

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ПРОГРАМНОЇ  
ІНЖЕНЕРІЇ

**ШРАМ ЛЮБОВ ІГОРІВНА**

УДК 004.415.5

**МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ,  
СТІЙКИЙ ДО ПОХИБОК ЕКСПЕРТНИХ ДАНИХ**

124 "Системний аналіз"

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2018

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних наук Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** к.ф.-м.н., доцент кафедри комп'ютерних наук  
**Гром'як Роман Сильвестрович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** к.т.н., доцент кафедри інформатики та математичного  
модельювання  
**Гацин Надія Богданівна,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 24 лютого 2018 р. о 9<sup>.00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №\_\_ у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус № 1, ауд. 702

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Для підтримки якості програмної системи протягом її еволюції та для отримання атрибутів якості як результату пристосування вимог потрібно мати ясну архітектуру програмного забезпечення, зрозумілу для всіх розробників та до котрої всі зміни системи можуть бути застосовані. Ця архітектура може бути створена заздалегідь, але повинна оновлюватись так само, як предметна область використання системи, і, таким чином, вимоги до програмної системи розвиваються (змінюються).

Створення архітектури програмного забезпечення для системи чи частини системи відбувається таким чином, що архітектурі часто важко задовольнити бажані вимоги якості. У цій роботі пропонується метод прийняття рішень для допомоги розуміння різних альтернативних архітектур програмної системи. Розглянуто метод, який адаптується по відношенню як до множини потенційних архітектур, так і до атрибутів якості архітектури відносно предметної області, щоб допомогти вирішити це завдання.

Метод створює середовище підтримки, яке використовує багатокритеріальний метод прийняття рішень, котрий підтримує порівняння різних архітектур-кандидатів програмної системи для визначених атрибутів якості програмного забезпечення та навпаки, а потім використовує середовище підтримки для досягнення консенсусу вигод та вимог різних архітектур-кандидатів та для збільшення ступеня довіри до результуючого архітектурного рішення.

**Мета роботи:** розробка математичного забезпечення для задачі оцінювання архітектури та визначення необхідності проведення повторного оцінювання при зміні вимог.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.** Об'єкт – процес проектування архітектури програмного забезпечення.

Предмет дослідження: Порівняльні оцінки альтернативних архітектур програмного забезпечення.

Методи дослідження. Для досягнення мети дипломної роботи використовувались:

- методи узагальнення та аналізу – при проведенні огляду методів порівняльного оцінювання архітектур;
- формалізації та математичного моделювання – при побудові моделей процесів оцінювання.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

Наукова новизна полягає у вирішенні задачі забезпечення якості програмних систем на етапі проектування. При цьому було отримано такі результати:

- запропоновано модель якості для порівняльного оцінювання архітектур;
- запропоновано метод оцінювання альтернатив на основі моделі багатокритеріальної ієрархічної оптимізації;
- запропоновано механізм аналізу чутливості рішення до зміни вхідних даних при реінжинірингу систем чи при зміні вимог.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Всі розроблені методи можуть бути доведені до практичного впровадження у складі системи автоматизованого проектування архітектур програмних систем. Такий CASE-засіб дозволить реалізувати процес управління якістю програмної системи на етапі проектування архітектури шляхом розробки вимог якості, оцінювання та вибору найкращого з альтернативних проектів по визначеній множині критеріїв якості, можливості оперативної корекції оцінок при зміні вимог якості. А це дозволить підвищити якість проекту та зменшити ризик невідповідності виконаних проектів вимогам замовника.

**Апробація.** Основні положення роботи доповідались, розглядались та обговорювались на наукових конференціях Тернопільського національного технічного університету. Результати дипломної роботи опубліковані у 2 наукових працях, які є тезами доповідей студентських наукових конференцій, які проводились у ТНТУ.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 7 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – \_\_\_\_ арк. формату А4, графічна частина – 7 аркушів формату А1

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У вступі розкрито актуальність теми, окреслено основні завдання на дипломну роботу.

В першому розділі здійснено докладний аналіз методів оцінювання альтернативних архітектур на основі методі аналізу ієрархій. Описано середовище проектування архітектур та їх оцінювання. Виявлено недоліки методу.

В другому розділі виконано аналіз методів багатокритерійної оптимізації при проектуванні архітектури програмних систем. Запропоновано модифікацію методу аналізу ієрархій для мінімізації неузгодженостей матриці парних порівнянь та математичну модель аналізу чутливості розв'язку задачі оптимізації при зміні вимог.

В розділі практичної реалізації для реально описаного в літературних джерелах прикладу виконано перевірку запропонованого методу оцінки чутливості рішення. Результати представлено у вигляді таблиць та графіків.

В спеціальній частині описано формування моделей якості на основі стандартних характеристик для програмної архітектури. Це прикладна задача є актуальною і має пряме відношення до тематики дипломної роботи.

В частині «Обґрунтування економічної ефективності» розглянуто питання організації виробництва і проведено розрахунки техніко-економічної ефективності проектних рішень.

В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання планування робіт по охороні праці та аналіз небезпек природного та антропогенного походження.

В частині «Екологія» проаналізовано сучасний екологічний стан України, розглянуто питання забруднення довкілля, що виникає внаслідок реалізації

технологічного процесу, а також запропоновано заходи зі зменшення забруднення довкілля.

**У загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті в проекті технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені практично; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

В додатках до пояснювальної записки приведено копію тез доповіді на студентській науковій конференції.

В графічній частині наведено основні етапи виконання магістерської роботи, результати аналізу літератури, розроблені математичні моделі, діаграми процесів сертифікації АСКТП.

## **ВИСНОВКИ**

У процесі виконання дипломної роботи було отримано наступні результати:

1. Приведені результати аналізу методів багатокритеріального прийняття рішень, з якого зроблено висновок, що найбільш прийнятним методом, в даному випадку є метод аналізу ієрархій Сааті. Однак його застосування обмежене невеликою кількістю альтернатив і критеріїв ( $n \leq 7 \pm 2$ ). Для розширення меж коректного застосування МАІ використано оптимізаційний метод обчислення (визначення) ваг альтернатив, який базується на використанні моделей мінімізації неузгодженостей матриці парних порівнянь, розроблений О.А. Павловим.

2. Були проведені дослідження ефективності ММАІ в даній задачі, які показали, що використання ММАІ дозволяє отримувати достовірні результати при значно більшій кількості альтернатив ( $n \leq 45$ ) і критеріїв. При дослідженні для матриць парних порівнянь різної розмірності знаходились ваги альтернатив з використанням МАІ та ММАІ. Моделювались похибки неузгодженості матриці парних порівнянь внесенням випадкових збурень в значення коефіцієнтів МПП. Отримані результати показали, що ММАІ більш стійкий до неузгодженостей МПП ніж стандартний МАІ, що також підтвердили результати експериментальних досліджень про можливість його застосування для задач оцінювання зі значно більшою кількістю альтернатив чи критеріїв ( $n \leq 45$ ).

3. Приведені також результати практичного застосування ММАІ для вирішення задачі багатокритеріального оцінювання та вибору архітектури розподіленої інформаційної системи проекту GB. Отримані оцінки альтернатив, як по кожному критерію, так і по їх сукупності, за результатами яких можна обрати найкращий варіант архітектури.

4. Були також проведені дослідження чутливості, отриманого застосуванням ММАІ ранжування альтернатив, до зміни вимог, а також до зміни пріоритетів критеріїв якості. Отримані результати дозволяють визначити інтервали можливих змін пріоритетів, які не приводять до зміни ранжування альтернатив.

5. Досліджувались також можливі компроміси між критеріями якості при прийнятті багатокритеріальних рішень за результатами оцінювання з застосуванням ММАІ. Для цього будувались діаграми, які візуалізують компроміси та їх розміри, але не відображаються при ранжуванні альтернатив по значеннях інтегральних

показників. Аналіз допущених компромісів, використаних при прийнятті остаточного рішення стосовно вибору варіанта архітектури, дозволить підвищити його обґрунтованість.

б. Також розглядається адаптивний метод вибору архітектурного проекту програмної системи при зміні вимог якості. Метод включає обчислення порівняльних оцінок альтернатив і оперативну корекцію оцінок, для врахування зміни вимог якості. Порівняльні оцінки альтернатив визначаються модифікованим методом аналізу ієрархій, а для корекції оцінок використовується метод попарного заміщення В.В. Подіновського, який полягає в компенсації за перевагою зміни критеріїв. Для оптимізації заміщення використовуються моделі лінійного програмування

### **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Носа В.І. До проблеми багатокритерійного оцінювання програмної архітектури на етапі проектування [Текст] / Носа В.І., Шрам Л.І., Тимошик М.О. Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – с. 87 – 88.

2. Носа В.І. Проектування архітектури програмних систем на основі модифікованого алгоритму аналізу ієрархій [Текст] / В.І. Носа, Л.І. Шрам Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 16–17 листоп. 2017.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. Том. 2. – с. 132.

### **АНОТАЦІЯ**

Метод створює середовище підтримки, яке використовує багатокритеріальний метод прийняття рішень, котрий підтримує порівняння різних архітектур-кандидатів програмної системи для визначених атрибутів якості програмного забезпечення та навпаки, а потім використовує середовище підтримки для досягнення консенсусу вигод та вимог різних архітектур-кандидатів та для збільшення ступеня довіри до результуючого архітектурного рішення.

**Ключові слова:** МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ, ПРІОРИТЕТИ, ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯКОСТІ ПЗ, ЧУТЛИВІСТЬ МЕТОДУ, ОЦІНЮВАННЯ АРХІТЕКУТРИ ПЗ

### **ANNOTATION**

The method creates a support environment that uses a multi-criteria decision method that supports comparisons of different software architectures for specific software quality attributes and vice versa, and then uses the support environment to reach consensus on the benefits and requirements of different candidate architectures and to increase the confidence level to the resulting architectural decision.

**Key words:** ANALITICAL HIERARCHIC PROCESS, PRIORITIES, SOFTWARE QUALITY CHARACTERISTICS, METHOD SENCITIVITY, SOFTWARE ARCHITECTURE EVALUATION