

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001135

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 21-04-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Скрипка Михайло Юрійович

2. Mykhailo Y. Skrypka

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0006-7142-5569

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 171

Назва наукової спеціальності: Електроніка

Галузь / галузі знань: електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Електроніка

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: Інформаційні технології проектування

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 13061

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

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

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 29.27.43, 29.03.77, 47.29.29

**Тема дисертації:**

1. Комплексна модель електронної оптики технологічних гармат високовольтного тліючого розряду
2. Comprehensive Model of Electron Optics of Technological Guns of High-Voltage Glow Discharge

**Реферат:**

1. Скрипка М.Ю. Комплексна модель електронної оптики технологічних гармат високовольтного тліючого розряду – Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 171 Електроніка. НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ, 2026. Мета роботи – створення комплексної чисельної моделі електронних гармат високовольтного тліючого розряду (ВТР), яка узгоджено моделює процеси формування, транспортування та фокусування електронного пучка, забезпечуючи оптимізацію параметрів електродів і режимів розряду для досягнення заданих технологічних характеристик. Актуальність обумовлена широким застосуванням електронно-променевих технологій у зварюванні, нанесенні покриттів, плавленні матеріалів та адитивному виробництві, де необхідне точне керування профілем і фокусуванням електронних пучків. Об'єкт дослідження – процеси формування та транспортування електронного пучка в електронних гарматах ВТР, що працюють у середовищі залишкового газу та формують пучок за участю плазмової межі. Предмет

дослідження — методи узгодження та оптимізації параметрів тліючого розряду (напруги, розподілу потенціалу, тиску газу, геометрії електродів) для отримання пучка із заданими характеристиками. У роботі проаналізовано еволюцію конструктивних рішень електронних гармат — від термоелектронних джерел до плазмових гармат із само-підтримуваним тліючим розрядом, а також розвиток підходів до їх розрахунку: від аналітичних наближень до гібридних моделей, що поєднують розв'язання рівняння Лапласа, кінетичні моделі руху електронів та процедури оптимізації. На цій основі розроблено новий спосіб розрахунку, який полягає у декомпозиції електронної гармати на взаємопов'язані підсистеми: геометрія електродів, плазмова межа, електростатичне поле, кінематика електронів, механізми втрат та критерії оптимізації. Комплексна модель реалізована в середовищі GNU Octave і включає модулі побудови геометрії, розрахунку межі плазми, обчислення потенціалу (задача Лапласа), визначення електричного поля, інтегрування траєкторій електронів та автоматичної оптимізації параметрів. Модель реалізує замкнений обчислювальний цикл: геометрія електродів формує межі для задачі Лапласа в потенціальне поле визначає прискорення електронів в траєкторії формують показники ширини пучка та фокусної зони в отримані значення є критеріями для оптимізації радіуса кривизни катода. Такий підхід забезпечує узгодженість на всіх рівнях моделювання. Основні результати: виконано чисельну оптимізацію радіуса кривизни катода та знайдено конфігурації, що мінімізують ширину пучка. Отримано оптимальні параметри гармати, що забезпечують ширину пучка близько 3 мм за фокусної відстані ~85 мм. Розглянуто коренево-поліноміальні функції (RPF) для інтерполяції граничних траєкторій, показано їх переваги над класичними методами для короткофокусних пучків. Проаналізовано покращену геометрію анода, що забезпечує зменшення втрат електронів і рівномірне поле в зоні прискорення. Верифікація моделі на основі експериментальних даних показала відхилення в межах 10–15%, що підтверджує коректність електростатичної моделі, моделі плазмової межі та початкових умов емісії, а також придатність підходу до інженерних розрахунків. Наукова новизна полягає у розробці методики інтеграції різнорідних моделей в єдиний чисельний інструмент. Вперше показано, що поєднання електростатичної моделі, RPF-апроксимації та параметричної оптимізації забезпечує високу точність розрахунку профілю пучка у гарматах ВТР. Вперше запропоновано механізм автоматичного циклу перерахунку з динамічною зміною геометрії та граничних умов, що забезпечує збіжність до оптимального рішення. Практичне значення — створення інструменту для проектування електронних гармат, налаштування технологічних режимів та верифікації нових конструктивних рішень. Модель може бути інтегрована в системи автоматизованого проектування та розширена для врахування просторового заряду, магнітного фокусування, зіткнень електронів із газом і термоемісії.

