# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0825U002712

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 04-07-2025

**Статус:** Запланована

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Войтишин Володимир Володимирович

2. Volodymyr V. Voityshyn

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-7889-2593

**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:**

**Спеціальність за освітою:** 122 Комп'ютерні науки

**Місце роботи здобувача:** Національний університет "Львівська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071010

**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, 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 9661

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

**Код за ЄДРПОУ:** 02071010

**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, 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 "Львівська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071010

**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 20.54.04

**Тема дисертації:**

1. Інформаційна технологія оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення

2. Information technology of software development projects estimation

**Реферат:**

1. Дисертаційне дослідження присвячене розробленню методів оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення, що застосовні на етапах аналізу та проєктування життєвого циклу проєкту, а також розробленню інформаційної технології, яка забезпечує використання цих методів на практиці. Розроблені методи та інформаційна технологія сприятимуть підвищенню якості оцінок проєктів з розробки програмного забезпечення, дадуть змогу скоротити час, необхідний для підготовки цих оцінок, створять умови для накопичення даних про проєкти та їх оцінки, а також забезпечать опрацювання слабоструктурованого бізнес-процесу оцінювання із застосуванням методів процес-майнингу. У першому розділі «Аналіз існуючих методів оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення» конкретизовано поняття оцінки та переліку її складових, а також надано визначення точності та надійності оцінки. Зроблений огляд існуючих методів оцінювання базується на їх класифікації на чотири категорії, кожна з яких відповідає етапу їх виникнення та комплементарна ключовим тенденціям у сфері розробки програмного забезпечення: «класичні» методи (50-80-ті роки, процедурне програмування та водоспадна модель життєвого циклу),

«класичні» методи другого покоління (кінець 80-х та початок 2000-х років, об'єктно-орієнтоване програмування та спіральна модель життєвого циклу), agile-методи оцінювання (починаючи з кінця 90-х років і до сьогодні) та методи із застосуванням машинного навчання та штучного інтелекту (починаючи з першої половини 2000-х років та до сьогодні). Зроблено огляд методів процес-майнингу, призначених для побудови схем таких бізнес-процесів. Проведене дослідження виявило ряд недоліків існуючих методів оцінювання, які суттєво ускладнюють, а часто навіть унеможливлюють їх застосування в сучасних комерційних проєктах. Для усунення виявлених недоліків сформульовано наукову задачу розробити методи оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення та інформаційну технологію, що забезпечує застосування цих методів на практиці. У другому розділі «Розроблення методів оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення» висвітлені основні наукові результати дисертаційної роботи. В цьому розділі описаний вперше розроблений метод поетапного оцінювання, застосовний на етапах аналізу та проєктування, який передбачає підготовку попередньої, проміжної та детальної оцінок, кожна наступна з яких є точнішою та детальнішою завдяки поглибленню розуміння вимог до проєкту. Як доповнення до методу поетапного оцінювання, вперше розроблено метод підтримки прийняття рішень щодо складу команди та графіку реалізації проєкту, який базується на розв'язанні задач цілочисельного програмування з наступним застосуванням методу аналізу ієрархій для ранжування отриманих альтернатив. Розроблено метод побудови розкладу реалізації елементів оцінювання, який є подальшим розвитком методу List Scheduling. Розклад реалізації елементів оцінювання, побудований із застосуванням розробленого методу, базується на балансуванні нормалізованої оцінки розробки змісту проєктних робіт та нормалізованої спроможності розробки проєктної команди. У третьому розділі «Оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення як слабоструктурований бізнес-процес» оцінювання розглядається з точки зору його практичного застосування в організації, що на постійній основі займається розробкою програмного забезпечення для власних потреб або на замовлення. Розроблено концептуальну схему бізнес-процесу оцінювання, яка відображає основні активності, рекомендовану послідовність їх виконання, а також ключові відповідальності виконавців. Також розроблено метод побудови актуальної схеми бізнес-процесу оцінювання, який є подальшим розвитком методу процесмайнингу Fuzzy Miner. Розроблений метод відрізняється від існуючого аналогу можливістю враховувати еволюцію схеми слабоструктурованого бізнес-процесу, а також здатністю опрацьовувати потоки даних. У третьому розділі роботи також описана архітектура та реалізація прототипу модуля програмного забезпечення інформаційної технології, що призначений для моніторингу виконання бізнес-процесу оцінювання, застосовуючи підходи до опрацювання потоків даних та розроблений метод процес-майнингу побудови схеми слабоструктурованого бізнес-процесу. У четвертому розділі «Аналіз вимог, проєктування архітектури та оцінювання інформаційної технології» представлено інформаційну технологію, що реалізує методи, розроблені в рамках цієї дисертаційної роботи. Реалізовано прототип інформаційної технології із застосуванням технологій швидкої розробки Microsoft Power Platform. Відштовхуючись від результатів попереднього оцінювання та нефункційних вимог до інформаційної технології, обґрунтовано вибір сценарію реалізації її повнофункційної версії. Враховуючи сучасні потреби бізнесу, а також тенденцій у сфері розробки програмного забезпечення, окреслено пріоритетні напрямки розвитку цієї інформаційної технології.

2. The dissertation research is devoted to creation of the estimation methods applicable on the analysis and design phases of the software development life cycle as well as implementation of the information technology aimed at application of the created estimation methods in practice. The estimation methods and the information technology are supposed to improve the quality of the estimates, reduce efforts required for the estimate preparation, accumulate project historical data as well as ensure handling of the software development projects estimation as a semi-structured business process applying process mining methods. In the first chapter, “Analysis of the Existing Software Development Project Estimation Methods", the term “Software development project estimate” is clarified, and estimate ingredients are defined. Also, the terms estimate accuracy, reliability, precision, and trueness are explained. Analysis of the existing estimation methods is based on the grouping by the four categories corresponding to the time of the method creation and the main trends in the software development

industry: the “classical” methods (the 1950s-1980s, procedural programming and the Waterfall Model of the software development life cycle), the “classical” methods of the second generation (from the late1980s till the beginning of the 2000s, object-oriented programming and the Spiral Model of software development life cycle), the agile estimation methods (from the late 1990s till nowadays), the estimation methods based on machine learning and artificial intelligence (from the early 2000s till nowadays). An overview of process mining methods aimed at building a scheme of such business processes is provided in Chapter 1. The research carried out has shown downsides of the existing estimation methods that make their practical use difficult or even hardly possible. In order to eliminate the revealed gaps, it is stated a scientific task to advance new estimation methods as well as develop an information technology aiming at implementation of the created methods in practice. In the second chapter, “Advancing Methods for Estimating Software Development Projects”, the main scientific results are represented. The method is applicable in the analysis and design stages. It prescribes preparation of the three subsequent estimates: preliminary, intermediate, and precise. The accuracy and level of detail of these estimates increases along with elaboration of project requirements. In addition to the multi-stage estimation method, the method of decision support on a team composition and a project implementation schedule has been first developed. The method is based on solving integer programming problems with the following application of the analytic hierarchy process to rank the alternatives. The method of building estimable items implementation schedule is a further development of the existing List Scheduling method. The method builds an implementation schedule that balances the normalized development estimates on the one hand and the normalized development capacity of a project team on the other. The third chapter, “Software Development Project Estimation as a Semistructured Business Process”, is devoted to the implementation of estimation as a business process functioning within an organization that does software development regular basis either for own needs or as a vendor for its clients. A method of semi-structured business process schema building has been developed. Being a further development of the process mining method called “Fuzzy Miner”, the method differs from its predecessor in the abilities to handle concept drifts and processing of event data streams. An architecture design and a prototype implementation of a software module with the purpose of monitoring actual execution of the estimation business process are described in the third chapter. The module includes event data streams processing and the developed method of building a schema for a semi-structured business process. In the fourth chapter, “Requirements Analysis, Architecture Desing, and Estimation of the Information Technology”, it is demonstrated application of the developed methods to estimation of the information technology. The developed method of decision support on the project schedule and team composition as well as the method of building estimable items implementation schedule have also been applied. A prototype version of the information technology was implemented with a low-code technology—Microsoft Power Platform. Based on business needs and current software development trends, further evolutionary steps of the information technology have been outlined.

### Державний реєстраційний номер ДіР:

### Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

### Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

### Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

### Публікації:


- A. Batyuk and V. Voityshyn, "Process Mining: Applied Discipline and Software Implementations," KPI Science News, no. 5, pp. 22-36, Nov. 2018. doi: 10.20535/1810-0546.2018.5.146178
- A. Batyuk and V. Voityshyn, “Distributed software system with web interface for automated business process discovery,” Bulletin of Lviv Polytechnic National University: Information Systems and Networks, vol. 5, pp. 70-77, Jun. 2019. doi: 10.23939/sisn2019.01.070

- В. Теслюк, А. Батюк, В. Войтишин, “Метод побудови нормалізованого розкладу реалізації задач проєкту з розробки програмного забезпечення для scrum-команди без диференціації спеціалізацій,” Український журнал інформаційних технологій, Т. 6, № 2, С. 11–19, 2024, doi: 10.23939/ujit2024.02.011
- V. Teslyuk, A. Batyuk, and V. Voityshyn, “Method of Software Development Project Duration Estimation for Scrum Teams with Differentiated Specializations,” Systems, vol. 123, no. 10, pp. 1–19, Aug. 2022, doi: 10.3390/systems10040123
- V. Teslyuk, A. Batyuk, and V. Voityshyn, “Preliminary Estimation for Software Development Projects Empowered with a Method of Recommending Optimal Duration and Team Composition,” Appl. Syst. Innov., vol. 7, no. 3, pp. 1-21, Apr. 2024, doi: 10.3390/asi7030034
- A. Batyuk and V. Voityshyn, "Streaming Process Discovery for Lambda Architecture-based Process Monitoring Platform," in 2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2018), Lviv, Ukraine, Sep. 2018, pp. 298-301. doi: 10.1109/STC-CSIT.2018.8526592
- V. Teslyuk, A. Batyuk and V. Voityshyn, "Method of Recommending a Scrum Team Composition for Intermediate Estimation of Software Development Projects," in 2022 IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT’2022), Nov. 2022, pp. 373-376, doi: 10.1109/CSIT56902.2022.10000432

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

**Соціально-економічна спрямованість:** забезпечення промисловості чи населення новим видом інформаційно-комунікаційних послуг

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0117U004450; 0123U101688; 0124U000822

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

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Теслюк Василь Миколайович
2. Vasyl M. Teslyuk

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

**Ідентифікатор ORCID ID:** /0000-0002-5974-931

**Додаткова інформація:** 24315132000

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

**Код за ЄДРПОУ:** 02071010

**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, 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. Приходько Сергій Борисович

2. Sergiy B. Prykhodko

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 01.05.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-2325-018X

**Додаткова інформація:** 55225622100

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

**Код за ЄДРПОУ:** 02066753

**Місцезнаходження:** проспект Героїв України, буд. 9, Миколаїв, Миколаївський р-н., 54007, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Тригуба Анатолій Миколайович

2. Anatoliy M. Tryhuba

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.13.22

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-8014-5661

**Додаткова інформація:** https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205225539; https://scholar.google.com/citations?user=i1rMXiMAAAAJ; https://www.webofscience.com/wos/author/record/2418092

**Повне найменування юридичної особи:** Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького

**Код за ЄДРПОУ:** 00492990

**Місцезнаходження:** вул. Пекарська, буд. 50, Львів, 79010, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### Рецензенти

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Яковина Віталій Степанович

2. Vitaliy S. Yakovyna

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 01.05.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-0133-8591

**Додаткова інформація:** 6602569305

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

**Код за ЄДРПОУ:** 02071010

**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Цмоць Іван Григорович

2. Ivan G. Tsmots

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.13.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-4033-8618

**Додаткова інформація:** 24484154400

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

**Код за ЄДРПОУ:** 02071010

**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

## VIII. Заключні відомості

| | |
|---|---|
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** | Цмоць Іван Григорович |
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** | Цмоць Іван Григорович |
| **Відповідальний за підготовку облікових документів** | Віктор Михайлович Хавалко |
| **Реєстратор** | УкрІНТЕІ |

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

Юрченко Тетяна Анатоліївна