

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)

1612/4

(Број захтева)

20.10.2014.године

(Датум)

### ЗАХТЕВ

#### 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:

ИВАНЕ (ДУШАН) БЈЕЛОВУК

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ ИВАНА (ДУШАН) БЈЕЛОВУК

(име, име једног од родитеља и презиме)

Пријавио је докторску дисертацију под називом:

**ФОРЕНЗИЧКА АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА КРАТЕРА НАСТАЛОГ ПРИ ПОВРШИНСКОЈ ЕКСПЛОЗИЈИ БРИЗАНТНОГ ЕКСПЛОЗИВА**

Универзитет је дана 26.12.2011. год. својим актом под бр. 06-8780/21-11 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

**ФОРЕНЗИЧКА АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА КРАТЕРА НАСТАЛОГ ПРИ ПОВРШИНСКОЈ ЕКСПЛОЗИЈИ БРИЗАНТНОГ ЕКСПЛОЗИВА**

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: ИВАНЕ (ДУШАН) БЈЕЛОВУК

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 04.09.2014. године, одлуком факултета под бр. 1612/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. <u>Др Слободан Јарамаз</u>	Ред. проф.	Војно машинство – Системи наоружања	Машински факултет Београд
2. <u>Др Дејан Мицковић</u>	Ред. проф.	Војно машинство – Системи наоружања	Машински факултет Београд
3. <u>Др Предрак Елек</u>	Ванр. проф.	Војно машинство – Системи наоружања	Машински факултет Београд
4. <u>Др Лазар Кричак</u>	Ред. проф.	Експлоатација чврстих минералних сировина	РГФ Београд
5. <u>Др Дарко Васиљевић</u>	Виши научни сарадник	Војно маш. - оптика	Институт за физику Београд

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 18.09.2014. 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: 1612/4  
Датум: 18.09.2014. године  
Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 128. Закона о високом образовању и извештаја Комисије у саставу: проф.др Слободан Јарамаз, ментор, проф.др Дејан Мицковић, проф.др Предраг Елек, проф.др Лазар Кричак, РГФ Београд и др Дарко Васиљевић, виши научни сарадник, Институт за физику Београд о оцени докторске дисертације „Форензичка анализа и моделирање карактеристика кратера насталог при површинској експлозији бризантног експлозива“ докторанта мр Иване Бјеловук, дипл.инж.маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 18.09.2014. године, донело је следећу

### О Д Л У К У

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације **„ФОРЕНЗИЧКА АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА КРАТЕРА НАСТАЛОГ ПРИ ПОВРШИНСКОЈ ЕКСПЛОЗИЈИ БРИЗАНТНОГ ЕКСПЛОЗИВА“** докторанта **мр ИВАНЕ БЈЕЛОВУК**, дипл.инж.маш.

Извештај о оцени и одбрани докторске дисертације, по истеку рока од 30 дана увида јавности, доставља се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

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

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији  
кандидата мр Иване Д. Бјеловук, дипл. маш. инж.

Одлуком бр. 1612/2 од 04.09.2014. године, именовани смо за чланове комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Иване Д. Бјеловук под насловом

**ФОРЕНЗИЧКА АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА КРАТЕРА  
НАСТАЛОГ ПРИ ПОВРШИНСКОЈ ЕКСПЛОЗИЈИ БРИЗАНТНОГ ЕКСПЛОЗИВА**

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

Мр Ивана Д. Бјеловук магистрирала је 2005. године. Докторску дисертацију под називом „**Форензичка анализа и моделирање карактеристика кратера насталог при површинској експлозији бризантног експлозива**“ мр Ивана Д. Бјеловук је пријавила актом бр. 2747/1 од 31.10.2011 год. Одлуком Научно-наставног већа Машинског факултета бр. 2747/3 од 17.11.2011. на основу сагласности Катедре за системе наоружања бр. 2747/2 од 10.11. 2011. формирана је комисија са задатком да поднесе извештај о испуњености услова за израду докторске дисертације кандидата мр Иване Д. Бјеловук и њеној научној заснованости, што је ова комисија урадила актом бр. 2747/4 од 28.11.2011. године. На основу сагласности Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду донетој на седници од 26.12.2011. године, Наставнонаучно веће Машинског факултета у Београду на седници од 12.01.2012.године, донело је одлуку 108/1 којом се одобрава рад на предложеној теми докторске дисертације мр Ивани Д. Бјеловук, а за ментора је именован др Слободан Јарамаз, редовни професор на Катедри за системе наоружања Машинског факултета Универзитета у Београду.

На предлог ментора и Катедре за системе наоружања, одлуком бр. 1612/1 од 25.08.2014. године Наставно-научно веће Машинског факултета формирало је комисију за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације која подноси овај извештај. Завршетак докторске дисертације мр Ивана Д. Бјеловук пријавила је у августу 2014. и стекли су се формални услови за поступак одбране докторске дисертације.

## 1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области Машинство – ужа научна област Војно машинство - Системи наоружања за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан. Израдом докторске дисертације руководио је др **Слободан Јарамаз**, редовни професор и шеф Катедре за системе наоружања Машинског факултета у Београду.

## 1.3. Биографски подаци о кандидату

Ивана Бјеловук, р. Ђорђевић рођена је у Београду 13.08.1971. где је завршила основну школу (просек оцена 5,00), XI гимназију (просек оцена 5,00) и Машински факултет Универзитета у Београду (просек оцена 8,10). Одбранила је 1997. дипломски рад *Конструкција метка кал.38 са поткалибарним зрном* (оцена 10) и 2005. магистарски рад *Форензичка карактеризација трагова дејства бризантних експлозива на подлогу и околину* – ментор проф. др Слободан Јарамаз.

Од 1998. запослена је у МУПРС-Виша школа унутрашњих послова, положила је стручни испит и стручно се усавршавала (Криминалистичко технички курс за обуку кадровске базе из Криминалистичко-техничке обраде места кривичних дела, курс за тренере – Training Development Course, курс за израду наставних планова и програма, Специјалистичке семинаре за Вештачење новца и Интернационално организовано кријумчарење наркотика). Обавила је стручну праксу у МУП. Радилa као Стручни сарадник-предмет Криминалистика-техника, а 2005. изабрана је за наставника-звање предавач. Ангажована у настави на курсевима МУП: Криминалистичко-технички курс, курс за контролу и регулисање саобраћаја, курс за Физичко-техничко обезбеђење, курс за мултиетничку полицију и Основни курс противдиверзионе заштите. Од 2006. запослена је на Криминалистичко-полицијској академији као наставник у звању предавача на криминалистичко-форензичкој научној области-предмети: Основи криминалистичке технике, Криминалистичко-форензичка обрада лица места и Форензичко инжењерство (струковне студије) и Форензичке методе идентификације материјала, Криминалистичко-форензичка сцена (специјалистичке студије). Била је ангажоване на пројектима: Развојно-сараднички пројекат шведске и српске полиције за унапређење обраде лица места 2004-2008, Евалуација квалитета наставног процеса студијских програма КПА, 2009–2011, Специфичности криминалистичко-форензичке обраде места догађаја кривичних дела, 2012–2015. Била члан је Савета КПА 2007-2010. а од 2010. обавља функцију Председника Савета. За изузетне резултате у развоју полицијског школства награђена је од стране Министра унутрашњих послова 2002. године. Члан је Интернационалне полицијске асоцијације и Интернационалне асоцијације криминалиста. Аутор више научних и стручних радова, монографије и Практикума за криминалистичку технику.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је изложена на 253 стране са великим бројем слика (161) и табела (109) које прате приказ остварених резултата истраживања нових модела карактеристика кратера, а који омогућавају израчунавање масе коришћеног експлозива за потребе форензике. На почетку рада, после апстрактa и садржаја дата је номенклатура ознака употребљених у тексту докторске дисертације. На крају рада је преглед коришћене

литературе са 133 цитата. Дисертација је подељена на следеће целине: Предговор, Увод, седам поглавља, Закључке и седам прилога:

## ПРЕДГОВОР

1. УВОД – ОСНОВНИ ПОЈМОВИ О КРИМИНАЛИСТИЦИ, ФОРЕНЗИЦИ И ФОРЕНЗИЧКОМ ИНЖЕЊЕРСТВУ
2. ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА ПОВРШИНСКЕ ЕКСПЛОЗИЈЕ БРИЗАНТНОГ ЕКСПЛОЗИВА
3. ФОРЕНЗИЧКА АНАЛИЗА МЕСТА ЕКСПЛОЗИЈЕ
4. ПРЕТХОДНА ИСТРАЖИВАЊА У ВЕЗИ СА РЕЛАЦИЈАМА ИЗМЕЂУ КАРАКТЕРИСТИКА КРАТЕРА, ТЛА И ЕКСПЛОЗИВА И ПРЕГЛЕД ПОСТОЈЕЋИХ МАТЕМАТИЧКИХ МОДЕЛА ЕФЕКТА ЕКСПЛОЗИЈЕ
5. ФОРМУЛИСАЊЕ МОДЕЛА ЗАВИСНОСТИ КАРАКТЕРИСТИКА КРАТЕРА ОД КАРАКТЕРИСТИКА ЕКСПЛОЗИВА И ПОДЛОГЕ НА БАЗИ ДИМЕНЗИОНАЛНЕ АНАЛИЗЕ ПРОБЛЕМА ПОВРШИНСКЕ ЕКСПЛОЗИЈЕ
6. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ИСПИТИВАЊА – МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД
7. МОДЕЛИРАЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА КРАТЕРА ПРИ ПОВРШИНСКОЈ ЕКСПЛОЗИЈИ
8. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА И ВЕРИФИКАЦИЈА ПРЕДЛОЖЕНИХ МОДЕЛА
9. ЗАКЉУЧЦИ

## ЛИТЕРАТУРА

## ПРИЛОЗИ

ПРИЛОГ 1: Број случајева експлозија на територији Републике Србије по градовима у периоду од 2000. закључно са 2006. годином

ПРИЛОГ 2: Резултати хемијских анализа бризантних експлозива: ТНТ, Пентрита и Амонекса

ПРИЛОГ 3: Упоредни приказ резултата запремина кратера насталих површинском експлозијом бризантних експлозива

ПРИЛОГ 4: МАТЛАВ Code за појединачне експлозије бризантних експлозива ТНТ, пентрита и амонекса-1 на земљи, бетону и асфалту

ПРИЛОГ 5. Изјава о ауторству

ПРИЛОГ 6: Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

ПРИЛОГ 7. Изјава о коришћењу

### 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Кандидаткиња своје излагање започиње Предговором у коме објашњава настанак рада и иуражава захвалност свима који су допринели изради рада што је уобичајена пракса у писању научног рада у свету.

У уводном поглављу кандидаткиња објашњава основне појмове о Криминалистици, Форензици и Форензичком инжењерству с обзиром на могућност коришћења резултата истраживања за потребе суда. Како се као последица површинске експлозије на подлози

јавља кратер, кандидат наговештава могућност постојања корелације између карактеристика кратера и карактеристика коришћеног експлозива подлоге као улазних параметара.

У другом поглављу кандидаткиња дефинише проблем истраживања који је јасно назначен самим насловом докторске дисертације и наводи проблеме на које је наилазила приликом израде дисертације. Такође, наводи хипотезе од којих је пошла приликом израде рада и примењене научне методе у свом истраживању. Кандидаткиња у овом поглављу описује очекивани научни и стручни допринос дисертације, као и оправданост истраживања приказујући број експлозија и њихове последице у Србији у седмогодишњем периоду.

У трећем поглављу кандидаткиња даје основне појмове о експлозији и поступању на месту експлозије – форензичка обрада места експлозије и форензичка анализа прикупљених трагова и предлаже нову дефиницију експлозије са аспекта форензике, као и предлог шеме поступања на месту експлозије. Посебно потпоглавље посвећује кратеру као карактеристичном трагу на месту експлозије у случајевима када је коришћен бризантни експлозив постављен на површину подлоге.

У четвртном поглављу кандидаткиња описује претходна истраживања у вези са релацијама између карактеристика кратера, тла и експлозива и даје преглед постојећих математичких модела ефеката експлозије посебно се зарђавајући на нумеричким моделима и димензионој анализи.

У петом поглављу кандидаткиња предлаже модел зависности карактеристика кратера од карактеристика експлозива и подлоге на бази димензионе анализе проблема површинске експлозије.

У шестом поглављу кандидаткиња описује експерименте које је спровела реализујући површинске експлозије на земљи, бетону и асфалу и користећи 3Д скенер и инфрацрвену камеру у форензичкој обради места експлозије и анализи трагова експлозије. Описује физичке карактеристике подлоге на којој су извођене експерименталне експлозије, карактеристике експлозива, коришћених средстава за иницирање и осталих уређаја, као и ток и резултате експеримента.

У седмом поглављу извршено је моделирање карактеристика кратера при површинској експлозији и проверене су постојеће емпиријске релације између масе експлозива и карактеристика кратера кроз експерименталне резултате и предложене нове зависности на основу апроксимације криве и експерименталних података. У посебним потпоглављима рађена је интерполација карактеристика кратера у програму *Matlab* и нумеричко моделирање стварања кратера површинском експлозијом бризантног експлозива.

У осмом поглављу извршена је дискусија добијених резултата и верификација предложених модела. Детаљно су анализирани постојеће једначине које се користе у форензичкој пракси и поређене са новим предложеним једначинама. Дата је и упоредна анализа три начина одређивања запремине кратера и предност дата коришћењу 3Д скенера.

У деветом поглављу дати су закључци дисертације.

На крају рада дат је попис коришћених референци, које су коректно цитиране у тексту. Већина пописаних референтних извора је новијег датума.

Након пописаних референци дати су прилози на које се кандидаткиња коректно позива у тексту. Прилог 1 даје број случајева експлозија на територији Републике Србије по градовима у периоду од 2000. закључно са 2006. годином у циљу потврђивања оправданости истраживања.

У Прилогу 2 дати су резултати хемијских анализа бризантних експлозива: ТНТ, Пентрита и Амонекса и то: Анализа узорака ТНТ узетих са дна кратера танкослојном хроматографијом, ТНТ и Пентрит стандард испитиван танкослојном хроматографијом, ТНТ стандард

испитиван гасном хроматографијом, ТНТ стандард испитиван инфрацрвеном спектрофотометријом, Анализа узорака ТНТ узетих са дна кратера масеном спектрометријом, Пентрит стандард испитиван инфрацрвеном спектрофотометријом, Стандард амонијум нитрата испитиван инфрацрвеном спектрофотометријом. Разлог за ово је што је за приступање било каквој процени масе коришћеног експлозива потребно претходно познавање врсте експлозива.

Ради оцене поузданости предложених модела у Прилогу 3, дат је и Упоредни приказ резултата запремина кратера насталих површинском експлозијом бризантних експлозива.

У Прилогу 4 дати су *MATLAB Code* - ови за појединачне експлозије бризантних експлозива ТНТ, пентрита и амонекса-1 на земљи, бетону и асфалту који су послужили за интерполацију и добијање дијаграма бездимензионих величина.

У Прилозима 5, 6 и 7 дате су Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу сходно формалним условима.

### **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

#### 3.1. Савременост и оригиналност

С обзиром на све већу експанзију тероризма уз коришћење ефеката експлозије за постизање циљева терориста, адекватан одговор надлежних државних институција подразумева и темељно познавање ефеката експлозије на окружење. У раду су дати емпиријски и нумерички модели карактеристика кратера у случају површинске експлозије бризантног експлозива засновани на научном приступу, урађени на основу димензионе анализе и резултата експерименталних експлозија, као и применом програма *Abaqus*. Предложени модели дају зависност карактеристика кратера (изражених преко запремине кратера и карактеристика подлоге - густине) и експлозива (изражених преко густине експлозива, контактне површине и масе експлозива) и у поређењу са до сада коришћеним емпиријским моделима дају боље резултате. Такође, у раду је дат покушај увођења нових уређаја (3Д скенера и ИЦ камере) у редовну процедуру поступања на месту експлозије. Овим радом наглашена је и могућност и потреба увођења савремених уређаја у стандардну процедуру поступања на месту експлозије, а у циљу унапређења форензичке праксе. Овим је кандидаткиња показала да је у току са савременим технологијама које се могу користити у форензичке сврхе с обзиром да се у форензичкој пракси као метод за фиксирање трагова није користио 3Д скенер.

#### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У раду је коришћено доста референтних извора што указује на изузетну обавештеност кандидаткиње из области. У попису референци већина није старија од 10 година, а коришћени су и најновији радови из међународних научних часописа који се баве површинским експлозијама и форензиком. Коректно су цитирани остварени резултати истраживања других аутора и јасно дефинисан циљ истраживања докторске дисертације.

#### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У овом истраживању форензичке анализе и моделирања карактеристика кратера, последица површинских експлозија, коришћени су експериментални метод, метод посматрања, мерења и описивања кратера, метод моделирања карактеристика кратера (емпиријски и нумерички) и

поређење модела са експерименталним резултатима. У овом раду формиране су могуће хипотезе од којих се пошло у истраживању и које су на крају истраживања и потврђене. Предложени су нови модели карактеристика кратера, последице површинске експлозије кроз зависности масе коришћеног експлозива и запремине кратера одн. контактне површине између експлозива и подлоге. Емпиријски модели направљени у овом истраживању израђени су на бази експерименталних података тако да је приликом апроксимације криве која би имала најбоље поклапање са експерименталним подацима испоштован критеријум најмањих квадрата. Ове зависности потврђене су и нумеричком анализом с обзиром да су дале прихватљива одступања. Извршене су нумеричке симулације површинске експлозије на два начина (мрежа коначних елемената се састоји искључиво од Ојлерових елемената и када се мрежа коначних елемената састоји од Ојлерових и Лагранжових елемената) и извршено њихово поређење.

#### 3.4. Применљивост остварених резултата

Предмет истраживања је дефинисан полазећи од проблема који је откривен у току праћења форензичке праксе у Републици Србији када су у питању случајеви експлозија са бризантним експлозивом. Остварени резултати се могу примењивати у форензичком инжењерству у случајевима када је за потребе суда неопходно одредити масу коришћеног експлозива, а ради одмеравања адекватне кривичне санкције. Резултати рада кандидаткиње имају значаја за форензичку праксу имајући у виду све већу експанзију тероризма и криминала уопште у савременом свету јер само квалитетно извршена форензичка обрада и анализа трагова експлозије омогућавају одређивање узрока експлозије. С обзиром да разматрања и предлози изложени у овом раду представљају унапређење форензичке обраде места експлозије предложена процедура поступања на месту експлозије, а која је у складу са у свету устаљеном праксом праћења ланца кретања доказа, могла би бити уведена у домаћој пракси. Овим радом наглашена је и могућност и потреба увођења савремених уређаја (3Д скенер и инфрацрвена камера) у стандардну процедуру поступања на месту експлозије, а у циљу унапређења форензичке праксе. С обзиром да се у форензичкој пракси као метод за фиксирање трагова није користио 3Д скенер, овај рад је показао његову задовољавајућу примену на примеру кратера - последице површинске експлозије на подлози од растресите земље. Уз допринос дефинисању појма експлозије са аспекта форензике, допринос рада везан је и за изградњу стандарда и процедура који ће повећати доказни потенцијал и кредибилитет материјалних доказа фиксираних на месту експлозије. Такође, овим радом отворена је могућност форензичке анализе трагова експлозије кроз нумеричку симулацију у програму *Abaqus*.

#### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Мр Ивана Бјеловук је потврдила способност за самостални научни рад кроз познавање и оцену резултата истраживања других аутора који су објављени у водећим међународним часописима из области експлозије и форензике. Томе треба додати и оригинални приступ у форензичкој процени масе експлозива на основу карактеристика кратера.

### **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

#### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Ценећи целокупни материјал који је изложен у докторској дисертацији, као и до сада публиковане научне радове из области површинских експлозија бризантних експлозива, научни доприноси овог рада могу се сумирати кроз следеће резултате:



1. Кроз анализу досадашњих дефиниција појма експлозије, у овом раду дата је дефиниција експлозије са аспекта форензике, а која заправо суштински обухвата претходно дефинисан појам експлозије са проширењем на ефекте експлозије с обзиром на њихов значај у форензици.
2. Овај рад представља допринос у форензичкој обради места експлозије с обзиром на дефинисану шему поступања свих субјеката укључених у истраживање експлозије одн. форензичку обраду и анализу и поступак прибављања материјалних доказа за потребе суда уз поштовање стандардизације поступања на месту експлозије и ланца кретања доказа.
3. Овим радом је направљен изванредан помак у обради места експлозије и кроз потврду да се за снимање запремине кратера могу користити и уређаји новијег датума, конкретно 3Д скенер и инфрацрвена камера.
4. Теоријска разматрања и експериментална испитивања у овом раду показала су да је степен оштећења подлоге – облик, димензије и запремина кратера, у функционалној зависности од масе, врсте и начина постављања експлозивног пуњења, врсте и квалитета подлоге, што је приказано преко модела рађеног на бази димензионе анализе, као и нумеричком анализом.
5. Овим радом разматрана је могућност коришћења емпиријских једначина пронађених у стручној литератури за релативно мале кратере, одн. мале масе експлозива (до 10kg). Испитана је поузданост сваке од њих (14 зависности масе коришћеног експлозива и карактеристика кратера) и дат предлог зависности које дају мања одступања конкретно за случајеве амонекса1, ТНТ и пентрита на подлогама од земље, бетона и асфалта. Наиме, користећи метод димензионе анализе развијени су модели карактеристика кратера који одређују зависност запремине кратера од карактеристика подлоге.
6. Математички модели израђени на бази димензионе анализе могу да се користе како за предвиђање карактеристика кратера на основу карактеристика експлозива и подлоге, али и за процену масе коришћеног експлозива на основу карактеристика кратера.
7. Нумеричка симулација површинске експлозије урађена је применом два приступа (мрежа коначних елемената се састоји искључиво од Ојлерових елемената и када се мрежа коначних елемената састоји од Ојлерових и Лагранжових елемената - *CEL – Coupled Eulerian-Lagrangian* приступ) и утврђена је добра сагласност добијених резултата међусобно, као и са експерименталним резултатима.

#### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Допринос овог рада је у оквиру области форензичко инжењерство. Како је у случају експлозија од изузетног значаја квалитетна форензичка обрада места и анализа трагова експлозије као први корак утврђивања како је до експлозије дошло, односно шта је узрок експлозије и ко је за њу одговоран, то овај рад представља изванредан искорак у односу на досадашњу форензичку праксу у Републици Србији, а и шире. Податак о коришћеној маси експлозива користан је за суд и олакшава изрицање пресуде и утврђивање одговарајуће санкције од стране суда. Сам процес стварања кратера при површинској експлозији бризантног експлозива није често описиван у доступној техничкој литератури већ су више доступна истраживања подземних експлозија. Неки од извештаја о резултатима истраживања окарактерисани су као поверљиви и са ограниченим приступом дозвољеним искључиво владиним агенцијама, што се јавља као додатни проблем при истраживању на које је кандидат наишао. Како су реалне експерименталне експлозије са коришћењем бојевих експлозива веома захтевне за спровођење у смислу припреме и организације експеримената и великих безбедносних ризика то је и допринос овог рада значајнији. До сада, у форензичкој

практици већина оваквих проблема решавана је кроз емпиријске приступе. С обзиром да је у раду предложена примена савремених технологија у смислу примене нових уређаја и компјутерских програма, то овај рад представља битан искорак у односу на досадашњу форензичку праксу. Кандидаткиња је представила нове моделе зависности масе експлозива и карактеристика кратера, а које је потврдила и кроз експерименталне експлозије и нумеричке симулације, чиме је дата савременост дисертацији.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос дисертације је верификован кроз следеће објављене радове:

##### Категорија M23:

1. **Bjelovuk, I.**, Jaramaz, S., Micković, D. (2012). Estimation of explosive charge mass used for explosions on concrete surface for the forensic purpose. *Science & Justice*, 52, 1, 20 – 24.
2. **Bjelovuk I.**, Jaramaz, S., Elek, P., Micković, D., Kričak, L.(2015). Estimation of the explosive mass based on the surface explosion crater on asphalt, *Tehnički Vjesnik – Technical Gazette*, Vol. 22, No. 1 (prihvaćen za štampu - potvrda u prilogu)
3. **Bjelovuk I.**, Jaramaz, S., Elek, P., Micković, D., Kričak, L. (2015) Modelling of characteristics of crater emerged from the surface explosion on the soil, *Combustion, Explosion, and Shock Waves*, Vol. 51, No. 3 (prihvaćen za štampu - potvrda u prilogu)

##### Категорија M24:

1. **Bjelovuk I.**, Jaramaz, S., Elek, P., Micković, D., Kričak, L. (2013) Preliminary Estimation of the Explosive Mass Based on the Crater Resulting From the Surface Explosion on Asphalt. *Strojarstvo* **55** (3) 203-210 ISSN 0562-1887 UDK 624.01.04:662.15

##### Категорија M33:

1. **Bjelovuk, I.**, Kesić, T., Žarković, M. (2013). Consequences of explosive devices' activation on victims and their criminal justice importance. In: *Eds. G. Meško, A. Sotlar, J. Greene, The ninth biennial international conference criminal justice practice and research*. Ljubljana: Faculty of Criminal Justice and Security. p.279-295
2. Žarković, M., Bajagić M., **Bjelovuk, I.** Specifics Within the Crime Scene Investigation of an Explosion Site in the Case of a Suicide Terrorism Act, In G. Meško, A. Sotlar and J. Hinterdyk (eds.) *Policing in Central and Eastern Europe Control of Unconventional Deviance, Faculty of Criminal Justice and Security, Conference proceedings*. University of Maribor, Slovenia, pp. 351-375, July 2011, ISBN 978-961-6821-10-0.
3. **Bjelovuk, I.**, Jaramaz, S., Kričak, L. (2011) The Significance of Crater for Determining Explosion Cause in Forensic Engineering. p.913-929, *International Scientific Conference Archibald Reiss Days*, Belgrade, Serbia, Editors: Ž. Nikač, S. Milašinović, D. Simović, G. Bošković, UDC:343.983:662.215.2ч ISBN 978-86-7020-190-3, ISBN 978-86-7020-220-7
4. Žarković M. , **Bjelovuk, I.**, Kesic, T. *Effects of an Explosion to the Environment and Qualification of Criminal Offences Committed with the Explosives*. Thematic Proceedings of International Significance, International Scientific Conference “Archibald Reiss Days“, Vol. I (editor in chief prof. dr G. Milošević), Academy of Criminalistic and Police Studies, Belgrade, 1-2 March 2013, pp. 315-325.

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу изложеног Комисија сматра да докторска дисертација представља значајан научни допринос теорији површинских експлозија бризантних експлозива који се своди на увођење нових зависности масе коришћеног експлозива и запремине кратера у подлози одн. контактне површине између експлозива и подлоге. Предложене зависности потврђене су и кроз нумеричку анализу. Дисертација има и велики практични уначај с обзиром на могућност примене предложених модела у форензичком инжењерству за потребе суда. Кандидаткиња је предложила нову шему поступања на месту експлозије као и наговестила могућност примене савремених уређаја у обради места експлозије попут 3Д скенера и инфрацрвене камере, али и предложила нову дефиницију експлозије са аспекта форензике. Кандидаткиња је имала оригинални приступ у реализацији истраживања површинских експлозија бризантних експлозива.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да се докторска дисертација мр Иване Д. Бјеловук, дипл. инж., под називом „**Форензичка анализа и моделирање карактеристика кратера насталог при површинској експлозији бризантног експлозива**“ прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду када се за то стекну услови предвиђени Законом о високом образовању и Статутом Машинског факултета Универзитета у Београду.

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....  
Проф. др Слободан Јарамаз, редовни професор  
Машинског факултета Универзитета у Београду

.....  
Проф. др Дејан Мицковић, редовни професор  
Машинског факултета Универзитета у Београду

.....  
др Предраг Елек, ванредни професор  
Машинског факултета Универзитета у Београду

.....  
Проф. др Лазар Кричак, редовни професор  
Рударско-геолошког факултета Универзитета у  
Београду

.....  
др Дарко Васиљевић, виши научни сарадник  
Института за физику у Београду

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –  
Број: 1612/4  
Датум: 02.10.2014. године  
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 128. Закона о високом образовању и члана 63. Статута Машинског факултета број 1876/1 од 04.10.2013. године, Наставно-научно веће на седници одржаној 02.10.2014. године, донело је

### О Д Л У К У

I Прихвата се извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднела **мр ИВАНА БЈЕЛОВУК** и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: **„ФОРЕНЗИЧКА АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА КРАТЕРА НАСТАЛОГ ПРИ ПОВРШИНСКОЈ ЕКСПЛОЗИЈИ БРИЗАНТНОГ ЕКСПЛОЗИВА“**

II Универзитет је дана 26.12.2011. године, својим актом број 06-8780/21-11 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Радови кандидата у часопису међународног значаја:

1. **Bjelovuk, I.**, Jaramaz, S., Micković, D. (2012). Estimation of explosive charge mass used for explosions on concrete surface for the forensic purpose. *Science & Justice*, 52, 1, 20 – 24.
2. **Bjelovuk I.**, Jaramaz, S., Elek, P., Micković, D., Kričak, L.(2015). Estimation of the explosive mass based on the surface explosion crater on asphalt, *Tehnički Vjesnik – Technical Gazette*, Vol. 22, No. 1 (prihvaćen za štampu - potvrda u prilogu)
3. **Bjelovuk I.**, Jaramaz, S., Elek, P., Micković, D., Kričak, L. (2015) Modelling of characteristics of crater emerged from the surface explosion on the soil, *Combustion, Explosion, and Shock Waves*, Vol. 51, No. 3 (prihvaćen za štampu - potvrda u prilogu)

Одлуку доставити: кандидату, ментору, Катедри за системе наоружања и архиви факултета.

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

To:

---

Your ref.:

Our ref.: AA-2203-23-TV-20130928113332

---

Slavonski Brod, 26-08-2014

Subject: **Acceptance of Article**  
Article No. **2203-23-TV-20130928113332**  
Title: **ESTIMATION OF THE EXPLOSIVE MASS BASED ON THE SURFACE EXPLOSION  
CRATER ON ASPHALT**  
Author: **Ivana D. Bjelovuk, Slobodan Jaramaz, Predrag Elek, Dejan Micković, Lazar  
Kričak**

Dear authors!

Your article (mentioned above) has been accepted for publication in the journal Tehnički vjesnik/Technical Gazette (Print: ISSN 1330-3651, Online: ISSN 1848-6339), Vol. 22/No. 1 to be published towards the end of February 2015. The article is classified as preliminary notes. The Journal indexed in Web of Science (Science Citation Index Expanded), Journal Citation Reports (IF = 0,615 for 2013), Scopus, INSPEC, Compendex, Geo Abstracts etc.

Attached is the Copyright Transfer Agreement with Payment Data. Please read carefully the enclosed Copyright Transfer Agreement with Payment Data and if you agree with the given terms fill in the necessary data, sign the form, keep a copy for yourself and send the original to our address by regular mail (also e-mail a copy to [tehnvj@sfsb.hr](mailto:tehnvj@sfsb.hr) or send a fax to +385 35 446 446).

When we have received the Copyright Transfer Agreement, your article will be published in the Journal.

Yours sincerely,

Editor-in-Chief:  
Prof. dr. Pero Raos



Enclosed documents:

- Copyright Transfer Agreement and Payment Data

**“FIZIKA GORENIYA I VZRYVA”**  
**(“COMBUSTION, EXPLOSION, AND SHOCK WAVES”)**  
**PUBLISHING HOUSE OF THE SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN**  
**ACADEMY OF SCIENCES**

630090 Novosibirsk, Lavrentyev avenue 15. Phone (383) 330-12-52

fgv@sibran.ru

<http://www.springer.com/physics/classical+continuum+physics/journal/10573>

To whom it may concern

The Editorial Board of the Journal “Fizika Goreniya i Vzryva” (Combustion Explosion and Shock Waves) proofs that the paper by Bjelovuk I., Jaramaz S., Elek P., Mickovic D., Kricak L. “Modelling of characteristics of crater emerged from the surface explosion on the soil” will be published in the issue 3, 2015.

Head of the Editorial staff

September 02, 2014



Kubanova N. A.