



МИНИСТЕРСТВО НА ОТБРАНАТА
ИНСТИТУТ ПО ОТБРАНА „ПРОФЕСОР ЦВЕТАН ЛАЗАРОВ
София 1592, бул. „Цветан Лазаров“ № 2, факс: 02/92 21 808, <http://di.mod.bg>

Рег. № 3-2425 / 09.11.25г.

РЕЦЕНЗИЯ

от проф., д.т.н., инж. Христо Иванов Христов,
началник отдел „Въоръжение и боеприпаси“ в Института по отбрана,
1592 София, бул. „Проф. Цветан Лазаров“ 2, тел. +359 2 92 21851,

на дисертационен труд на майор инж. Дилян Нанков Неделчев,
старши инженер във в.ф. 28000,

на тема:

**„ПОВИШАВАНЕ НА ДОСТОВЕРНОСТТА НА ОЦЕНКАТА НА
ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА АВИАЦИОННИТЕ СРЕДСТВА ЗА
ПОРАЗЯВАНЕ В ПРОЦЕСА ИМ НА УДЪЛЖАВАНЕ НА СРОКА ИМ НА
ГОДНОСТ”**

представен за придобиване на образователната и научна степен **“ДОКТОР”**
по докторска програма: Динамика, балистика и управление на полета на
летателните апарати, професионално направление 5.1. Машинно инженерство,
област на висше образование 5. Технически науки

1. Актуалност и значимост на разработвания научен проблем

В дисертационния труд „Повишаване на достоверността на оценката на техническото състояние на авиационните средства за поразяване в процеса им на удължаване на срока им на годност” е изследван актуален научно-приложен проблем – обосноваване на подходи за повишаване на достоверността на

оценката на техническото състояние на авиационните средства за поразяване (АСП) в процеса на удължаване на срока на годност на АСП.

За решаване на проблема е поставена **цел**: повишаване достоверността на оценката на техническото състояние на АСП в процеса им на удължаването на срока им на годност, посредством използване на съвременни подходи и методи.

За постигането на тази цел авторът е решил следните **задачи**:

1. Извършване на сравнителен анализ на международните и националните практики и подходи при оценка на техническото състояние на боеприпаси, като се дефинират основни насоки за повишаване на достоверността;

2. Формулиране на нов подход за оценка на техническото състояние на АСП при удължаване срока им на годност;

3. Анализиране на факторите и процесите влияещи върху годността на АСП на въоръжение във Военновъздушните сили (ВВС) и определяне на подходящите за използване методи за оценка на техническото им състояние;

4. Експериментално прилагане на формулирания подход с използването на нови и перспективни методи за оценка на техническото състояние на АСП, с оценка адекватността и приложимостта им към вече използваните такива.

В дисертационния труд са направени следните **допускания**:

1. Материалите и елементите от състава на разглежданите АСП са коректно представени на базата на съществуващата техническа документация;

2. Наличната информация в специализираната литература е достоверна.

В дисертационния труд са направени следните **ограничения**:

1. Изследвана е единствено фаза „Експлоатация” от жизнения цикъл на отбранителните продукти АСП;

2. Изследвани са само АСП на въоръжение и в разположение на ВВС;

3. Изследването е насочено само към авиационни управляеми ракети (АУР) „въздух-въздух“, най-сложни и критични АСП за боеспособността на ВВС, като получените резултати се мултиплицират за останалите типове АСП;

4. В дисертационния труд не са публикувани данни или резултати, които представляват класифицирана информация;

5. Подходите за повишаване на достоверността на оценката на техническото състояние на АСП в процеса на удължаване на срока им на годност е ограничен от научната специалност на дисертационния труд, като не се разглеждат съпровождащите административни процеси.

2. Обща характеристика и структура на дисертационния труд

Дисертационният труд е разработен с увод, 3 глави, с общ обем 160 стр.: основен текст 132 стр., приложения 28 стр., 34 фигури, 44 таблици. Литературната справка обхваща общо 146 литературни източника, от които 22 на кирилица и 124 на латиница. Справката включва познатите ми основни източници по изследвания проблем.

Дисертационният труд съдържа следните глави: 1. Анализ на съществуващите практики, подходи и методи за мониторинг на техническото състояние на боеприпасите; 2. Подход при удължаване срока на годност на авиационни средства за поразяване; 3. Резултати от прилагането на разработения подход за удължаване на срока на годност на авиационни средства за поразяване. Трудът завършва с общи изводи, заключение, научно-приложни и приложни приноси и приложения.

В първа глава е направен анализ на съществуващите практики за мониторинг годността на боеприпаси в НАТО и на национално ниво, както и приложими съществуващи стандартизирани, валидирани и верифицирани подходи и методи за определяне на остатъчния срок на годност. Анализът показва, че в НАТО има изградена стройна система за мониторинг на техническото състояние и безопасността на боеприпасите. България изостава с прилагането на стандартизиращите документи на НАТО в областта на боеприпасите, а нормативната база на национално ниво е морално остаряла или липсва. В перспективата на придобиване на нови АСП е необходимо използването на нормативната база на НАТО, като концептуален и технически нормативен фундамент за бъдещата система за контрол и оценка на годността

на боеприпасите в БА и в частност във ВВС. Съществуват достатъчен брой стандартизирани, валидирани и верифицирани подходи и методи за определяне на остатъчния срок на годност, но за извършване на качествена оценка на техническото състояние на АСП при минимални разходи, е необходимо те да се прилагат за всеки специфичен боеприпас поотделно. Авторът дефинира следните направления за повишаване на достоверността на оценката на техническото състояние на АСП в процеса на удължаване на срока им на годност:

1. Въвеждане на подход за оценка на техническо състояние на АСП с използване на ускорено състаряване на опитните образците;
2. Въвеждане на нови методи за изпитване, даващи по-пълна и точна информация за състоянието на АСП;
3. Прецизиране на начина на определяне на представителните извадки за изпитвания.

Във **втора глава** е представен подход за удължаване на срока на годност на АСП, като са анализирани факторите и процесите влияещи върху годността и безопасността на АСП при тяхната експлоатация. На базата на сравнителен анализ, прогнозираните механизми на деградационните процеси са транспонирани върху прогнозата за очакваните откази. Формулираният подход представя обоснован и приложим ред за работа. При анализиране на факторите и процесите влияещи върху годността на АСП на въоръжение във ВВС, като критични елементи са дефинирани зарядите на барутно-ракетния двигател, пиротехническите състави и електронните елементи. В изследването авторът взема в предвид при определяне на представителните извадки, че при АСП от една партида има групи от боеприпаси, експлоатирани при различни профили на средата и следователно достигали до различия в техническото състояние и надеждността си. Затова докторантът предлага да се спазват следните принципи: прецизиране степента на достатъчност и възможната реализация на изпитванията; отказът от въздействащата температура да се представи чрез уравнението на Арениус; приложимият подход за определяне на методите за

изпитване е използването на експертна група, извършваща декомпозиране на боеприпаса, определяне на степента на критичност на системите и елементите на АСП, резултатите от стареене/отказ и възможния ефект от тях върху годността и безопасността на боеприпаса.

В **трета глава** са представени резултати от опитното прилагане на представения във втора глава подход с използването на национално ниво на нови методи за изпитване, както и оценка тяхната приложимост и адекватност. Представени са резултати от изследванията със съответните анализ, изводи и препоръки за бъдещо развитие. Авторът доказва, че подходът с използване на ускорено състаряване на опитните образци за оценка на техническото състояние на АУР, намиращи се на въоръжение във ВВС е приложим в процеса на удължаване срока им на годност. Използването на стандарт БДС ISO 2859-1, с прилагането на принципите за балансираност и диференциация на изпитваните образци от една партида (сборна партида) в различни групи в зависимост от профила на средата позволява успешно прецизиране на начина на определяне на представителните извадки за изпитвания. При анализа на получените резултати, различните видове и типове методи за изпитване на компоненти от АУР на въоръжение във ВВС могат да се разделят на три групи, според степента на тяхната приложност:

1. Приложими методи за изпитване, с достоверни и носещи необходимата информация резултати - такива методи са балистичен, изпитвания 1А и 1С STANAG 4581, Shore A и DMA.

2. Приложими и перспективни методи за изпитване, при които е необходимо допълнително натрупване на информация за удостоверяване истинността на резултатите - такива методи са изпитвания 1В и 1D от STANAG 4581 и инфрачервената спектроскопия.

3. Неприложими методи за изпитване, не носещи необходимата пълноценна информация. Такива методи са изпитване на химическа стабилност по манометричен метод за смесово гориво и диференциално сканираща калометрия (DSC).

В заключение са представени основните изводи и резултатите на настоящата работа, приложения с практически резултати.

Извършените в дисертационния труд анализи и изследвания са отворени за допълнителни изследвания на проблема за повишаване достоверността на оценката на техническото състояние на АСП в процеса им на удължаването на срока им на годност.

Избраният от докторанта подход осигурява постигането на поставените пред дисертационния труд цел и задачи.

Постигнатите резултати в дисертационния труд се явяват теоретична новост, допълнена с експериментален и фактологически материал, с възможност за допълнителни изследвания с мултиплициране на подхода за друг вид боеприпаси. 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

Приемам приносите в дисертационния труд, както са формулирани в автореферата. В частност, по общоприетата терминология и съгласно дисертационния труд и автореферата, като негова съществена част, приносите на автора могат да се обособят по следния начин: *нови методи на изследване, обосноваване на нова хипотеза, нови схеми на изследване, получаване на нови и потвърдителни факти*, които в частност са следните:

1. *Въвеждане на подход за оценка на техническо състояние на АСП с използване на ускорено състаряване на опитните образци.* Докторантът доказва, че изкуственото състаряване на образците при използването на зависимостта на енергията на активиране на отказа от постоянна въздействащата температурата от 60°C, представена чрез уравнението на Арениус и отчитайки особеностите, отразени в АОР-46, дава най-точна оценка на техническото състояние на образците. Експерименталните резултати

показват приложността на подхода, но и необходимостта от допълнително натрупване на информация за удостоверяване истинността на някои от резултатите. От съществено значение е изводът, че за боеприпасите, чиито срок е няколкократно удължаван, е целесъобразно при извършено изкуствено състаряване на критичните елементи от състава на боеприпаса и положителни резултати от последвалите изпитвания, удълженият срок на годност да е по-кратък период от този на симулирания с изкуствено състаряване. В периода на удължен срок на годност е важно назначаването на периодични базисни изпитвания носещи достоверна моментна информация. Този подход е използван при удължаването срока на АУР и покрива добрите практики за мониторинг техническото състояние на боеприпаси S3 в НАТО.

2. Въвеждане на нови и постоянно развитие на използваните методи за изпитване, даващи по-пълна и точна информация за състоянието на АСП. В предложеният от докторанта подход за удължаване срока на годност на АУР успешно се използва комбинацията от базисни и предвиждащи методи за изпитване, като при предвиждащите се използва за първи път ускореното състаряване, а при базисните се доказва значението от натрупване на статистическа информация, за да бъдат контролирани тенденциите на изменение. Приложимият подход за избор на методите за изпитване се определя от експертна група, извършваща декомпозиране на боеприпаса, определяне на степента на критичност на елемента/системата, резултатите от стареене/отказ и възможния ефект от тях върху годността и безопасността на боеприпаса. В зависимост от получените резултати, докторантът класифицира три групи методи:

- доказано приложими методи за изпитване, с достоверни и носещи необходимата информация резултати - стационарно наземно балистично изпитване, физико-химични изпитвания 1A и 1C от STANAG 4581, механични изпитвания Shore A съгласно Standard D2240 и особено DMA съгласно STANAG 4540, като са постигнати по-добри резултат при използването на честотата от 5Hz вместо указаната такава от 1 Hz за DMA в STANAG 4540;

- приложими методи за изпитване, при които е необходимо допълнително натрупване на информация за удостоверяване истинността на резултатите - STANAG 4581, изпитвания 1B и 1D и инфрачервената спектроскопия;

- неприложими методи за изпитване, не носещи необходимата пълноценна информация - химическа стабилност по манометричен метод за смесово гориво и DSC. Установено е, че манометричен метод е неприложим за смесово гориво, а именно чрез него през годините е изследван този тип гориво и резултатите са използвани за удължаване срока му на годност.

3. Прецизиране на начина за определяне на представителните извадки за изпитвания. В хода на изследването се доказва приложимостта на стандарт БДС ISO 2859-1 с използването на принципите за балансираност и диференциация на изпитваните образци от една партида, сборна партида, в различни групи, в зависимост от профила на средата. Тези принципи са използвани в процеса на удължаване на годността на АУР, което съществено намалява възможността от неправилно определяне на образците за изпитване и се повишава достоверността на получените резултати. В резултат са осигурени технически изправни, притежаващи достатъчно ресурс АУР.

Авторът на дисертационния труд претендира за следните приноси:

3.1. Научно-приложни приноси

3.1.1. Многокритериален подход за използване на методите за оценка на техническото състояние на АУР, базиран на иновативни методи за оценка и контрол;

3.1.2. Верифицирани и валидирани методи за оценка на техническото състояние на елементи от АУР, за сметка на използваните до този момент;

3.1.3 Научнообоснован подход за систематизиране на информацията при оценка на техническото състояние на АСП.

3.2. Приложни приноси

3.2.1. Резултати от анализ на съществуващите практики, подходи и методи за мониторинг на техническото състояние на боеприпасите.

3.2.2. Нови данни за балистични, физико-химични и механични характеристики на барутно-ракетни двигатели на смесево гориво.

3.2.3. Методики за оценка на техническото състояние с апробирани резултати от дисертационния труд

3.2.3.1. Методика за изпитване 30АПБР.0000.01.М (30АПБР.0000.02.М), 2015, Удължаване на срока на служба на 30 mm авиационен патрон с бронебойно-разривен снаряд за оръдия ГШ-30-1 и ГШ-30-2.

3.2.3.2. Методика за изпитване 30АПБТ.0000.01.М, 2015, Удължаване на срока на служба на 30 mm авиационен патрон с бронебойно-трасиращ снаряд за оръдия ГШ-30-1 и ГШ-30-2”.

3.2.3.3. Методика за изпитване 30АОФ3.0000.01.М, 2015, Удължаване на срока на служба на 30 mm авиационен патрон с осколочно-фугасен запалителен снаряд за оръдия ГШ-30-1 и ГШ-30-2.

3.2.3.4. Методика за изпитване ПТУР.9М114.М02, 2016, Удължаване на срока на служба на противотанкови управляеми ракети, изделие 9М114.

3.2.3.5. Методика за изпитване АУР.62МК.72.470-1.М04, 2020, Удължаване на срока на служба на авиационни управляеми ракети, изделия 62МК, 72 и 470-1.

3.2.3.6. Методика за изпитване АУР.62МК.72.М05, 2020, Удължаване на срока на служба на авиационни управляеми ракети, изделия 62МК и 72.

3.2.3.7. Методика за изпитване ППЛ.ППЛ-Т.0000.02.М, 2021, Пиропатрони ППЛ и ППЛ-Т.

4. Оценка на научните резултати в изследователската работа

В резултат от рецензирането на дисертационния труд мога да потвърдя, че авторът задълбочено познава състоянието на проблема и творчески е подходил при разработването и решаването му. По същество авторът стриктно се е придържал към основната схема на научното изследване – цел, хипотеза, формулиране на задачите, описание на функционалните зависимости между основните параметри и проверка за адекватност на получените резултати.

При разработването на дисертационния труд докторантът извършва експерименталните изследвания и изпитвания, които са част от процеса по удължаване срока на годност на АУР за близък маневрен бой на ВВС. В процеса на удължаването се използва експериментално представения в настоящия труд подход, при което за първи път се прилагат успешно стандартизиращи документи на НАТО в областта, като AOP-46, STANAG 4581, STANAG 4540 и Standard D2240 и се извършва удължаване на годността на АУР, при достигане на по-високо ниво на достоверност.

