

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005230

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 15-09-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Франків Олександр Олександрович

2. Oleksandr Frankiv

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерні науки

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Комп'ютерні науки

Дата захисту: 12-09-2026

Спеціальність за освітою: Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача: Національний університет "Киево-Могилянська академія"

Код за ЄДРПОУ: 16459396

Місцезнаходження: вул. Г. Сковороди, Київ, 04070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: 03wfca816

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16422

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Києво-Могилянська академія"

Код за ЄДРПОУ: 16459396

Місцезнаходження: вул. Г. Сковороди, Київ, 04070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: 03wfca816

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

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Києво-Могилянська академія"

Код за ЄДРПОУ: 16459396

Місцезнаходження: вул. Г. Сковороди, Київ, 04070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: 03wfca816

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 50.41.25, 50.05, 50.05.13

Тема дисертації:

1. Автоматизований аналіз та візуалізація в доповненій реальності архітектури програмних модулів для виявлення антипатернів
2. Automated Analysis and Augmented Reality Visualization of Software Module Architecture for Anti-Pattern Detection

Реферат/анотація:

1. Франків О. О. Автоматизований аналіз та візуалізація в доповненій реальності архітектури програмних модулів для виявлення антипатернів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» (12 — Інформаційні технології). — Національний університет «Києво-Могилянська академія», Київ, 2026. Дисертаційна робота присвячена розв'язанню актуальної науково-прикладної задачі аналізу архітектури програмного забезпечення на основі автоматизованої побудови графової моделі програмного модуля та її подальшої візуалізації. Метою роботи є розроблення підходу, який дозволяє формалізувати структуру програмної системи, аналізувати її архітектуру та виявляти потенційні проблеми проектування виключно на основі вихідного коду без використання додаткової документації, UML-діаграм або ручного опису архітектури. Показано, що більшість наявних засобів автоматизованого аналізу коду зосереджені на виявленні локальних

синтаксичних або семантичних помилок, тоді як аналіз загальної структури системи та взаємодії її компонентів потребує значних ручних зусиль, а результати аналізу подаються у формі, мало придатній для цілісного сприйняття людиною. Традиційні метрики зв'язності, згуртованості та складності не забезпечують достатньої наочності для аналізу складних архітектурних взаємозв'язків. Запропоновано модель архітектури програмного забезпечення у вигляді орієнтованого зваженого графа, вершини якого відповідають типам даних, полям і методам, а ребра — декларативним (належність, наслідування) та поведінковим (виклики методів, використання типів, доступ до полів) залежностям. Ваги ребер відображають інтенсивність взаємодій між компонентами. Модель дозволяє перейти від текстового представлення коду до формалізованої структури, придатної для алгоритмічної обробки, аналізу та візуалізації, і є універсальною для адаптації до різних мов програмування. Описано метод автоматизованої побудови моделі для мови Swift на основі графа символів SymbolKit. Розроблено методи автоматизованого виявлення архітектурних аномалій, пов'язаних із порушенням зв'язності, згуртованості та наявністю циклічних залежностей, на основі статистичного аналізу характеристик графа. Детектор визначає відхилення відносно типових значень конкретної системи, що забезпечує адаптивність без жорстко заданих порогів. Підхід апробовано на реальному Swift-застосунку з підтвердженням виявлених аномалій аналізом вихідного коду. Для візуалізації графової моделі використано силовий алгоритм розміщення, що зменшує когнітивне навантаження під час аналізу складних залежностей. Запропоновано застосування графових нейронних мереж як евристик для формування початкового розміщення вершин, що підвищує швидкість побудови візуалізації без погіршення її читабельності. На вибірці з 44 Swift-проектів підтверджено повну стабілізацію результатів та скорочення часу побудови layout до 58 % для графів середнього розміру. Практичним результатом роботи є програмний комплекс A.D.A.R. (Architecture Displayer in Augmented Reality), реалізований як набір модулів Swift Package Manager із рівнем покриття тестами 95 %, інтегрований в інструментарій розробника через SPM-плагіни та доповнений застосунком-переглядачем з підтримкою багатокористувацьких AR-сесій. Використання просторової візуалізації та доповненої реальності спрощує сприйняття складних залежностей між компонентами на інтуїтивному рівні. Результати можуть застосовуватися для аналізу якості програмного забезпечення, рефакторингу, супроводу програмних систем та у навчальному процесі. Дослідження проводилося в рамках наукових тем кафедри інформатики НаУКМА «Моделі та методи машинного навчання в прикладних задачах» (№ держреєстрації 0123U102430) та «Аналіз великих об'ємів даних в реальному режимі часу» (№ держреєстрації 0118U000647). Ключові слова: архітектура програмного забезпечення, програмне забезпечення, граф залежностей, статичний аналіз, виявлення антипатернів, графова нейронна мережа, доповнена реальність, автоматизована візуалізація архітектури, нейронні мережі, штучний інтелект, обчислювальна складність, діаметр графа, абстрактне синтаксичне дерево, когнітивне навантаження, силовий алгоритм розміщення.

