

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Милоша Милића**

Одлуком 05-01 бр. 3/111-9 од 06.09.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Милоша Милића** под насловом

**„ПОБОЉШАЊЕ ОБЈЕКТНО-ОРИЈЕНТИСАНИХ СОФТВЕРСКИХ СИСТЕМА
КОРИШЋЕЊЕМ СТАНДАРДА КВАЛИТЕТА СОФТВЕРА“.**

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

Кандидат Милош Милић уписао је докторске студије 2009. године на Факултету организационих наука (ФОН), Универзитета у Београду. Кандидат је положио све испите предвиђене планом студијског програма Информациони системи и менаџмент, и приступни рад под називом *„Побољшање процеса учења објектно-оријентисаних софтверских технологија коришћењем стандарда квалитета софтвера“*, је одбранио 13.05.2015. године. Одлука о усвајању извештаја Комисије за оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације под називом *"Побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера"* 05-01 бр. 3/49-5, донета је 10.05.2017. године

на Наставно-научном већу Факултета организационих наука. Веће научних области Универзитета у Београду је на седници одржаној 05. јуна 2017. године, одлуком 02 бр. 61206-2030/2-17, одобрило израду предложене докторске дисертације.

Ментор, др Синиша Влајић известио је 04. септембра 2017. године да је докторска дисертација завршена и Наставно-научно веће Факултета организационих наука је одлуком 05-01 бр. 3/111-9 од 06. септембра 2017. године формирало Комисију за преглед и оцену завршене докторске дисертације у саставу:

1. **др Синиша Влајић**, ванредни професор Факултета организационих наука
2. **др Саша Лазаревић**, ванредни професор Факултета организационих наука
3. **др Драган Бојић**, ванредни професор Електротехничког факултета

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација *„Побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера“* по предмету истраживања припада научној области рачунарске науке, односно ужој научној области софтверско инжењерство.

Израдом дисертације је као ментор руководио др Синиша Влајић, ванредни професор Универзитета у Београду - Факултета организационих наука (ужа научна област: софтверско инжењерство).

Ментор је објавио следеће радове који га квалификују за вођење докторске дисертације:

1. Dusan Savić, Dejan Simić, Siniša Vlajić: Extended Software Architecture Based on Security Patterns, Institute of Mathematics and Informatics, Vilnius, Informatica, 2010, Vol. 21, No. 2, pp. 229-246, ISSN: 0868-4952, (**IF₂₀₁₀=1.786**) (M21)
2. Ilija Antović, Siniša Vlajić, Miloš Milić, Dušan Savić, Vojislav Stanojević: Model and software tool for automatic generation of user interface based on use case and data model, IET Software, Volume 6, Issue 6, Pages 559-573, December 2012, DOI: 10.1049/iet-sen.2011.0060, ISSN: 1751-8806 (**IF₂₀₁₂=0.658**) (M23)
3. Dušan Savić, Siniša Vlajić, Saša Lazarević, Ilija Antović, Vojislav Stanojević, Miloš Milić, Alberto Rodrigues da Silva: Use Case Specification Using the Silabreq Domain Specific Language, Computing and informatics, Vol. 34, No. 4, pp. 877-910, ISSN: 1335-9150, 2015 (**IF₂₀₁₅=0.524**) (M23)
4. Goran Sekulić, Ilija Antović, Siniša Vlajić, Saša Lazarević, Dušan Savić., Vojislav Stanojević, Miloš Milić: Conceptual Model of Software Architecture in Instruction Java Web Frameworks, - International journal of engineering education, Vol. 31, No. 1, pp. 127-140, 2015 (**IF₂₀₁₅=0.559**) (ISSN: 0949-149X) (M23)
5. Miloš Milić, Siniša Vlajić, Ilija Antović, Dušan Savić, Vojislav Stanojević, Saša Lazarević: Software Quality Standards and Lean Approach in Teaching and Learning Programming, International Journal of Engineering Education, Vol. 33, No. 4, pp. 1345-1360, ISSN: 0949-149X, 2017 (**IF₂₀₁₆=0.609**) (M23)

1.3. Биографски подаци о кандидату

Милош Милић је рођен 26. марта 1983. године у Пожаревцу, Република Србија, где је завршио основну и средњу техничку школу. Факултет организационих наука Универзитета у Београду уписао је 2002. године. Дипломирао је на Факултету организационих наука Универзитета у Београду (смер Информациони системи и технологије) 2006. године са просечном оценом 9.47 током студија. Награђиван је од стране Факултета организационих наука и Министарства просвете и науке за постигнуте резултате у току основних студија. Дипломске академске (мастер) студије је завршио је 2007. године на Факултету организационих наука, студијски програм Информациони системи и технологије, програмско подручје (модул) Софтверско инжењерство, са постигнутом просечном оценом 10 током студија.

