

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U003518

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-08-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гапон Наталія Ярославівна

2. Nataliia Hapon

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 171

Назва наукової спеціальності: Електроніка

Галузь / галузі знань: електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Електроніка

Дата захисту: 04-09-2025

Спеціальність за освітою: 172Телекомунікації та радіотехніка

Місце роботи здобувача: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 9968

**Повне найменування юридичної особи:** Харківський національний університет радіоелектроніки

**Код за ЄДРПОУ:** 02071197

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, 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:** Харківський національний університет радіоелектроніки

**Код за ЄДРПОУ:** 02071197

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 47.14.13, 47.45.31, 47.45.03, 47.61.33

**Тема дисертації:**

1. Методи та моделі дефектоскопії філамента виробів 3D друку
2. Methods and Models of Filament Defectoscopy for 3D Printed Products

**Реферат:**

1. Гапон Н.Я. Методи та моделі дефектоскопії філамента виробів 3D друку. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 171 Електроніка. – Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, 2025. Зміст анотації.  
Дисертаційна робота присвячена удосконаленню методів та моделей дефектоскопії філамента виробів 3D друку за рахунок моделей дефектів на базі орієнтованих графів, використання методу теплових чотириполюсників для кількісного визначення параметрів дефектів. Мета дослідження – удосконалення методів і моделей дефектоскопії філамента деталей 3D друку та підвищення споживчих характеристик філамента. Практична значущість результатів досліджень Автором дисертації розроблено методичний апарат та прикладні основи дефектоскопії філамента виробів 3D друку, принципи побудови апаратної реалізації та методики визначення коефіцієнтів передачі та відбиття зразка філамента з дефектами для 3D принтера, також розроблено методику виконання вимірювань. У ТОВ «АСАНАФЛЕКС» результати роботи використовуються в господарській темі «Розробка моделей і методів дефектоскопії філамента для 3D

друку», тема 21-04, номер держреєстрації 0121U110173 (акт впровадження від 20.06.2021 р.). На кафедрі ПЕЕА ХНУРЕ результати роботи впроваджені в навчальний процес, де використовуються під час читання лекцій, проведення практичних та лабораторних робіт. Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

- удосконалено метод Ніколсона-Роса-Вейра, який на відміну від класичного методу враховує дефекти філамента виробів адитивного виробництва, що дозволило підвищити точність і достовірність;
- удосконалено модель врахуванням дефекту у моделі у вигляді орієнтованого графа, в стилі класичного методу Ніколсона-Роса, що відрізняється тим, що раніше дефект не враховувався, а діелектрик вважався ідеалізованим без дефекту, але згідно з запропонованою моделлю дефект теж орієнтований граф поданий як ділянка графа і аналогічний моделі діелектрика в хвилеводі в зменшеному масштабі, завдяки редуції графа топологічним, алгебраїчним та матричним методами отримано аналітичні вирази, які пов'язують елементи матриці розсіювання з електрофізичними параметрами філамента ;
- набув подальшого розвитку метод теплових чотиріполюсників, що, на відміну від відомого, забезпечує додаткове рівняння в системі рівнянь, що дозволяє вирівняти кількість невідомих і рівнянь і отримати однозначне визначення параметрів дефектів;
- удосконалено модель багат шарового філамента для визначення глибини залягання та товщини дефекту, що відрізняється використанням цільової функції нев'язок, прирівнювання похідної якої до нуля дозволяє визначити додаткове рівняння між шуканими змінними, що дає однозначно визначити співвідношення між глибиною залягання, розкриттям дефекту та визначити матеріал дефекту.