2. Skrypka M.Yu. Comprehensive Model of Electron Optics of Technological Guns of High-Voltage Glow Discharge — Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy, specialty 171 Electronics. Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, 2026. The aim of the work is to create a comprehensive numerical model of high-voltage glow discharge (HVGD) electron guns that consistently simulates the processes of electron beam formation, transport, and focusing, providing optimization of electrode parameters and discharge modes to achieve specified technological characteristics. The relevance of the study is driven by the wide application of electron beam technologies in welding, coating deposition, material melting, and additive manufacturing, where precise control of beam profile and focusing is required. The object of research is the processes of electron beam formation and transport in HVGD electron guns operating in a residual gas environment and forming the beam with the participation of a plasma boundary. The subject of research is the methods of coordination and optimization of glow discharge parameters (voltage, potential distribution, gas pressure, electrode geometry) to obtain a beam with specified characteristics. The work analyzes the evolution of electron gun designs — from thermionic sources to plasma guns with a self-sustained glow discharge — as well as the development of calculation approaches: from analytical approximations to hybrid models combining the solution of the Laplace equation, kinetic models of electron motion, and optimization procedures. On this basis, a new calculation method was developed, based on decomposition of the electron gun into interconnected subsystems: electrode geometry, plasma boundary, electrostatic field, electron kinematics, loss mechanisms, and optimization criteria. The comprehensive model is implemented in GNU Octave and includes modules for geometry construction, plasma boundary calculation,

potential computation (Laplace problem), electric field determination, electron trajectory integration, and automatic parameter optimization. The model implements a closed computational cycle: electrode geometry defines boundaries for the Laplace problem  $\square$  the potential field determines electron acceleration  $\square$  trajectories form beam width and focal zone indicators  $\square$  the obtained values serve as criteria for optimizing the cathode curvature radius. This approach ensures consistency across all levels of simulation. Main results: numerical optimization of the cathode curvature radius was performed and configurations minimizing beam width were identified. Optimal gun parameters were obtained, providing a beam width of approximately 3 mm at a focal distance of ~85 mm. Root-polynomial functions (RPF) for boundary trajectory interpolation were examined, demonstrating their advantages over classical methods for short-focus beams. An improved anode geometry was analyzed, providing reduced electron losses and a uniform field in the acceleration zone. Model verification based on experimental data showed deviations within 10–15%, confirming the correctness of the electrostatic model, plasma boundary model, and emission initial conditions, as well as the suitability of the approach for engineering calculations. Scientific novelty lies in the development of a methodology for integrating heterogeneous models into a unified numerical tool. For the first time, it is shown that the combination of an electrostatic model, RPF approximation, and parametric optimization provides high accuracy in calculating the beam profile in HVGD guns. For the first time, a mechanism for an automatic parameter recalculation cycle with dynamic changes in geometry and boundary conditions is proposed, ensuring model convergence to an optimal solution. Practical significance – creation of a tool for electron gun design, technological mode adjustment, and verification of new design solutions. The model can be integrated into computer-aided design systems and extended to account for space charge, magnetic focusing, electron-gas collisions, and thermionic emission.

**Державний реєстраційний номер ДіР:** 0124U001525

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Не застосовується

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

**Публікації:**

- I. Melnyk, S. Tuhai, I. Shved, and M. Yu. Skrypka, “Calculation of geometric dimensions of cold cathode surface in high-voltage glow discharge electron sources,” *Radioelectronics and Communications Systems*, vol. 66, no. 1, pp. 33–42, 2023, doi: 10.3103/S0735272723010028
- I. Melnyk, S. B. Tuhai, D. Kovalchuk, M. Surzhykov, I. Shved, M. Skrypka, and O. Kovalenko, “Evaluation of the thermal regime of the cathode operation of a high-voltage glow discharge electron gun, which forms a ribbon electron beam,” *System Research and Information Technologies*, no. 1, 2024, doi: 10.20535/SRIT.2308-8893.2024.1.08
- I. Melnyk, A. Pochynok, and M. Skrypka, “Comparison of methods for interpolation and extrapolation of boundary trajectories of short-focus electron beams using root-polynomial functions,” *System Research and Information Technologies*, no. 3, 2024, doi: 10.20535/SRIT.2308-8893.2024.3.05
- I. Melnyk, A. Pochynok, and M. Skrypka, “An advanced method of interpolation of short-focus electron beams boundary trajectories using higher-order root-polynomial functions and its comparative study,” *System Research and Information Technologies*, no. 4, pp. 133–153, 2024, doi: 10.20535/SRIT.2308-8893.2024.4.11.
- I. Melnyk, A. Pochynok, and M. Skrypka, “Numerical algorithm for calculation of the vacuum conductivity of a non-linear channel for transporting a short-focus electron beam in the technological equipment,” *System Research and Information Technologies*, no. 1, pp. 53–72, 2025, doi: 10.20535/SRIT.2308-8893.2025.1.05.

- I. V. Melnyk, S. B. Tuhai, M. Y. Skrypka, O. M. Kovalenko, and O. V. Bogdan, "Simulation of propagation of electron beams formed by high-voltage glow discharge electron guns from lower to higher vacuum," *Problems of Atomic Science and Technology*, pp. 107–115, 2025, doi: 10.46813/2025-158-107.
- I. Melnyk, S. Tuhai, M. Skrypka, M. Surzhikov, and O. Kovalenko, "Simulation of focusing a hollow electron beam by the symmetric magnetic lens for industrial application in additive technologies," *East European Journal of Physics*, pp. 607–619, 2025, doi: 10.26565/2312-4334-2025-4-64.
- I. Melnyk, A. V. Pochynok, S. Tuhai, M. Yu. Skrypka, et al., "Theoretical estimates of vacuum conductivity of nonlinear channel of short-focus electron beam transport," *Radioelectronics and Communications Systems*, vol. 67, pp. 51–64, 2024, doi: 10.3103/S0735272724010023
- I. Melnyk, S. Tuhai, O. Kovalenko, and M. Skrypka, "Parameters of ribbon electron beam formed by HVGD guns: Study of plasma boundary position," *Radioelectronics and Communications Systems*, vol. 67, pp. 307–316, 2025, doi: 10.3103/S0735272724020031.
- I. Мельник, С. Тугай, О. Коваленко, і М. Скрипка, «Параметри стрічкового електронного пучка, сформованого гарматами ВТР: дослідження фокальних параметрів», *Вісті вищих навчальних закладів. Радіоелектроніка*, т. 67, 2024, doi: 10.20535/S0021347024040010.
- Melnyk I., Tuhai S., Skrypka M., Pochynok A. and Kovalchuk D. Approximation of the Boundary Trajectory of a Short-Focus Electron Beam using Third-Order Root-Polynomial Functions and Recurrent Matrixes Approach. 2023 International Conference on Information and Digital Technologies (IDT), Zilina, Slovakia, 2023, pp. 133–138. doi: 10.1109/IDT59031.2023.10194399
- I. Melnyk, A. Pochynok, M. Skrypka and I. Shved, "Algorithm for Approximation of the Boundary Trajectory of an Electron Beam by Reference Points Using Root-Polynomial Functions", 2023 IEEE International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo), Kyiv, Ukraine, 2023, pp. 1-7. doi: 10.1109/UkrMiCo61577.2023.10380383
- Melnyk, I., Tuhai, S., Kovalenko, O., Skrypka, M. and Kovalchuk, D.: Simulation of High-Voltage Glow Discharge Electron Guns that Form Profile Electron Beams which are Applied in Additive Manufacturing Technologies. 2024 IEEE 7th International Conference on Smart Technologies in Power Engineering and Electronics (STEE), Kyiv, Ukraine, pp. TT3.01.1-TT3.01.6 doi: 10.1109/STEE63556.2024.10748050
- Melnyk I., Luntovskyy A., Pochynok A., Skrypka M., Tuhai S., Kovalenko O. Using Intelligent Approaches in Algorithms of Interpolation and Extrapolation of Short-Focus Electron Beams Boundary Trajectories by Root-Polynomial Functions. Book of Abstracts of III International Workshops on Reliability Engineering and Computational Intelligence RECI- 2024. P. 26 ISBN: 978-80-554-2140-7
- Melnyk Igor, Skrypka Mykhailo, Pochynok Alina, and Demyanchenko Olga: Novel Computer Software for Interpolation and Approximation of Ravine and Stiff Digital Dependencies Using Root-Polynomial and Root-Fractional-Rational Functions. Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT. Volume 12, Issue 2, P. 99-106. doi: 10.25673/118122
- I. Melnyk, M. Skrypka, A. Pochynok, and O. Demyanchenko, "Advanced Software Package for Estimation Boundary Trajectories of Electron Beams and Other Practical Applications," in Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT, vol. 13, no. 1, 2025, pp. 119–126. doi: 10.25673/119223
- Мельник І.В., Богдан О.В., Тугай С.Б., Коваленко О.М., Скрипка М.Ю. Електронна гармата на основі високовольтного тліючого розряду. Патент України на корисну модель № 159260 від 08.05.2025. Клас Н01J 37/06 (2006.01). Бюлетень № 19 від 07.05.2025

