

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

**ЧИРСЬКИЙ ЯРОСЛАВ ОЛЕГОВИЧ**

УДК 004.514

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЛЮДИНО-МАШИННОЇ  
ВЗАЄМОДІЇ**

123 «Комп'ютерна інженерія»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль 2019

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

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж  
**Яцишин Василь Володимирович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат фізико-математичних наук,  
доцент кафедри фізики  
**Крамар Олександр Іванович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 27 грудня 2019 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №37 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 603

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Сучасний розвиток інформаційних технологій характеризується розробкою функціонально-складних комп'ютерних систем до складу яких входять програмно-апаратні комплекси, системи захисту, інтелектуальні системи, системи підтримки прийняття рішень та ряд інших, які дають змогу реалізувати безпечні для кінцевого користувача продукти із заданим рівнем надійності, якості та ефективності.

Велика кількість тісно взаємопов'язаних неоднорідних компонентів комп'ютерних систем, застосування гнучких та розподілених архітектур програмного забезпечення впливає на людино-машинну взаємодію і вимагає розробки та використання якісних як програмно-апаратних, так і користувацьких засобів взаємодії. Виходячи з цього, при проектуванні комп'ютерних систем, необхідно інтегрувати процес побудови та оцінювання якості людино-машинної взаємодії на усіх етапах життєвого циклу. Основними критеріями якості людино-машинної взаємодії є зручність і простота використання, зрозумілість, продуктивність, що формують набір нефункціональних характеристик комп'ютерних систем.

Людино-машинна взаємодія реалізується через інтерфейси комп'ютерних систем, тому від якості інтерфейсів залежить і ефективність використання системи. Тому актуальними задачами при розробці комп'ютерних систем є задачі оцінювання якості людино-машинної взаємодії, оскільки вплив людського фактору на комп'ютерну систему може мати критичний вплив, знижувати надійність та продуктивність системи. Процес оцінювання та оптимізації людино-машинної взаємодії передбачає застосування засобів автоматизації, виконання вимог стандартів при проектуванні інтерфейсів, а також простоти і зрозумілості для кінцевого користувача, як основних характеристик якості та ефективності інтерфейсів програмних чи апаратних систем.

Процесу забезпечення та критеріям оцінювання якості людино-машинної взаємодії присвячено ряд наукових і практичних публікацій як українських, так і закордонних науковців. Зокрема, важливі результати в області проектування і забезпечення якості людино-машинної взаємодії, одержано такими вченими як Лавріщева К. М., Харченко В.П., Гученко І.В., Харченко О.Г., Rieman J., Perlman G., Matias E., Dix A. та ряд ін.

Основні досягнення в області дослідження людино-машинної взаємодії полягають у строгій формалізації критеріїв оцінювання функціональних та нефункціональних характеристик компонентів комп'ютерних систем, зокрема програмного забезпечення, оцінюванні впливу користувача на надійність системи при її експлуатації та методам забезпечення ефективності проектування інтерфейсів людино-машинної взаємодії.

Однак комплексного підходу щодо оцінювання якості людино-машинної взаємодії в процесі проектування та експлуатації комп'ютерних систем, який давав би змогу оцінювати якість процесу людино-машинної взаємодії та визначати вплив на стійкість її функціонування у працях науковців практично не досліджувалось. Тому актуальними задачами є розробка методу і засобу оцінювання якості людино-

машинної взаємодії при проектуванні та експлуатації програмно-апаратних інтерфейсів комп'ютерних систем.

**Мета дипломної роботи** магістра полягає у дослідження методів і засобів оцінювання якості людино-машинної взаємодії в процесі проектування комп'ютерних систем.

Для досягнення цієї мети у дипломній роботі магістра були поставлені і вирішені **наступні задачі**:

- аналіз наукових публікацій та стандартів в галузі комп'ютерної інженерії для визначення сучасного стану розвитку методів і засобів оцінювання якості людино-машинної взаємодії;
- обґрунтування моделей для представлення критеріїв якості людино-машинної взаємодії при проектуванні комп'ютерних систем;
- розробка алгоритмів і методу оцінювання якості людино-машинної взаємодії;
- проектування архітектури програмного засобу оцінювання якості людино-машинної взаємодії, що реалізує запропонований метод;
- реалізація програмного засобу оцінювання якості людино-машинної взаємодії.

**Об'єктом дослідження** є процес оцінювання якості людино-машинної взаємодії.

**Предметом дослідження** є моделі, методи і засоби оцінювання якості людино-машинної взаємодії при проектуванні комп'ютерних систем.

**Методи дослідження.** Для вирішення поставлених задач використано наступні методи: аналіз та узагальнення – при проведенні аналізу існуючих моделей та методів оцінювання людино-машинної взаємодії; формалізації – при обґрунтуванні моделі якості людино-машинної взаємодії, розробці методу оцінювання якості інтерфейсів користувача комп'ютерних систем; проектування та програмування – при розробці програмного засобу оцінювання якості людино-машинної взаємодії; експеримент та вимірювання – для апробації розробленого методу і засобу автоматизації процесу оцінювання якості людино-машинної взаємодії.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

– уперше запропоновано модель оцінювання якості людино-машинної взаємодії на основі принципів моделі 3С (Conception, Construction, Context) з врахуванням характеристик і структури моделі якості у використанні, моделі практичності та моделі зручності використання, що дало змогу забезпечити і врахувати відображення цілей створення людино-машинної взаємодії на структуру і контекст його використання.

– уперше розроблено метод оцінювання якості людино-машинної взаємодії на основі експертних технологій, зокрема методу безпосередньої оцінки, що дає змогу оцінювати якість людино-машинної взаємодії з врахуванням структури моделі 3С та формувати на основі прототипу інтерфейсу шаблони для подальшого використання у визначеній предметній області.

**Практичне значення одержаних результатів.** Впровадження методу і засобу оцінювання якості людино-машинної взаємодії дають можливість кількісно виражати якість реалізованих інтерфейсів людино-машинної взаємодії та підвищити ефективність процесу їх проектування.

**Апробація.** Результати дослідження апробовано на VIII міжнародній науково-технічній конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (27-28 листопада 2019 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та на VII науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (11-12 грудня 2019 року) у вигляді тез конференцій.

**Структура роботи.** Робота складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка складається з вступу, 6 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Обсяг роботи: пояснювальна записка – 118 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дослідження методів і засобів оцінювання якості людино-машинної взаємодії при проектуванні комп'ютерних систем, визначено мету і задачі дипломної роботи, представлено наукову новизну і практичну цінність одержаних результатів.

У першому розділі дипломної роботи «Аналіз сучасних підходів до проектування людино-машинної взаємодії» проведено аналітичний огляд наукових публікацій і практичних інструкцій щодо особливостей проектування людино-машинної взаємодії, визначено вимоги до інтерфейсів користувачів комп'ютерних систем та проаналізовано етапи і процеси створення прототипів людино-машинної взаємодії. Встановлено, що найбільш ефективним є принцип побудови інтерфейсів людино-машинної взаємодії з орієнтацією на користувача, однак процеси проектування прототипів при цьому є слабоформалізованими. Запропоновано концептуальну модель оцінювання якості людино-машинної взаємодії та обґрунтовано її формальний опис, що дало змогу враховувати фактори впливу на ефективність проектування користувацьких інтерфейсів комп'ютерних систем.

У другому розділі «Побудова моделі та розробка методу оцінювання якості людино-машинної взаємодії» визначено процес, атрибути і принципи оцінювання людино-машинної взаємодії, формалізовано та обґрунтовано застосування моделей якості для проведення оцінювання якості людино-машинної взаємодії, розроблено метод оцінювання якості людино-машинної взаємодії. Побудовано модель оцінювання якості людино-машинної взаємодії на основі принципів моделі 3С (Conception, Construction, Context) з врахуванням характеристик і структури моделі якості у використанні, моделі практичності та моделі зручності використання. Розроблено метод оцінювання якості людино-машинної взаємодії на основі експертних технологій, зокрема методу безпосередньої оцінки, що дає змогу оцінювати якість людино-машинної взаємодії з

врахуванням структури моделі ЗС та формувати на основі прототипу інтерфейсу шаблони для подальшого використання у визначеній предметній області.

**У третьому розділі «Проектування архітектури та реалізація програмного засобу підтримки експертного оцінювання якості людино-машинної взаємодії»** визначено вимоги до функцій програмного засобу підтримки експертного оцінювання якості людино-машинних інтерфейсів, спроектовано архітектуру програмного засобу оцінювання якості на рівні компонентів та відношень між ними, що дало змогу здійснити декомпозицію задач відносно оцінювання якості людино-машинної взаємодії, спроектовано базу даних і базу знань на основі реляційного підходу, розроблено інтерфейс експерта щодо реалізації процесу оцінювання якості людино-машинної взаємодії та проведено експериментальні дослідження.

**У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** обчислено показники економічної ефективності проведення науково-дослідної роботи і визначено, що вартість запропонованого методу і засобу оцінювання людино-машинної взаємодії становить 71557,55 грн. при терміні окупності 1,61 року.

**У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** проаналізовано вимоги і норми охорони праці користувачів програмного засобу оцінювання якості людино-машинної взаємодії, визначено шляхи запобігання негативному впливу стихійних та промислових аварій, основні параметри їх уражаючої дії, а також шляхи створення комфортних умов праці при використанні розробленого засобу.

**У шостому розділі «Екологія»** проведено аналіз та класифікацію показників екологічності виробництва та етапів збору та опрацювання екологічної інформації.

**У загальних висновках до дипломної роботи магістра** наведено результати виконання розділів дипломної роботи магістра щодо методів і засобів оцінювання якості людино-машинної взаємодії.

У додатках до пояснювальної записки наведено матеріали щодо апробації одержаних у дипломній роботі магістра результатів.

У графічній частині до дипломної роботи магістра представлено основні теоретичні і практичні результати дослідження методів і засобів оцінювання якості людино-машинної взаємодії.

## **ВИСНОВКИ**

Проведено аналіз успішності виконання проектів комп'ютерних систем, зокрема програмних складових, та виявлено фактори, які негативно позначаються на якості кінцевої системи. Основними з них є неточність або не адекватність класифікації атрибутів і метрик якості за стандартизованими характеристиками, що вимагає додаткових досліджень методів і засобів класифікації, зокрема, текстових даних.

У дипломній роботі магістра досліджено методи і засоби оцінювання якості людино-машинної взаємодії. Отримані наступні основні наукові і практичні результати.

Проведено аналіз особливостей та принципів проектування людино-машинної взаємодії при створенні комп'ютерних систем, у результаті якого встановлено, що найбільш ефективним є принцип побудови інтерфейсів людино-машинної взаємодії з орієнтацією на користувача, однак процеси проектування прототипів при цьому є слабоформалізованими.

Проведено аналіз стандартів щодо проектування та оцінювання якості людино-машинної взаємодії, у результаті якого запропоновано концептуальну модель оцінювання якості та обґрунтовано її формальний опис, що дало змогу враховувати фактори впливу на ефективність проектування користувацьких інтерфейсів комп'ютерних систем.

Проведено аналіз вимог до інтерфейсів та процесу проектування людино-машинної взаємодії, які необхідно враховувати як при самому проектуванні, так і при оцінюванні якості прототипів інтерфейсів користувачів комп'ютерних систем.

Проведено аналіз та обґрунтовано використання моделей щодо практичності, зручності використання та якості у використанні в процесі оцінювання якості людино-машинної взаємодії, що дало змогу врахувати більше критеріїв якості при оцінюванні користувацьких інтерфейсів комп'ютерних систем, тим самим забезпечивши більшу повноту і достовірність результатів в порівнянні з відомими моделями.

Побудовано модель оцінювання якості людино-машинної взаємодії на основі принципів моделі 3С (Conception, Construction, Context) з врахуванням характеристик і структури моделі якості у використанні, моделі практичності та моделі зручності використання, що дало змогу забезпечити і врахувати відображення цілей створення людино-машинної взаємодії на структуру і контекст його використання.

Розроблено метод оцінювання якості людино-машинної взаємодії на основі експертних технологій, зокрема методу безпосередньої оцінки, що дає змогу оцінювати якість людино-машинної взаємодії з врахуванням структури моделі 3С та формувати на основі прототипу інтерфейсу шаблони для подальшого використання у визначеній предметній області.

На основі use case діаграм визначено вимоги до функцій програмного засобу підтримки експертного оцінювання якості людино-машинних інтерфейсів, що дало змогу спроектувати бізнес-логіку процесів встановлення залежностей між атрибутами якості та відповідними метриками, а також між експертними оцінками та метриками.

Спроектовано архітектуру програмного засобу оцінювання якості на рівні компонентів та відношень між ними, що дало змогу здійснити декомпозицію задач відносно оцінювання якості людино-машинної взаємодії.

Спроектовано базу даних і базу знань на основі реляційного підходу, що дало змогу забезпечити збереження даних вимірювання якості та експертних оцінок, а також ефективно проводити операції аналізу даних і їх маніпулювання.

Розроблено інтерфейс експерта щодо реалізації процесу оцінювання якості людино-машинної взаємодії та проведено експериментальні дослідження.

Обчислено показники економічної ефективності проведення науково-дослідної роботи і визначено, що вартість запропонованого методу і засобу

оцінювання людино-машинної взаємодії становить 71557,55 грн. при терміні окупності 1,61 року, що дає змогу обґрунтувати економічну доцільність впровадження розробки.

Проаналізовано вимоги і норми охорони праці користувачів програмного засобу оцінювання якості людино-машинної взаємодії, визначено шляхи запобігання негативному впливу стихійних та промислових аварій, основні параметри їх уражаючої дії, а також шляхи створення комфортних умов праці при використанні розробленого засобу.

Проведено аналіз та класифікацію показників екологічності виробництва та етапів збору та опрацювання екологічної інформації.

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

1. Яцишин В.В., Чирський Я.О. Особливості проектування інтерфейсів людино-машинної взаємодії. Матеріали VII міжнародній науково - технічній конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (27-28 листопада 2019 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2019. с. 130.

2. Яцишин В.В., Чирський Я.О. Аналіз моделі зручності використанні для оцінювання якості людино-машинної взаємодії. Матеріали VII науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (11-12 грудня 2019 року). Тернопіль: ТНТУ. 2019. с. 77.



## АНОТАЦІЯ

### **Чирський Я.О. Методи та засоби оцінювання якості людино-машинної взаємодії**

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня магістра 123 – Комп'ютерна інженерія. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

У дипломній роботі магістра проведено аналіз та обґрунтовано використання моделей щодо практичності, зручності використання та якості у використанні в процесі оцінювання якості людино-машинної взаємодії, побудовано модель оцінювання якості людино-машинної взаємодії на основі принципів моделі 3С (Conception, Construction, Context) з врахуванням характеристик і структури моделі якості у використанні, моделі практичності та моделі зручності використання, що дало змогу забезпечити і врахувати відображення цілей створення людино-машинної взаємодії на структуру і контекст його використання. Розроблено метод оцінювання якості людино-машинної взаємодії на основі експертних технологій, зокрема методу безпосередньої оцінки, що дає змогу оцінювати якість людино-машинної взаємодії з врахуванням структури моделі 3С та формувати на основі прототипу інтерфейсу шаблони для подальшого використання у визначеній предметній області.

Розроблено програмний засіб для забезпечення процесів вимірювання якості людино-машинної взаємодії та експертних оцінок, а також операцій аналізу даних і їх маніпулювання.

**Ключові слова:** ЛЮДИНО-МАШИНА ВЗАЄМОДІЯ, КОРИСТУВАЧ, КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА, ЯКІСТЬ, ОЦІНЮВАННЯ

## ABSTRACT

### **Chyrskiy Ya.O. Methods and tools of quality assessment of human-machine interaction**

The diploma paper for obtaining the Master's degree 123 – Computer engineering – Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

The master's thesis has analyzed and substantiated the use of models for practicality, usability and quality in use in the process of evaluating the quality of human-machine interaction, built a model for assessing the quality of human-machine interaction based on the principles of model 3C (Conception, Construction, Context), taking into account the characteristics and structure of the in-use quality model, the usability model, and the usability model, which made it possible to ensure and reflect the goals of creating human-machine interaction on the structure and context of its use. A method of estimating the quality of human-machine interaction on the basis of expert technologies, in particular a method of direct evaluation, which allows to evaluate the quality of human-machine interaction taking into account the structure of model 3C and to form templates based on the prototype interface for further use in a defined subject area.

A software tool has been developed to provide processes for measuring the quality of human-machine interaction and expert evaluations, as well as data analysis and manipulation operations.

**Keywords:** HUMAN-MACHINE INTERACTION, USER, COMPUTER SYSTEM, QUALITY, EVALUATION