Милош Милић је у октобру 2009. године уписао докторске академске студије на Факултету организационих наука, на студијском програму Информациони системи и менаџмент, програмско подручје (модул) – Софтверско инжењерство. Положио је све испите са просечном оценом 10 (десет):

1. Пројектовање софтвера – одабрана поглавља
2. Управљање софтверским пројектима – одабрана поглавља
3. Квалитет софтвера – одабрана поглавља
4. Софтверски процес и одржавање софтвера – одабрана поглавља
5. Методологија научно – истраживачког рада
6. Интеракција човека и рачунара - одабрана поглавља
7. Прикупљање захтева – одабрана поглавља
8. Рачунарске мреже – одабрана поглавља
9. Конструкција софтвера – одабрана поглавља

У мају 2015. године одбранио је приступни рад под називом **"Побољшање процеса учења објектно-оријентисаних софтверских технологија коришћењем стандарда квалитета софтвера"**.

Докторску дисертацију под називом **"Побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера"** пријавио је у мају 2017. године.

Од 2004. године до 2008. године ради као лаборант на Факултету организационих наука на предметима који се баве информационим системима и софтверским инжењерством. Након завршетка мастер студија запослио се на Факултету организационих наука најпре као стручни сарадник, а затим као асистент, и ангажован на извођењу наставе на следећим предметима основних студија:

- Пројектовање софтвера,
- Софтверски патерни,
- Напредне Јава технологије,
- Програмирање 1,
- Основе програмирања,
- Софтверски процес и еволуција софтвера,
- Основе информационо-комуникационих технологија.

Поред тога, ангажован је и на извођењу наставе на следећим предметима мастер академских студија:

- Напредне софтверске технологије,
- Софтверски захтеви,
- Софтверски процес и

- Напредне софтверске технологије 2.

У анонимним анкетама студената - за оцену квалитета рада наставника и сарадника, оцењен је високим просечним оценама, преко 4.7 (на скали од 1 до 5).

На Факултету организационих наука је у последњих неколико година држао неколико основних и виших курсева Јаве који су високо оцењени од стране полазника тих курсева. Завршио је курсеве Java IA-32 и Java IA-34 на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, CSM (Certified Scrum Master) курс, курс NetBeans platform training, Летњу школу доменски специфичних језика (DSL Summer School). На Факултету организационих наука учествовао је у организацији CSM (Certified Scrum Master) курса 2009. године, као и у организацији Летње школе доменски специфичних језика 2013. и 2014. године. Задњих година се изузетно истакао у раду на међународном пројекту КОСТМОД у развоју софтверског система, који је рађен на Факултету организационих наука у оквиру Лабораторије за софтверско инжењерство. Такође, учествовао је и на пројекту анализе и унапређења пословних процеса у области „Листе чекања“ и доступности јавних података здравствених установа и њиховог повезивања. Учествовао је и у изради софтверског система за подршку доступности јавних података са сајтова здравствених установа који је развијен за потребе Републичког фонда за здравствено осигурање (РФЗО). Запослен је на Факултету организационих наука.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Дисертација је изложена на 382 странице, садржи 114 слика и 84 табеле. У попису коришћене литературе кандидат је навео 102 референтне јединице. Докторска дисертација садржи девет поглавља, попис коришћене литературе, попис слика и попис табела. Докторска дисертација има следећи садржај по поглављима:

1. Увод
2. Објектно-оријентисани софтверски системи
3. Стандарди квалитета софтвера
4. Софтверске метрике
5. Преглед и анализа постојећих алата за статичку анализу квалитета софтвера
6. Механизми побољшања објектно-оријентисаних софтверских система
7. SilabQOSS метода за побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера
8. Евалуација предложене SilabQOSS методе за побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера
9. Закључак
10. Литература
11. Попис слика
12. Попис табела

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У наставку је дат опис садржаја појединачних поглавља докторске дисертације „Побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера“.

Прво поглавље представља увод у истраживање у којем су описани проблем истраживања, предмет истраживања, циљеви истраживања, полазне хипотезе, научне методе истраживања и очекивани научни допринос. Поред тога, на крају поглавља дат је преглед садржаја докторске дисертације по поглављима.

Друго поглавље усмерено је на објектно-оријентисане софтверске системе. У том контексту, у оквиру овог поглавља дат је приказ основних концепата објектно-оријентисаних софтверских система: класа и њене чланице, наслеђивање, полиморфизам, апстрактна класа и интерфејс. Наведени објектно-оријентисани концепти независни су од конкретне софтверске технологије, тј. имплементирани су у сваком језику који подржава објектно-оријентисану парадигму. Такође, посматрани концепти представљају основу за развој софтверских система који су засновани на компонентама. Поред тога, применом наведених објектно-оријентисаних концепата омогућава се пројектовање генеричких компоненти које се могу поново користити (енг. software components reusability) у развоју различитих софтверских система.

У наставку поглавља дат је приказ објектно-оријентисаних технологија Java и C#. Посматране технологије у потпуности имплементирају и подржавају претходно наведене објектно-оријентисане концепте. Поред описа и концептуалног приказа рада технологија Java и C#, у поглављу је дат и упоредни приказ реализације објектно-оријентисаних концепата у посматраним софтверским технологијама.

На крају поглавља приказана су NetBeans, Eclipse и Visual Studio окружења за развој објектно-оријентисаних софтверских система.

У **трећем поглављу** разматрани су стандарди квалитета софтвера. Најпре је дат преглед различитих дефиниција квалитета софтвера а затим су представљени стандарди квалитета софтвера који се примењују у процесу развоја софтвера. У том смислу описани су стандарди Међународне организације за стандардизацију и Међународне електротехничке комисије ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 и ISO/IEC 25000 којима се дефинише квалитет софтвера:

1. ISO/IEC 9126 стандард квалитета софтвера усмерен је ка дефинисању квалитета софтверског производа. Овим стандардом дефинисан је модел квалитета за утврђивање екстерног квалитета софтвера и интерног квалитета софтвера, као и модел за утврђивање употребног квалитета софтвера. Модели квалитета подржани су одговарајућим софтверским метрикама.
2. Стандардом ISO/IEC 14598 дефинише се начин евалуације квалитета софтвера при чему се, као основа за евалуацију квалитета, користи ISO/IEC 9126 стандард квалитета софтвера.
3. Стандард серије ISO/IEC 25000 обједињује и замењује стандарде ISO/IEC 9126 и ISO/IEC 14598 стандарде квалитета софтвера. Стандардом се дефинишу захтеви за квалитет и евалуацију система и софтвера (енг. Systems and software Quality Requirements and Evaluation - SQuaRE).

Поменути стандарди квалитета софтвера се могу користити за дефинисање и евалуацију квалитета сваког софтверског система. Стандардом квалитета софтвера дефинишу се модели квалитета софтвера. С друге стране, моделом квалитета софтвера дефинишу се атрибути квалитета софтвера (тј. карактеристике квалитета), док свака карактеристика може бити декомпонована на више подкарактеристика.

У **четвртом поглављу** описане су софтверске метрике које се користе за оперативно мерење атрибута (тј. карактеристика и подкарактеристика) квалитета софтвера. У том смислу приказане су различите дефиниције софтверских метрика из којих је закључено да су софтверске метрике усмерене на атрибуте квалитета посматраног софтверског производа или софтверског процеса, да су формализоване и квантитативно оријентисане.

У наставку поглавља је дат преглед карактеристика које софтверске метрике као квантитативни показатељи требају да задовоље, као и веза софтверских метрика са стандардима квалитета софтвера. У оквиру посебног одељка дат је преглед различитих класификација софтверских метрика. На крају је дат опис често коришћених софтверских метрика за модел пројектовања софтвера: *Циклична сложеност*, *Сложеност пондерисаних метода*, *Број пондерисаних метода класе*, *Број одговора класе*, *Недостатак кохезивности метода у класи*, *Повезаност објеката*, *Дубина стабла наслеђивања*, *Број подкласа*, *Број наредби у методи*, као и *Метрика стабилности софтвера*.

У **петом поглављу** дат је преглед и анализа постојећих алата за евалуацију квалитета софтвера. Најпре је разматрана веза алата за статичку анализу квалитета софтвера са стандардима квалитета софтвера. Затим је дат преглед Swat4J, SonarQube и FindBugs алата за статичку анализу квалитета софтвера који се оперативно користе у процесу евалуације квалитета софтверских система.

Поред тога, у оквиру поглавља дат је и приказ SilabMetrics алата за статичку анализу квалитета софтвера који је развијен у оквиру Лабораторије за софтверско инжењерство Факултета организационих наука (Универзитет у Београду). SilabMetrics алат за статичку анализу софтверског система је заснован на SonarQube алату и подржава ISO/IEC 9126 стандард квалитета софтвера. Алат подржава статичку анализу програмског кода софтверског система који је имплементиран у програмском језику Java и намењен је учењу и упознавању основних концепата који се односе на стандарде квалитета софтвера, моделе квалитета софтвера и софтверске метрике.

Након прегледа алата дефинисани су критеријуми на основу којих је извршена њихова компаративна анализа.

У **шестом поглављу** су дефинисани и објашњени механизми побољшања објектно-оријентисаних софтверских система:

- Општи принципи пројектовања софтвера: *апстракција*, *кохезија* и *повезаност*, *декомпозиција* и *модуларизација*, *учаурење* и *сакривање информација* и *одвајање интерфејса* и *имплементације*.
- Принципи објектно-оријентисаног пројектовања: *принцип једне одговорности*, *принцип отворено-затворено*, *Лисков принцип замене*, *принцип инверзије зависности*, *принцип додавања зависности* и *принцип издавања интерфејса*.
- Стратегије пројектовања софтвера: *подели и победи*, *с врха на доле* и *одоздо на горе*.
- Патерни пројектовања софтвера: *општи облик патерна пројектовања софтвера*.
- Методе развоја софтвера: *упрошћена Ларманова метода развоја софтвера која се ослања на претходно поменуте принципе, стратегије и патерне пројектовања софтвера*.

Сваки механизам побољшања објектно-оријентисаних софтверских система је теоријски објашњен, уз коришћење адекватних студијских примера. Поред тога, идентификоване су везе механизма побољшања објектно-оријентисаних софтверских система са софтверским метрикама.

У **седмом поглављу** је описана сопствена SilabQOSS метода за побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера.

Предложена метода користи стандарде квалитета софтвера, софтверске метрике и алате за статичку анализу квалитета софтвера. Такође, метода користи механизме за побољшање објектно-оријентисаних софтверских система. У оквиру поглавља дат је опис методе, као и преглед активности и артефаката методе.

У **осмом поглављу** извршена је евалуација дефинисане SilabQOSS методе за побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера. У процесу евалуације коришћена је метода студије случаја. У том смислу је спроведен експеримент са две групе испитаника како би се проверила могућност практичне примене дефинисане методе. Затим је извршена анализа резултата примене SilabQOSS методе на студију случаја. На крају поглавља дат је преглед ограничења извршене евалуације.

Девето поглавље овог рада је закључак у којем се сумира све што је урађено у истраживању, уз општи осврт на проблем и предмет истраживања, циљеве, хипотезе, остварене резултате и научне доприносе, као и резултате евалуације. На самом крају поглавља дата су размишљања о будућим правцима истраживања у смислу развоја и примене предложене методе за побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера.

Десето поглавље садржи приказ литературе која је коришћена у изради докторске дисертације.

Једанаесто поглавље садржи попис слика које су приказане у докторској дисертацији.

Дванаесто поглавље садржи попис табела које су приказане у докторској дисертацији.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1.Савременост и оригиналност

На савременост и значај предмета докторске дисертације „**Побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера**“ указују резултати досадашњих истраживања који показују да су софтверски системи нашли велику примену у данашњим пословним системима. У том смислу грешке које настају у процеса развоја софтверског система могу у значајној мери утицати на пословање пословних система. Стога је у претходним деценијама порасла потреба за квалитетом софтвера.

Другим речима, осигурање квалитета софтверског производа и процеса његовог развоја представља неминовност и потребу сваке софтверске компаније. Мерењем различитих карактеристика посматраног софтверског производа и процеса његовог развоја могу се предузети акције које би требале да доведу до повећања нивоа квалитета и поузданости софтвера. Да би се осигурао одговарајући квалитет потребно је извршити правилну спецификацију и евалуацију квалитета софтвера. Ово се остварује дефинисањем одговарајућих атрибута квалитета софтвера, узимајући у обзир сврху примене софтвера. У том смислу се атрибути квалитета користе за дефинисање нивоа квалитета софтверског производа, али и за дефинисање квалитета процеса развоја софтвера.

Поред тога, о савремености предмета докторске дисертације се може закључити и на основу великог броја савремених публикација, књига и часописа који су посвећени објектно-оријентисаним софтверским системима, стандардима квалитета софтвера, софтверским метрикама, статичкој анализи квалитета софтвера, софтверским патернима и методама развоја софтвера.

Кандидат у оквиру докторске дисертације даје теоријски преглед стандарда квалитета софтвера који се могу користити у процесу евалуације квалитета софтвера и процеса његовог развоја. Приказани стандарди квалитета софтвера представљају полазну основу за даљи развој ове докторске дисертације.

У оквиру докторске дисертације дат је преглед и класификација софтверских метрика. Поред тога, кандидат је заједно са ментором извршио побољшање Метрике стабилности софтвера Роберта Мартина. С обзиром да метрика стабилности I врши релативизацију одлазне повезаности када не постоји долазна повезаност, односно релативизацију долазне повезаности када не постоји одлазна повезаност, дефинисана је побољшана верзија метрике стабилности софтвера I_r што представља оригинални научни допринос.

У оквиру докторске дисертације дат је преглед и анализа алата за статичку анализу квалитета софтвера. Поред анализе постојећих алата, кандидат је пројектовао сопствени SilabMetrics алат за статичку анализу квалитета софтвера који је заснован на SonarQube алату и подржава ISO/IEC 9126 стандард квалитета софтвера. Алат подржава статичку анализу програмског кода софтверског система који је имплементиран у програмском језику Java и намењен је учењу и упознавању основних концепата који се односе на стандарде квалитета софтвера, моделе квалитета софтвера и софтверске метрике.

Поред тога, SilabMetrics алат омогућава промену предефинисаног модела квалитета софтвера. У том смислу могуће је извршити спецификацију атрибута квалитета софтвера и софтверских метрика који ће се користити у процесу евалуације квалитета софтвера. Кандидат је извршио интеграцију SilabMetrics алата за статичку анализу квалитета софтвера са NetBeans окружењем за развој софтвера. Све наведено такође представља оригинални допринос кандидата у области софтверског инжењерства.

Кандидат у оквиру докторске дисертације предлаже SilabQOSS (енг. Silab Quality Method for Object-oriented Software Systems) методу за побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера. Посматрана метода у себи интегрише објектно-оријентисане концепте, стандарде квалитета софтвера, софтверске метрике, алате за статичку анализу квалитета софтвера и механизме побољшања објектно-оријентисаних софтверских система (опште принципе пројектовања софтвера, принципе објектно-оријентисаног пројектовања софтвера, стратегије пројектовања софтвера, патерне пројектовања софтвера и методе развоја софтвера). Кандидат је у оквиру докторске дисертације успео да повеже механизме побољшања објектно-оријентисаних софтверских система са стандардима квалитета софтвера што представља оригинални допринос кандидата у области софтверског инжењерства.

Радови које је кандидат публиковао у домаћим и међународним часописима и на конференцијама, а који се односе на предмет истраживања ове дисертације, говоре о оригиналности научно-истраживачког рада кандидата и резултата до којих је кандидат дошао у последњих неколико година.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Кандидат је у изради докторске дисертације „Побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера“ користио 102 литературна навода.

Ова референтна литература углавном се односи на различите публикације, монографије и књиге, докторске дисертације, а нарочито на научне радове и чланке из најцитиранијих часописа, као и радове са конференција који се односе на развој софтвера, стандарде квалитета софтвера, софтверске метрике, статичку анализу квалитета софтвера и механизме побољшања објектно-оријентисаних софтверских система. Тематика која је обрађивана у дисертацији је врло актуелна, па је и највећи број наведених референци из последњих неколико година.

Списак коришћене литературе је представљен у поглављу десет, где је литература наведена по абecedном редоследу.

Ниже су наведени литературни наводи по абecedном реду који су по мишљењу кандидата, имали највећи утицај у идејном смислу, на ток израде и садржај ове докторске дисертације:

1. Abrahamsson, P. (2002). Agile Software Development Methods: Review and Analysis (VTT publications).
2. Abran, A., Khelifi, A., Suryn, W., & Seffah, A. (2003). Usability meanings and interpretations in ISO standards. *Software Quality Journal*, 11(4), 325-338.
3. Alsultanny, Y. A., & Wohaishi, A. M. (2009, December). Requirements of Software Quality Assurance Model. In *Environmental and Computer Science, 2009. ICECS'09. Second International Conference on* (pp. 19-23). IEEE.
4. Ayewah, N., Hovemeyer, D., Morgenthaler, J. D., Penix, J., & Pugh, W. (2008). Using static analysis to find bugs. *Software, IEEE*, 25(5), 22-29.
5. Booch, G. (2006). *Object oriented analysis & design with application*. Pearson Education.
6. Bourque, P., & Fairley, R. E. (Eds.) (2014). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK (R)): Version 3.0*. IEEE Computer Society Press.
7. Cockburn, A. (2000). *Writing effective use cases*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
8. Emanuelsson, P., & Nilsson, U. (2008). A comparative study of industrial static analysis tools. *Electronic notes in theoretical computer science*, 217, 5-21.
9. Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1994). *Design patterns: elements of reusable object-oriented software*. Pearson Education.
10. Gomes, I., Morgado, P., Gomes, T., & Moreira, R. (2009). An overview on the static code analysis approach in software development. *Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal*.
11. Hofer, T. (2010). *Evaluating Static Source Code Analysis Tools* (Doctoral dissertation, École Polytechnique Fédérale de Lausanne).

12. Johnson, B., Song, Y., Murphy-Hill, E., & Bowdidge, R. (2013). Why don't software developers use static analysis tools to find bugs?. In Software Engineering (ICSE), 2013 35th International Conference on (pp. 672-681). IEEE.
13. Kan, S. H. (2002). Metrics and models in software quality engineering. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc..
14. Larman, C. (2005). Applying UML and patterns: an introduction to object-oriented analysis and design and iterative development, Third Edition. Pearson Education.
15. Letouzey, J. L., & Ilkiewicz, M. (2012). Managing technical debt with the sqale method. IEEE software, (6), 44-51.
16. Letouzey, J. L. (2012, June). The SQALE method for evaluating technical debt. In Proceedings of the Third International Workshop on Managing Technical Debt (pp. 31-36). IEEE Press.
17. Martin, R. C., & Martin, M. (2006). Agile principles, patterns, and practices in C#, Pearson Education
18. Poppendieck, M., & Poppendieck, T. (2003). Lean software development: an agile toolkit. Addison-Wesley Professional.
19. Pressman, R. S. (2010). Software engineering: a practitioner's approach. Palgrave Macmillan.
20. Rutar, N., Almazan, C. B., & Foster, J. S. (2004, November). A comparison of bug finding tools for Java. In Software Reliability Engineering, 2004. ISSRE 2004. 15th International Symposium on (pp. 245-256). IEEE.
21. Schackmann, H., Jansen, M., & Lichter, H. (2009). Tool support for user-defined quality assessment models. Proc. of MetriKon, 9.
22. Schneidewind, N. F. (2002). Body of knowledge for software quality measurement. Computer, 35(2), 77-83.
23. Sommerville, I. (2011). Software Engineering, Ninth Edition. Addison-Wesley.

3.3.Опис и адекватност примењених научних метода

У раду су примењене различите научне методе, као што су: анализа-синтеза, индукција-дедукција, конкретизација-генерализација, метода моделовања, компаративна метода, метода студије случаја и статистичка метода.

У поглављима докторске дисертације у којима се пре свега даје преглед стања у области, прецизира предмет истраживања и формулишу хипотезе, коришћене су методе прикупљања, дедукције и анализе. На основу критичке анализе постојећих резултата дедукцијом се дошло до уочавања кључних проблема у циљу предлагања свеобухватног решења у виду SilabQOSS методе за побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера.

Метода студије случаја коришћена је у процесу евалуације SilabQOSS методе за побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера. За анализу резултата евалуације коришћена је статистичка метода.

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. Примењивост остварених резултата

Примењивост остварених резултата добијених у докторској дисертацији се огледа у следећем:

- Развијена је SilabQOSS метода за побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера. Посматрана метода се може користити у процесу развоја објектно-оријентисаних софтверских система.
- Развијен је SilabMetrics алат који се може користити у процесу евалуације квалитета објектно-оријентисаних софтверских система који су имплементирани у програмском језику Java.
- Применом SilabQOSS методе и SilabMetrics алата за статичку анализу квалитета софтвера омогућава се развој софтверских система који су стабилнији, једноставнији за развој, одржавање и даљу надоградњу.
- Сви анкетирани испитаници сматрају да предложена SilabQOSS метода за побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера може да буде корисна и одговарајућа за пројекте које испитаници сами развијају.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Дисертација је урађена самостално од стране кандидата, а резултати дисертације показују оригиналност исте. Постављени циљеви су у потпуности испуњени. Кандидат је показао способност за самостални научни рад писањем и објављивањем радова на конференцијама и у часописима који су у области софтверског инжењерства.

Свеобухватни и систематизовани приступ истраживању који је кандидат имао у процесу израде докторске дисертације, показује способност кандидата за самостално откривање и сагледавање отворених проблема истраживања, као и за критичку анализу постојећих сазнања.

На основу тога, Комисија сматра да кандидат Милош Милић поседује потребне способности, вештине и искуства за самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру ове докторске дисертације остварени су следећи научни доприноси:

1. Дат је преглед стандарда квалитета софтвера који се могу се применити у процесу развоја и побољшања објектно-оријентисаних софтверских система.
2. Извршена је класификација софтверских метрика и дат је преглед често коришћених објектно-оријентисаних софтверских метрика.
3. Извршен је преглед и компаративна анализа постојећих алата за статичку анализу квалитета софтвера.
4. Развијен је сопствени SilabMetrics алат за статичку анализу квалитета софтвера који се може применити у процесу развоја и побољшања објектно-оријентисаних софтверских система.

5. Извршена је интеграција сопственог алата за статичку анализу квалитета софтвера и NetBeans развојног окружења.
6. Дефинисани су и објашњени механизми побољшања објектно-оријентисаних софтверских система: општи принципи пројектовања софтвера, принципи објектно-оријентисаног пројектовања софтвера, стратегије пројектовања софтвера, патерни пројектовања софтвера и методе развоја софтвера.
7. Успостављена је веза између механизма побољшања објектно-оријентисаних софтверских система и софтверских метрика.
8. Развијена је сопствена SilabQOSS метода за побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера.

На основу изложеног, може се закључити да добијени резултати докторске дисертације представљају научни допринос у области софтверског инжењерства и представљају основу за даља истраживања.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Евалуација предложене SilabQOSS методе урађена је на два начина:

- 1) Статичком анализом квалитета софтверских система испитаника експерименталне и контролне групе.
- 2) Анализом резултата упитника који су попуњавали испитаници у експерименталној групи.

Дисертацијом је доказана могућност повезивања механизма побољшања објектно-оријентисаних софтверских система са стандардима квалитета софтвера. Ово повезивање извршено је на следећи начин:

- Стандарди квалитета софтвера повезани су са моделима квалитета софтвера,
- Модели квалитета софтвера повезани су са атрибутима квалитета софтвера,
- Атрибути квалитета софтвера повезани су са софтверским метрикама,
- Софтверске метрике повезане су са механизмима побољшања објектно-оријентисаних софтверских система.

У дисертацији је идентификована директна веза између наведених концепата. Будући правци развоја наведене методе подразумевају и додатне евалуације пре свега од стране инжењера који раде у индустрији и који се професионално баве развојем софтвера и осигурањем квалитета софтвера.

Сагледавањем постављених хипотеза, циљева истраживања и остварених резултата, констатујемо да је кандидат успешно одговорио на сва релевантна питања за решавање проблема истраживања. Теоријски модел је постављен на основу прегледа литературе из области софтверског инжењерства. Овакав модел верификован је у три научна рада у часописима међународног значаја, као и на три међународне конференције што је наведено у наставку извештаја.

4.3. Верификација научних доприноса

Резултати из дисертације су верификовани следећим радовима:

Радови у међународним часописима:

1. **Milić M., Vlajić S., Antović I., Savić D., Stanojević V., Lazarević S.:** Software Quality Standards and Lean Approach in Teaching and Learning Programming, International Journal of Engineering Education, Vol. 33, No. 4, 2017, pp. 1345-1360, ISSN: 0949-149X (**IF=0.609**).

2. Antović I., Vlajić S., **Milić M.**, Savić D., Stanojević V.: Model and software tool for automatic generation of user interface based on use case and data model, IET Software, Vol. 6, No. 6, pp. 559-573, 2012, ISSN 1751-8806 (IF=0.658).
3. Sekulić G., Antović I., Vlajić S., Lazarević S., Savić D., Stanojević V., **Milić M.**: Conceptual Model of Software Architecture in Instruction Java Web Frameworks, International Journal of Engineering Education, Vol. 31, No. 1, pp. 127-140, 2015, ISSN: 0949-149X (IF=0.582)

Радови на међународним конференцијама:

1. **Milić, M.**, Antović, I., Vlajić, S.: *Comparative analysis of Spring framework and EJB technology*, - Proceedings of XIII International Symposium SYMORG 2012, Zlatibor 2012, pp. 994-999. ISBN: 978-86-7680-255-5
2. Stanojević, V., Vlajić, S., **Milić, M.**, Ognjanović, M.: *Guidelines for framework Development process*, - Proceedings of VII Central and Eastern European Software Engineering Conference in Russia CEE-SECR 2011, pp. 1-9, ISBN: 978-1-4673-0843-4
3. Puric, A., **Milić, M.**, Antović, I., Stanojević, V., Savić, D.: *A contribution to defining and determining software quality*, - International Conference on Education and New Learning Technologies EDULEARN10, pp. 2188-2194, ISBN: 978-84-613-9386-2

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа докторске дисертације „Побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера“ кандидата Милоша Милића, Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је она написана према свим стандардима научно-истраживачког рада. Такође, ова докторска дисертација испуњава све услове прописане Законом о високом образовању, стандардима, правилницима и Статутом Факултета организационих наука и Универзитета у Београду. На основу актуелности теме докторске дисертације, резултата и закључака приказаних у њој, Комисија констатује да је кандидат Милош Милић успешно завршио докторску дисертацију, у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања.

Кандидат Милош Милић је у докторској дисертацији дефинисао сопствену SilabQOSS методу за побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера. У оквиру методе кандидат је укључио објектно-оријентисане концепте, стандарде квалитета софтвера, софтверске метрике, алате за статичку анализу квалитета и механизме побољшања објектно-оријентисаних софтверских система (опште принципе пројектовања софтвера, принципе објектно-оријентисаног пројектовања софтвера, стратегије пројектовања софтвера, патерне пројектовања софтвера и методе развоја софтвера).

Посматрана метода подржана је сопственим SilabMetrics алатом за статичку анализу квалитета софтвера који се може користити самостално или се интегрисати у оквиру NetBeans развојног окружења. Поред тога, у оквиру истраживања извршена је евалуација предложене методе како би се проверила могућност њене примене у процесу развоја и побољшања објектно-оријентисаних софтверских система.

Кандидат је обавио истраживање и дошао до оригиналних научних закључака. Све кораке истраживања и развоја кандидат је урадио самостално. Коришћене методе, приступи и поступци су валидирани, а остварени научни доприноси су верификовани кроз објављене радове. Кандидат Милош Милић је на основу резултата до којих је дошао током израде докторске дисертације објавио 3 рада у научним часописима са импакт фактором и 3 рада на међународним конференцијама.

Након извршене анализе Комисија закључује да је садржајем докторске дисертације обухваћено значајно подручје истраживања у области софтверског инжењерства. Ценећи научне и стручне доприносе, који су изработом докторске дисертације остварени, Комисија констатује да су остварени постављени циљеви истраживања и дисертацију позитивно оцењује.

На основу свега изложеног предлажемо да се приложена докторска дисертација под насловом „**Побољшање објектно-оријентисаних софтверских система коришћењем стандарда квалитета софтвера**“, кандидата **Милоша Милића**, прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 15.09.2017. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Синиша Влајић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Факултет организационих наука

.....
Др Саша Лазаревић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Факултет организационих наука

.....
Др Драган Бојић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Електротехнички факултет
(спољни члан)

.....