**Наукова (науково-технічна) продукція:** методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

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

**Охоронні документи на ОПВ:**

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Мельник І.В., Богдан О.В., Тугай С.Б., Коваленко О.М., Скрипка М.Ю. Електронна гармата на основі високовольтного тліючого розряду. Патент України на корисну модель № 159260 від 08.05.2025. Клас Н01J 37/06 (2006.01). Бюлетень № 19 від 07.05.2025

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0124U001525

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Мельник Ігор Віталійович

2. Ihor V. Melnyk

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.27.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-0220-0615

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Вінниченко Дмитро Валерійович

2. Dmytro V. Vinnychenko

**Кваліфікація:** к. т. н., с.д., 05.09.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-8894-860X

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут електродинаміки Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417236

**Місцезнаходження:** пр. Берестейський, Київ, 03057, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

## Ідентифікатор ROR:

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Жовтянський Віктор Андрійович
2. Viktor A. Zhovtianskyi

**Кваліфікація:** д.ф.-м.н., професор, 01.04.08

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-9532-423X

### Додаткова інформація:

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут газу Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417035

**Місцезнаходження:** вул. Дегтярівська, Київ, 03113, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

## Ідентифікатор ROR:

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Порицький Павло Віталійович
2. Pavlo V. Porytskyi

**Кваліфікація:** к.ф.-м.н., с.н.с., 01.04.08

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0009-0004-2283-1451

### Додаткова інформація:

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23724640

**Місцезнаходження:** проспект Науки, Київ, 03028, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

## Ідентифікатор ROR:

### Рецензенти

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сидоренко Сергій Борисович
2. Serhii B. Sydorenko

**Кваліфікація:** к. т. н., 05.27.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-3109-2011

### Додаткова інформація:

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## VIII. Заключні відомості

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

Кузьмичев Анатолій Іванович

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

Кузьмичев Анатолій Іванович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Скрипка Михайло Юрійович

**Реєстратор**

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна