

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U000513

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 12-02-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гульцов Павло Семенович

2. Pavlo Gultsov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5083-380X

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 151

Назва наукової спеціальності: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Галузь / галузі знань: автоматизація та приладобудування

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Дата захисту: 02-09-2024

Спеціальність за освітою: Публічне управління та адміністрування

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 5755

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 43861328

**Місцезнаходження:** пр. Шевченка, буд. 1, Одеса, 65044, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 43861328

**Місцезнаходження:** пр. Шевченка, буд. 1, Одеса, 65044, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 50.47

**Тема дисертації:**

1. Автоматизоване керування станами об'єктів, що рухаються вільною траєкторією під час динамічних збурень
2. Automated state control of objects moving along a free trajectory during dynamic disturbances

**Реферат:**

1. Дисертаційна робота присвячена визначенню оптимального часу бойового застосування артилерійської гармати під час тривалих динамічних збурень способом удосконалення імітаційних моделей та методів автоматизованого керування станами для забезпечення мінімальних втрат артилерійських снарядів і збереження боєздатності гармати. У першому розділі «Способи визначення станів артилерійської гармати під час динамічних збурень» одержано такі результати. – Мінімізація часу на прийняття рішень і подальша їх реалізація системою керування є основним критерієм бойового застосування артилерії. Результати дослідження станів гармати та її пострілів продемонстрували, що у польових умовах удосконалення роботи зброї уможлиблюється лише шляхом урахування збурень, що впливають на наявні фізичні поля. – Показано, що для подальшого успіху виконання бойового завдання необхідно провести удосконалення методу і моделі ефективного автоматизованого керування бойовою роботою артилерійським підрозділом під час ураження цілі за умови зміни вогневої позиції для забезпечення найменшої втрати боєздатності та мінімального часу

руху артилерійського снаряда вільною траєкторією на максимальну дальність. Обґрунтовано важливість розробки методу і моделі параболічної апроксимації визначення координати зіткнення артилерійського снаряда з поверхнею на основі реєстрації балістичної хвилі, утвореної артилерійським снарядом, що летить траєкторією, розподіленою у просторовому відношенні системою акустичних сенсорів, способом упровадження комп'ютерної системи автоматизації. – Обґрунтовано структуру дослідження і поставлено завдання, яке полягає у визначенні оптимального часу виконання бойової задачі артилерійською гарматою під час тривалих динамічних збурень засобом удосконалення імітаційних моделей та методів керування станами гармати для забезпечення мінімальної втрати її боєздатності. У другому розділі «Моделювання утворення дульного викиду як діагностичної ознаки стану пострілу» одержано такі результати: – Визначено причину неможливості опису явища утворення сажі у використанні наявних моделей процесів внутрішньої балістики. На прикладі запропонованої моделі розроблено алгоритм вирішення задачі внутрішньої балістики з можливістю визначення температури порохових газів по довжині ствола в різні моменти часу на базі рівноважної моделі та при різному положенні артилерійського снаряда у стволі. – На основі аналізу умов, за яких відбувається розширення порохових газів під час артилерійського пострілу, проведено моделювання розподілу температури порохових газів у порожнині ствола між зарядною коморою і рухомим снарядом засобом одновимірної задачі із застосуванням методу кінцево-різницевого елементів. – Розроблено імітаційну модель одновимірної задачі розподіленого утворення порохових газів, зокрема сажі, під час їх розширення в стані пострілу артилерійської гармати, що дало можливість розробити метод визначення зміни їх температури по довжині ствола з встановленням межової кількості сажі методом кінцево-різницевого елементів. У третьому розділі «Удосконалення методу й моделі керування бойовим застосуванням артилерійської установки» для автоматизованого керування станами гармат під час динамічних збурень виконано таке: – Удосконалено узагальнений кількісний критерій оцінки ефективності стрільби артилерійського підрозділу під час автоматизованого керування за наявності випадкових збурень пострілів, що діють на систему контролю. – Розроблено стохастичну модель ефективності послідовної стрільби артилерійського підрозділу на базі Марківського моделювання. – Розроблено модель керування бойового застосування артилерійської установки, що реалізує завдання знищення цілі заданою кількістю снарядів за умови зміни вогневої позиції для зменшення ймовірності її вогневого ураження артилерійською установкою ворожої сторони. – Розроблено метод пошуку рішення про стан виконання бойового застосування артилерійською установкою атакуючої сторони по запропонованій моделі. У четвертому розділі «Метод параболічної апроксимації визначення координати зіткнення артилерійського снаряда з поверхнею» досягнута мета дисертаційного дослідження, а саме: – Розроблено та досліджено модель та метод верифікації артилерійського пострілу з випадковими збуреннями. Розроблений метод дає можливість провести верифікацію пострілу ще до приземлення снаряда та його розриву. – Проведено обчислювальний імітаційний експеримент, який продемонстрував, що розроблений метод дозволяє суттєво обмежити час вогневої реалізації артилерійської системи та зменшити витрати снарядів у компенсації динамічних збурень порівняно з традиційним пристрілом. – Вперше запропоновано метод відстеження артилерійського снаряду під час дії на нього динамічних збурень на основі реєстрації балістичної та дульної хвилі на відстані, що утворюються за дальністю польоту снаряда.

2. The dissertation is devoted to determining the optimal time of artillery gun combat use during lasting dynamic disturbances by improving simulation models and methods of automated state control to ensure minimal artillery shells losses and preserve the gun's combat efficiency. In the first chapter "Methods of determining the states of an artillery gun during dynamic disturbances" results were as follows: – Minimizing the decision-making time and further execution by the control system is the main criterion for artillery combat use. The results of the conditions study of the gun and its shots showed that in field conditions, improving the weapon's operation is possible only by considering disturbances affecting the existing physical fields. – It is shown that further combat task success requires an improvement of the method and model of effective automated control of artillery unit combat work during the target engagement under condition of changing the firing position to ensure least loss of combat capability and minimum time of artillery projectile movement along a free trajectory to the maximum range. The

importance of developing a method and model of parabolic approximation for determining the collision coordinates of an artillery projectile with a surface based on the registration of a ballistic wave formed by an artillery projectile flying along a trajectory spatially distributed by a system of acoustic sensors, as a method of implementing a computer automation system, is substantiated. – The research structure is substantiated, and the task is set, which lies in determining the optimal time for combat task execution by an artillery gun during lasting dynamic disturbances using improving simulation models and methods of controlling the gun states to ensure minimal loss of its combat capability. The following results were gained in the second chapter "Modelling of the formation of muzzle discharge as a diagnostic sign of the state of the shot": – The reason for the impossibility of describing the phenomenon of soot formation using existing models of internal ballistics processes was determined. On example of the proposed model, an algorithm for solving the problem of internal ballistics was developed with possibility of determining the powder gases temperature along the barrel length at different moments based on the equilibrium model and varying artillery projectile positions in the barrel. – Based on analysis of conditions where powder gases expand during artillery fire, the temperature distribution of powder gases in the barrel cavity between charging chamber and moving projectile was modeled using a one-dimensional problem using the method of finite-difference elements. – A simulation model of the one-dimensional problem of distributed formation of powder gases, in particular soot, during their expansion in the state of an artillery gun shot was developed, which allowed to develop a method for determining the change in their temperature along the barrel length with the establishment of the limit amount of soot by the method of finite-difference elements. In the third chapter "Improving the method and model of controlling the combat mission of an artillery installation" for the automated control of the gun's states during dynamic disturbances, the following is done: – The generalized quantitative criterion for evaluating the artillery unit firing efficiency during automated control in the presence of random disturbances of shots acting on the control system was improved. – A stochastic effectiveness model of sequential artillery unit firing based on Markov modeling was developed. – A control model for the combat use of an artillery installation was developed, which implements the task of destroying a target with a given shells number, subject to a change in firing position to reduce probability of its fire damage by an enemy artillery installation. – A method of finding a solution on the state of execution of combat use by attacking side's artillery installation based on the proposed model was developed. In the fourth chapter "The method of parabolic approximation for determining the coordinates of the collision of an artillery projectile with the surface" the goal of dissertation was achieved, namely: – A model and method for verification of an artillery shot with random disturbances was developed and investigated. Developed method allows to verify shot before the projectile lands and breaks. – A computing simulation experiment was conducted, which showed that the developed method allows to notably limit the time of artillery system fire implementation and reduce the cost of projectiles in compensation for dynamic disturbances compared to traditional firing. – A method of artillery projectile tracking during the effect of dynamic disturbances on it was firstly proposed based on registration of ballistic and muzzle waves at a distance formed by the projectile flight range.

**Державний реєстраційний номер ДіР:** № ДР 0122U200907

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Національна безпека і оборона

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

**Публікації:**

- Development of the model and the method for determining the influence of the temperature of gunpowder gases in the gun barrel for explaining visualize of free carbon at shot, Brunetkin O. Maksymov M. Brunetkin V. Maksymov O. Dobrynin Y. Kuzmenko V. Gultsov P.. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.

2021. 4/1 (112). P. 41–53. Indexed in SCOPUS, DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239150

- Boltенков V, Brunetkin O, Maksymova O, Kuzmenko V, Gultsov P, Demydenko V., Soloviova O. Devising a method for improving the efficiency of artillery shooting based on the Markov model. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol 6. № 3 (114). P. 6–7. Indexed in SCOPUS, doi.org/10.15587/1729-4061.2021.245854
- Maksymov M.V., Boltенков V. O., Gultsov P. S., Maksymov O. M. Verification of artillery fire under the influence of random disturbances for the computer game ARMA 3. Applied Aspects of Information Technology. 2023. Vol.6. No.4: p. 362–375. DOI: <https://doi.org/10.15276/aait.06.2023.24>. (Реєстр наукових фахових видань України, категорія «Б»)
- Maksymova O.B., Boltенков V.O., Maksymov M. V., Gultsov P.S. Maksymov O.M. Development and Optimization of Simulation Models and Methods for Controlling Virtual Artillery Units in Game Scenarios. Herald of Advanced Information Technology. 2023. Vol.6. No.4. p. 320–337. DOI: <https://doi.org/10.15276/hait.06.2023.21>. (Реєстр наукових фахових видань України, категорія «Б»)
- Maksymova O., Boltенков V., Gultsov P., Maksymov O. Improvement of the model and method of artillery installation target damage control with minimal combat capability loss. Proceedings of Odessa Polytechnic University. Issue 2(68). Dec. 2023. P. 98–115. DOI: <https://doi.org/10.15276/opu.2.68.2023.1>

**Наукова (науково-технічна) продукція:** технології

**Соціально-економічна спрямованість:** підвищення автоматизації виробничих процесів

**Охоронні документи на ОПВ:**

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Спосіб визначення координати зустрічі артилерійського снаряда з поверхнею: патент України на винахід, № 127193; заявл. 28.04.21 ; опубл. 31.05.2023. Бюл. №22. Спосіб визначення енергетичної ефективності артилерійської гармати: пат. України на винахід, № 155822., заявл. 05.04.21 ; опубл. 24.04.24. Бюл. № 17.

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:**

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Максимов Максим Віталійович
2. Maksym Maksymov

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-3292-3112

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 43861328

**Місцезнаходження:** пр. Шевченка, буд. 1, Одеса, 65044, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

### Офіційні опоненти

#### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Боряк Костянтин Федорович
2. Kostyantyn F. Boryak

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 20.02.14

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-4226-0102

#### Додаткова інформація:

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут Військово-Морських Сил Національного університету "Одеська морська академія"

**Код за ЄДРПОУ:** 26614030

**Місцезнаходження:** вул. Дідріхсона, буд. 8, Одеса, 65029, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

#### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Нікул Станіслав Олексійович
2. Stanislav Nicool

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.13.22

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-4768-0448

#### Додаткова інформація:

**Повне найменування юридичної особи:** Військовий інститут Одеського національного політехнічного університету

**Код за ЄДРПОУ:** 24983020

**Місцезнаходження:** Фонтанська дорога, буд. 10, Одеса, 65009, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство оборони України

**Ідентифікатор ROR:**

#### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Іванченко Олег Васильович
2. Oleg Ivanchenko

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.13.06

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5921-5757

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070743

**Місцезнаходження:** проспект Дмитра Яворницького, буд. 19, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Кіркопуло Катерина Григорівна

2. Kateryna Kirkopulo

**Кваліфікація:** д.філософ, доц., 151

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-5570-5989

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Одеська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 43861328

**Місцезнаходження:** пр. Шевченка, буд. 1, Одеса, 65044, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**VIII. Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Тонконогий Володимир Михайлович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Тонконогий Володимир Михайлович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Гульцов Павло Семенович

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна