

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента Кіркопуло Катерини Григорівни
на науковий рівень дисертації і наукових публікацій
здобувача Демиденка Володимира Едуардовича

«Імітаційна модель пострілу гармати та методи верифікації його життєвого
циклу в комп'ютерно-інтегрованій системі управління», яку подано до захисту на
здобуття ступеня доктора філософії з
галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування», за спеціальністю
151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Новизни представлених теоретичних та експериментальних результатів дослідження.

Наукова новизна теоретичних та експериментальних результатів дослідження представлено в опублікованих наукових періодичних виданнях, а саме:

1. Brunetkin, O., Maksymov, M., Dobrynin, Y., Demydenko, V., Sidelnikov, O. Development of a process model for determining the composition and energy characteristics of a pyrotechnic mixture using the library method. EUREKA: Physics and Engineering. 2024. №5, P.99-112. Indexed in SCOPUS, <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2024.003453>

2. Boltenev 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.

3. Brunetkin O., Beglov K., Brunetkin V. Maksymov O., Maksymova O., Havaliukh O., Demydenko V. Construction of a method for representing an approximation model of an object as a set of linear differential models. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. Vol 6 №2(108). P. 66–73. Indexed in SCOPUS, DOI: 10.15587/1729-4061.2020.220326

4. Demydenko V.E., Retsenko S.S., Maksimov M.M. The method of determining three acoustic sensors for registering the ballistic wave of an artillery shot. Electrical and computer systems. 2024. No. 41(117). pp. 43-52. <https://doi.org/10.15276/eltecs.41.117.2024.5>

5. Butenko O.V., Maksymov M.V., Demydenko V.E., Brunetkin O.I. A method of finding a solution to a complex problem of interpretation for solving the inverse problem of determining the composition of fuel. Ship power plants. Scientific and technical collection. Odesa. 2019. No. 39. P. 30–42. http://seu.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2020/09/2019_39.pdf

6. Maksimov M.V., Demydenko V.E., Butenko O.V., Brunetkin O.I. Model of pyrolysis of organic substances of variable composition. Integrated technologies and energy saving. 2020. No. 3. P. 12-24. DOI: 10.20998/2078-5364.2020.3.02

7. Demydenko V.E., Maksymov M.V., Boltenev V.O. Combat operations model of a single self-propelled artillery system for the computer game ARMA 3. Applied Aspects of Information Technology. 2024. Vol. 7, No. 3: 207–218. DOI:<https://doi.org/10.15276/aait.07.2024.14>.

8. Maksymov O., Toshev O., Demydenko V., & Maksymov M. Simulation modeling of artillery operations in computer games: approach based on Markov processes.

Technology Audit and Production Reserves. 2024. №5/2(79). P. 23-28.
<https://journals.uran.ua/tarp/article/view/312873>

9. The method of determining the energy efficiency of an artillery gun: patent of Ukraine for invention. No. 128164; statement 04.05.21; published 04.24.24, Bul. No. 17.

10. The method of determining the coordinates of the meeting of the artillery projectile with the surface: patent of Ukraine No. 127193; statement 20.11.20; published 31.05.2023. Bul. No. 22.

11. Demydenko V.E., Maksimov M.V., Boltyonkov V.O. Automatic classification of artillery barrels by level of wear based on acoustic signatures of shots. Problems of Emergency Situations: Materials of the International Scientific and Practical Conference. – Kharkiv: National University of Civil Defense of Ukraine. 2021. P. 35-36.

12. Butenko A.V., Demydenko V.E., Maksimov M.M., Maksimova O.B. Development of a method for determining the target function of power plant optimization. Modern scientific challenges and trends: a collection of scientific works of the International scientific conference., Warsaw, Poland, 20th October, 2018. Warsaw. 2018. Issue. 9. P.128-133.

13. Butenko A.V., Demydenko V.E., Brunetkin A.I. The method of identifying the composition of gaseous fuel. Modern trends in the development of science: materials of the II international scientific and practical conference, March 17–18, 2018 (part II). Kyiv. MNCD. P. 39-40.

14. Butenko O.V., Demydenko V.E., Brunetkin O.I. The method of identifying the composition of gaseous fuel. Prospective directions of scientific thought: materials of the international scientific and practical conference, April 18, 2018. Volume 5. Ternopil. GO "European Scientific Platform", pp. 63-69.

15. Butenko O.V., Demydenko V.E., Bondarenko V.V., Brunetkin O.I. Model and method of determining consumption of combustion products of gases of natural and artificial origin. Measuring and computing technology in technological processes (MCTTP_18_2018): materials of the XVIII international scientific and technical conference, June 8–13, 2018, Odesa (Zatoka). P. 56-59.

16. A.V. Butenko, V.E. Demydenko, A.I. Brunetkin. Development of a method of modeling technical systems. Science: discovery and progress: Collection of articles of the III International Scientific Conference. Czech Republic, Karlovy Vary, 2018. P. 17-25.

17. Butenko A.V., Demidenko V.E., Maksymova O.B. Development of the control system data ware and software for a heat supply variable structure system. Prospects for the development of technical sciences in EU countries and Ukraine: a collection scientific works of the International scientific and practical conference., Wloclawek, Republic of Poland, December 21-22, 2018. Wloclawek. 2018. P. 67-71.

Опубліковані в межах даного наукового дослідження результати в повній мірі корелюють із фундаментальними науковими положеннями, сформульованими в роботі у контексті заявленої наукової новизни. Вищезгадані доробки охоплюють широкий спектр теоретичних і методологічних аспектів, які є критично важливими для розкриття заявленої тематики. До цих інноваційних положень, що демонструють нові наукові підходи та методи, слід віднести наступне.

Удосконалено метод визначення рівноважного вмісту продуктів горіння порошу постійного складу. Зокрема, у відповідній моделі для газоподібної та конденсованої фаз горіння як спосіб визначення поточної брутто-формули артилерійського порошу використовують їх мольні частки, що утворюються в ємності фіксованого об'єму внаслідок зміни температури порохових газів, що утворились як результат спалювання порцій порошу змінної маси в інертній атмосфері. Це унеможливило догорання утворених порохових газів при негативному кисневому балансі порохової суміші, що дозволило провести верифікацію складу артилерійських порохових зарядів в будь-якому стані для заповнення бібліотеки засобом чисел–згорток, що складають компонент моделювання зворотного зв'язку в ланцюгу станів життєвого циклу артилерійського пострілу.

Виявлено доцільність подальшого удосконалення імітаційної моделі пострілу та методу ефективного керування станами бойової роботи причіпної артилерійської гармати за умов зовнішніх динамічних збурень, що залежать від часу здійснення пострілів при зміні вогневої позиції. Таким чином стало можливим визначення терміну виконання бойового завдання окремих самохідних артилерійських систем за умови втрати боєздатності тільки у разі внутрішніх динамічних збурень під час використання запропонованої чотирикомпонентної моделі керування бойовими діями окремої самохідної артилерійської системи без зміни вогневої позиції, що дозволило провести верифікацію ланки траєкторії в ланцюгу станів життєвого циклу артилерійського пострілу.

Вперше запропоновано метод пошуку трьох вимірювачів серед існуючої множини, розташованих по лінії стрільби, для найбільш ефективного відслідковування артилерійського пострілу, що дало можливість верифікації ланки точки зустрічі снаряда з поверхнею в ланцюгу станів життєвого циклу артилерійського пострілу на основі параболічної апроксимації характеристик траєкторії, по якій рухається снаряд, що забезпечило КІСУ гарматою сенсорною системою для компенсації випадкових збурень, які діють на снаряд при пострілі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі Демиденка Володимира Едуардовича, є винятково високим. Це зумовлено детальним аналізом широкого кола літературних джерел, ретельним вивченням сучасних методів дослідження та зіставленням отриманих результатів із напрацюваннями інших науковців. Крім того, розроблені автором моделі керування процесом ураження цілі артилерійським підрозділом виявляються надзвичайно актуальними в нинішніх умовах, оскільки вони гармонійно поєднують мету й завдання дослідження. Використання провідних методів моделювання, доповнених найновішими науковими підходами, дає змогу отримувати вагомі результати, що підтверджують високу якість сформульованих висновків і рекомендацій. Застосування таких методів також робить вагомий внесок у підвищення ефективності військового керування та загальний розвиток відповідних наукових галузей.

По-перше, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, викладених у дисертаційній роботі Демиденка Володимира Едуардовича, була підтверджена застосуванням комплексного набору методів дослідження. Для проведення та обґрунтування дисертаційного дослідження використовувалися різні методологічні підходи. Наприклад, енергетичний баланс застосовували для створення одновимірної моделі пострілу, що дозволило детально аналізувати енергетичні аспекти процесу та оптимізувати параметри моделі для більш точного відображення реальних умов. Визначення складу НЦП через брутто-формулу допомогло виявити силу пороху залежно від його хімічного складу, що сприяло точнішому прогнозуванню характеристик вибуху та забезпечило надійні основи для подальшого моделювання. Метод бібліотеки використовували для отримання точних значень ентальпії порохових газів, що є критичним параметром для моделювання термодинамічних процесів під час пострілу. Це сприяло глибшому розумінню енергетичних процесів та підвищенню точності моделі.

Методи теорії ймовірностей і математичної статистики застосовувалися для моделювання та оцінювання характеристик системи. Завдяки цим методам було можливим врахувати випадкові фактори, що впливають на процес пострілу, а також забезпечити надійні оцінки параметрів системи на основі отриманих даних. Стохастичне моделювання використовували для розробки ефективного методу керування бойовою роботою гармат. Цей підхід дозволив врахувати невизначеність та варіативність бойових умов, забезпечуючи гнучке та адаптивне управління гарматними підрозділами. Нечітка логіка була необхідною для моделювання придатності сенсорів при реєстрації пострілів, що забезпечило ефективну обробку неточних та неповних даних і високу точність системи реєстрації пострілів.

Методи регресивного аналізу застосовувалися для виявлення залежностей між різними параметрами системи та прогнозування їх поведінки під впливом змінних факторів. Це сприяло ідентифікації ключових чинників, що впливають на ефективність пострілу. Обчислювальні методи лінійної алгебри використовувалися для розробки засобів верифікації параметрів стану життєвого циклу пострілу в Комплексній Інформаційно-Системній Установці (КИСУ) гарматою. Завдяки цим методам було можливим створити точні та ефективні алгоритми для аналізу та верифікації даних, що забезпечило високу точність та надійність системи.

Застосування зазначених методів дослідження дозволило забезпечити високий рівень обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, представлених у дисертаційній роботі. Комплексний підхід до методології дослідження сприяв отриманню достовірних та обґрунтованих результатів, що підтверджують ефективність розроблених моделей та методів керування бойовою роботою артилерійських підрозділів у складних умовах.

По-друге, доведено, що ступінь обґрунтованості наукових положень відповідає роботі ОНП 3-го рівня спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Тема та мета дисертаційної роботи узгоджуються з ціллю освітньо-наукової програми ОНП 3-го рівня спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». А саме, забезпечення розвитку науково-педагогічних компетентностей майбутніх докторів філософії для проведення власного наукового дослідження та захисту дисертації за спеціальністю «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Наукові результати дисертаційної роботи відповідають програмним предметним, фаховим і інноваційним компетентностям ОНП 3-го рівня спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»:

СК1. Здатність проводити моделювання об'єктів та систем керування.

СК2. Здатність проводити оцінку якості функціонування автоматизованих систем керування.

СК3. Знання та глибоке розуміння предметної області, розуміння професійної та наукової діяльності.

СК4. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з автоматизації, комп'ютерних технологій, приладобудування та суміжних галузей.

СК5. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англійських наукових текстів за напрямом досліджень.

СК6. Здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

СК7. Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті, дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

СК8. Здатність розробляти, впроваджувати і супроводжувати проекти з урахуванням всіх аспектів проблеми, яка вирішується, включаючи проектування, виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.

СК9. Володіти знаннями щодо принципів, методів та способів зі створення алгоритмів та програмного забезпечення для приладів автоматизованих систем.

СК10. Володіння методами та підходами до параметричного та структурного управління обладнанням в теплоенергетичних установках.

СК11. Здатність проводити ідентифікацію та контроль параметрів об'єктів керування.

СК12. Здатність розробляти регулятори і алгоритми програмного та слідкуючого керування рухом для електромеханічних систем автоматизації.

СК13. Здатність моделювати та досліджувати за допомогою сучасних програмних та апаратних засобів процеси в електромеханічних системах автоматизації.

СК14. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електромеханічних об'єктів та систем керування.

СК15. Володіння методами розробки, діагностування та забезпечення надійності електромеханічних систем автоматизації.

СК16. Здатність проектувати різноманітні вироби, автоматизовані системи та технологічні процеси з використанням засобів автоматизації проектування та досвіду розробки конкурентоспроможних виробів

СК17. Здатність розробляти, застосовувати та удосконалювати математичні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань проектування.

СК18. Здатність застосовувати, інтегрувати та аналізувати знання і розуміння з інших інженерних дисциплін.

СК19. Здатність проводити алгоритмізацію завдань проектування та розробляти програми та програмні додатки для виконання завдань автоматизованого проектування з застосуванням сучасних мов програмування.

СК20. Здатність розробляти інформаційне та програмне забезпечення автоматизованих систем керування та проектування.

СК21. Розуміння теоретичних засад, які лежать в основі методів досліджень комп'ютерних технологій та інформаційних систем.

СК22. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та достатні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

СК23. Системний науковий світогляд та загальнокультурний кругозір.

По-третє, ступінь обґрунтованості наукових положень доведено:

- аналізом методів і способів верифікації ланок ланцюга станів «заряд – зарядна камера – ствол – траєкторія – ціль» життєвого циклу окремого артилерійського пострілу та постановки завдань дослідження;

- пошуком методу верифікації складу піротехнічної суміші методом бібліотеки на основі удосконалення моделі рівноважної термодеструкції за температурою суміші інертного та порохових газів;

- удосконаленням методів і моделей автоматизованого керування бойовою роботою причіпних артилерійських установок у разі використання стохастичних процесів, на основі яких розроблено моделі бойової роботи окремих самохідних артилерійських систем для забезпечення верифікації ефективного пострілу;

- розробкою моделі і методу пошуку трьох вимірювачів серед існуючої множини по лінії стрільби, які б забезпечили найбільш ефективну реєстрацію балістичної і дульної хвилі для побудови системи верифікації пострілів.

По дисертаційній роботі є наступні зауваження:

1. На стор. 26 представлено мету дослідження. Додатково потребує пояснення як досягнення мети щодо підвищення ефективності та зменшення часу виконання бойової роботи КІСУ шляхом удосконалення імітаційної моделі пострілу та методів верифікації ланок ланцюга станів життєвого циклу кожного артилерійського пострілу впливає на оперативну готовність та бойову спроможність артилерійських підрозділів, а також які конкретні переваги це надає артилеристам у швидкому реагуванні на різні збурення в умовах бойових дій?

2. На стор. 103-104 представлено результати верифікації складу та енергетичної характеристики НЦ пороху. Потребує пояснення, як удосконалена методика визначення рівноважного вмісту продуктів горіння сприяє підвищенню точності та надійності моделювання складу артилерійських порохових зарядів у різноманітних експлуатаційних умовах, та які конкретні переваги це надає артилеристам у плануванні та проведенні пострілів?

3. На стор. 140 представлено результати моделювання гармат. Як виявлена доцільність подальшого удосконалення імітаційної моделі пострілу та методу ефективного керування станами бойової роботи причіпної артилерійської гармати впливає на оптимізацію визначення терміну виконання бойового завдання самохідних артилерійських систем у змінних умовах зовнішніх динамічних збурень, та які конкретні переваги це надає артилеристам у плануванні та здійсненні оперативних пострілів?

4. Для практичного використання науково досягнення четвертого розділу потребує додаткового пояснення чому в запропонованому методі пошуку саме трьох вимірювачів, розташованих по лінії стрільби, виявлено найбільш ефективним для відслідковування траєкторії артилерійського пострілу, і які переваги надає така конфігурація порівняно з використанням більшої кількості сенсорів у забезпеченні точності визначення точки зустрічі снаряда з поверхнею?

Наведені зауваження ніяким чином не знижують високий науковий рівень роботи та її наукову і практичну цінність.

Рівень виконання поставленого наукового завдання.

Високий рівень поставленого наукового завдання, який полягав у підвищенні ефективності та зменшення часу виконання бойової роботи КІСУ практичними стрільбами гарматою при виникненні різних збурень засобом удосконалення імітаційної моделі пострілу і методів верифікації ланок ланцюга станів життєвого циклу кожного артилерійського пострілу, що утворюють зворотний зв'язок.

Повнотою викладення результатів досліджень в наукових публікаціях за темою дисертації.

Наукові результати дисертації, викладені у публікаціях у повній мірі відображають основні результати дослідження. Результати наукових досліджень представлено в 8 друкованих працях у спеціалізованих наукових виданнях (з них 2 патента України на винахід), рекомендованих МОН України, а також 7 тезах міжнародних конференцій.

Кількість публікацій за темою дисертаційної роботи та часовий інтервал, на якому вони публікувалися, достатньо великі. В них повно відображені наукові положення дисертації. При оприлюдненні наукових результатів було дотримано вимоги «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», згідно Постанови КМУ №44 від 12.01.2022, із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ України № 341 від 21.03.2022, Постановою КМ України № 502 від 19.05.2023, та Постановою КМ України № 507 від 03.05.2024.

Відсутністю порушення академічної доброчесності.

Одним з об'єктивних елементів доказу відсутності порушення академічної доброчесності автором є публікації Демиденка Володимира Едуардовича в рецензованих журналах, які перевіряють подані публікації на відсутність запозичень. Крім того Демиденко В.Е. дотримано вимоги академічної доброчесності, що підтверджується протоколом програми StrikePlagiarism від 08.11.2024 року, який опрацьовано фахівцями кафедри Програмних і комп'ютерно інтегрованих технологій та членами групи забезпечення підготовки докторів філософії по ОНП за спеціальні-

стю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», які зробили висновок, що дисертаційна робота відповідає нормам академічної доброчесності. В цілому при підготовці рецензії в тексті дисертації не було знайдено порушення академічної доброчесності.

Значимістю отриманих результатів для практичного використання.

На підставі дисертаційного дослідження моделі, методи і способи дали можливість КІСУ гарматою впроваджувати для кожного пострілу ефективний життєвий цикл, якщо на ціль спрямовано заплановану дію згідно з прийнятим критерієм.

Практичні положення дисертаційного дослідження впроваджено в Національному університеті «Одеська політехніка» при підготовці бакалаврів та магістрів за напрямом «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» в Інституті штучного інтелекту та робототехніки (ІШІР) на кафедрі «Програмних і комп'ютерно-інтегрованих технологій» при викладанні наступних дисциплін: Автоматизація виробничих процесів; Моделювання процесів і систем; Сучасні системи керування; Оптимальні та адаптивні системи управління.

Зв'язком проведених здобувачем досліджень з планами, затверджених Міністерством освіти і науки України, які виконано:

в Інституті військово-морських сил Національного університету «Одеська морська академія» на 2020 рік, і є складником д/б НДР (реєстр. № 0120ZS002970, шифр «Рапан-Б»);

в Національному університеті «Одеська політехніка»; за темою «Підвищення ефективності АСК спеціального призначення за рахунок моделювання нелінійних високоенергетичних динамічних процесів», (№ ДР 0122U200907).

Результатом перемоги на національному конкурсі МО ЗСУ «Кращий винахід 2023 року» у Сухопутних і Десантно-штурмових військах патент України на винахід № 127193. «Спосіб визначення координати зустрічі артилерійського снаряда з поверхнею».

Оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.

Автор дисертаційної роботи, Демиденко Володимир Едуардович, за темою «Імітаційна модель пострілу гармати та методи верифікації його життєвого циклу в комп'ютерно-інтегрованій системі управління» оволодів методологією наукової діяльності, яка відповідає ОНП 3-го рівня спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», що доведено отриманими науковими результатами які викладено в науковій новизні. Методологія наукового дослідження, яку застосовано при розв'язанні мети роботи узгоджуються з ціллю освітньо-наукової програми ОНП 3-го рівня спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Забезпечення розвитку науково-педагогічних компетентностей майбутніх докторів філософії для проведення власного наукового дослідження та захисту дисертації за спеціальністю, оволодіння методологією наукової і викладацької роботи у наукових і вищих навчальних закладах шляхом розвитку системного мислення і особистісного творчого потенціалу, з метою набуття здатності розв'язувати комплексні проблеми в галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування». Отримані наукові результати дисертаційної роботи відповідають програмним предметним, фаховим і інноваційним компетентностям ОНП 3-го рівня спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Висновок

Все перелічене дає підстави стверджувати, що дисертаційна робота Демиденка Володимира Едуардовича «Імітаційна модель пострілу гармати та методи верифікації його життєвого циклу в комп'ютерно-інтегрованій системі управління» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому отримані нові науково обґрунтовані результати в певній галузі науки, що в сукупності вирішують важливу наукову задачу.

Науковий рівень дисертаційної роботи та наукових публікацій здобувача відповідають вимогам п.п. 5–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», згідно з Постановою КМ України №44 від 12.01.2022, зі змінами, внесеними відповідно до Постанови КМ України № 341 від 21.03.2022, Постановою КМ України № 502 від 19.05.2023, та Постановою КМ України № 507 від 03.05.2024, оскільки наведені в роботі науково обґрунтовані результати у сукупності вирішують актуальну наукову задачу, що визначає підвищення ефективності та зменшення часу виконання бойової роботи КІСУ практичними стрільбами гарматою при виникненні різних збурень засобом удосконалення імітаційної моделі пострілу і методів верифікації ланок ланцюга станів життєвого циклу кожного артилерійського пострілу, які утворюють зворотний зв'язок.

Вважаю, що автор дисертації «Імітаційна модель пострілу гармати та методи верифікації його життєвого циклу в комп'ютерно-інтегрованій системі управління» Демиденко Володимир Едуардович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування».

Офіційний рецензент

доктор філософії за спеціальністю 151
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології», доцент, доцент кафедри інформаційних
технологій проєктування та дизайну,
Національний університет «Одеська політехніка»

Катерина КІРКОПУЛО