



НАЦИОНАЛЕН ВОЕНЕН УНИВЕРСИТЕТ "ВАСИЛ ЛЕВСКИ"

ФАКУЛТЕТ „АРТИЛЕРИЯ, ПВО И КИС”

9713 гр. Шумен, ул. „Карел Шкорпил” №1

телефон: (054)801 040; тел.факс:(054)877 463; www.aadcf.nvu.bg

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д.т.н. Николай Личков Георгиев

Институт по роботика „Св. Ап. и Ев. Матей“- БАН
София 1113, ул. Акад. Г. Бончев, бл. 2 тел. 0888543499

на дисертационния труд на Росен Недков Лазаров
асистент в катедра „Въоръжение и технологии за проектиране” на факултет
„Артилерия, ПВО и КИС” в НВУ „В. Левски”

на тема **„ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА ФОРМАТА НА КУРШУМА
ВЪРХУ РИКОШЕТНОТО МУ ДЕЙСТВИЕ ”**

представен за придобиване на образователната и научна степен „доктор”
по докторска програма „Динамика, балистика и управление на полета на
летателни апарати”, 5.13. „Общо инженерство“, област на висше образование 5.
„Технически науки“

1.Актуалност и значимост на разработвания научен проблем

По представения от автора дисертационен труд има редица разработки, като например тези на Семёнов К. П., Якушки, Carlucci D., Jacobson S.Chena T., Huang W., Zhanga W., Qia Y., Guod Z.Hartline, P. C., Abraham, G., Rowe, W. F. Mc Connell M. P., Triplett G. M., Rowe W. F. Moxnes J., Froyland O., Skriudalen S., Prytz A., Teland J., Friis E., Odegardstuen G. и др., както и наставления, правилници и пр, публикувани в специализирани издания и докладвани на конференции и симпозиуми. Те обаче не описват достатъчно подробно процесите свързани с навлизането, движението във водна среда и напускането на същата от куршума, които са изключително важни оценка на за анализа на факторите влияещи върху стабилността на куршума при движение в различни среди. Анализът на последните от своя страна може да се използва за дефиниране на изисквания към формата на куршума за подобряване на движението му в среди с различна плътност и ограничаване в максимална степен получаването на рикошети.

Авторът е избрал за обект на изследването един от най-разпространените у нас боеприпаси - 7,62x54 mm. куршум, като основният предмет на изследването е оценката на влиянието на радиални канали, изработени по оживалната му част върху рикошетното му действие при удар във водна среда. В тази връзка е формулирана целта на дисертационния труд – изследване на влиянието на формата на куршума върху рикошетното му действие при среща с водна среда и повишаване на антирикошетното действие на куршума на съществуващ боеприпас, групираността на който да бъде в нормите за групираност на попаденията за съответната стрелкова система.

За постигане на целта на дисертационния труд авторът си е поставил и е решил следните основни задачи:

- Създаване на теоретичен модел на формата на куршума с цел повишаване на антирикошетното му действие при стрелба по водна повърхност.

- Извършване на експериментално изследване на влиянието на формата на куршума върху рикошетното му действие при стрелба по водна повърхност.
- Оценяване на адекватността на разработеният теоретичен модел на формата на куршума с цел повишаване на антирикошетното му действие при стрелба по водна повърхност.

При разработването на дисертационния труд са използвани различни научни методи и подходи, като анализ и синтез, системен подход, математическо моделиране и други.

Темата на дисертационен труд съответства на основното съдържание на разработката. Представения труд съдържа редица нови факти, като особено ценни са разработените методики и получените в резултат на проведените експерименти данни потвърждаващи аналитичните резултати.

2.Обща характеристика и структура на дисертационния труд

Дисертационният труд се състои от: увод, четири глави, заключение, списък на научните публикации по темата, списък на използваната литература, приложения.

Дисертационният труд е в обем 142 страници, с 30 броя таблици, 35 броя фигури, 22 страници приложения. Литературната справка включва 132 литературни източника.

Проведените анализи, извършените изследвания, моделиранията и проведените експерименти изясняват детайлно влиянието на формата на 7,62x54 mm куршум върху рикошетното му действие при среща с водна среда, както и на основните фактори свързани с повишаване на антирикошетното му действие и осигуряване на изискваната групираност на попаденията при неговото използване.

В Глава I - АНАЛИЗ НА ФАКТОРИТЕ, ОКАЗВАЩИ ВЛИЯНИЕ НА РИКОШЕТНОТО ДЕЙСТВИЕ НА КУРШУМА ОТ ВОДНА ПОВЪРХНОСТ са разгледани условията за възникване и факторите влияещи на рикошетно действие на куршума - външно балистичните и механичните параметри на куршума и механичните характеристики на средата.

Освен това са анализирани съществуващите модели на куршуми за намалено рикошетното действие при среща с водна повърхност - суперкавитациони боеприпаси, боеприпасите с кавитиращ сърдечник.

Описано е противоречието между хидробалистически характеристики на куршума и аеродинамичните му характеристики, които влияят на далекобойността и групираността на попаденията.

Формулирани са изводи за това, че съществуващите кавитиращи боеприпаси, които са предназначени за стрелба към, от и във водна среда притежават влошени балистични качества във въздушна среда, че разгледаните хидробалистични модели на обекти с различна челна част не позволяват да се анализира изменението на техните външно-балистични параметри и че един от възможните начини за ограничаването на рикошетното действие на куршума от водна среда и с минимална загуба на кинетична енергия във въздушна среда е разработване на куршум на стандартен боеприпас с преработена челна част.

В Глава II - МОДЕЛИРАНЕ НА ПРОЦЕСА НА ПРОНИКВАНЕ И ДВИЖЕНИЕ НА КУРШУМ С ИЗМЕНЕНА ГЕОМЕТРИЯ НА ЧЕЛНАТА ЧАСТ ВЪВ ВОДНА СРЕДА е анализирано влияние на формата на куршума при движението му във въздушна среда чрез балистическия коефициент.

Поради фирмена конфиденциалност в достъпните източници често няма конкретни данни за балистичния коефициент и съответно за коефициента на формата на куршума за куршуми с радиални канали, като за тяхното определяне му авторът прилага емпиричен подход, свързан с провеждането на експериментални стрелби за които е разработена методика.

Освен това в тази глава авторът е предложил адаптиран за разглеждания случай подход за хидробалистично моделиране на процесите във водна среда. На

тази база той е провел детайлно моделиране на процеса на влизане на куршума във водна среда и статистическо моделиране на рикошетното действие на куршум среден калибър за стрелково оръжие при среща с водна среда.

В резултат на изследванията във втора глава авторът е формулирал изводи за това, че броят на каналите, изработени върху оживалната част на куршума, не оказва съществено влияние върху балистическия коефициент, който зависи в по-голяма степен от отстоянието на по-отдалечения канал от върха на куршума, позицията на куршума във водната кухина се влияе съществено от „камшика“, което определя дали подводната траектория ще бъде насочена нагоре към повърхността, надолу или по права линия, предложеното уравнение (2.25) описва връзката между ускорението на куршума при удар с водната повърхност в зависимост от ъгъла на наклона на траекторията в момента на удара и балистическия коефициент на съответния модел куршум, а предложените функционални уравнения 2.31; 2.33; 2.35; 2.37 и 2.39, получени в резултат на обработените статистически данни описват функцията на изменение на ускорението на куршума при удар във водната повърхност в зависимост от ъгъла на наклона на траекторията на куршума спрямо водната повърхност в момента на удара.

В Глава III - ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА ФОРМАТА НА КУРШУМА ВЪРХУ РИКОШЕТНОТО МУ ДЕЙСТВИЕ ПРИ СРЕЩА С ВОДНА СРЕДА авторът е изследвал влиянието на формата на куршума върху групираността на стрелбата, изменението на скоростта и рикошетното действие във водна среда.

За определяне на групираността на 7,62x54 mm патрони са проведени изпитвания след промяна на формата на куршума им с цел намаляване на рикошетното му действие. При същите промени на формата на куршума са проведени изпитвания с цел изследването на изменението на скоростта на 7,62x54 mm патрони, като се е определяло изменението на скоростта на куршума на разстояние 25 метра от дулния срез. Изследване на рикошетното действие на 7,62x54 mm патрони след промяна на формата на куршума им е проведено като

са се е оценявали броя на куршумите, рикоширали от водната повърхност при различни ъгли на падане (от 1° до 15° спрямо хоризонталната равнина) установени чрез броя на пробойните върху щит и специално разработена плаваща мишена.

Посочените изпитването са се извършвали по специално разработена методика съвместно с ЦАТИП - Змейово с по 20 изстрела с боеприпаси от всяка модификация на куршума.

На базата на проведените в трета глава изследвания е разработена методика за полигонни изпитвания за изследване на влиянието на формата на куршума върху групираността на стрелбата, изменението на скоростта и рикошетното действие във водна среда. Освен това са проектирани и изработени технологични приспособления за изработване на канали за изменение на геометричната форма на куршума, мишена за регистриране на рикошети на куршумите от водна среда, стойка с приспособления за устойчиво закрепване на станок „Баринов“ на брега на воден басейн осигуряват успешното изпълнение на експеримента.

Констатирано е, че при ъгъл на удара 2° се увеличава височината на рикошетите на преработените куршуми в сравнение с тези, получени при стрелба със стандартен боеприпас, което показва, че преработените куршуми не отскачат от водната повърхност, а навлизат във водната среда, след което рикошират с ъгли на рикошет, по-големи от ъгълът на среща с водната повърхност. При ъгли на склонение между 2° и $8,8^\circ$ за щатните куршуми и между 1° и $8,7^\circ$ за модифицираните куршуми се наблюдава рикошетно действие след навлизане във водната среда. При ъгли на склонение от $8,8^\circ$ за щатните куршуми и от $8,7^\circ$ за модифицираните куршуми рикошетите започват да намаляват и куршумите остават под водната повърхност. При ъгли на склонение над 15° за щатните куршуми и над 14° за модифицираните куршуми, отсъстват рикошети и всички куршуми остават под водната повърхност.

В Глава IV - ОБРАБОТКА НА РЕЗУЛТАТИТЕ И ОЦЕНКА НА АДЕКВАТНОСТТА НА МОДЕЛА авторът е предложил подход за определяне на необходимият минимален брой опитни данни и критерий за оценка на адекватността на моделите.

Предложен е статистически модел на процеса на навлизане на куршума във водна среда с използване на емпиричните зависимости от втора глава, като за обработване на данните е използван софтуерния продукт "Matlab - version 7.0". Приложена е процедурата за регресионен анализ на статистическите данни и избор на най-подходящия модел описана във втора глава.

В тази глава авторът е предложил модели на рикошетното действие на обикновен куршум и на куршум с изменена геометрия на оживалната част среден калибър за стрелково оръжие. Проведен е сравнителен анализ на изследваните уравнения на процеса на навлизане във водна среда и оценка на адекватността на модела на изменение на ускорението във функция на формата на куршума. Представени са обработените резултати и оценката на групираността на попаденията при единична стрелба с куршум с изменена геометрия на оживалната част.

На базата на изложеното мога да твърдя, че избраният от докторанта подход осигурява постигането на поставените пред научния труд цел и задачи.

Постигнатите резултати в дисертационния труд се явяват теоретична новост, допълнена с експериментален и фактологически материал, отворена за допълнителни изследвания. Направените заключения правилно обясняват физическата картина на изследваните явления и са логически завършени, поради което материалът е достоверен и претендираните от автора приноси следва да бъдат признати.

3. Характеристика на научните и научно-приложните приноси в дисертационния труд. Достоверност на материала

В дисертационния труд са формулирани научно-приложни и приложни приноси, които приемем за лично дело на автора. Достоверността на резултатите е потвърдена чрез натурни експерименти.

4. Оценка на научните резултати и приносите на дисертационния труд

В резултат на изследванията, авторът е дефинирал четири броя научно – приложни приноси, свързани с доразвита е теорията за определяне на балистическия коефициент, на ускорението на куршума при навлизане във водна среда при наличие на радиални канали по оживалната част на куршума, разработване на статистически модел за изследване изменението на ускорението на куршума при навлизане във водна среда с отчитане на влиянието на ъгълът на среща с водната повърхност и на Методика за полигонни изпитвания за изследване на влиянието на формата на куршума върху групираността на стрелбата, изменението на скоростта на куршума и рикошетното му действие във водна среда.

Авторът е дефинирал и четири броя приложни приноси, отнасящи се до експерименталното констатиране на факта, че наличието на радиални канали по оживалната част на куршума води до намаляване на рикошетното действие във водна среда, до разработване на процедура за изпитване на рикошетното действие във водна среда, групираността на попаденията и изменение на скоростта във въздушна среда на куршум на боеприпас с номенклатурен индекс 7,62x54 mm., до създаване на физически модели на посочения куршум с изменена форма на оживалната част, с цел намаляване на рикошетното действие във водна среда, както и до проектиране и изработване на технологично оборудване за осигуряване на неговото експериментално изпитване.

Получените резултати имат важно методологическо и приложно значение за развитие на военната наука и образователната дейност в областта на динамиката и балистиката.

5. Оценка на публикациите по дисертацията и авторството

По тематиката на дисертационния труд докторантът е представила общо три публикации, две самостоятелни и една в съавторство, което доказва неговото авторство в същите. Публикационната дейност на автора отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за неговото приложение.

6. Литературна осведоменост и компетентност на докторанта

Авторът е използвал творчески 132 броя литературни източника, което доказва доброто познаване на световните достижения в изследваната област.

7. Оценка на автореферата

Авторефератът е с обем от 51 страници и правилно отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд в съответствие на изискванията.

8.Критични бележки

На отделни места са допуснати технически грешки и усложнени изрази. Препоръчвам на автора да увеличи публикационната си дейност с цел популяризиране на получените в дисертационния труд резултати, а също така да цитира по-често използваните литературни източници

9.Лични впечатления и други въпроси, по които рецензентът счита, че следва да вземе отношение

Нямам лични впечатления от научното развитие на докторанта..

10. Заключение

Представеният дисертационен труд представлява задълбочен и завършен труд върху актуална за развитието на динамиката и балистиката тема, с постигнати интересни научно-приложни и приложни приноси, Той доказва, че докторантът има знания, умения и възможности да разработва важни въпроси от теорията и практиката на въоръжението. Същият отговаря на изискванията за придобиване на образователната и научна степен „доктор” от автора на дисертационния труд.

11. Оценка на дисертационния труд

Давам положителна оценка на дисертационния труд и предлагам на членовете на уважаемото Научно жури да гласуват с “ДА” за присъждане на Росен Недков Лазаров образователната и научна степен “Доктор” по докторска програма „Динамика, балистика и управление на полета на летателните апарати”, 5.13. Общо инженерство, 5. „Технически науки“.

19.05.2022 г.
гр. София

Рецензент:
проф. _____/Н. Л. Георгиев/



VASIL LEVSKI NATIONAL MILITARY UNIVERSITY
FACULTY OF ARTILLERY, AD and CIS
9713 g Shumen Str. 1 Karel Skorpil Str.
телефон: (054)801 040; тел.факс:(054)877 463; www. aadcf. nvu. Bg

REVIEW

by proff. Nikolay Lychkov Georgiev

Institute of Robotics "St. Ap. and Gospeller Matthew" - BAS
1113 Sofia, Acad. G. Bonchev Str., Bl. 2, tel. 0888543499

on the dissertation of Rosen Nedkov Lazarov
Assistant Professor in the Department of Armaments and Design Technologies at the
"Artillery, AD and CIS" Faculty, National Military University "Vasil Levski"

on the topic: **"RESEARCH OF BULLET'S SHAPE INFLUENCE ON HIS
RICOCHET ACTION"**

presented for the acquisition for the educational and scientific degree PhD
Doctoral Program "Dynamic, Ballistic and Air Systems Flight Control", professional
strand 5.13. "General Engineering", in the field of higher education 5. "Technical
Sciences"

1. Relevance of the scientific problem developed

According to the thesis presented by the author, there are a number of developments, such as those of Séměnov K. P., Yakuski, Carlucci D., Jacobson S.Chena T., Huang W., Zhanga W., Qia Y., Guod Z.Hartline, P.C., Abraham, G., Rowe, W. F. McConnell M. P., Triplett G.M., Rowe W. F. Moxnes J., Froyland O., Skriudalen S., Prytz A., Teland J., Friis E., Odegardstuen G. etc., as well as instruction, regulations, etc., published in specialized publications and reported at conferences and symposiums. However, they do not describe in sufficient detail the processes related to the penetration and movement in the water environment and the departure of the bullet from the same, which are extremely significant for the analysis assessment of the factors affecting the stability of the bullet in different environments moving. The analysis on the last in turn may be used to define bullet shape requirements to improve its movement in environments of different density and limit to the maximum extent the receipt of ricochets.

The author has chosen for the object of the study one of the most common ammunitions in Bulgaria - 7.62x54 mm bullet, as the main subject of the study is the assessment of the influence of radial duct made on its ogive upon ricochet action of a hit in the water environment. Due to this it is formulated the purpose of the dissertation - research of bullet's shape influence on his ricochet action in encountering at water environment and enhancing the anti-ricochet action of the bullet of an existing ammunition, the grouping of which is within the norms for grouping the hits for the respective shooting system.

In order to achieve the purpose of the dissertation, the author has set and decided on the following basics tasks:

- Creation of a theoretical model of bullet's shape in order to increase its anti-ricochet action when shooting on a water surface.
- Conduction of an experimental study of bullet's shape influence on his ricochet action while shooting on a water surface.

- Assessment of adequacy of the developed theoretical model of bullet's shape in order to increase its anti-ricochet action when shooting upon a water surface.

In the development of the dissertation, various scientific methods and approaches are used, such as analysis and synthesis, systematic approach, mathematical modeling, etc.

The theme of dissertation corresponds to the main content of the development. The dissertation presented contains a number of new facts, with the methodologies developed and data obtained as a result of the experiments confirming the analytical results.

2. General characteristics and structure of the dissertation.

The dissertation consists of: introduction, four chapters, conclusion, list of scientific publications on the subject, list of literature used, and annexes.

The dissertation work is in a volume of 142 pages, 30 tables, 35 pieces of figures, 22 pages of applications. The bibliography reference includes 132 sources.

The analyses, studies, modelling and experiments carried out detailed clarifying the influence of a 7,62x54 mm bullet's shape on his ricochet action while encounter water surface, as well as the main factors related to increasing its anti-ricochet action and ensuring the required grouping of hits in its use.

In Chapter I - ANALYSIS OF THE FACTORS INFLUENCING OF THE BULLET'S RICOCHET ACTION FROM WATER SURFACE have been examined the conditions of occurrence and factors influencing the bullet's ricochet action - externally ballistic and mechanical parameters of the bullet and mechanical characteristics of the surroundings.

In addition, existing bullet models for reduced ricochet action when encountered with a water surface have been analyzed - supercavitation ammunition, ammunition with a cavitating core.

Has been described the contradiction between the hydroballistic characteristics of the bullet and its aerodynamic characteristics, which affect the range and grouping of hits.

Conclusions have been formulated that existing cavitating ammunitions, which are designed to fire to, from and into the water surface, possess worsening ballistic qualities in an airy environment, that the review hydroballistic models of objects with different frontal parts do not allow to analyse the modification of their external ballistic parameters and that one of the possible way to limit the ricochet action of the bullet from the water environment and with minimal loss of kinetic energy in an airy environment is to develop a bullet of a standard ammunition with a revised frontal part.

In Chapter II - MODELING OF THE PROCESS OF PENETRATION AND MOVEMENT OF A BULLET WITH MODIFIED GEOMETRY AT THE FRONTAL PART IN AN WATER ENVIRONMENT, is analyzed the influence of the shape of the bullet in its movement in the air through the ballistic coefficient.

Due to business's confidentiality, on the available sources, there is often no specific data for the ballistic coefficient and, accordingly, for the bullet shape coefficient with radial duct, as for their determination the author applies an empirical approach related to the conduct of experimental shootings for which a methodology has been developed.

Furthermore, in this chapter, the author suggested adapted for the reviewed case approach for hydroballistic modeling of processes in the water environment. On this basis, he conducted detailed modeling of the process of entering the bullet into the water environment and statistical modeling of the ricochet action of a medium-caliber bullet for small arms in encounters with a water environment.

As a result of the researchers in chapter two, the author has been formulated conclusions that the number of the ducts made on the ogive of the bullet does not have a significant effect on the ballistic coefficient, which depends to a greater extent of the distance of the more distant duct from the tip of the bullet, the position of the bullet in the water cavity is significantly influenced by the "whip", which determines whether the underwater trajectory will be directed upwards to the surface, down or in a straight line, the suggested equation (2.25) describes the relationship between the acceleration of the bullet in impact with the water surface depending on the angle of

inclination of the trajectory at the time of impact and the ballistic coefficient of the corresponding bullet model, and the suggested functional equations 2.31; 2.33; 2.35; 2.37 and 2.39 obtained as a result of the processed statistical data describe the function of changing the acceleration of the bullet when hit in the water surface, depending on the angle of inclination of the bullet's trajectory relative to the water surface at the time of impact.

In Chapter III - EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE BULLET'S SHAPE INFLUENCE ON ITS RICOCHET ACTION IN ENCOUNTERS WITH THE WATER ENVIRONMENT, the author researched the influence of the bullet shape on the grouping of shooting, speed alteration and ricochet action in the water environment.

To determine the grouping of 7,62x54 mm cartridges, researches have been carried out after changing the shape of their bullet in order to reduce its ricochet action. In the same changes in the bullet's shape, researches have been carried out to examine the speed alteration of 7,62x54 mm cartridges, as has been determined the bullet's speed alteration at a distance of 25 metres from the barrel cut. A research of the ricochet action of 7.62x54 mm cartridges after a change of their bullet's shape has been conducted by assessing the number of bullets ricocheted off the water surface at different angles of fall (1 to 15 relative to the horizontal plane) established by the number of punctures on a shield and specially designed floating target.

Pointed out examination have been carried out in a specially developed methodology jointly with CATTF - Zmeiovo with 20 rounds of ammunition from each bullet's modification.

Based on the conducted in chapter three examination, a methodic for polygon tests has been developed to research the influence of bullet shape on grouping, speed alteration and ricochet action in the water environment. In addition, have been developed technological devices for the development of duct for changing the bullet geometric shape, a target for registering ricochets of bullets from water environment, a stand with devices for the sustainable attachment of frame "Barinov" on the shore of the water pool that ensure the successful execution of the experiment.

It has been established that at an angle of the impact 2° increased the height of the ricochet of the reworked bullets compared to those obtained by firing with standard ammunition, indicating that the reworked bullets do not bounce off the water surface but enter the water environment and then ricocheted with ricochet angles greater than the angle of encounter with the water surface. At angles of inclination between 2° and $8,8^\circ$ for regular bullets and between 1° and $8,7^\circ$ for modified bullets, a ricochet action is observed after entering the water environment. At inclination angles of 8.8° for regular bullets and 8.7° for modified bullets, ricochets begin to decrease and bullets remain below the water surface. At angles of inclination above 15° for regular bullets and over 14° for modified bullets, ricochets are absent and all bullets remain below the water surface.

In Chapter IV - PROCESSING OF RESULTS AND ASSESSING THE ADEQUACY OF THE MODEL, the author has suggested an approach to determine the required minimum number of experimental data and a criterion for assessing the adequacy of models.

A statistical model of the process of entering the bullet into the water environment with using the empirical dependencies of chapter two has been suggested, by using the software product "Matlab - version 7.0" to process the data. The procedure for regression analysis of the statistical data and selection of the most appropriate model described in Chapter 2 has been applied.

In this chapter, the author suggested models of the ricochet action of a mid-caliber ordinary bullet and of a mid-caliber bullet with altered geometry of the ogive for small arms. A comparative analysis of the examined equations of the process of entering at the water environment has been carried out and an assessment of the adequacy of the acceleration alteration model in function of the bullet shape. The processed results and the assessment of the hits grouping of a single fire with altered geometry of the bullet ogive are presented.

Based on the above, I can argue that the approach chosen by the PhD student ensures achieving set before scientific work the objectives and tasks.

The results achieved in the dissertation are a theoretical novelty, supplemented by experimental and factual material open for further research. The conclusions made correctly explain the physical picture of the phenomena examined and are logically completed, therefore the material is reliable and the contributions claimed by the author should be recognised.

3. Characteristics of scientific and scientific-applied contributions to the dissertation. Authenticity of the material

The dissertation formulated scientific-applied and applied contributions, which I accept for the personal work of the author. The authenticity of the results has been confirmed by real field experiments

4. Evaluation of the scientific-applied and applied contributions of the dissertation

As a result of the examinations, the author has defined four scientific-applied contributions related to the further developing theory of determining the ballistic coefficient, of the acceleration of the bullet when entering the aquatic environment in the presence of radial duct along the ogive of the bullet, development of a statistical model for the research of the bullet acceleration change when entering an water environment, taking into account the influence of the angle of encounter with the water surface and of Methodic for polygon tests to examine of the bullet shape impact on the grouping of the shooting, the bullet speed alteration and its ricochet action in the water environment.

The author also has defined four applied contributions related to an experimental ascertainment of the fact that presence of radial ducts on the ogive of the bullet leads to a decrease in ricochet action in the water environment, next to the development of a procedure for examination to ricochet action in the water environment, the grouping of hits and a speed change in air environment of a bullet of ammunition with a nomenclature index of 7.62x54 mm., until physical models of the indicated bullet with an amended shape of the ogive are created in order to reduce ricochet action in the water environment, as well as next to design and develop technological equipment to ensure its experimental testing.

The results obtained have important methodological and applied importance for development of military science and educational activity in the field of dynamics and ballistics.

5. Evaluation of the publications of the dissertation and authorship

On the subject of the dissertation, the PhD student has presented a total of three publications, two independent and one in co-authorship, which proves his authorship in the same. The publication activity of the author responds to the requirements of the Law on the development of the academic composition in the Republic of Bulgaria and its Implementing Regulations.

6. Literary awareness and competence of the PhD student

The author has used creatively 132 pieces of literary sources, which proves a good knowledge of the world achievements in the field research.

7. Evaluation of the abstract of the dissertation

The abstract has a volume of 51 pages and correctly reflects the main points and scientific contributions of the dissertation and compliance with the requirements.

8. Critical remarks

Technical errors and complicated expressions have been made in individual places. I recommend that the author increase his audience activity in purpose to promote the results obtained in the dissertation work, and also to cite the more commonly used literary sources.

9. Personal impressions and other issues on which the reviewer considers that he should take a decision

I have no personal impressions of the scientific development of the PhD student.

10. Conclusion

The dissertation presented to me is a thorough and completed work on an up-to-date topic for the development of dynamics and ballistics, with interesting scientific-applied and applied contributions achieved. He proves that the PhD student has the knowledge, skills and opportunities to develop important questions from the theory and practice of armaments. The same meets the requirements for obtaining an educational and scientific degree "Doctor of Philosophy" by the author of the dissertation work.

11. Evaluation of the dissertation work

I give a positive assessment of the dissertation and propose to the members of the esteemed Scientific jury to vote with "YES" for the award of Rosen Nedkov Lazarov the educational and scientific degree "Doctor" (PhD) under the Doctoral Program "Dynamic, Ballistic and Air Systems Flight Control", 5.13. General Engineering, 5. Technical Sciences.

19. 05.2022 г.
Sofia city

Reviewer:
Prof. _____/N. L. Georgiev/