2. Hapon N. Ya. Methods and Models of Filament Defectoscopy for 3D Printed Products. – Qualifying scientific work on manuscript rights. Dissertation for obtaining the scientific degree of doctor of Philosophy in specialty 171 "Electronics". – Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, 2024. Annotation content. The dissertation is devoted to the improvement of methods and models of filament defect detection for 3D printing. The purpose of the research is to improve the methods and models of defect detection of the 3D printing filament, to create a technical tool, to increase the accuracy and reliability of the results obtained through the use of methods. The purpose of the study is improvement of methods and models of defect detection of 3D printing filament and improvement of consumer characteristics of the filament. The practical significance of the research results is that: The author of the dissertation developed a methodological apparatus and applied foundations of defectoscopy of filament of 3D printed products, principles of construction of hardware implementation and methods for determining the transmission and reflection coefficients of a filament sample for 3D printing with defects, and also developed a methodology for performing measurements. In "ASANAFLEX" LLC, the results of the work are used in the economic contract topic "Development of models and methods of filament defect detection for 3D printing", topic 21-04, state registration number 0121U110173 (implementation act dated 06.20.2021). At the DOED department of KhNURE, the results of the work are implemented in the educational process, where they are used during lectures, practical and laboratory work. The scientific novelty of the obtained results is that: – the Nicholson-Ross-Weir method has been improved, which, unlike the classical method, takes into account defects in the filament of 3D printed products, which has allowed to increase accuracy and reliability; – the model has been improved by taking into account the defect in the model in the form of a signal flow graph, in the style of the classical Nicholson-Ross method, which differs in that previously the defect was not taken into account, and the dielectric was considered idealized without a defect, but according to the proposed model, the defect is also a signal flow graph presented as a section of the graph and is analogous to the model of a dielectric in a waveguide on a reduced scale, thanks to the reduction of the graph by topological, algebraic and matrix methods, analytical expressions were obtained that connect the elements of the scattering matrix with the electrophysical parameters of the filament; – the thermal quadrupole method has been further developed, which, unlike the known one, provides an additional equation in the system of equations, which allows to equalize the number of unknowns and equations and obtain an unambiguous definition of the parameters of defects; – the model of a multilayer filament for determining the depth of occurrence and thickness of a defect has been improved, which differs in the use of the objective function of the residuals, equating the derivative of which to zero allows to determine an additional equation between the sought variables, which allows to unambiguously determine the relationship between the depth of occurrence, the opening of the defect and to determine the material of the defect.

## **Державний реєстраційний номер ДіР:**

**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:** Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

**Підсумки дослідження:** Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

## **Публікації:**

1. Гапон Н. Я. Орієнтовані графи як математичний апарат опису дефектів філаменту 3D друку / Н. Я. Гапон, О. Б. Зайченко. // *Вісник NTUU KPI Serii A-Radiotekhnika Radioaparatorobuduvannia*. – 2024. – №96. – С. 42–49
2. Хорошайло Ю. Є. Удосконалення спектроскопічного методу визначення коефіцієнта заломлення матеріалу зразка філаменту для 3D друку в терагерцевому діапазоні / Ю. Є. Хорошайло, Н. Я. Зайченко, О. Б. Зайченко. // *Радіотехніка*. – 2022. – №209. – С. 215–225
3. Зайченко О. Б. Багатозондовий мікрохвильовий мультиметр з обробкою сигналів датчиків фільтром Калмана / О. Б. Зайченко, Н. Я. Зайченко. // *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. – 2020. – №3. – С. 145–152.
4. Zaichenko O. B. Systematization of the Formulas of the Resonance Ferrite Isolator Loss / O. B. Zaichenko, N. Y. Zaichenko. // *Радіоелектроника, інформатика управління*. – 2022. – №1. – С. 20–29.

**Наукова (науково-технічна) продукція:** технології; методи, теорії, гіпотези

**Соціально-економічна спрямованість:** поліпшення стану навколишнього середовища

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0121U110173

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Хорошайло Юрій Євгеньєвич
2. Yuri E. Horoshajlo

**Кваліфікація:** к.т.н., доц., 05.11.13

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-4239-4357

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Харківський національний університет радіоелектроніки

**Код за ЄДРПОУ:** 02071197

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, 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. Хомяк Юрій Валентинович
2. Yurii Khomiak

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.11.13

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-6998-8393

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071180

**Місцезнаходження:** вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Логвінов Юрій Федорович
2. Yurii F. Lohvinov

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., с.н.с., 01.04.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-6011-8823

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 03534593

**Місцезнаходження:** вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

### **Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Одаренко Євген Миколайович

2. Yevhen M. Odarenko

**Кваліфікація:** д.ф.-м.н., с.н.с., 01.04.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-7656-0440

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Харківський національний університет радіоелектроніки

**Код за ЄДРПОУ:** 02071197

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Разумов-Фризюк Євгеній Анатолійович

2. Ievgenii A. Razumov-Fryziuk

**Кваліфікація:** к.т.н., доц., 05.27.06

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-7426-3805

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Харківський національний університет радіоелектроніки

**Код за ЄДРПОУ:** 02071197

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

## VIII. Заключні відомості

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

Невлюдов Ігор Шакирович

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

Невлюдов Ігор Шакирович

**Відповідальний за підготовку**  
**облікових документів**

Іванова Олена Олександрівна

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна