши припрема 3D модела техничких система (употребом комерцијалних рачунарских CAD апликација), њихов приказ у виртуалној реалности, и симулација процеса

рада таквих модела. Испитвања техничких система би се вршила ради решавања проблема обструјавања, добијања оптималних геометријских параметара компонената техничког система, термичке анализе техничког система, анализе статичке и динамичке чврстоће система и сл. Коначно је потребно формирати систем у коме је 3D модел основа за све фазе у области инжењерства: моделирање облика и површина, анализа дизајна, симулација производње, провера модела и склопа, брзо формирање прототипа, израда техничке документације, производњу и маркетинг.

Како се виртуелна реалност заснива на инваријантама и принципима пројективне геометрије и перспективе (централне пројекције), као и физиолошким законитостима људског вида, у раду ће бити презентирани и анализиране поменуте инваријанте и принципи. Посебно ће бити обрађена својства бинокуларне стереоскопије, методе генерисања и индуковања тродимензионалног простора, са циљем дефинисања оптималних физичко-оптичких параметара за техничку реализацију виртуелне реалности. У том смислу, од интереса је анализа и дефинисање оптималног интерокуларног растојања, перспективне дистанце, интензитета осветљења, квалитета текстуре и оптималне палете боја објекта.

3.2 Полазне хипотезе

Одабране су следеће хипотезе, са којима се започиње истраживање у овој дисертацији:

- 3D модел техничког система је основа за све области инжењерства: дизајнирање, моделирање облика и површина, анализу дизајна, симулацију производње, проверу модела и склопа, брзо формирање прототипа, прављење техничке документације, производњу и маркетинг, и неопходно је формирати методологију по којој ће се графичким комуникацијама доћи до модела који је формиран тако да буде верна представа реалности.
- Приказ техничког система у виртуалној реалности је квалитетнији, ефикаснији и бољи од приказа на монитору рачунара. Тако добијена илузија је једноставнија, ефикаснија и оперативнија у развоју техничких система.
- Израдом квалитетног 3D модела могуће је у виртуелној реалности извршити испитивање техничког система и на веома једноставан и не претерано комерцијално захтеван начин доћи до оптималне конструкције техничког система по захтеваним критеријумима. Такви модели су веома ефикасни у симулацији, једноставни за преправке и израде 3D прототипа.
- Виртуелна реалност се заснива на инваријантама и принципима пројективне геометрије и перспективе (централне пројекције), као и на физиолошким законитостима људског вида, па је неопходно приказати и анализирати поменуте инваријанте и принципе и извршити анализу и дефинисање оптималног интерокуларног растојања, перспективне дистанце, интензитета осветљења, квалитета текстуре и оптималне палете боја објекта.
- Да би се остварила универзалност у методологији графичких комуникација неопходно је озбољно се позабавити проблемом ревизије стандарда на глобалном нивоу и проналажењем што универзалнијег решења датог проблема.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

4.1 Општи научне методе који ће бити примењени у истраживању

У циљу решавања вишеструко сложеног проблема, на научно заснован, савремен и економски оправдан начин, у оквиру ове дисертације биће примењене савремене теоријске и експерименталне научне методе као што су:

- Методе компјутерске графике за симулацију виртуелних 3D модела.
- Специфичне методе симулације виртуелних техничких система.
- CAD апликације за пројектовање и анализу (кинематичку, динамичку, протока, температурних утицаја при експлоатацији и сл.) машинских делова и техничких система.
- Методе анализе и дефинисања параметара виртуелне реалности.
- Експерименталне методе у лабораторијском представљању виртуелних модела.

4.2 Могући специфичан научни метод који може бити предмет истраживања

Планирано је да у оквиру ове докторске дисертације кандидат развије нову методологију графичког приказа 3D модела. Та методологија би се базирала на савременим тенденцијама развоја рачунарске технике и апликација и графичким комуникацијама. Истовремено, нова методологија би била и нераскидиво повезана са неким, квалитетним и неопходним, елементима традиционалног приступа графичким комуникацијама.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

5.1 Очекивани непосредни научни допринос

- Унапређена методологија графичких комуникација прилагођена потребама примене виртуелне реалности.
- Унапређена методологија графичких комуникација за потребе дидачког схватања и развоја техничких система и обуку студената.
- Унапређење лабораторијског приступа и коришћења пасивне и активне виртуелне реалности за развој техничких система.

5.2. Приказ очекиваних доприноса

Главни научни резултат ове докторске дисертације је израда нове методологије приступа графичким комуникацијама и њихова употреба у развоју техничких система. Та методологија има задатак да повеже постојећи и употребљаван приступ графичким комуникацијама са савременим, који је базиран на употреби рачунарске технике и CAD апликација.

Да би се ефикасно дошло до основног резултата, ова докторска дисертација ће се заснивати на анализи и синтези техничких система у виртуелној реалности.

Сва истраживања и развој техничких система ће бити базирани на теоријским претпоставкама и прорачунима, који ће се током симулација у виртуелној реалности проверавати и упоређивати. Неопходно је формирати широк спектар 3D модела техничких система на којима ће се обавити испитивања, а затим на основу тих испитивања доћи до оптималног модела графичког приказа виртуелне реалности техничких система.

Приказ техничког система у виртуелној реалности је јаснији, једноставнији и ефикасан за употребу. Неопходно је формирати виртуелно окружење у коме ће бити могуће извести различите симулације техничких система, извршити испитивања истих и на основу добијених резултата усавршити их. Да би се дошло до очекиваног резултата неопходно је направити оптимално окружење, које ће се базирати 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 добија се ефикасан и стабилан систем за виртуелни развој техничких система.

У виртуелној реалности ће бити извршена анализа и синтеза запречних механизма. Добијени резултати ће бити упоређивани и верификовани са теоретским прорачунима истих. Добијени, јасни приказ кинематских и динамичких параметара, термичке анализе и сл. биће могуће користити у сврхе даљег испитивања и осавремењивања неких карактеристика запречних механизма.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

6.1 Приказ планираног истраживања на дисертацији

План истраживања у овој дисертацији може се дефинисати кроз следеће активности и њихове важније резултате:

1. Анализа постојећих методологија у графичким комуникацијама, анализа савремених тенденција у развоју методологије графичких комуникација.
2. Идентификација проблема, који се јављају приликом примене постојећих методологија у графичким комуникацијама. Одабир и припрема потребног материјала за анализу и решење тих проблема.
3. Израда одређеног броја 3D модела, базираних на теоријској анализи и синтези запречних механизма. Симулација кинематичких и динамичких параметара тих механизма.
4. Формирање инсталације за виртуелну реалност и коришћење у развоју техничких система употребом симулација добијених у предходној тачки. Анализа кинематичких и динамичких параметара употребом специфичних компјутерских апликација анализа обструјавања и термичких процеса током кинематичке и динамичке симулације рада запречних механизма.
5. Извођење низа експеримената на виртуелним моделима, који би се базирали на промени неких специфичних геометријских параметара или на промени различитих врста и области деловања оптерећења у оквиру 3D модела. Према потреби формирање 3D прототипа и вршење испитивања на њему.

6. Виртуелни приказ кинематске и динамичке анализе, анализа и решавање проблема обструјавања, термичка анализа приликом експлоатације.
7. Развој 3D модела који описују технички систем испитиваних механизма, формирање исправне методологије моделирања, симулације и развоја истог. Поређење и верификација резултата добијених теоријским и практичним методама испитивања.

Експериментално би се дошло до нове, оптималне, методологије у графичком приказу 3D модела, који би био поуздан, једноставан за прављење, преправљање и испитивање, а веома близак, па скоро и сличан реалном техничком систему 3D модел добијен на такав начин могао би у потпуности да испуњава све потребе инжењерства и да покрива све области инжењерства: дизајнирање, моделирање облика и површина, детаљну теоријску и практичну анализу дизајна, симулацију рада и производње, брзу и ефикасну проверу модела и функционалности склопа, брзо прављење прототипа, прављење техничке документације, производњу и маркетинг.

Посебану пажњу приликом истраживањима је неопходно посветити обради својства бинокуларне стереоскопије и методе генерисања и индуковања стереоскопске илузије објекта тродимензионалног простора, са циљем дефинисања најоптималнијих физичко-оптичких и физиолошких параметара за техничку реализацију виртуелне реалности. У овој докторској дисертацији ће се дискутовати и одредити оптимални параметри бинокуларне стереоскопије, као кључни параметри креирања виртуелне реалности (јер се виртуелна реалност заснива на индукцији илузије 3D простора, односно бинокуларној стереоскопији као физиолошком механизму сагледавања простора. Ти параметри су: оптимално интерокулрано растојање, перспективна дистанца, хоризонтални и вертикални углови јасног вида, оптималне позиције предмета, текстура, боја предмета и сл.

6.2 Преглед поглавља која се планирају

Планирана поглавља, која би требало да садрже припреме за добијање главних научних резултата дисертације, описе тих резултата, процену њихове могуће примене и закључак, су:

- Увод. Треба да садржи приказ истраживања и тенденција у развоју графичких комуникација и виртуелне реалности.
- Методе виртуелне реалности и развој инсталација за виртуелну реалност.
- Методе анализе и синтезе техничких система и експерименталне методе у виртуелној реалности и на 3D прототипу.
- Развој нових дидактичких приступа у примени графичких комуникација и виртуелне реалности.
- Прилог са изводима из расположиве документације, направљене у току рада на овој дисертацији.
- Поређење и верификација резултата.
- Закључак.

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторант је магистар техничких наука, има радове у области предложене дисертације, има искуство у графичким комуникацијама и анализи и синтези техничких система, искусна је у симулацијама техничких система и њиховом приказу.

На основу поднетог Захтева за израду докторске дисертације докторанта мр Зоране Јели, дипл.инж.маш. број 693/1 од 05.05.2011. године, Комисија је закључила да кандидат испуњава законске услове за рад на докторској дисертацији, да је предложена тема адекватна за израду докторске дисертације и да афинитети и до сада остварени резултати Кандидата одговарају предложеној теми. Комисија зато предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да докторанту мр **Зорани Јели**, дипл.инж.маш. одобри израду докторске дисертације под насловом

ГРАФИЧКЕ КОМУНИКАЦИЈЕ И ВИРТУЕЛНА РЕАЛНОСТ У РАЗВОЈУ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА.

у научној области **Машинство**. За ментора за рад на овој дисертацији предлаже се **др Мирко Коматина**, ред. проф. Машинског факултета Универзитета у Београду.

Чланови Комисије:

(проф. др Мирко Коматина, ментор)

(проф. др Милосав Огњановић)

(проф. др Бранислав Попконстантиновић)

(проф. др Драган Петровић)

(проф. др Ратко Обрадовић, ФТН Нови Сад)

У Београду, 20. маја 2011. године