Стриктно осъществените подходи за решаване на научно-приложния проблем и възможността за практическото му приложение характеризират докторанта като добре осведомен специалист, творчески оценяваща нивото на развитие и постиженията в научната област на динамиката, балистиката и управлението на полета на летателните апарати, и като научен работник, способен да формулира и решава научно-приложни задачи.

При разработването на дисертационния труд авторът е използвал: системен подход, сравнителен и статистически анализ, синтез и систематизиране, използване на общоприети програмни продукти, лабораторни методи и методики, методи и средства за полигонни балистични изпитвания.

Използваният език в дисертационния труд е точен, ясен и без излишни обстоятелствени пояснения, материалът е лесен за осмисляне и възприемане.

5. Оценка на публикациите по дисертацията и авторството

По тематиката на дисертационния труд докторантът е представил 6 публикации, 5 самостоятелни, 1 в съавторство. Публикациите са на български и английски език, едната е на международна научна конференция в България.

Докторантът е автор на 2 методически пособия за нуждите на ВВС.

Участвал е в 1 ведомствен научноизследователски проект.

6. Литературна осведоменост и компетентност на докторанта

При разработката на дисертационния труд докторантът е използвал 146 литературни източника. От тях 22 са на кирилица, 124 са на английски език.. Докторантът познава техническата литература в областта на изследването.

Препратките към литературните източници в основния текст на дисертацията са коректни.

7. Оценка на автореферата

Авторефератът е с обем от 82 страници и е разработен съгласно изискванията. Същият отразява основните проблеми и пътищата за тяхното решаване, набелязани в началото на дисертационния труд. Авторефератът дава необходимата представа за научните и научно-приложните приноси в дисертацията.

8. Критични бележки

Налице са някои слабости и пропуски:

8.1. Научно-приложните и приложните приноси в дисертационния труд са представени накратко, като за сравнение общите изводи, заключението и приложенията съдържат допълнително приноси в неявен вид.

8.2. Някои важни изводи имат вид на констатации без коментар до какво довеждат тези резултати, което е в ущърб на рекламата на дисертационния труд.

8.3. В дисертационния труд и автореферата са допуснати правописни грешки.

Посочените пропуски не понижават постиженията в дисертационният труд и ценните резултати, получени в него.

9. Лични впечатления за докторанта

Познавам лично майор инж. Дилян Нанков Неделчев от съвместната ни работа в МО. Имам високо мнение за професионалните му качества. Определям като основно неговото участие в разработването на нормативни документи по удължаване на срока на годност на АСП.

10. Заключение

Представеният за рецензиране дисертационен труд представлява задълбочен и завършен труд върху актуална за развитието на докторската програма тема, с постигнати интересни научно-приложни и приложни приноси

за науката, и доказва, че докторантът има знания, умения и възможности да разработва важни въпроси от теорията и практиката на АСП.

11. Оценка на дисертационния труд

Положителната оценка при анализа на дисертационния труд и личния принос на автора за постигнатите резултати ми дава основание да направя заключението, че представеният дисертационен труд „Повишаване на достоверността на оценката на техническото състояние на авиационните средства за поразяване в процеса им на удължаване на срока им на годност” напълно съответства на изискванията за научно-приложно изследване за дисертации за образователна и научна степен “Доктор”, предявени в ЗРАС РБ и ГП към ЗРАС РБ.

Във връзка с това препоръчвам на членовете на уважаемото Научно жури да гласуват с “ДА” за присъждане на майор инж. Дилян Нанков Неделчев образователната и научна степен “Доктор” по докторска програма „Динамика, балистика и управление на полета на летателните апарати”, професионално направление 5.1. “Машинно инженерство”, област на висше образование 5. „Технически науки“.

09 Ноември 2021 г

гр. София,

Рецензент:

Проф., д.т.н., инж.

ХРИСТО ХРИСТОВ