2. Frankiv O. O. Automated Analysis and Augmented Reality Visualization of Software Module Architecture for Anti-Pattern Detection. – Qualification scientific work submitted as a manuscript. PhD thesis to obtain the degree of Doctor of Philosophy in the Programme Subject Area 122 «Computer Science» (12 – Information Technologies). – National University of Kyiv-Mohyla Academy, Kyiv, 2026. The dissertation is devoted to solving the relevant scientific and applied problem of software architecture analysis based on the automated construction of a graph model of a software system and its further visualization. The primary objective of the research is the development of an approach that enables formalization of software structure, architectural analysis, and detection of potential design problems using only source code without requiring additional documentation, UML diagrams, or manually created architectural descriptions. It is shown that most existing automated code analysis tools focus on detecting local syntactic or semantic errors, whereas the analysis of global software structure and component interactions requires substantial manual effort, and analysis results are presented in a form poorly suited for human perception. Traditional metrics of coupling, cohesion, and complexity do not provide sufficient clarity for analyzing complex architectural relationships. An approach to representing software architecture as a directed weighted graph is proposed, in which vertices correspond to data types, properties, and methods, while edges represent declarative (ownership, inheritance) and behavioral (method invocations, type usage, field access)

dependencies. Edge weights reflect the intensity of interactions between components. The model transforms the textual representation of source code into a formalized structure suitable for algorithmic processing, analysis, and visualization, and is sufficiently generic to be adapted to different programming languages. An automated model construction method for Swift based on the SymbolKit compiler symbol graph is described. Methods for automated detection of architectural anomalies related to high coupling, low cohesion, and cyclic dependencies are developed based on statistical analysis of dependency graph characteristics. The detector identifies deviations relative to the typical values within a specific system, ensuring adaptability without hard-coded thresholds. The approach is validated on a real Swift application, with detected anomalies confirmed through source code analysis. A force-directed layout algorithm is used for graph model visualization, reducing cognitive load during the analysis of complex dependencies. A graph neural network is proposed as a heuristic for generating initial node placement, which improves visualization performance while preserving readability and aesthetic quality. On a dataset of 44 Swift projects, complete stabilization of results is confirmed along with layout construction time reduction of up to 58% for medium-sized graphs. The practical result of the dissertation is the A.D.A.R. (Architecture Displayer in Augmented Reality) software system, implemented as a set of Swift Package Manager modules with 95% test coverage, integrated into the developer toolchain through SPM plugins, and complemented by an AR viewer application with multi-user session support. The use of spatial visualization and augmented reality technologies simplifies perception of complex relationships between software components at an intuitive level. The results can be applied to software quality analysis, refactoring, maintenance support, and in education. The research was conducted within the scientific topics of the Department of Computer Science of the National University of Kyiv-Mohyla Academy: "Models and Methods of Machine Learning in Applied Problems" (State Registration No. 0123U102430) and "Analysis of Large Data Volumes in Real Time" (State Registration No. 0118U000647). Keywords: software architecture, software, dependency graph, static analysis, anti-pattern detection, graph convolutional network, augmented reality, automated architecture visualization, neural networks, artificial intelligence, computational complexity, graph diameter, abstract syntax tree, cognitive load, force-directed layout.

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: Не застосовується

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Frankiv, O. (2023). Використання доповненої реальності для візуалізації архітектур програмних модулів. Наукові записки НаУКМА. Комп'ютерні науки, 5, 26–30.
- Франків, О., Глибовець, М. (2024). Автоматизована візуалізація компонентів архітектури програми для мови Swift. Кібернетика та системний аналіз, 190–198.
- Франків, О. (2025). Машинне навчання в покращенні візуалізації просторової моделі архітектури програми. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Фізико-математичні науки, 80(1), 164–173.
- Франків, О. О. (2025). Автоматизоване виявлення вад архітектури програмного модуля з використанням графової моделі візуалізації. Наукові записки НаУКМА. Комп'ютерні науки, 8, 167–173.
- Франків, О. О. (2024). Візуалізація архітектур програмних модулів для виявлення вад проектування. У В. Є. Снитюк (Ред.), Когнітивні дослідження: результати, виклики та перспективи: матеріали Першої всеукраїнської наукової конференції (24 травня 2024 р., Київ, Україна) (с. 321–324). Видавництво «Каравела».

- Франків, О. О. (2024). Машинне навчання для візуалізації моделей архітектур програм на мобільних пристроях. У М. М. Глибовець & Т. В. Панченко (Ред.), Теоретичні та прикладні аспекти побудови програмних систем: праці 15 міжнародної науково-практичної конференції (23–24 грудня 2024 р., Київ, Україна) (с. 54–56). Видавництво НаУКМА.
- Франків, О. О. (2025). Вдосконалення візуалізації моделей архітектур програм для зменшення когнітивного навантаження користувача. У М. М. Глибовець & Т. В. Панченко (Ред.), Теоретичні та прикладні аспекти побудови програмних систем: праці 16 міжнародної науково-практичної конференції (24–25 листопада 2025 р., Київ, Україна) (с. 58–60). Видавництво НаУКМА.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0118U000647 0123U102430

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Глибовець Микола Миколайович

2. Mykola Hlybovets

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.05.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0005-6942-8026

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Кієво-Могилянська академія"

Код за ЄДРПОУ: 16459396

Місцезнаходження: вул. Г. Сковороди, Київ, 04070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: 03wfca816

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Жолткевич Григорій Миколайович

2. Grygoriy Zholtkevych

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7515-2143

Додаткова інформація:**Повне найменування юридичної особи:** Львівський національний університет імені Івана Франка**Код за ЄДРПОУ:** 02070987**Місцезнаходження:** вул. Університетська, Львів, 79000, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Погорілий Сергій Дем'янович

2. Sergiy Pogorilyy

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.05**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-6497-5056**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Київський національний університет імені Тараса Шевченка**Код за ЄДРПОУ:** 02070944**Місцезнаходження:** вул. Володимирська, Київ, 01033, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Гулаєва Наталія Михайлівна

2. Nataliya Gulayeva

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доц., 01.05.03**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-4588-0702**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Киево-Могилянська академія"**Код за ЄДРПОУ:** 16459396**Місцезнаходження:** вул. Г. Сковороди, Київ, 04070, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:** 03wfca816

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Олецкий Олексій Віталійович

2. Oleksiy Oletsky

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0553-5915

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Кієво-Могилянська академія"

Код за ЄДРПОУ: 16459396

Місцезнаходження: вул. Г. Сковороди, Київ, 04070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: 03wfca816

VIII. Заключні відомості

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

Олійник Богдана Віталіївна

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

Олійник Богдана Віталіївна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Басенко Олена Едуардівна

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна