

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(назва факультету)
Кафедра комп'ютерних систем та мереж

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему:


Методи та засоби оцінювання
гарантоздатності комп'ютерних систем

Виконав: _____ 6 ку групи СІМ-61

спеціальності (напряму підготовки) 123

«Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))



Воробець Д.Ю.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник



Лупенко А.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

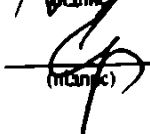
Нормоконтроль



Тиш Є.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)



Бережко І.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема дипломної роботи: “Методи та засоби оцінювання гарантоздатності комп’ютерних систем” // Дипломна робота// Воробець Дмитро Юрійович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп’ютерно-інформаційних систем та програмної інженерії, група СІм-61 // Тернопіль, 2019 // с. – 141 , рис. – 40, табл. – 24, аркушів А1 – 10 , додат. – 2 , бібліогр. – 31.

Ключові слова: ГАРАНТОЗДАТНІСТЬ, КОМП’ЮТЕРНА СИСТЕМА, НАДІЙНІСТЬ, ОЦІНЮВАННЯ, МЕТОД, ЗАСІБ.

Метою роботи є дослідження методів і засобів оцінювання гарантоздатності та ефективності експлуатації комп’ютерних систем.

Для досягнення зазначеної мети, у магістерській роботі поставлено та розв’язано наступні задачі: аналіз наукових праць і стандартів щодо оцінювання гарантоздатності і ефективності експлуатації комп’ютерних систем; формалізовано показники гарантоздатності комп’ютерних систем; обґрунтовано та побудовано модель оцінювання гарантоздатності комп’ютерних систем при їх експлуатації; розроблено метод оцінювання ефективності експлуатації комп’ютерних систем з врахуванням їх гарантоздатності; розроблено програмний засіб оцінювання гарантоздатності та ефективності експлуатації комп’ютерних систем.

У першому розділі дипломної роботи проведено аналіз наукових публікацій і стандартів щодо представлення гарантоздатності комп’ютерних систем у результаті якого виявлено, що їхній базис формують характеристики надійності, функціональної та інформаційної безпеки. Аналіз сучасного стану досліджень підтверджує той факт, що показники гарантоздатності доволі часто є неузгодженими, а метрики і функції оцінювання різними вченими використовуються і трактуються по-різному. Проаналізовано моделі оцінювання ефективності комп’ютерних систем та показано необхідність розробки системного формалізованого підходу щодо забезпечення

ефективності комп'ютерних систем, яка б враховувала показники гарантоздатності при експлуатації і супроводі компонентів комп'ютерних систем.

У другому розділі дипломної роботи обґрунтовано та формалізовано атрибути гарантоздатності комп'ютерних систем та запропоновано модель для їх оцінювання, що представлена у вигляді ієрархічної структури і включає три рівні: комплексні характеристики, атрибути і метрики. Розроблено процедуру оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем, що базується на формуванні та використанні елементарних функцій експертного оцінювання значень атрибутів (метрик) із врахуванням коефіцієнтів прийнятності рівня відповідності атрибута та його пріоритету, обґрунтовано метод оцінювання функціональної безпеки комп'ютерних систем, що передбачає використання комплексу різних методів та засобів автоматизації в залежності від типу комп'ютерної системи для встановлення кількісного значення оцінки функціональної безпеки і формує ядра для подальшого оцінювання. Побудовано модель і розроблено метод оцінювання гарантоздатності та ефективності використання апаратного забезпечення комп'ютерних систем на основі нотацій теорії множини, що враховує показники гарантоздатності та дає змогу визначити вплив гарантоздатності на ефективність експлуатації апаратного забезпечення.

У третьому розділі, на основі аналізу процесів оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем, визначено вимоги до програмного засобу підтримки цих процесів та представлено у вигляді use case діаграм основні аспекти використання запропонованих моделей та методів оцінювання гарантоздатності, спроектовано схему бази даних для зберігання та маніпулювання даними, що є важливими з точки зору процесу оцінювання об'єкта дослідження, побудовано архітектуру засобу підтримки процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем.

У четвертому розділі проведено розрахунки показників економічної ефективності та обґрунтовано доцільність впровадження одержаних результатів.

У п'ятому розділі розглянуто питання охорони праці, техніки безпеки та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Шостий розділ дипломної роботи присвячений аналізу екологізації виробництва та вимогам до приміщень, у яких експлуатуються комп'ютерні системи.

ABSTRACT

The theme of the thesis: "Methods and tools of computer systems dependability assessment" // Master thesis// Vorobets Dmytro Yuriyovych// // Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and software engineering, group CIm -61 // Ternopil, 2019// p. - 141, fig. – 40, table – 24, Sheets A1 - 10, Add. - 2, Ref. - 31.

KEY WORDS: DEPENDABILITY, COMPUTER SYSTEM, REABILITY, ASSESSMENT, METHOD, TOOL.

The purpose of this master's thesis is to investigate the methods and means of evaluating the reliability and efficiency of computer systems.

In order to achieve this goal, the master's thesis set and solved the following tasks: analysis of scientific works and standards for evaluating the reliability and efficiency of computer systems; computerized system performance indicators are formalized; a model for evaluating the security of computer systems during their operation is substantiated and constructed; developed a method of evaluating the performance of computer systems, taking into account their reliability; software for evaluating the reliability and efficiency of computer systems has been developed.

The first chapter of the thesis analyzes scientific publications and standards for the performance of computer systems, which revealed that their basis is formed by the characteristics of reliability, functional and information security. An analysis of the current state of research confirms the fact that the performance indicators are often quite inconsistent, and the metrics and evaluation functions of different scientists are used and interpreted differently. Models for evaluating the performance of computer systems have been analyzed and the need to develop a systematic, formalized approach to ensuring the effectiveness of computer systems is taken into account, taking into account the performance indices for the operation and maintenance of computer system components.

The second chapter of the thesis substantiates the computer security attributes of computer systems and proposes a model for evaluating them, which is presented

in a hierarchical structure and includes three levels: complex characteristics, attributes and metrics. The procedure of evaluation of the computer systems warranty is developed, based on the formation and use of elementary functions of expert estimation of attribute values (metrics) taking into account the acceptance coefficients of the attribute level and its priority, and the method of evaluating the functional security of computer systems is provided, which provides for methods and means of automation, depending on the type of computer system to determine the quantitative value of the evaluation of the functional security and forms the nucleus for further evaluation. A model has been built and a method for evaluating the warranty and efficiency of using computer systems hardware based on notation of multiple theory has been developed, which takes into account the performance indicators and allows to determine the effect of the warranty on the hardware operation efficiency.

In the third part, based on the analysis of the processes of evaluation of the reliability and efficiency of computer systems, the requirements for the software support for these processes are defined and presented in the form of use case diagrams the main aspects of the use of the proposed models and methods of the evaluation of the reliability, the database schema for storage and manipulation of data is designed that are important from the point of view of the process of evaluation of the object of study, the architecture of the tool for supporting the process of evaluation of the reliability and efficiency and computer systems.

The fourth chapter calculates the cost-effectiveness indicators and substantiates the feasibility of implementing the obtained results.

Chapter 5 deals with occupational safety, health and safety issues. The sixth section of the diploma paper is devoted to the analysis of greening of production and the requirements for the premises in which the computer systems are operated.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ	12
ВСТУП	13
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ГАРАНТОЗДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ.....	17
1.1. Аналіз критеріїв, що формують гарантоздатність комп'ютерних систем	17
1.1.1. Показники надійності	18
1.1.2. Показники достовірності інформації у комп'ютерних системах.....	21
1.1.3. Показники безпеки комп'ютерних систем	24
1.1.4. Показники ефективності комп'ютерних систем.....	26
1.2. Аналіз моделей оцінювання ефективності комп'ютерних систем	28
1.3. Висновки до розділу	32
РОЗДІЛ 2 ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПОКАЗНИКІВ І ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ ГАРАНТОЗДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ.....	34
2.1. Формалізація атрибутів гарантоздатності комп'ютерних систем	34
2.2. Процедура оцінювання гарантоздатності комп'ютерної системи	38
2.3. Обґрунтування моделі і процедури оцінювання функціональної безпеки комп'ютерних систем	42
2.4. Розробка методу оцінювання гарантоздатності та ефективності використання апаратного забезпечення комп'ютерних систем.....	51
2.5. Розробка методу оцінювання ефективності експлуатації та супроводу комп'ютерних систем з врахуванням їх гарантоздатності	56
2.6. Побудова моделі оцінювання ефективності комп'ютерних систем	62
2.7. Висновки до розділу	65

	10
РОЗДІЛ 3 ЗАСІБ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОЦІНЮВАННЯ ГАРАНТОЗДАТНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	67
3.1. Розробка функціональних вимог програмного засобу підтримки процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем.....	67
3.2. Проектування та реалізація бази даних при оцінюванні гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем	71
3.3. Побудова архітектури засобу підтримки процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерної системи.....	83
3.4. Розробка інтерфейсу програмного засобу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем	85
3.5. Висновки до розділу	91
РОЗДІЛ 4 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	92
4.1. Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи	92
4.2. Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи	94
4.3. Розрахунок витрат на електроенергію	97
4.4. Розрахунок витрат на матеріали.....	98
4.5. Розрахунок суми амортизаційних відрахувань.....	98
4.6. Обчислення накладних витрат.....	99
4.7. Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково- дослідних робіт.....	100
4.8. Розрахунок ціни науково-дослідних робіт	101
4.9. Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень	102
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	104

	11
5.1. Охорона праці.....	104
5.2. Особливості радіоактивного забруднення місцевості і повітря при аваріях на АЕС. Характеристика можливих зон забруднення та превентивних заходів захисту.....	106
5.3. Небезпечні і шкідливі фактори середовища проживання. Джерела забруднення навколишнього середовища. Наслідки негативних дій небезпечних і шкідливих факторів середовища, їх вплив на людину.....	110
РОЗДІЛ 6 ЕКОЛОГІЯ.....	113
6.1. Екологізація виробництва	113
6.2. Вимоги до приміщень для експлуатації моніторів і ПОЕМ. Шляхи дотримання цих вимог	115
ВИСНОВКИ.....	118
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	121
Додаток А Текст наукової публікації.....	124
Додаток Б Лістинг генерації бази даних та фрагменти коду програмної системи оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем	131

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ,
СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ

БД	База даних
ЖЦ	Життєвий цикл
ІС	Інформаційні системи
КМС	Комп'ютерні Мережеві Системи
ПС	Програмні системи
ПП	Програмний продукт
CASE	Computer Aided Software Engineering
ER	Entity Relations
UML	Unified Modeling Language
UMM	Usability Maturity Model
XML	Extended Markup Language

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний розвиток інформаційних технологій характеризується розробкою і впровадженням програмних та апаратних рішень щодо збору, перетворення, опрацювання й візуалізації даних, які дають змогу автоматизувати практично будь-яку сферу бізнес-діяльності. При цьому використовуються високотехнологічні засоби реалізації, ефективні методи організації та супроводу комп'ютерних систем.

Сучасні комп'ютерні системи є складними багатофункціональними, високонавантаженими, розподіленими системами, що вимагають забезпечення надійності функціонування усіх компонентів системи з наперед визначеною ефективністю. Тому важливим, в контексті забезпечення ефективності роботи, є гарантування працездатного стану системи при вирішенні покладених на неї задач. Для опису та оцінювання працездатного стану комп'ютерної системи можна використовувати комплексну характеристику надійність, однак для врахування аспектів функціонального захисту і конфіденційності інформації, окрім надійності, введено поняття гарантоздатності.

Гарантоздатність, як характеристика, що з'явилась доволі недавно, досліджується багатьма українськими та закордонними вченими. Серед українських вчених, праці яких присвячені поняттю гарантоздатності комп'ютерних систем і сервісів, їх формалізації і трактуванню, варто відмітити праці В.С. Харченка, В.Г. Сербіна, А.І. Сухомлин, В. Глухова, Г.С. Теслера та інших. Серед закордонних вчених, що займаються дослідженням гарантоздатності комп'ютерних систем, варто відмітити праці A. Avizienis, Randell B., Landwehr C., Laprie J.-C., а також серії опублікованих стандартів ISO/IEC та IEEE.

Зусиллями науковців розв'язано багато задач і проблем та одержано важливі результати щодо проектування гарантоздатних систем, оцінювання та прогнозування показників гарантоздатності, однак актуальною залишається

задача щодо формалізації атрибутів і метрик гарантоздатності конкретних комп'ютерних систем, засобів автоматизації обчислення її кількісних критеріїв та впливу гарантоздатності та ефективності експлуатації комп'ютерних систем.

Метою роботи є дослідження методів і засобів оцінювання гарантоздатності та ефективності експлуатації комп'ютерних систем.

Для досягнення зазначеної мети, у магістерській роботі поставлено та розв'язано наступні **задачі**:

- аналіз наукових праць і стандартів щодо оцінювання гарантоздатності і ефективності експлуатації комп'ютерних систем;
- формалізовано показники гарантоздатності комп'ютерних систем;
- обґрунтовано та побудовано модель оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем при їх експлуатації;
- розроблено метод оцінювання ефективності експлуатації комп'ютерних систем з врахуванням їх гарантоздатності;
- розроблено програмний засіб оцінювання гарантоздатності та ефективності експлуатації комп'ютерних систем.

Об'єкт дослідження – процес оцінювання гарантоздатності та ефективності експлуатації комп'ютерних систем.

Предмет дослідження – методи і засоби оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем.

Методи дослідження.

Для вирішення поставлених задач використано наступні методи:

- аналіз та узагальнення – при проведенні аналізу існуючих рішень щодо оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем;
- формалізації та математичного моделювання – при математичному описі критеріїв і побудові моделі оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем;

- проектування та програмування – при розробці програмного засобу забезпечення оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем;
- експеримент та вимірювання – для апробації розроблених методу і засобу.

Наукова новизна одержаних результатів:

- уперше розроблено процедуру оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем, формалізовано атрибути та представлено їх у вигляді моделі оцінювання з ієрархічною трирівневою структурою: комплексні характеристики, атрибути і метрики, що дало змогу проводити кількісне оцінювання локальних атрибутів, комплексних значень надійності, функціональної та інформаційної безпеки і формувати інтегральний показник гарантоздатності, а також забезпечити управління гарантоздатністю у відповідності до потреб кінцевих користувачів;
- уперше запропоновано комплексну модель оцінювання ефективності комп'ютерних систем з врахуванням їх гарантоздатності, що включає оцінку програмного і апаратного забезпечення, а також каналів передачі даних, що дало змогу виявити компоненти комп'ютерних систем, які використовуються не ефективно у зв'язку з порушенням їх гарантоздатності.

Практичне значення одержаних результатів. Впровадження побудованої моделі і розроблених методів оцінювання гарантоздатності реалізовано у програмному засобі, що дає можливість автоматизувати процес оцінювання гарантоздатності та ефективності використання компонентів комп'ютерних систем і в подальшому сформувати базу статистичних показників для прогнозування розвитку системи.

Публікації. Результати дослідження апробовано на II міжнародній студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (25-26 квітня 2019 р.) та VII науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені

Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (11-12 грудня 2018 року) у вигляді тез конференцій:

1. Воробець Д.Ю. Вплив надійності апаратного забезпечення на ефективність використання інформаційної інфраструктури підприємства. Матеріали II міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (25-26 квітня 2019 р.). Тернопіль. 2019. с. 24-25

2. Воробець Д.Ю., Лупенко С.А. Модель гарантоздатності комп'ютерних систем. 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. 79

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ГАРАНТОЗДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

1.1. Аналіз критеріїв, що формують гарантоздатність комп'ютерних систем

У результаті аналізу наукових публікацій, стандартів і практик забезпечення та оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем виявлено ряд характеристик, які формують прямий вплив на ефективність їх експлуатації. Базовими характеристиками гарантоздатності комп'ютерних систем є характеристика надійність. Дана характеристика є комплексною властивістю системи. Надійність включає в себе більш прості підхарактеристики, такі як безвідмовність, ремонтпридатність, довговічність і т. д [4-7, 12].

Безвідмовність, як підхарактеристика надійності комп'ютерної системи, описує властивість системи зберігати працездатний стан протягом визначеного часу або визначається як напрацювання на відмову [5].

Ремонтпридатність, в контексті забезпечення гарантоздатності системи, розглядають як властивість системи, що полягає у здатності до попередження і виявлення причин виникнення відмов чи збоїв та підтримці і відновленні працездатного стану шляхом проведення технічного обслуговування [8].

Під характеристикою довговічність розуміють властивість системи зберігати, при технічному обслуговуванні і ремонті, працездатний стан до настання граничного стану, тобто такого моменту, коли подальше використання системи за призначенням неприпустиме або недоцільне [9-11].

1.1.1. Показники надійності

Під показником надійності розуміють критерій або сукупність критеріїв, що кількісно виражають надійність комп'ютерної системи в цілому.

Обчислення надійності комп'ютерної системи, зазвичай, базуються на кількісних оцінках тривалості або об'єму роботи системи і формують показник напрацювання системи. Розрізняють локальний та інтегральний показники надійності:

- локальний (одиничний) показник надійності – описує одну з властивостей надійності комп'ютерної системи;
- інтегральний (комплексний) показник надійності – визначає рівень надійності комп'ютерної системи загалом.

Локальними показниками надійності комп'ютерних систем, згідно з ГОСТ 27.002-80, є

- безвідмовність;
- ремонтпридатність;
- довговічність.

Метриками безвідмовності комп'ютерних систем є:

1. Ймовірність безвідмовної роботи – кількісна характеристика того, що протягом визначеного часу не відбудеться збою системи;
2. Імовірність відмови – характеристика, обернена до ймовірності безвідмовної роботи комп'ютерної системи.
3. Середнє напрацювання до відмови – обчислюється як середнє значення безвідмовної роботи системи до настання першого збою чи відмови.
4. Середнє напрацювання на відмову – обчислюється як відношення безперебійної роботи системи до математичного сподівання кількості відмов.
5. Інтенсивність відмов – характеризується умовною щільністю розподілу ймовірності виникнення відмови.

6. Потік відмов ($X(t)$) – описується відношенням середньої кількості відмов за випадково-малий проміжок напрацювань до значення цього напрацювання.

Для оцінювання ремонтпридатності можна скористатись наступними метриками [2]:

1. Ймовірність відновлення працездатності комп'ютерної системи – характеризує здатність відновлення функціональності системи за час, що не перевищує запланованого і вимірюється як відношення часу відновлення до запланованого.

2. Середній час відновлення працездатного стану (T_B) – визначається як середнє значення часу відновлення працездатності комп'ютерної системи.

До метрик довговічності належать:

1. Середній ресурс – характеризується середнім значенням напрацювання, починаючи від початку експлуатації або відновлення системи до переходу в стану утилізації або модернізації системи.

2. Термін служби (T_C) – час практичного використання системи до виводу з експлуатації або модернізації.

На основі локальних показників визначаються інтегральні показники надійності:

1. Коефіцієнт готовності (K_T) – ймовірність, що характеризує працездатний стан комп'ютерної системи у будь-який момент часу під час її експлуатації:

$$K_T = \frac{T_o}{T_o + T_B} \quad (1.1)$$

2. Коефіцієнт оперативної готовності – ймовірність, що характеризує працездатний стан комп'ютерної системи у будь-який момент її експлуатації з відсутністю збоїв або відмов протягом визначеного часу.

3. Коефіцієнт технічного використання [2] – розраховується як відношення середнього значення, коли комп'ютерна система перебуває у працездатному стані до суми математичних сподівань станів, що передбачені для конкретної системи:

$$K_{T_B} = \frac{T_o}{T_o + T_B + T_n}, \quad (1.2)$$

де T_n – час перебування системи у не працездатному стані у зв'язку з технічним обслуговуванням або відновленням через перебої.

4. Коефіцієнт збереження ефективності – відношення ефективності роботи комп'ютерної системи протягом деякого часу до номінального значення безвідмовної ефективності роботи системи протягом аналогічного часу експлуатації.

Коефіцієнт збереження ефективності дає змогу визначити рівень впливу відмов на ефективність експлуатації комп'ютерної системи. Аналіз змінюваності цього коефіцієнта дає змогу встановити фактори впливу на надійність і гарантоздатність комп'ютерної системи та обрати оптимальні режими функціонування.

Для користувачів складних програмно-апаратних комплексів важливим і найбільш пріоритетним є коефіцієнт готовності. Даний показник обчислюється як відношення часу, коли система перебуває у працездатному стані, до часу її не дієздатності. Як приклад, типовий сервер відповідає надійності за значенням коефіцієнта готовності – $K_r = 0,99$ [3]. Це означає, що приблизно 3,5 доби сервер перебуває у не працездатному стані. Часто використовується наступна класифікація систем по рівню надійності за коефіцієнтом готовності (табл. 1.1) [3].

Значення показників готовності

Коефіцієнт готовності	Максимальний час простою (год)	Тип системи
0,99	3,5 доби	Звичайна (Conventional)
0,999	8,5 год.	Високої надійності (High availability)
0,9999	1 год.	Відмовостійка (Fault resilient)
0,99999	5 хв.	Безвідмовна (Fault tolerant)

Коефіцієнт готовності є важливим показником надійності у розподілених, паралельних та високопродуктивних комп'ютерних системах. Тому при побудові чи обґрунтуванні моделі надійності обов'язково необхідно враховувати пріоритет кожного з локальних показників.

1.1.2. Показники достовірності інформації у комп'ютерних системах

Виходячи з того, що інформація є найбільшою цінністю при реалізації бізнес-процесів, процесів управління апаратними і програмними засобами, тому достовірність даних при маніпулюванні ними є найважливішою властивістю.

Достовірність функціонування комп'ютерних систем у [4] означають як: «властивість системи, яка обумовлює безпомилковість вироблених нею перетворень інформації». При цьому, достовірність при експлуатації комп'ютерної системи, можна визначити на основі критерію точності виміряних даних у певний конкретний момент часу.

В загальному випадку, під достовірністю інформації розуміють здатність комп'ютерної системи відображати реальні об'єкти чи процеси предметної області з наперед визначеною точністю.

Достовірність D інформації можна визначити на основі довірчої імовірності заданої точності, тобто результат відображення даних перебуває у допустимих межах відносно істинного значення [4]:

$$D = P\{\Delta \in [\Delta_n]\} \quad (1.3)$$

де Δ – істинна точність відображення інформації;

Δ_n – діапазон заданої точності відображення інформації.

Істинна інформація – це інформація, яка об'єктивно, точно і правильно відображає характеристики та ознаки будь-якого об'єкта чи явища [4].

Під точністю інформації, зазвичай, розуміють міру близькості між значенням, що надається комп'ютерною системою та істинним значенням параметра чи об'єкта. Точність надання інформації впливає на якість прийняття рішень, пріоритет виконання задач, послідовність і продуктивність обчислень. Для оцінювання достовірності даних можна використати одну з наступних метрик:

- обчислення математичного сподівання для абсолютної величини відхилення значення показника від об'єктивно існуючого істинного його значення;
- обчислення ймовірності того, що похибка показника не вийде за межі допустимих значень.

Слід розрізняти достовірність і точність інформації, оскільки це два різних, хоч і взаємопов'язаних, параметри. При зниженні точності представлення результуючої інформації, але в рамках допустимої достовірності, це не впливає на загальну ефективність експлуатації комп'ютерної системи.

Для опису достовірності інформації може застосовуватись декілька підходів з різним набором показників. Система локальних показників достовірності інформації може бути сформована наступним чином:

1. Довірча ймовірність заданої точності – характеризує відсутність або допустимість похибок інформації у межах визначених інтервалів щодо точності:

$$D=1-P_n, \quad (1.4)$$

де D – довірча ймовірність заданої точності,

P_n – ймовірність виникнення помилок.

2. Середнє напрацювання на помилку – описується відношенням об'єму опрацьованої інформації до середнього значення кількості дефектів інформації:

$$Q = \frac{1}{P}, \quad (1.5)$$

де P – середнє значення кількості дефектів.

3. Ймовірність помилки – визначається ймовірністю появи помилки в інформаційній сукупності (P_n) [4].

До комплексних показників достовірності інформації у комп'ютерних системах, згідно [4], належать:

1. Коефіцієнт інформаційної готовності – характеризує здатність інформаційної системи до опрацювання даних у будь-який момент часу $T_{роб}$. При цьому, момент часу не входить в інтервал часу планового технічного обслуговування, ремонту або інших ситуацій, передбачених інструкцією з експлуатації.

$$K_{\Gamma} = \frac{T_{роб} - (T_B + T_i)}{T_{роб}} \quad (1.6)$$

2. Коефіцієнт інформаційного технічного використання – це відношення середнього запланованого часу роботи системи при опрацюванні даних, без врахування часу відновлення працездатності комп’ютерної системи при відмовах, до часу експлуатації системи і технічного обслуговування (профілактики).

$$K_{\text{П}} = \frac{T_{\text{роб}} - (T_{\text{в}} + T_{\text{і}} + T_{\text{к}})}{T_{\text{роб}} + T_{\text{нф}}} \quad (1.7)$$

Таким чином, достовірність інформації є важливим показником при забезпеченні гарантоздатності комп’ютерної системи і повинна бути включена у модель оцінювання, як комплексна характеристика.

1.1.3. Показники безпеки комп’ютерних систем

Безпека комп’ютерної системи є важливою характеристикою її гарантоздатності. Дана характеристика описує здатність комп’ютерної системи забезпечити захист від несанкціонованого доступу і тим самим забезпечити конфіденційність та цілісність інформації.

Важливість властивостей конфіденційності і цілісності інформації підтверджується наступними фактами [5]:

- сумарний збиток від порушення безпеки інформації в період з 1997 по 2010 рік тільки в США склав 6 млрд. доларів [6];
- світовий річний збиток від несанкціонованого доступу до інформації, що становить зараз близько 0,5 млрд. доларів, щорічно збільшується в 1,5 рази [7];
- шкода, завдана розповсюдженню по електронній пошті самим «ефективним» вірусом «I love you» в 1999 році, перевищив 10 млрд доларів [8].

Питанню інформаційної безпеки зараз приділяється величезна увага, існують тисячі публікацій з цієї тематики, присвячені різним аспектам і прикладним питанням захисту інформації, на міжнародному та державному рівнях прийнято безліч законів по забезпечення безпеки інформації.

Для прикладу інформаційним ресурсам в мережах загального та корпоративного користування можуть загрожувати:

- приведення мережі в непрацездатний стан у результаті зловмисних чи необережних дій, зокрема «спамом» чи DDOS-атаками;
- неконтрольований та неавторизований доступ до приватних даних, їх корисливе використання та розголошення;
- цілеспрямоване спотворення, фальсифікація чи підміна даних при несанкціонованому доступі;
- підміна і спотворення інформації, наданої для вільного доступу (наприклад web-сторінок);

Всі загрози для КС можна об'єднати в узагальнюючі три групи:

1. Загроза розкриття – можливість розголошення конфіденційних чи приватних даних широкому колу користувачів.
2. Загроза цілісності – умисна несанкціонована зміна (модифікація або видалення) даних при їх опрацюванні, збереженні чи при передачі сторонньому сервісу.
3. Загроза блокування – загроза, пов'язана з небезпекою втрати доступу до ресурсів, їх блокування або некоректної поведінки.

У літературі є рекомендації по кількісному оцінюванню параметрів систем захисту інформації [8-10]. У нормативних документах «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования к защите информации» и «Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели защищенности от несанкционированного доступа к информации» рекомендовано для оцінювання

захищеності інформації від несанкціонованого доступу використовувати показники [9]:

P_A — ймовірність попадання інформації абоненту, якому вона не призначена;

P_C — ймовірність ненадходження сигналу тривоги.

При оптимізації систем захисту інформації зручно використовувати замість ймовірностей P_A та P_C коефіцієнти $K_A = P_A / P_{зв}$ і $K_C = P_C / P_{зв}$, де $P_{зв}$ — ймовірність появи несанкціонованого звернення (K_A і K_C — умовні ймовірності означених подій при умові виникнення несанкціонованого звернення) [10].

У [10] визначено п'ять класів конфіденційності інформації, значення яких, наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Критерії конфіденційності інформації

Клас	1	2	3	4	5
P_A	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	-
P_C	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	-

Врахування показників конфіденційності та цілісності інформації формують комплексну характеристику при оцінюванні гарантоздатності комп'ютерної системи і впливають на ефективність її експлуатації.

1.1.4. Показники ефективності комп'ютерних систем

Ефективність системи – це властивість системи виконувати поставлену мету в заданих умовах використання та з певною якістю.

Показники ефективності характеризують ступінь пристосованості системи до виконання поставлених перед нею завдань і є узагальнюючими показниками оптимальності функціонування КС. Кардинальними узагальнюючими показниками є показники економічної ефективності системи, що характеризують доцільність витрачених на створення і функціонування системи затрат.

Поряд з економічною ефективністю можна говорити про прагматичну, технічну, експлуатаційну та технологічну ефективність. Всі перераховані показники ефективності можуть розглядатися як локальні показники ефективності.

Ефективність системи є складною, інтегральною характеристикою, яка залежить від ряду простих властивостей, що впливають на оптимальність функціонування системи:

- дієвість системи, тобто ступеня задоволення системою свого призначення;
- технічна досконалість системи (технічна ефективність);
- простота і технологічність розробки системи (технологічна ефективність);
- зручність використання і обслуговування системи (експлуатаційна ефективність).

Атрибути ефективності кількісно характеризуються показниками ефективності. У загальному випадку показник ефективності E залежить від ряду параметрів. Основну роль серед них відіграють власні параметри системи (a_1, \dots, a_n) і параметри зовнішнього середовища (b_1, b_2, \dots, b_n) , що обмежуються умовами і способами використання системи. Окрім параметрів системи і зовнішнього середовища, показник ефективності залежить і від архітектури системи (її структури, характеру зв'язків між компонентами), і від закономірностей функціонування системи, які слабо піддаються формалізованому опису та оцінюванню. Ці характеристики, зазвичай,

враховуються видом функції E , алгоритмом її обчислення та залежать від специфіки предметного середовища для якого реалізується КС.

Провівши аналіз моделей дослідження ефективності комп'ютерних систем та специфіку використовуваних при цьому характеристик, можна зробити висновок про доцільність розробки загальносистемного підходу до оцінювання ефективності такого класу КС з врахуванням їх гарантоздатності, а також розробки методики кількісного оцінювання ефективності з врахуванням показників надійності та витрат, які для цього необхідні. При цьому необхідно врахувати гарантоздатність комп'ютерних систем, розробити формальні моделі їх представлення та визначити метрики для кількісного вираження характеристик гарантоздатності.

1.2. Аналіз моделей оцінювання ефективності комп'ютерних систем

Забезпечення ефективності будь-яких КС є основним з визначальних факторів прийняття оптимальних бізнес рішень у бізнес системах. Тому, при введенні таких систем в експлуатацію необхідно забезпечити гарантоздатність системи, якість обслуговування та супроводу.

Дослідженню ефективності та гарантоздатності КС присвячено ряд наукових та науково-практичних публікацій як вітчизняних [2, 3, 16, 20] так і закордонних науковців [27, 28,29]. Оцінювання ефективності та гарантоздатності КС підтверджує розвиненість методологічних напрямів у різних сферах їх застосування. Це зумовлено стандартизацією в галузі розробки та управління ефективністю та гарантоздатністю за компонентами КС. У той же час існує ряд методологічних напрямків оцінювання гарантоздатності КС, як критеріїв ефективності, у яких якість їх складових визначається в організаційному контексті, тобто КС оцінюється як засіб досягнення мети функціонування КС. Такі підходи дозволяють відійти від традиційних методів оцінювання у рамках описаних стандартами моделей розробки (Capability Maturity Model (CMM), ORACLE, IEE Software

Engeneering Standarts та ін) і відповідних їм систем показників оцінки їх ефективності [20, 26].

Зокрема, однією з найбільш повних і широко відомих у наукових колах моделей оцінювання ефективності КС є модель успіху інформаційної системи "Information System Success Model", запропонована американськими вченими WH DeLone і E. R. McLean в 1992 р. [13]. Перелічимо основні показники оцінювання ефективності КС, які взаємопов'язані з гарантоздатністю, в рамках даної моделі:

- якість інформації (точність, своєчасність, релевантність та ін.).
- якість системи (надійність, якість користувацького інтерфейсу, документації, якість і відновлюваність програмного коду, гнучкість та ін.).
- якість сервісу (якість навчання, системної підтримки та ін.).
- фактичне використання (повнота використання, простота використання, час відгуку, позитивне ставлення, необхідний рівень практичної підготовки, професійна підготовка, рівень освіти, стратегічні цілі організації, зрілість інформаційної технології).
- задоволеність користувача (надійність, отримання переваг від використання користувачами, керівниками організації, суспільством, тобто індивідуальне, організаційне і соціальне значення та ін.).
- індивідуальний вплив (швидкість ідентифікації проблеми, час підготовки рішення, допомога у підготовці рішення, ефективність підготовки рішень, тривалість і частота використання, масштаб аналізу та ін.).
- організаційний вплив (оцінка з позиції організації, кількісні оцінки - інвестиції та їх рентабельність, ринкова частка, ціна, аналіз продуктивності, парадокс продуктивності, прибутковість та ін., якісні оцінки – щодо змін організаційної структури та інших організаційних змін, ефективність, гнучкість, координація, швидкість реакції, підвищення якості прийняття рішень, якість споживчого сервісу).

Узагальнюючим критерієм (системою критеріїв) успішності КС, а отже і ефективності, є отримання прибутку як для розробників КС, так і для її

користувачів. В залежності від цілей дослідження ефективність оцінюються на рівні окремого користувача КС, організації та галузі (рис. 1.1).

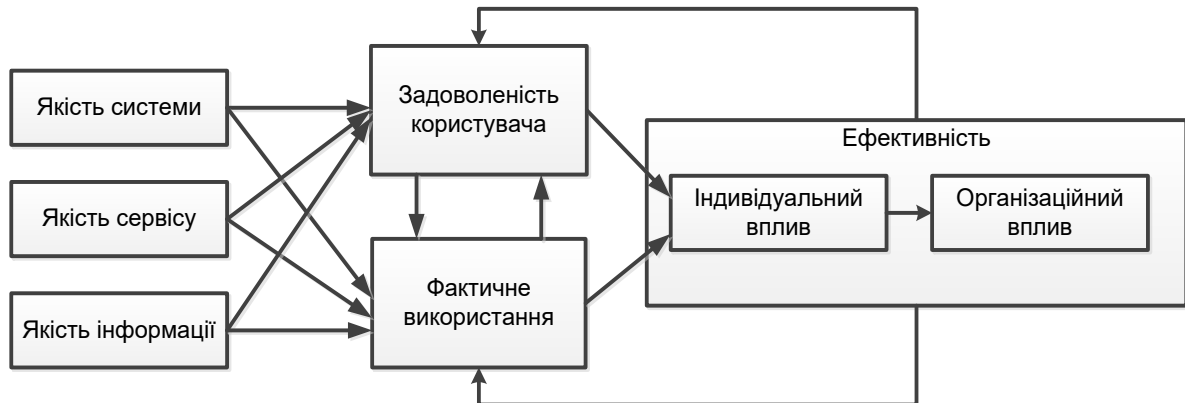


Рис. 1.1. Модель успіху інформаційної системи (W. H. DeLone, E. R. McLean)

У результаті аналізу методологічних підходів до оцінювання ефективності КС виявлено цілий ряд моделей, які не отримали такого поширення, як модель W.H. DeLone, E.R. McLean. Серед таких моделей – модель оцінювання якості "SOLE (Software Library Evolution) Quality Model", запропонована в 1991 р. I. Eriksson, A. Torn і розвинена Т. Andersson і L. Von Hellens в 1997 р. [17]. Модель виділяє три групи критеріїв якості і гарантоздатності протягом усього життєвого циклу КС.

З точки зору замовника ефективність КС визнається в тому випадку, коли перевищуються доходи над витратами, при цьому критерієм успіху КС є схвалення результатів її функціонування.

З точки зору користувачів критеріями на рівні "якість використання" є функціональність КС і якість користувацького інтерфейсу.

На рівні "якість роботи" системи, критеріями виступають показники гарантоздатності програмного, апаратного забезпечення, ІТ-аутсорсингу, що забезпечують зручність роботи користувачів КС.

Модель оцінювання якості ІС Adelakun O., запропонована в 1991 році, розглядає ефективність як функцію трьох змінних - зацікавлені групи (керівники, планувальники КС, розробники та користувачі), час, тип КС, тобто

ефективність КС визначається у тривимірному просторі. Критерії ефективності КС визначаються зацікавленими групами, як перевищення очікувань ефективності проекту на всіх стадіях життєвого циклу системи.

Інша модель оцінювання якості КС (Hallikainen P, Chen L., 2005) описує підхід до оцінювання ефективності КС за такими групами критеріїв:

1. Стратегічна цінність. Передбачає оцінку в порівнянні з світовим досвідом експлуатації аналогічних систем та світовими тенденціями бізнесу організації.

2. Прибутковість. Передбачає оцінку фінансових показників ефективності та оцінку інвестицій (рентабельності, строку окупності,).

3. Ризики. Передбачає оцінку ризиків при реалізації ІТ-проекту, наприклад, порушення графіків введення проекту в експлуатацію, або скорочення обсягів виробництва.

4. Успішний розвиток (придбання). Передбачає визначення оцінки підходів розвитку ІС або оцінку комерційних пропозицій ІТ-розробників.

5. Успішна експлуатація (використання). Передбачає оцінку продуктивності та гарантоздатності КС, користувацького сервісу та ін.

Критеріями оцінювання КС в залежності від цілей інвестування в ІТ, з урахуванням специфіки діяльності підприємства, прямого повернення інвестицій, організаційних і технологічних ризиків у ряді досліджень виступають:

1. Витрати, коли метою інвестування є виживання бізнесу.
2. Прибуток, коли метою інвестування є досягнення рентабельності.
3. Досягнення певного рівня рентабельності, коли метою інвестування є удосконалення інфраструктури компанії.

4. Витрати і досягнення певного рівня рентабельності, коли інвестування є отримання конкурентних переваг.

Аналіз досліджень показав, що часто використовуються традиційні кількісні методи оцінювання ефективності інвестицій (рентабельність, окупність інвестицій, метод чистого доходу, термін окупності та ін.) відносно

КС. При цьому точність оцінок є досить низькою і як наслідок неадекватно оцінена КС супроводжується труднощами отримання об'єктивних даних і неможливістю врахувати специфічні фактори щодо її гарантоздатності.

Застосування існуючих методів оцінювання, які класифікують як якісні, (управління портфелем активів - Portfolio Management (PM), системи збалансованих показників Balanced Scorecard (BSC) та ін.) вимагають адаптації до процесу визначення ефективності КС і вироблення специфічних критеріїв ефективності за трьома напрямками – прибутки, витрати, ризики у взаємозв'язку з факторами їх досягнення. Наприклад, вироблення ключових показників (фінансова перспектива замовника ІТ-проекту, перспектива клієнта, внутрішні перспективи бізнес-процесів).

Велика увага в дослідженнях приділяється стратегії (організації методичного аспекту) оцінювання ефективності КС. У більшості підходів критерії зумовлюють методику оцінювання. Однак загальноприйнятого, універсального методу оцінювання ефективності КС з врахуванням рівня гарантоздатності не запропоновано.

1.3. Висновки до розділу

1. Проведено аналіз наукових публікацій і стандартів щодо показників гарантоздатності комп'ютерних систем у результаті якого виявлено, що їхній базис формують характеристики надійності, функціональної та інформаційної безпеки. Аналіз сучасного стану досліджень підтверджує той факт, що показники гарантоздатності доволі часто є неузгодженими, а метрики і функції оцінювання різними вченими використовуються і трактуються по-різному. Тому важливими є подальші дослідження гарантоздатності та ефективності експлуатації комп'ютерних систем.

2. Проаналізовано моделі оцінювання ефективності комп'ютерних систем, у результаті якого визначено роль і місце процесів забезпечення та

оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем, як одних із основних факторів технічної, інформаційної і технологічної ефективності.

3. Показано необхідність розробки системного формалізованого підходу щодо забезпечення ефективності комп'ютерних систем, яка б враховувала показники гарантоздатності при експлуатації і супроводі компонентів комп'ютерних систем.

РОЗДІЛ 2

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПОКАЗНИКІВ І ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ ГАРАНТОЗДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

2.1. Формалізація атрибутів гарантоздатності комп'ютерних систем

У попередньому розділі досліджено основні показники надійності комп'ютерних систем, визначено та формалізовано метрики, які можна використовувати для їх оцінювання. Проведемо формалізацію атрибутів та обґрунтування моделі для представлення гарантоздатності комп'ютерної системи.

Оскільки, тема дипломної роботи пов'язана з оцінюванням гарантоздатності комп'ютерних систем, то необхідно запропонувати структуру моделі, що буде використовуватись при оцінюванні. Для цього пропонується скористатись ієрархічним представленням моделі, як наведено на рис. 2.1.

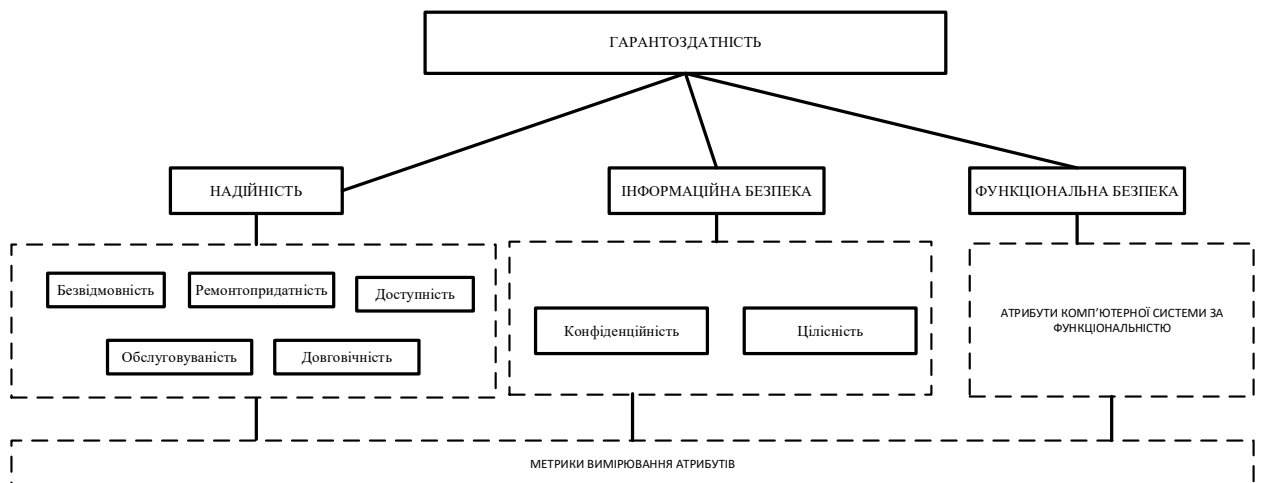


Рис. 2.1. Концептуальна модель опису гарантоздатності комп'ютерної системи

У даному випадку гарантоздатність представлено як інтегральну характеристику, складовими якої є комплексні підхарактеристики: надійність,

інформаційна та функціональна безпека. Кожна з комплексних характеристик містить атрибути (властивості), і відповідно, кожен атрибут кількісно виражається за допомогою метрики або кількох метрик.

Атрибутами надійності комп'ютерних систем є безвідмовність, ремонтпридатність, доступність, обслуговуваність та довговічність, інформаційної безпеки – цілісність та конфіденційність інформації. Атрибути функціональної безпеки визначаються в залежності від її архітектури та призначення.

Для формалізації моделі для представлення гарантоздатності пропонується скористатись описом засобами теорії множин. Так, гарантоздатність як інтегральну характеристику, можна зобразити у вигляді кортежу

$$Dependabilty = \langle Realibility, InfSec, FuncSec \rangle \quad (2.1)$$

Realibility – характеристика надійності;

InfSec – характеристика інформаційної безпеки;

FuncSec – характеристика функціональної безпеки.

Надійність, як комплексна характеристика, описується множиною атрибутів і метрик для їх вимірювання. Окрім, цього для процесу оцінювання важливим є пріоритет атрибутів, тому його включимо при описі атрибутів усіх комплексних характеристик гарантоздатності.

$$Realibility = \{A_i^R, M_{ij}^R, P_i^R\} \quad (2.2)$$

A_i^R – множина атрибутів характеристики надійність, $i = 1..n$, n – кількість атрибутів надійності конкретної комп'ютерної системи;

M_{ij}^R – множина метрик атрибутів надійності, $j = 1..k$, k – кількість метрик атрибутів надійності конкретної комп'ютерної системи;

P_i^R – пріоритет i -го атрибуту надійності для комп'ютерної системи.

Формалізовану характеристику «інформаційна безпека» по аналогії можна представити у вигляді

$$InfSec = \{A_i^{Inf}, M_{ij}^{Inf}, P_i^{Inf}\} \quad (2.3)$$

A_i^{Inf} – множина атрибутів характеристики інформаційна безпека, $i = 1..m$, m – кількість атрибутів інформаційної безпеки конкретної комп'ютерної системи;

M_{ij}^{Inf} – множина метрик атрибутів інформаційної безпеки, $j = 1..l$, l – кількість метрик атрибутів інформаційної безпеки конкретної комп'ютерної системи;

P_i^{Inf} – пріоритет i -го атрибуту інформаційної безпеки для комп'ютерної системи.

Для представлення функціональної безпеки у вигляді подібному до (2.2) і (2.3) можна записати

$$FuncSec = \{A_i^{Func}, M_{ij}^{Func}, P_i^{Func}\} \quad (2.4)$$

A_i^{Func} – множина атрибутів характеристики функціональна безпека, $i = 1..q$, q – кількість атрибутів інформаційної безпеки конкретної комп'ютерної системи;

M_{ij}^{Func} – множина метрик атрибутів функціональної безпеки, $j = 1..x$, x – кількість метрик атрибутів інформаційної безпеки конкретної комп'ютерної системи;

P_i^{Func} – пріоритет i -го атрибуту функціональної безпеки для комп'ютерної системи.

У загальному випадку, гарантоздатність комп'ютерної системи можна визначити як її властивість забезпечувати працездатність у відповідності до узгодженої специфікації вимог.

Безвідмовність, як атрибут надійності, визначає здатність комп'ютерної системи забезпечувати передбачену функціональність у визначених умовах експлуатації протягом певного періоду часу.

Довговічність представляє собою властивість комп'ютерної системи бути у працездатному стані та відновлювати свої функції в умовах зміни режимів експлуатації, зміни принципів функціонування та алгоритмів роботи окремих компонентів, які не передбачені у специфікації вимог [8].

Доступність визначає здатність комп'ютерної системи забезпечувати передбачену функціональність у заданих умовах протягом певного періоду часу та при наявності усіх зовнішніх ресурсів.

Функціональна безпека є властивістю, що описує рівень відсутності негативних наслідків для користувачів комп'ютерної системи, зовнішніх засобів автоматизації та екології навколишнього середовища.

Конфіденційність описує властивість комп'ютерної системи щодо здатності забезпечити санкціонований доступу до інформації.

Цілісність, як властивість інформаційної безпеки, описує здатність комп'ютерної системи забезпечити недопущення змін у даних або інформації, якою оперує система, що може вплинути на виконання визначених у специфікації функцій.

Обслуговуваність – властивість комп'ютерної системи, що описує її здатність до супроводу, модифікації та сервісного обслуговування.

Ремонтопридатність описує здатність комп'ютерної системи до виявлення відмов через профілактичні заходи і ремонти.

Гарантоздатність можна забезпечити наступними факторами [8]:

- надійністю складових частин і елементів;
- резервуванням;
- досконалістю методів і засобів технічної діагностики;

- реконфігурацією;
- своєчасністю, повнотою і якістю технічного обслуговування та ремонту;
- достовірним прогнозуванням.

Одним із способів забезпечення та підвищення гарантоздатності комп'ютерних систем є застосування мінімально-надлишкової кількості програмно-апаратних засобів.

2.2. Процедура оцінювання гарантоздатності комп'ютерної системи

При оцінюванні гарантоздатності комп'ютерної системи необхідно визначити властивості, або атрибути, які повинні бути оціненими. Джерелами, на основі яких формуються атрибути гарантоздатності є:

- опис комп'ютерної системи, що використовувався на усіх стадіях життєвого циклу КС;
- серія стандартів, згідно яких розроблялась система;
- потреби та очікування цільової аудиторії;
- цілі й мета проведення оцінювання.

Для кожного елементарного атрибуту необхідно визначити метрики оцінювання, оскільки вони дають змогу кількісно виразити значення властивості комп'ютерної системи.

Окрім цього, важливим є побудова елементарних функцій оцінювання атрибутів гарантоздатності на основі одержаних значень метрик, що дає змогу визначити рівень реалізації тієї чи іншої властивості комп'ютерної системи.

Система локальних функцій оцінювання формує множину значень, які необхідно об'єднати у моделі для представлення комплексних підхарактеристик гарантоздатності, які в свою чергу також необхідно об'єднати у модель для представлення інтегрального значення оцінки гарантоздатності комп'ютерної системи. На рис. 2.2 наведено загальний

алгоритм теоретичного базису оцінювання гарантоздатності та відповідно її реалізації.

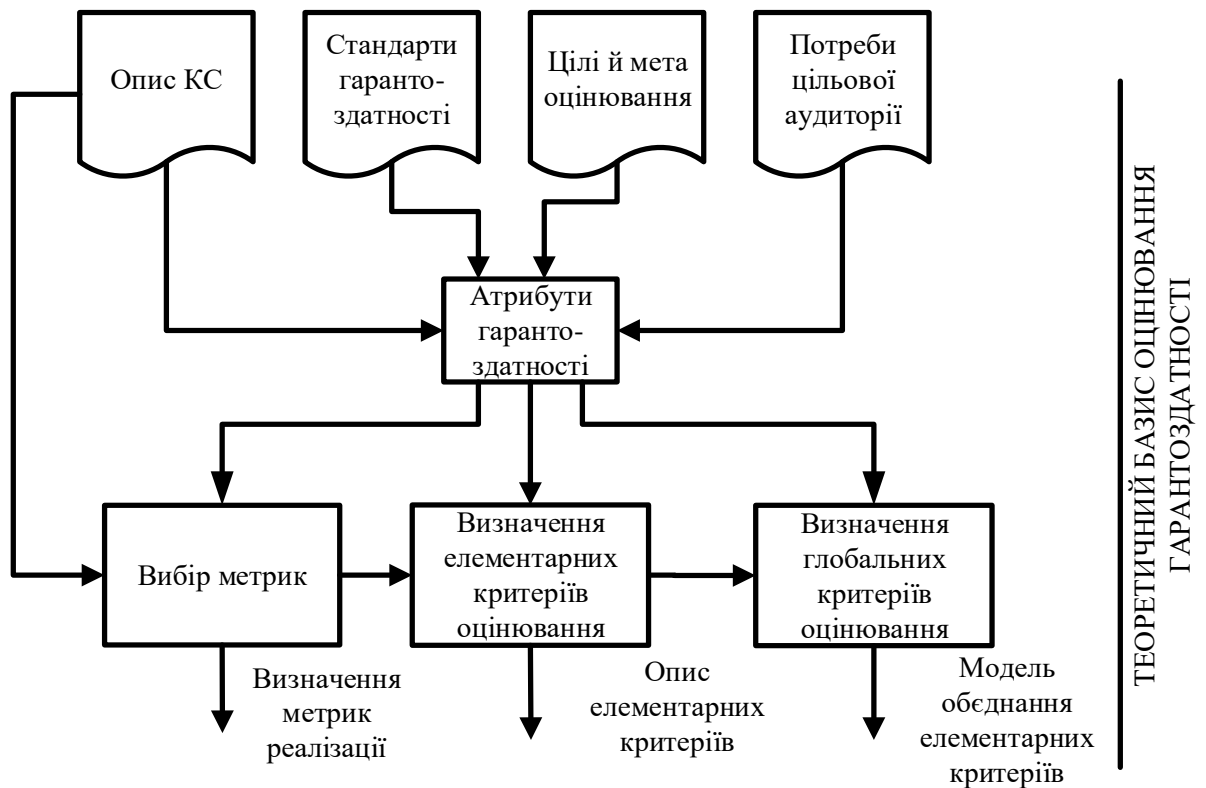


Рис 2.2. Схема теоретичного базису процесу проведення оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем

Власне процедура безпосереднього оцінювання гарантоздатності комп'ютерної системи передбачає виконання наступних кроків:

- вимірювання, за допомогою обраних метрик, значень реалізації атрибутів гарантоздатності комп'ютерної системи;
- оцінювання значень реалізації атрибутів комп'ютерної системи – елементарне оцінювання;
- формування комплексних та інтегрального показників гарантоздатності комп'ютерної системи.

На рис. 2.3 представлено алгоритм реалізації процедури безпосереднього оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем.

Способи та методи вимірювання значень атрибутів гарантоздатності можна проводити автоматизованими засобами або ж отримувати вручну. Це

залежить від типу атрибута, метрики та наявних ресурсів, якими володіють експерти.

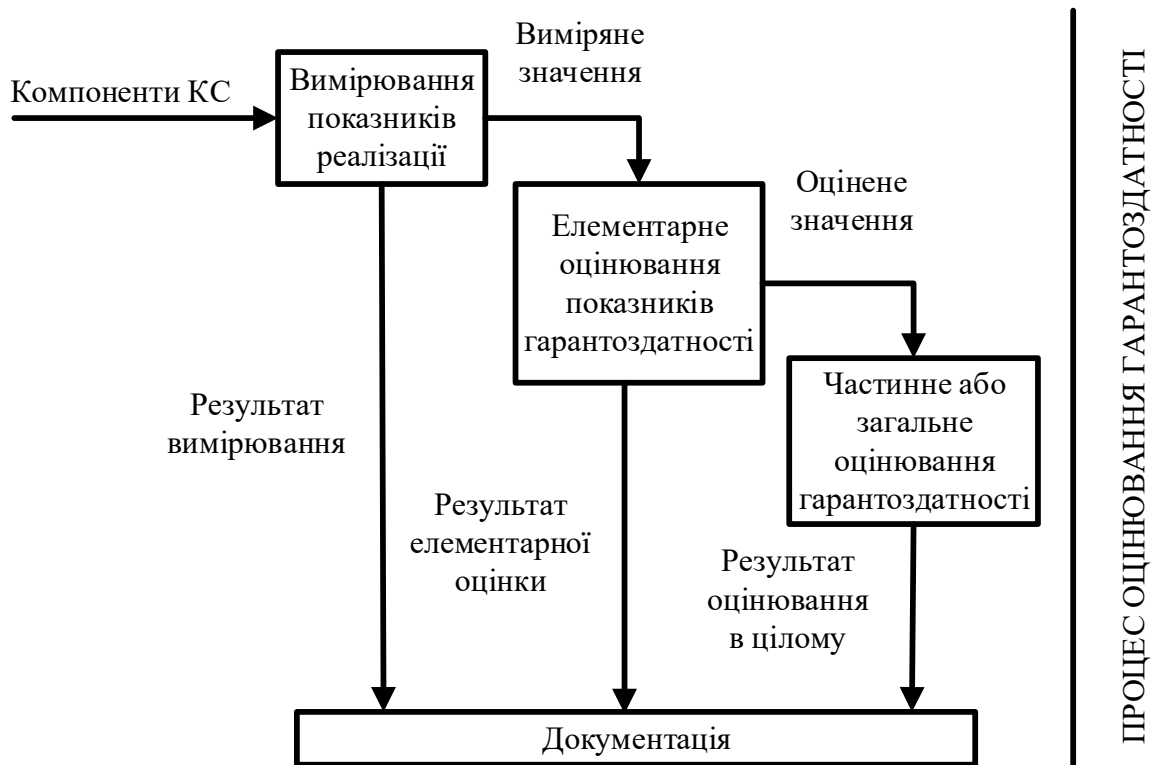


Рис. 2.3. Алгоритм безпосереднього оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем

Для того, щоб отримати інтегральну оцінку гарантоздатності комп'ютерної системи, необхідно враховувати вагу кожного атрибута та комплексних характеристик запропонованої моделі якості. На етапах частинного і загального оцінювання, власне відбувається врахування пріоритету атрибуту чи комплексної характеристики.

Етап локального оцінювання гарантоздатності КС передбачає вимірювання значення реалізації елементарного атрибута та визначення ступеня його задоволення. Для множини атрибутів гарантоздатності A_i , які входять у модель (рис. 2.1) можна використати змінну X_i , яка дозволить представити кількісне значення метрики. Однак, значення само по собі не відображає рівня реалізації атрибута гарантоздатності. Тому потрібно задати деяку елементарну функцію, яка б відображала власне рівень задоволення

вимог гарантоздатності і давала б змогу оперувати її значенням.

Як приклад, візьмемо атрибут безвідмовність комп'ютерної системи, Виходячи з призначення атрибута, можливе застосування такої непрямой метрики:

$$X = \frac{\text{Час перебування системи у працездатному стані}}{\text{Загальний час роботи системи}} \quad (2.5)$$

У результаті обчислення, отримаємо деяке кількісне значення атрибута безвідмовність. Для інтерпретації рівня безвідмовної роботи системи можна використати наступну елементарну функцію оцінювання:

$$g(X) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } X = 1; \\ \frac{X_{\text{дон}} - X}{X_{\text{дон}}}, & \text{якщо } X_{\text{дон}} \leq X \leq 1; \\ 0, & \text{якщо } X \leq X_{\text{дон}}. \end{cases} \quad (2.6)$$

де $g(X)$ – елементарна функція оцінювання атрибута;

X – метрика атрибута;

$X_{\text{дон}}$ – верхня допустима границя для атрибута.

Обов'язковою процедурою при проведенні оцінювання атрибутів гарантоздатності комп'ютерних систем є нормування значень оцінок. Це дає змогу також виражати значення реалізації атрибута у відсотковому відношенні. При цьому пропонується наступне ранжування значень показників атрибутів

- 0 – 39% – незадовільний рівень;
- 40% – 59% – граничний рівень;
- 60% – 100% – задовільний рівень.

Крім того, при визначенні рівня реалізації атрибута може бути використаний коефіцієнт прийнятності. У такому випадку, оцінка обчислюється за формулою

$$q(X) = g(X) \cdot K_a \quad (2.7)$$

де $q(X)$ – оцінка локального атрибуту гарантоздатності;

K_a – коефіцієнт прийнятності.

Діапазон значень коефіцієнта прийнятності є нормованим і лежить в інтервалі $[0,1]$,

При комплексному та інтегральному оцінюванні гарантоздатності комп'ютерної системи можна використати лінійну адитивну модель, що реалізує згортку значень локальних оцінок атрибутів гарантоздатності і обчислюється за формулою

$$Q = \sum_{i=1}^N q_i(X) \cdot k_i \quad (2.8)$$

де Q – інтегральна оцінка гарантоздатності;

k_i – пріоритет атрибута або комплексної характеристики;

N – кількість атрибутів, що описують гарантоздатність системи.

Така процедура оцінювання гарантоздатності комп'ютерної системи забезпечує гнучкість та можливість вибору альтернатив щодо забезпечення необхідно рівня ефективності використання системи.

Крім, запропонованої процедури оцінювання можна також використати інші методи узгодження атрибутів гарантоздатності комп'ютерної системи, при цьому можливе автоматизоване одержання значень атрибутів і їх порівняння.

2.3. Обґрунтування моделі і процедури оцінювання функціональної безпеки комп'ютерних систем

Будемо розглядати весь процес оцінювання функціональної безпеки комп'ютерної системи у вигляді сукупності трьох основних блоків, що

визначають виконання основних завдань. Робота цих блоків має відбуватися послідовно, в строго визначеному порядку, тому формальне визначення такої моделі оцінювання в теоретико-множинному представленні матиме вигляд кортежа [9]

$$M_S = \langle \{S_r\}, \{S_m\}, \{S_s\} \rangle \quad (2.9)$$

де $\{S_r\}$ – блок опрацювання вимог;

$\{S_m\}$ – блок оцінювання на відповідність вимогам з використанням різних методів;

$\{S_s\}$ – блок опрацювання результатів і формування звіту.

У розгорнутому вигляді модель можна задати у вигляді множин та операцій наступним чином [9]

$$M_S = \langle R_O, R_p, T, D_r, A_r, P, F, C_{RM}, C_{DM}, M, D_s, A, Res, A_{res}, D_O, SC \rangle \quad (2.10)$$

Далі формалізуємо детальний опис кожного з елементів кортежа загальної моделі (2.9)

$$S_r = \{R_O, R_p, T, D_r, A_r, P, F\} \quad (2.11)$$

де R_O – загальні вимоги, що представляють собою сукупність стандартів, специфікацій і нормативних документів в даній області;

R_p – приватний профіль вимог, що побудований на основі загального профілю;

T – множина типів вимог у приватному профілі;

D_r – множина даних про систему на основі якої проводиться створення приватного профілю;

A_r – множина алгоритмів і функцій визначення параметрів створення приватного профілю вимог на основі даних про систему;

P – множина параметрів, на основі яких із загального профілю вимог формується приватний профіль;

F – операція фільтрації, що використовується для формування елементів приватного профілю на основі загального профілю вимог і параметрів.

Загальний профіль вимог є вхідною множиною для даного блоку. Функціональна залежність елементів така, що кожен елемент з множини R_p виходить шляхом застосування операції фільтрації F до підмножини із загального профілю $R'_o \subseteq R_o$, типу вимог $T'_i \subseteq T$ з використанням параметрів $P' \subseteq P$, отриманих на основі даних про систему $D'_r \subseteq D_r$ [9]

$$R_{pi} = F_j\{R'_o, T'_i, P'\} \quad (2.12)$$

$$P_i = A_{ri}\{D_r\}$$

Слід зазначити наявність серед множини вимог R підмножини вимог $R_f \subseteq R$, процес оцінювання на відповідність яким можна формалізувати і частково або повністю автоматизувати. Цей факт буде використаний в процесі розробки методу оцінювання [9].

Вихідною множиною блоку S_r буде множина вимог, розподілених за типами, що пред'являються до конкретної оцінюваної інформаційно-управляючої системи [9].

Підсистему оцінювання на відповідність вимогам можна представити у теоретико-множинній нотації у вигляді [9]

$$S_m = \{R_p, M, D_s, A, Res\} \quad (2.13)$$

де R_p – множина вимог до комп'ютерної системи, які є вхідними для блоку оцінювання;

M – множина методів оцінювання;

D_s – множина даних, які доступні про систему, що оцінюється;

A – множина алгоритмів, які використовуються при оцінюванні;

Res – множина результатів, одержаних в процесі оцінювання системи.

Всі ці множини, за винятком вже описаного вище приватного профілю вимог R_p , необхідно розглянути більш детально.

Множина методів оцінювання складається з набору різних методів, що застосовуються при оцінюванні безпеки систем. Це такі методи, як статичний аналіз програмного коду [11, 19], функціональне і структурне тестування [20, 21], “засів” дефектів [22], та інші. Застосування Safety Case підходу серед методів оцінювання безпеки комп'ютерних систем займає важливе місце, наведемо основні формальні представлення цього метод [9].

$$M = \{ SCC, M_o \} \quad (2.14)$$

де SCC – множина ядер, що використовуються при оцінюванні безпеки комп'ютерної системи;

M_o – множина інших методів оцінювання.

Таким чином, незважаючи на те, ядра самі представляють собою окремі підсистеми і використовують всередині себе різні методи оцінювання, на верхньому рівні (рівні моделі системи) такі ядра представляють собою не що інше, як один з методів оцінювання, який може використовуватися нарівні з іншими, вже відомими методами. Кожен метод оцінювання можна представити таким чином [9]

$$M = \{ R, D_m, A_m, Res_m \} \quad (2.15)$$

де R – множина вимог до комп'ютерної системи, які є вхідними для конкретного методу;

D_m – дані про систему, необхідні для коректної роботи методу;

A_m – множина алгоритмів роботи методу;

Res_m – множина вихідних результатів методу.

Метод повинен отримувати на вході дані у строго визначених форматах. З метою перетворення вимог і даних про систему в необхідні формати, використовуються операції конвертації C_{RM} і C_{DM} , де C_{RM} – операція, яка конвертує вимоги з вихідного формату в формат, підтримуваний методом, C_{DM} – операція, що перетворює множину даних про систему і представляє їх у форматі, визначеному для вхідних параметрів методу.

У загальному вигляді конвертер задається наступним чином [9]

$$C = \{ D_{in}, F_{in}, A_c, D_{out}, F_{out} \} \quad (2.16)$$

де пара $\{ D_{in}, F_{in} \}$ задає множину вхідних даних у такому вигляді, в якому вони представлені у джерелі;

$\{ D_{out}, F_{out} \}$ – множина вихідних даних у визначеному форматі;

A_c – алгоритм перетворення даних з одного формату в інший.

Множина даних, доступних про систему, що оцінюється, потрібно додатково представити як сукупність формалізованих і неформалізованих даних [9]

$$D_s = \{ D_{sf}, D_{snf} \} \quad (2.17)$$

де D_{sf} – множина формалізованих даних про систему;

D_{snf} – множина неформалізованих даних про систему.

Дані, представлені у формальному вигляді мають певну структуру (формат)

$$Form = \{ Form_1, \dots, Form_t \} \quad (2.18)$$

де $Form$ – множина форматів для представлення даних;

t – кількість різних форматів представлення даних.

Для представлення даних у певному форматі можуть застосовуватись різні методи

$$M_{form} = \{ M_{form_1}, \dots, M_{form_m} \} \quad (2.19)$$

де M_{form} – множина методів представлення даних у формалізованому вигляді і приведення їх до потрібного формату;

m – кількість методів M_{form} , які використовуються при оцінюванні системи.

Якщо говорити про функціональну залежність, то елементи множини M_{form} є функціями, що дозволяють на основі деякої підмножини неформалізованих даних $D'_{snf} \subseteq D_{snf}$ отримати елементи множини формальних даних $D''_{sf} \subseteq D'_{sf}$ [9]

$$M_{form} : D'_{snf} \rightarrow D''_{sf} \quad (2.20)$$

або привести дані до визначеного формату [9]

$$M_{form_k} : D_{sf_i} \rightarrow D_{sf_j} \quad (2.21)$$

Тут вказані підмножини D'_{snf} і D''_{sf} , а не самі множини D_{snf} і D_{sf} так як частина даних в формалізованому вигляді зазвичай присутні в такому вигляді

спочатку і їх не потрібно отримувати з неформальних даних або приводити до потрібного формату. Такими спочатку доступними в формальному вигляді даними зазвичай є результати тестування, вихідний і виконуваний код, та інші. Дані, доступні в неформальному вигляді практично ніколи неможливо представити у цілком формальному вигляді, формалізувати, зазвичай, можливо лише частину цих даних. Однак, щоб врахувати граничні варіанти ми в даному випадку використовуємо нестрогі підмножини.

Окремо варто відмітити множину алгоритмів, що використовуються при оцінюванні. Вона включає в себе кілька підмножин, такі як алгоритми вибору методів оцінювання (A_s), алгоритми побудови формального представлення процесу оцінки (A_f), алгоритми оцінювання та застосування різних методів (A_m), алгоритми створення нових ядер A_n [9]

$$A = \{ A_s, A_f, A_m, A_n \} \quad (2.22)$$

У результаті проведеного експертного оцінювання, а також даних, отриманих у результаті роботи ядер, обчислюється одна або кілька метрик, що визначає ступінь виконання кожної окремої вимоги. На основі цих метрик формується множина Res – результати оцінок вимог комп'ютерної системи. Ця множина представляє собою вихідну множину блоку оцінювання і подається на вхід третьої підсистеми S_s – блок опрацювання результатів і створення звітів чи обґрунтувань безпеки.

$$S_s = \{ Res, A_{res}, D_o, SC \} \quad (2.23)$$

де Res – множина оцінок кожної вимоги до системи;

A_{res} – множина алгоритмів опрацювання вхідних результатів;

D_o – множина додаткових даних, що використовуються при опрацюванні результатів;

SC – звіт про безпеку системи, що оцінюється.

$$A_{res} : Res \rightarrow SC \quad (2.24)$$

Одним з елементів множини алгоритмів опрацювання результатів є згортка (адитивна зважена сума значень) метрик відповідно до їх вагових коефіцієнтів. У цьому випадку множина додаткових даних D_o має включати значення коефіцієнтів, які необхідно заздалегідь встановити або уточнити перед початком процесу оцінювання. На виході цього блоку формується результуюче обґрунтування або звіт з безпеки системи в цілому. У [9] основні множини і відношення між ними схематично представлено, як показано на рис. 2.4.

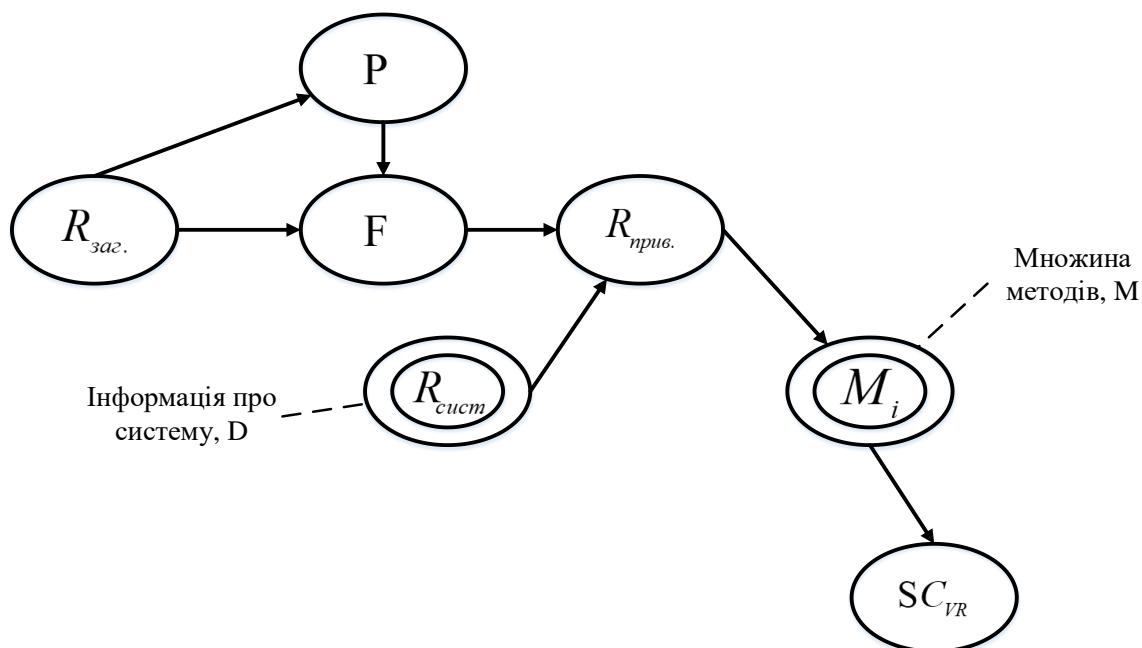


Рис. 2.4. Схема оцінювання функціональної безпеки

На рис. 2.5 наведений наступний рівень деталізації, який показує зв'язок множин і відношень теоретико-множинної моделі з представленням процесу розробки обґрунтування безпеки в одній з формальних нотацій, а узагальнену схему підходу до оцінювання функціональної безпеки систем можна візуалізувати, як показано на рис. 2.6. [9].

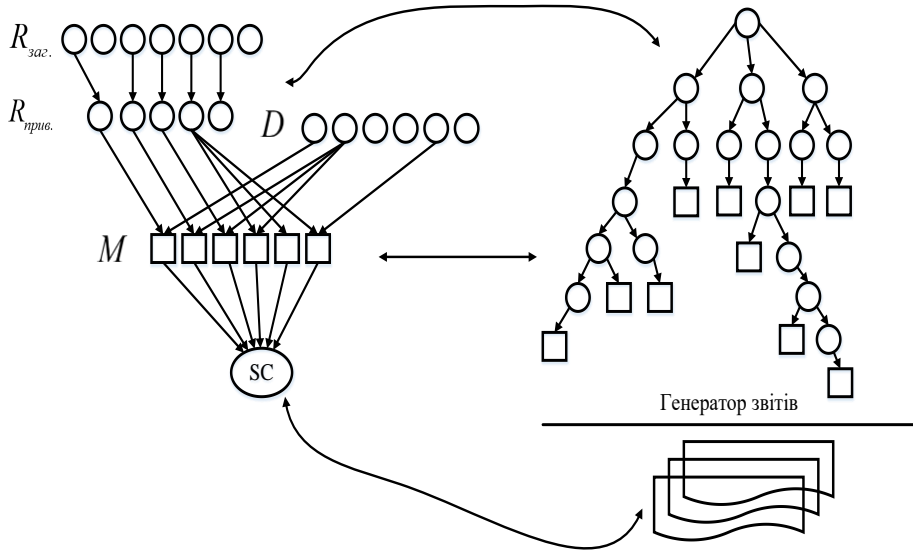


Рис. 2.5. Зв'язок множин і відношень моделі з розробкою обґрунтувань безпеки у вигляді ієрархічних структур

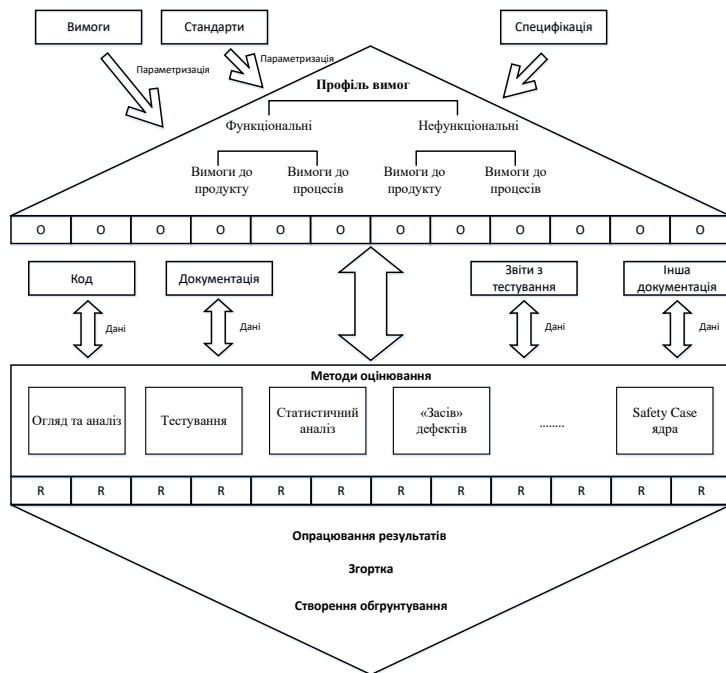


Рис. 2.6. Загальна схема оцінювання функціональної безпеки

Таким чином, розроблено загальну процедуру оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем та обґрунтовано метод оцінювання функціональної безпеки комп'ютерних систем, що забезпечує повноту і адекватність, а також можливість прогнозування значень властивостей гарантоздатності на різних рівнях із заданою точністю.

2.4. Розробка методу оцінювання гарантоздатності та ефективності використання апаратного забезпечення комп'ютерних систем

Для ефективної роботи будь-якого підприємства, організації чи установи у яких впроваджено комп'ютерні системи необхідно проводити оцінювання та забезпечення ефективності апаратного забезпечення, як їх базової складової з врахуванням гарантоздатності. При цьому для своєчасного гарантування ефективної роботи комп'ютерних систем необхідно впроваджувати постійні процеси моніторингу стану обладнання, розробляти стратегії розвитку комп'ютерних систем для одержання максимального ефекту від їх використання.

На практиці для визначення ефективності комп'ютерних систем, вхідними даними для оцінювання виступають звіти ІТ підрозділів (за наявності таких) про кількість комп'ютерів і мережевого обладнання, їх параметри, встановлене програмне забезпечення та ін. На основі аналізу звітної інформації формуються пропозиції щодо необхідності покращення ІТ інфраструктури, поточних ремонтів техніки, розширення штату ІТ підрозділів.

Для оптимізації використання апаратних засобів комп'ютерних систем потрібно розробити метод оцінювання ефективності їх використання, який повинен базуватись на строгій формалізованій процедурі моніторингу та аналізу стану апаратного забезпечення та умов його використання.

Вимогами до процедури моніторингу стану апаратного забезпечення є простота реалізації та виконання, оскільки, багато компаній можуть використовувати сторонні ІТ фірми для обслуговування та розвитку власних ІТ інфраструктур.

Результати аналізу даних про використання засобів обчислювальної техніки забезпечить:

- оптимальність розподілу апаратного забезпечення між підрозділами компаній;

- рівномірність завантаження апаратних засобів комп'ютерної системи;
- оптимальність використання коштів, спрямованих на закупівлю, ремонт та модернізацію всієї комп'ютерно-орієнтованої інфраструктури підприємства;
- фіксацію витрат і несанкціонованого оновлення засобів обчислювальної техніки.

Для аналізу ефективності апаратного забезпечення комп'ютерних мережевих систем необхідно застосовувати автоматизовані засоби визначення і контролю їх стану. Сьогодні на ринку представлено ряд програмних засобів для тестування рівня параметрів апаратного забезпечення та визначення ефективності використання комп'ютерної техніки. Серед цих засобів найбільшою популярністю на практиці користуються AIDA64, Sisoftware Sandra Professional Unicode Win32 x86, Exponent та ін.

Наведене спеціалізоване програмне забезпечення дає змогу забезпечити якість тестування комп'ютерів, комутаційного обладнання, продуктивності мережі та інших програмно-апаратних засобів. Окрім, цього деякі з таких програм дозволяють автоматично генерувати звіти про стану того чи іншого пристрою.

Однак програмні засоби тестування дають змогу вимірювати значення параметрів апаратного забезпечення в конкретний момент часу і не дають змоги оцінити яким чином і наскільки ефективно використовуються комп'ютери: перебувають в режимі очікування, відключені, обслуговують бізнес-процеси підприємства, використовуються як друкарські машинки і т.д. Тому, ІТ підрозділам необхідно застосовувати метод керування апаратними засобами комп'ютерної системи, який давав би можливість проводити аналіз ефективності їх використання із обмеженим набором даних. При цьому на основі результатів оцінювання ефективності можна буде формувати стратегії розвитку інформаційної інфраструктури підприємства.

Для аналізу та оцінювання ефективності використання апаратного забезпечення комп'ютерних систем пропонується використати кількісні, кошторисні та часові показники.

Для оцінюванні ефективності апаратного забезпечення нами розроблено ряд показників, зокрема:

N_{PC}, N_{WS} – показники, які відповідають за кількість комп'ютерів та автоматизованих робочих місць у підрозділах підприємства;

N_{USR} – кількість користувачів у підрозділах підприємства;

$T_{WS}^{WK}, T_{PC}^{TOT}$ – час роботи на автоматизованому робочому місці та загальний час роботи апаратних засобів відповідно;

C_{MN}, RV – затрати на утримання апаратного забезпечення і їх кінцева вартість відповідно.

Інтегральний показник ефективності комп'ютерних мережевих систем формують наступні показники:

- коефіцієнт відношення АРМ та кількості комп'ютерів;
- коефіцієнт навантаження комп'ютерів;
- коефіцієнт використання комп'ютерної техніки;
- коефіцієнт затрат на апаратне забезпечення.

Показник відношення кількості автоматизованих робочих місць до кількості комп'ютерів визначаємо за формулою:

$$K_{WS} = \frac{N_{WS}}{N_{PC}} \quad (2.25)$$

Коефіцієнт навантаження комп'ютера можна визначити як:

$$K_L = \frac{N_{USR}}{N_{PC}} \quad (2.26)$$

Коефіцієнт використання засобів обчислювальної техніки обчислюється як добуток відношень за формулою:

$$K_{UPC} = \frac{N_{WS}}{N_{USR}} \cdot \frac{T_{WS}^{WK}}{T_{PC}^{TOT}} \quad (2.27)$$

Коефіцієнт затрат на використання апаратного забезпечення запропоновано обчислити як відношення затрат на використання апаратного забезпечення до кінцевої вартості апаратного забезпечення:

$$K_C = \frac{C_{MN}}{RV} \quad (2.28)$$

Такі показники як K_{WS} та K_{UPC} з часом повинні збільшуватись, коефіцієнт K_C необхідно утримувати на максимально низькому рівні, а коефіцієнт навантаження на ПК повинен прямувати до 1.

Таким чином, для забезпечення ефективності використання апаратного забезпечення необхідно забезпечувати виконання наступних умов:

$$\begin{aligned} K_{WS} &\rightarrow \max, K_{UPC} \rightarrow \max \\ K_C &\rightarrow \min \\ K_L &\rightarrow 1 \end{aligned} \quad (2.29)$$

Процес аналізу ефективності використання апаратних засобів доцільно автоматизувати, побудувавши необхідні функції збору та опрацювання даних в програмному забезпеченні інформаційної системи.

Виходячи із показників ефективності використання апаратного забезпечення комп'ютерних систем, можна побудувати модель ефективності апаратної складової такої системи. Для цього скористаємось нотаціями теорії множин:

$$Eff_{HW}(t) = \{K_{WS}^i, K_L^i, K_{UPC}^i, K_C^i\} \quad (2.30)$$

де $i = \overline{0..N}$ в – кількість підрозділів підприємства, t момент часу у який проводиться оцінювання ефективності.

Для збору та управління даними щодо оцінювання ефективності апаратних засобів комп'ютерних систем необхідно визначити тип даних для оперування та підрозділи, які повинні здійснювати моніторинг стану апаратного забезпечення. У даній роботі, у табл. 2.1 запропоновано наступну методику розподілу обов'язків між підрозділами та збору даних щодо ефективності і гарантоздатності апаратного забезпечення.

Таблиця 2.1

Показники ефективності використання апаратного забезпечення

№ з/п	Показник	Підрозділ	Методика і час визначення
1	Кількість ПК у підрозділі	Підрозділ ІТ	По факту
2	Кінцева вартість ПК	Бухгалтерія	Щорічно
3	Затрати на обслуговування (ремонт, модернізація)	Бухгалтерія	По факту
4	Кількість користувачів у підрозділі	Підрозділ ІТ	По факту
5	Кількість АРМ, систем, підсистем у підрозділі	Підрозділ ІТ	По факту
6	Загальний час роботи на ПК	Автоматично	Постійно
7	Час роботи на ПК із застосування АРМ	Автоматично	Постійно

Продовження табл. 2.1

№ з/п	Показник	Підрозділ	Методика і час визначення
Інтегральні показники			

8	Коефіцієнт відношення АРМ/ПК $K_{ws} = \frac{N_{ws}}{N_{PC}}$	Програмна система	Постійно
9	Коефіцієнт навантаження комп'ютера $K_L = \frac{N_{USR}}{N_{PC}}$	Програмна система	Постійно
10	Коефіцієнт використання апаратних засобів $K_{UPC} = \frac{N_{ws}}{N_{USR}} \cdot \frac{T_{ws}^{WK}}{T_{PC}^{TOT}}$	Програмна система	Постійно
11	Коефіцієнт затрат на використання апаратних засобів $K_C = \frac{C_{MN}}{RV}$	Програмна система	Постійно

Дані про кількість комп'ютерів та автоматизованих робочих місць, терміни їх експлуатації, кінцеву вартість і затрати на обслуговування можуть використовувати як ІТ підрозділи, так і бухгалтерія. Наведені у табл. 2.1 показники потрібно фіксувати не рідше, ніж один раз на місяць та зберігати у базу даних для накопичення статистичних даних.

У подальшому, маючи статистику щодо ефективності використання апаратних засобів, можна визначити «слабкі» сторони при експлуатації апаратного забезпечення, а також з'являється можливість проводити прогнозування у часі, враховуючи динаміку зміни показників ефективності і гарантоздатності.

Використання інтегральних показників, які наведені у табл. 2.1, дає можливість формувати звіти про ефективність використання апаратних засобів комп'ютерної системи, які може застосовувати керівництво підприємства, при цьому не будучи спеціалістом у галузі інформаційних технологій.

2.5. Розробка методу оцінювання ефективності експлуатації та супроводу комп'ютерних систем з врахуванням їх гарантоздатності

Витрати на обслуговування комп'ютерних систем впливають на ефективність їхнього використання та подальший розвиток. Однак не кожне підприємство може утримувати в оптимальному стані власну інформаційну систему, оскільки це вимагає залучення додаткових коштів, висококваліфікованих фахівців та ряду інших факторів, тому для забезпечення функціональної повноти, гарантоздатності та ефективності комп'ютерної системи необхідно шукати шляхи зменшення затрат при забезпеченні повноти функціональності та гарантоздатності.

Одним із сучасних підходів, які дають змогу знизити рівень затрат на розвиток та утримання комп'ютерної системи є передача обслуговування та контролю над нею іншим стороннім організаціям – так званим аутсорсинговим компаніям.

Аутсорсинг, як методологія управління, базується на використанні ресурсів зовнішніх компаній-партнерів замість розвитку своїх власних компетенцій у тих видах діяльності, які не є пріоритетними або стратегічно важливими для компанії [20]. Така методологія дає змогу інтегрувати та використовувати сучасні технологічні, інтелектуальні та інформаційні ресурси у компаніях, де ІТ не є пріоритетом.

При виборі варіанту реалізації ІТ аутсорсингу необхідно враховувати наступні фактори:

- економічна доцільність;
- рівень вимог до використовуваних ресурсів;
- необхідність залучення кваліфікованих спеціалістів;
- необхідність підвищення кваліфікації власних працівників компанії за рахунок досвіду та експертизи сторонніх організацій.

При залученні ІТ аутсорсингових компаній можна одержати наступні позитивні результати:

- зменшення витрат на інформаційні системи і технології;
- підвищення ефективності фінансового менеджменту;
- зменшення відповідальності за помилки;

- доступ до нових сучасних інформаційних технологій.

Однак, для того, щоб вибрати варіант аутсорсингу чи розвитку власної інформаційної і кадрової інфраструктури, необхідно провести обґрунтування та оцінювання ефективності тих чи інших рішень.

Одним з підходів щодо доцільності застосування моделі аутсорсингу є порівняння вартості послуг аутсорсингу та витрат щодо оплати праці власних працівників на підтримку комп'ютерної мережевої системи. За оптимальне рішення, в даному випадку, приймається таке, яке є менш затратним. Витрати на інформаційний сервіс, при цьому, пропонується розраховувати як максимальна кількість робочих годин працівника помножена на його місячну заробітну плату з врахуванням додаткових видатків, якщо такі існують.

Хоча аутсорсинг і володіє рядом переваг, однак така методологія має багато ризиків. Такі ризики, повинні бути визначені та оцінені, а методи запобігання ризикам – впровадженні та підконтрольні.

Ризики, які характерні для аутсорсингу, можна поділити на дві групи:

- ризики, до підписання контракту – пов'язані з аналізом потенційних постачальників послуг, оцінюванні їхніх пропозицій, виборі кращого із присутніх на ринку, формування договору.

- пост контрактні ризики – ризики, що можуть виникнути на протязі терміну дії контракту і пов'язані з управлінням процесу обслуговування, засобами обслуговування, моніторингом продуктивності роботи комп'ютерної мережевої системи.

Інша класифікація ризиків, пов'язана з використанням ІТ аутсорсингу, передбачає технічні, фінансові, правові, операційні, ділові, інформаційні та стратегічні ризики. Рівень ризиків в такому випадку, розраховують як суму добутків імовірностей небажаних результатів і втрат від їх настання.

Із результатів оцінювання приведеної вище області застосування ІТ аутсорсинга визначимо перелік показників за якими в подальшому будуть оцінюватись його ефективність:

- витрати на комп'ютерну систему;

- можлива користь від впровадження комп'ютерної системи;
- ризики, пов'язані з аутсорсингом.

Враховуючи, те, що розвиток комп'ютерної системи пов'язаний з прогнозуванням майбутніх показників витрат, корисності та інших, існує невизначеність, зумовлена неточністю та неповнотою інформації, а це для оцінювання ризиків дає змогу використовувати апарат теорії нечітких множин.

Для визначення лінгвістичних змінних можна скористатись функціями приналежності трикутної або трапецеподібної форми (якщо вказано діапазони зміни показників), або функції Гауса (при значній невизначеності).

На основі раніше проведених досліджень щодо ефективності комп'ютерних систем і показників гарантоздатності, які його формують, можна побудувати модель для оцінювання ефективності щодо формування власного штату працівників і розвитку власної інформаційної системи:

$$\begin{aligned}
 \tilde{C}_{IS}(t) = & \tilde{C}_{BES}(t) + \tilde{C}_{NET}(t) + (\tilde{C}_R(t) \cdot \tilde{p}_R(t) + \tilde{C}_{MS}(t)) + \\
 & + \tilde{C}_{DSW}(t) + \tilde{C}_E(t) + \tilde{A}_R(t) + \tilde{C}_{RS}(t) + \tilde{C}_{TS}(t) + \tilde{C}_{AS}(t) + \\
 & + \tilde{S}_R(t) + \tilde{S}_{PS}(t) + \tilde{C}_L(t) + \tilde{C}_H(t) + \tilde{C}_{PR}(t) + \tilde{C}_{RB}(t) + \\
 & + \tilde{C}_{OB}(t) + \tilde{C}_{AD}(t) + \tilde{C}_{TR}(t)
 \end{aligned} \tag{2.31}$$

де $\tilde{C}_{BES}(t)$ – витрати на закупівлю апаратного і програмного забезпечення для комп'ютерної системи;

$\tilde{C}_{NET}(t)$ – витрати на проектування та монтаж комп'ютерних мереж;

$\tilde{C}_R(t)$ – витрати на ремонти апаратного забезпечення комп'ютерної системи;

$\tilde{p}_R(t)$ – імовірність виникнення потреби у ремонті;

$\tilde{C}_{MS}(t)$ – витрати на матеріально-технічне забезпечення;

$\tilde{C}_{DSW}(t)$ – витрати на розробку програмного забезпечення;

$\tilde{C}_E(t)$ – вартість електроенергії, яку споживають компоненти комп'ютерної системи;

$\tilde{A}_R(t)$ – амортизаційні відрахування;

$\tilde{C}_{RS}(t)$ – затрати на модернізацію або оновлення ПЗ;

$\tilde{C}_{TS}(t)$ – витрати на налаштування та конфігурування програм;

$\tilde{C}_{AS}(t)$ – витрати на бухгалтерський супровід;

$\tilde{S}_R(t)$ – заробітна плата підрозділу технічної підтримки інформаційної системи;

$\tilde{S}_{PS}(t)$ – заробітна плата системних адміністраторів та програмістів;

$\tilde{C}_L(t)$ – витрати на навчання персоналу;

$\tilde{C}_H(t)$ – витрати на лікарняні, відпустки та страхування;

$\tilde{C}_{PR}(t)$ – витрати на рекрутинг персоналу;

$\tilde{C}_{RB}(t)$ – витрати на оренду або утримання приміщень;

$\tilde{C}_{OB}(t)$ – офісні витрати;

$\tilde{C}_{AD}(t)$ – адміністративні витрати;

$\tilde{C}_{TR}(t)$ – трансакційні витрати: на пошук інформації, виконання поточних задач та ін;

t – момент часу на який фіксуються витрати.

Варто відмітити, що усі наведені показники із символом « \sim » є нечіткими. Витрати підприємств на ІТ аутсорсинг ми пропонуємо прийняти наступними:

$$\tilde{C}_{ПО}(t) = \tilde{C}_{CT}(t) + \tilde{C}_{MI}(t) + \tilde{C}_{OS}(t) \quad (2.32)$$

де $\tilde{C}_{CT}(t)$ – витрати на укладання та супровід контрактів;

$\tilde{C}_{MI}(t)$ – витрати на контроль за наданням послуг аутсорсинговою компанією;

$\tilde{C}_{OS}(t)$ – вартість послуг аутсорсингової компанії;

t – момент час на який фіксуються витрати на ІТ аутсорсинг.

Для оцінювання ризиків в економіко-математичних моделях, зазвичай, використовують теорію чутливості, теорію ймовірностей, теорію ігор, імітаційне моделювання, теорію нечітких множин.

Отже, для визначення ризиків і перетворення їх у грошові витрати ми пропонуємо використовувати механізм прийняття рішень на базі нечітких продукційних моделей по типу: «ЯКЩО якість послуг аутсорсингової компанії НИЗЬКА, ТО витрати підприємства ВИСОКІ». Кількість термів у терм-множинах лінгвістичних змінних визначається досвідом експертів та ступенем точності представлення змінних у моделі.

Втрати підприємства, пов'язані з ризиками використання ІТ аутсорсингу, запропоновано обчислювати за формулою:

$$\tilde{W} = \tilde{W}_{QO}(t) + \tilde{W}_B(t) + \tilde{W}_S(t) + \tilde{W}_O(t) + \tilde{W}_{QP}(t) \quad (2.33)$$

де $\tilde{W}_{QO}(t)$ - втрати від неякісних послуг аутсорсингової компанії;

$\tilde{W}_B(t)$ – втрати від банкрутства аутсорсингової компанії;

$\tilde{W}_S(t)$ – втрати від порушення інформаційної безпеки аутсорсинговою компанією;

$\tilde{W}_O(t)$ – втрати через несправедливість розподілу витрат між організацією та аутсорсинговою компанією;

$\tilde{W}_{QP}(t)$ – втрати через зниження кваліфікації персоналу власної компанії;

t – момент часу на який фіксуються втрати.

Таким чином, якщо передати частину функцій підрозділу ІТ власного підприємства аутсорсинговій компанії, то показники формули (2.33) потрібно

віднести до економії, яку одержує власне підприємство. Додавши вартість послуг ІТ аутсорсингу, обчислену за формулою (2.32) з величиною ймовірних втрат, обчислених за формулою (2.31), отримуємо сумарні витрати підприємства на аутсорсинг.

2.6. Побудова моделі оцінювання ефективності комп'ютерних систем

Обґрунтувавши методи оцінювання складових комп'ютерних систем та визначивши метод оцінювання їх гарантоздатності побудуємо комплексну модель оцінювання ефективності.

Інтегральний показник ефективності комп'ютерних систем можна обчислити як відношення затрат на комп'ютерну систему до ефекту, який при цьому одержується.

Сукупні затрати на комп'ютерну систему пропонується обчислювати як суму затрат на апаратне та програмне забезпечення, затрат на забезпечення гарантоздатності, затратами на обслуговування КС. Ефект від впровадження – це прибуток, який одержується у результаті використання комп'ютерної системи. Оскільки, ми обґрунтували застосування методу оцінювання ефективності апаратного забезпечення при якому його ефективність обчислюється за формулою (2.30), розрахували гарантоздатність комп'ютерної мережевої системи, то інтегральний показник ефективності можна представити у вигляді:

$$EF_{CNS}(t) = Eff_{HW}(t) + Eff_{CN}(t) + Eff_{SW}(t) + Eff_{Supp}(t) \quad (2.34)$$

де $Eff_{HW}(t)$ – ефективність використання апаратного забезпечення комп'ютерної системи;

$Eff_{CN}(t)$ – ефективність використання комп'ютерної мережі в момент часу t ;

$Eff_{sw}(t)$ – ефективність використання програмного забезпечення в момент часу t ;

$Eff_{supp}(t)$ – ефективність обслуговування комп'ютерної системи в момент часу t ;

Формально ефективність апаратного забезпечення комп'ютерної мережевої системи обчислюється за формулою (2.30).

Оцінювання ефективності комп'ютерної мережі запропоновано обчислювати за формулою:

$$Eff_{CN}(t) = \sum_{i=1}^N \frac{C_i^{CN}(K_{ГKM})}{C_i^{CN}} \quad (2.35)$$

де $C_i^{CN}(K_{ГKM})$ – ефект (прибуток) від використання комп'ютерної мережі в врахуванням коефіцієнта готовності її компонентів;

де C_i^{CN} – затрати на придбання компонентів комп'ютерної мережі (пасивне, активне комутаційне обладнання, кабелі, короб і т.д.);

N – кількість компонентів комп'ютерної мережі.

t – час, станом на який, проводиться оцінювання ефективності.

Ефективність програмного забезпечення комп'ютерної системи, запропоновано обчислювати за формулою:

$$Eff_{sw}(t) = \sum_{j=1}^K \frac{C_j^{sw}(Q)}{C_j^{sw}} \quad (2.36)$$

де $C_j^{sw}(Q)$ – прибуток від використання програмного забезпечення в заданий момент часу t із заданою якістю ПЗ – Q ;

C_j^{sw} – витрати на придбання програмного забезпечення;

В залежності від того, яку модель використовує підприємство для обслуговування комп'ютерної системи ефективність можна оцінити наступною формулою:

$$Eff_{Supp}(t) = \tilde{C}_{IS}(t) + (\tilde{C}_{ITO}(t) + \tilde{W}(t)) \quad (2.37)$$

де $\tilde{C}_{IS}(t)$ – витрати на обслуговування комп'ютерної системи при виконанні робіт власним підрозділом підприємства;

$(\tilde{C}_{ITO}(t) + \tilde{W}(t))$ – комплексні витрати на обслуговування комп'ютерної системи при виконанні робіт аутсорсинговою компанією ($\tilde{C}_{ITO}(t)$ - витрати на обслуговування комп'ютерної мережевої системи, $\tilde{W}(t)$ - витрати, пов'язані із ризиками при виконанні робіт аутсорсинговою компанією).

Таким чином, розроблено підхід до оцінювання ефективності комп'ютерних систем, що дозволяє врахувати гарантоздатність усіх компонентів комп'ютерної системи і забезпечує ефективність процесу управління обслуговуванням КС при її експлуатації.

2.7. Висновки до розділу

1. Формалізовано атрибути гарантоздатності комп'ютерних систем та запропоновано модель для їх оцінювання, що представлена у вигляді ієрархічної структури і включає три рівні: комплексні характеристики, атрибути і метрики. Це дає змогу проводити оцінювання локальних атрибутів, комплексних значень надійності, функціональної та інформаційної безпеки і формувати інтегральний показник гарантоздатності.

2. Розроблено процедуру оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем, що базується на формуванні та використанні елементарних функцій експертного оцінювання значень атрибутів (метрик) із врахуванням коефіцієнтів прийнятності рівня відповідності атрибута та його пріоритету, що дало змогу кількісно представити гарантоздатність на різних рівнях з можливістю управління неї у відповідності до потреб кінцевих користувачів.

3. Обґрунтовано метод оцінювання функціональної безпеки комп'ютерних систем, що передбачає використання комплексу різних методів та засобів автоматизації в залежності від типу комп'ютерної системи для встановлення кількісного значення оцінки функціональної безпеки і формує ядра для подальшого оцінювання гарантоздатності комп'ютерної системи.

4. Побудовано модель і розроблено метод оцінювання гарантоздатності та ефективності використання апаратного забезпечення комп'ютерних систем на основі нотацій теорії множини, що враховує показники гарантоздатності та дає змогу визначити вплив гарантоздатності на ефективність експлуатації апаратного забезпечення.

5. Розроблено метод оцінювання гарантоздатності та ефективності обслуговування і супроводу комп'ютерних систем, що враховує можливість використання сторонніх послуг і дає змогу оцінити оптимальність прийняття рішень щодо ефективності комп'ютерної системи (апаратного і програмного забезпечення, каналів зв'язку) із заданим рівнем її гарантоздатності.

6. Запропоновано комплексну модель оцінювання ефективності комп'ютерних систем з врахуванням їх гарантоздатності, що включає оцінку програмного і апаратного забезпечення, а також каналів передачі даних, що дало змогу виявити компоненти комп'ютерних систем, які використовуються не ефективно у зв'язку з порушенням їх гарантоздатності.

РОЗДІЛ 3

ЗАСІБ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОЦІНЮВАННЯ ГАРАНТОЗДАТНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

3.1. Розробка функціональних вимог програмного засобу підтримки процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем

Для визначення функціональних вимог до програмної системи автоматизації процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем запропоновано скористатись нотаціями UML (Unified modelling language), зокрема, діаграмами варіантів використання.

Даний вид діаграм дає змогу визначити акторів, які беруть участь в оцінюванні гарантоздатності та ефективності, їх основні функціональні можливості. Перш за все, для проведення оцінювання гарантоздатності та ефективності необхідно мати технічні та економічні показники обладнання, яке використовується у комп'ютерній системі. Усіх учасників, які беруть участь в оцінюванні, можна розділити на три групи:

- спеціалісти ІТ підрозділу;
- економісти;
- експерти з оцінювання гарантоздатності та ефективності КС.

Функціональні можливості спеціалістів ІТ підрозділу наведено на рис. 3.1. Як видно, з рис. 3.1, спеціаліст ІТ відділу повинен забезпечити ввід та редагування даних про технічні характеристики обладнання, яке використовується у комп'ютерній системі, рівень їх гарантоздатності. Таке обладнання включає параметри апаратного засобів, програмного забезпечення, компонентів комп'ютерної мережі.

Окрім цього, спеціалісту ІТ відділу, у програмній системі автоматизації процесу оцінювання, необхідно забезпечити пошук інформації про обладнання за певними критеріями та формування звітної документації.



Рис. 3.1. Діаграма варіантів використання для визначення функціональних можливостей спеціаліста ІТ відділу

На рис. 3.2 представлено основні функціональні можливості економіста для оцінювання ефективності КС.

Для визначення ефективності комп'ютерних систем, як було зазначено у попередніх розділах, важливу роль відіграє вартість обладнання, яке у них використовується. Тому, за контроль вартості обладнання, його амортизацію відповідає економіст підприємства.

До основних функціональних можливостей, які необхідно забезпечити економісту у програмній системі автоматизації процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем належать:

- облік обладнання, яке використовується у комп'ютерній системі, зокрема вартісні показники;
- нарахування амортизації, яка впливає на зменшення вартості обладнання;
- нарахування заробітної плати та оплата зовнішніх послуг, які входять до складу показників при обчисленні ефективності КС.

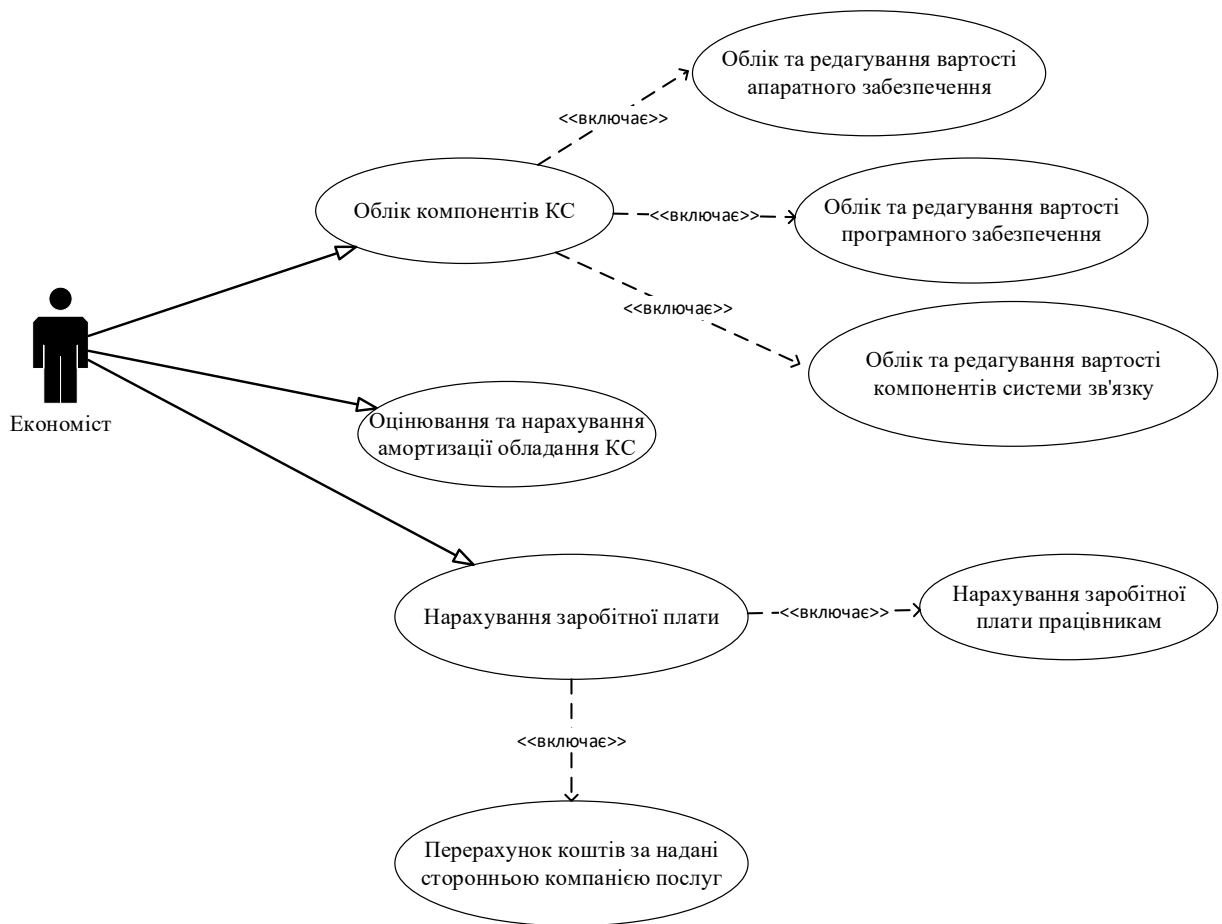


Рис.3.2. Діаграма варіантів використання для визначення функціональних можливостей економіста

Експерт з оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем повинен забезпечувати реалізацію наступних процесів:

- формування показників гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем;
- формування показників надійності системи;
- безпосереднє оцінювання гарантоздатності та ефективності на основі технічних та економічних параметрів обладнання, які введені іншими спеціалістами;
- формування звітної документації про результати оцінювання та надання рекомендацій щодо покращення гарантоздатності та ефективності комп'ютерної системи.

Основні функціональні можливості експерта з оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем представлено діаграмою варіантів використання, яка наведена на рис. 3.3.

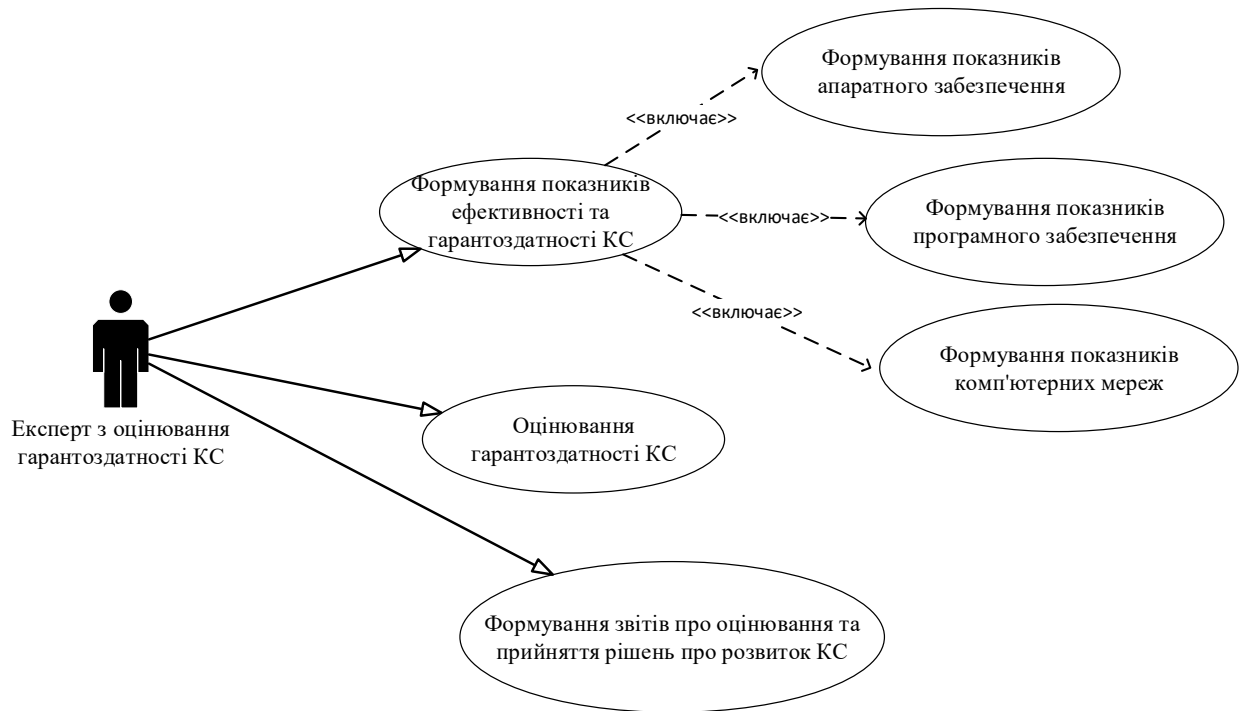


Рис. 3.3. Діаграма варіантів використання для визначення функціональних можливостей експерта з оцінювання гарантоздатності та ефективності КС

Таким чином, розробивши основні функціональні вимоги до програмної системи автоматизації процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем, необхідно спроектувати та реалізувати базу даних для зберігання та маніпулювання даними та розділити права усіх акторів (учасників), які беруть участь в процесі оцінювання комп'ютерних систем.

3.2. Проектування та реалізація бази даних при оцінюванні гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем

Провівши аналіз предметної області в контексті деталізації функціональних можливостей учасників процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем, організаційних аспектів впровадження таких систем та ряду їх переваг і недоліків, перейдемо до визначення основних сутностей предметної області та їх атрибутів. Сутності предметної області та їх атрибути в подальшому повинні бути організовані у базу даних.

Представлення предметної області у вигляді таблиць бази даних і зв'язків між ними є наслідком аналізу об'єктів предметної області. Такий аналіз повинен будуватися пріоритетно щодо цілей і завдань побудови.

Для зберігання та маніпулювання даними в процесі оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем на основі визначених функціональних можливостей та аналізу предметної області. Зручним способом представлення сутностей предметної області з проектуванням їх атрибутів на таблиці бази даних є візуалізація сутностей у вигляді таблиць (табл. 3.1 – табл. 3.16).

Таблиця 3.1

Ролі користувачів системи (Roles)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_Role	int	PK	Первинний ключ
RoleName	varchar (20)	not null	Назва ролі
Descriptions	varchar (200)	not null	Опис ролі

Для створення таблиці засобами мови SQL реалізовано скрипт, який наведено у лістингу на рис 3.4.

```

create table roles
(
  ID_Role int not null primary key identity (1,1),
  RoleName varchar (20) not null,
  Descriptions (200) not null
)

```

Рис. 3.4. Лістинг створення таблиці Roles

Таблиця 3.2

Підрозділи підприємства (Department)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_Department	int	PK	Первинний ключ
DepartmentName	varchar (80)	not null	Назва підрозділу
DDescription	varchar (1500)		Опис підрозділу

Скрипт створення таблиці «Department» мовою SQL наведено на рис.3.5.

```

create table department
(
  ID_Department int not null primary key identity (1,1),
  DepartmentName varchar (80) not null,
  DDescription varchar (150)
)

```

Рис. 3.5. Створення таблиці Department

Таблиця 3.3

Тип посади працівників підприємства (TypeOfPersonal)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_PType	int	PK	Первинний ключ
TypeName	varchar (80)	not null	Назва типу посади

У лістингу на рис 3.6 наведено скрипт створення таблиці TypeOfPersonal.

```
create table TypeOfPersonal
(
  ID_PType int not null primary key identity (1,1),
  TypeName varchar (30) not null,
)
```

Рис. 3.6. Створення таблиці TypeOfPersonal

Таблиця 3.4

Таблиці працівників (Personal)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_Personal	int	PK	Первинний ключ
ID_Department	int	FK	Зовнішній ключ
ID_PType	int	FK	Зовнішній ключ
PSurname	varchar (30)	not null	Прізвище
PName	varchar (30)	not null	Ім'я
Position	varchar (40)	not null	Посада
Salary	float (2)	not null	Зарплата

У лістингу на рис. 3.7 наведено скрипт створення таблиці Personal.

```
create table Personal
(
  ID_Personal int not null primary key identity (1,1),
  PSurname varchar (30) not null,
  PName varchar (30) not null,
  Position varchar (40) not null,
  Salary float(3) not null,
  ID_Department int foreign key references
  Department(ID_Department),
  ID_PType int foreign key references
  TypeOfPersonal(ID_PType)
)
```

Рис. 3.7. Скрипт створення таблиці Personal

Користувачі системи оцінювання (Users)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_User	int	PK	Первинний ключ
UserLogin	varchar (30)	not null	Логін користувача
Pass	varchar (30)	not null	Пароль
ID_Personal	int	FK	Зовнішній ключ
ID_Role	int	FK	Зовнішній ключ

У лістингу на рис. 3.8 наведено скрипт створення таблиці Users.

```

create table Users
(
  ID_User int not null primary key identity (1,1),
  UserLogin varchar (30) not null,
  Pass varchar (30) not null,
  ID_Personal int foreign key references
Personal(ID_Personal),
  ID_Role int foreign key references Roles(ID_Role)
)

```

Рис. 3.8. Створення таблиці Users

Тип обладнання (EquipmentType)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_EqType	int	PK	Первинний ключ
EquipmentTypeName	varchar (150)	not null	Назва типу обладнання
EquipmentTypeDescription	varchar (MAX)		Опис типу обладнання

У лістингу на рис. 3.9 наведено скрипт створення таблиці EquipmentType.

```

create table EquipmentType
(
  ID_EqType int not null primary key identity (1,1),
  EquipmentTypeName varchar (150) not null,
  EquipmentTypeDescription varchar (MAX)
)

```

Рис. 3.9. Створення таблиці EquipmentType

Таблиця 3.7

Обладнання комп'ютерної мережевої системи (Equipment)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_Equipment	int	PK	Первинний ключ
EquipmentName	varchar (150)		Назва обладнання
EquipmentDescription	varchar (MAX)		Опис обладнання
EquipmentPrice	float(2)		Ціна обладнання
ID_EqType	int	FK	Зовнішній ключ
ID_Department	int	FK	Зовнішній ключ

У лістингу на рис. 3.10 наведено скрипт реалізації таблиці Equipment.

```

create table Equipment
(
  ID_Equipment int not null primary key identity (1,1),
  EquipmentName varchar (150) not null,
  EquipmentDescription varchar (Max),
  EquipmentPrice float(2) not null,
  ID_EqType int foreign key references
  EquipmentType (ID_EqType),
  ID_Department int foreign key references
  Department (ID_Department)
)

```

Рис. 3.10. Скрипт реалізації таблиці Equipment

Характеристики обладнання (EquipmentCharacteristic)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_ECharacteristic	int	PK	Первинний ключ
Characterictic_name	varchar (150)		Назва характеристики
CharacteristicDescription	varchar (MAX)		Опис характеристики

У лістингу на рис. 3.11 наведено скрипт створення таблиці EquipmentCharacteristic.

```

create table EquipmentCharacteristic
(
  ID_ECharacteristic int not null primary key identity
(1,1),
  Characterictic_name varchar (150),
  CharacteristicDescription varchar (Max),
)

```

Рис. 3.11. Створення таблиці EquipmentCharacteristic

Відношення характеристик до обладнання (RelEqChar)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_EqChar	int	PK	Первинний ключ
ID_ECharacteristic	int	FK	Зовнішній ключ
ID_Equipment	int	FK	Зовнішній ключ
CharacteristicValue	float(3)	not null	Значення характеристики

У лістингу на рис. 3.12 наведено скрипт створення таблиці RelEqChar.

```

create table RelEqChar
(
  ID_EqChar int not null primary key identity (1,1),
  ID_ECharacteristic int foreign key references
  EquipmentCharacteristic(ID_ECharacteristic) not null,
  ID_Equipment int foreign key references
  Equipment(ID_Equipment ) not null,
  CharacteristicValue float(3) not null
)

```

Рис. 3.12. Лістинг створення таблиці RelEqChar

Таблиця 3.10

Метрики характеристик обладнання (Metrics)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_Metric	int	РК	Первинний ключ
MetricName	varchar (150)		Назва метрики
MetricShortName	varchar (5)		Позначення метрики

У лістингу на рис. 3.13 наведено скрипт створення таблиці Metrics.

```

create table Metrics
(
  ID_Metric int not null primary key identity (1,1),
  MetricName varchar (150) not null,
  MetricShortName varchar (5) not null
)

```

Рис. 3.13. Лістинг створення таблиці Metrics

Зв'язок характеристик і метрик (RelCharMetric)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_CharMetric	int	PK	Первинний ключ
ID_ECharacteristic	int	FK	Зовнішній ключ
ID_Metric	int	FK	Зовнішній ключ

У лістингу на рис. 3.14 наведено скрипт створення таблиці RelCharMetric.

```
create table RelCharMetric
(
  ID_CharMetric int not null primary key identity (1,1),
  ID_ECharacteristic int foreign key references
EquipmentCharacteristic(ID_ECharacteristic),
  ID_Metric int foreign key references Metrics(ID_Metric )
)
```

Рис. 3.14. Лістинг створення таблиці RelCharMetric

Аутсорсингові компанії (Company)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_Company	int	PK	Первинний ключ
CompanyName	varchar (100)	not null	Назва компанії
CompanyDescription	varchar (MAX)		Опис компанії

У лістингу на рис 3.15 наведено скрипт створення таблиці Company.

```
create table Company
(
  ID_Company int not null primary key identity (1,1),
  CompanyName varchar (100) not null,
  CompanyDescription varchar (MAX)
)
```

Рис. 3.15. Лістинг створення таблиці Company

Таблиця 3.13

Послуги аутсорсингових компаній (CompanyServices)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_Service	int	PK	Первинний ключ
ServiceName	varchar (100)	not null	Назва послуги
ServiceDescription	varchar (MAX)		Опис послуги

У лістингу на рис. 3.16 наведено скрипт створення таблиці CompanyServices.

```
create table CompanyServices
(
  ID_Service int not null primary key identity (1,1),
  ServiceName varchar (100) not null,
  ServiceDescription varchar (MAX),
)
```

Рис. 3.15. Лістинг створення таблиці CompanyServices

Таблиця 3.14

Зв'язок послуг з аутсорсинговими компаніями (RelCompanyServ)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_RelCompanyServ	int	PK	Первинний ключ
ID_Company	int	FK	Назва послуги
ID_Service	int	FK	Опис послуги
ServicePrice	int		

У лістингу на рис. 3.16 наведено скрипт створення таблиці RelCompanyServ.

```

create table RelCompanyServ
(
  ID_RelCompanyServ int not null primary key identity
(1,1),
  ID_Company int foreign key references
Company(ID_Company),
  ID_Service int foreign key references
CompanyServices(ID_Service),
  ServicePrice float (2)
)

```

Рис. 3.16. Лістинг створення таблиці RelCompanyServ

Таблиця 3.15

Амортизація обладнання (Damping)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_Damping	int	PK	Первинний ключ
ID_Equipment	int	FK	Зовнішній ключ
ID_User	int	FK	Зовнішній ключ
DampingDate	Date	not null	Дата амортизації обладнання
CurrentPrice	float(2)	not null	Поточна вартість обладнання

У лістингу на рис. 3.17 наведено скрипт створення таблиці Damping.

```

create table Damping
(
  ID_Damping int not null primary key identity (1,1),
  ID_Equipment int foreign key references
Equipment(ID_Equipment),
  ID_User int foreign key references Users(ID_User),
  DampingDate date not null,
  CurrentPrice float (2)not null
)

```

Рис. 3.17. Лістинг створення таблиці Damping

Оплата услуг сторонним компаниям (Payment)

Атрибут	Тип даних	Значення	Опис
ID_Payment	int	PK	Первинний ключ
ID_RelCompanyServ	int	FK	Зовнішній ключ
ID_User	int	FK	Зовнішній ключ

У лістингу на рис. 3.18 наведено скрипт створення таблиці RelCompanyServ.

```
create table Payment
(
  ID_Payment int not null primary key identity (1,1),
  ID_RelCompanyServ int foreign key references
  RelCompanyServ(ID_RelCompanyServ),
  ID_User int foreign key references Users(ID_User),
  PaymentDate date )
```

Рис. 3.18. Лістинг створення таблиці RelCompanyServ

Середовищем для реалізації бази даних системи оцінювання ефективності комп'ютерних мережевих систем обрано Microsoft SQL Server 2014. На рис. 3.20 наведено вікно реалізації бази даних у даному середовищі.

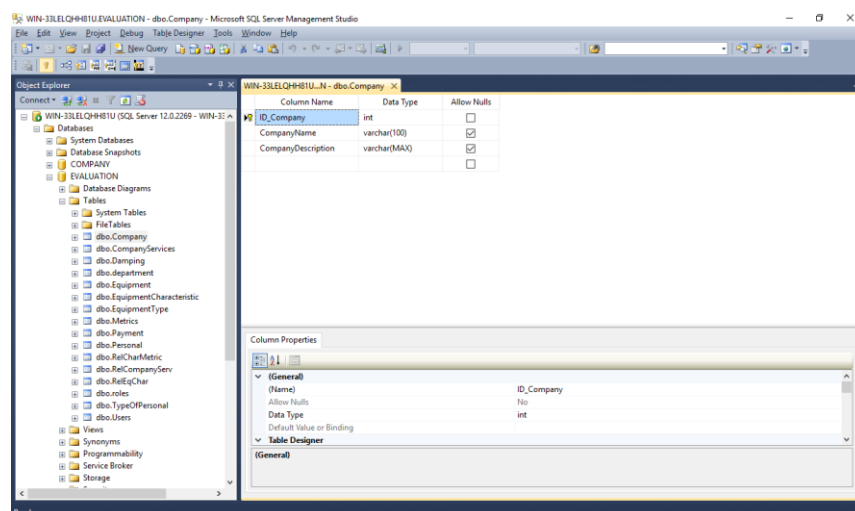


Рис. 3.20. Вікно Microsoft SQL Server 2014 для реалізації бази даних системи оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем

Microsoft SQL Server – це система керування базами даних, що забезпечує мультикористувацький доступ і використовує розширену мову запитів T-SQL. Дана СКБД уперше впроваджена у 1989 році.

Важливу роль у підвищенні продуктивності системи відіграє інтеграція між середовищем розробки, середовищем виконання й сховищами даних. Низька швидкість надходження даних у швидкий програмний код буде знижувати загальне виконання програми, а також час відгуку системи і тим самим збільшувати витрати на обслуговування. У той же час слабкий механізм відображення даних на логічні конструкції коду може спричинити ускладнення їх обробки і подальшого збереження. Згенеровану за допомогою SQL Server 2014 ER-діаграму бази даних наведено на рис. 3.21.

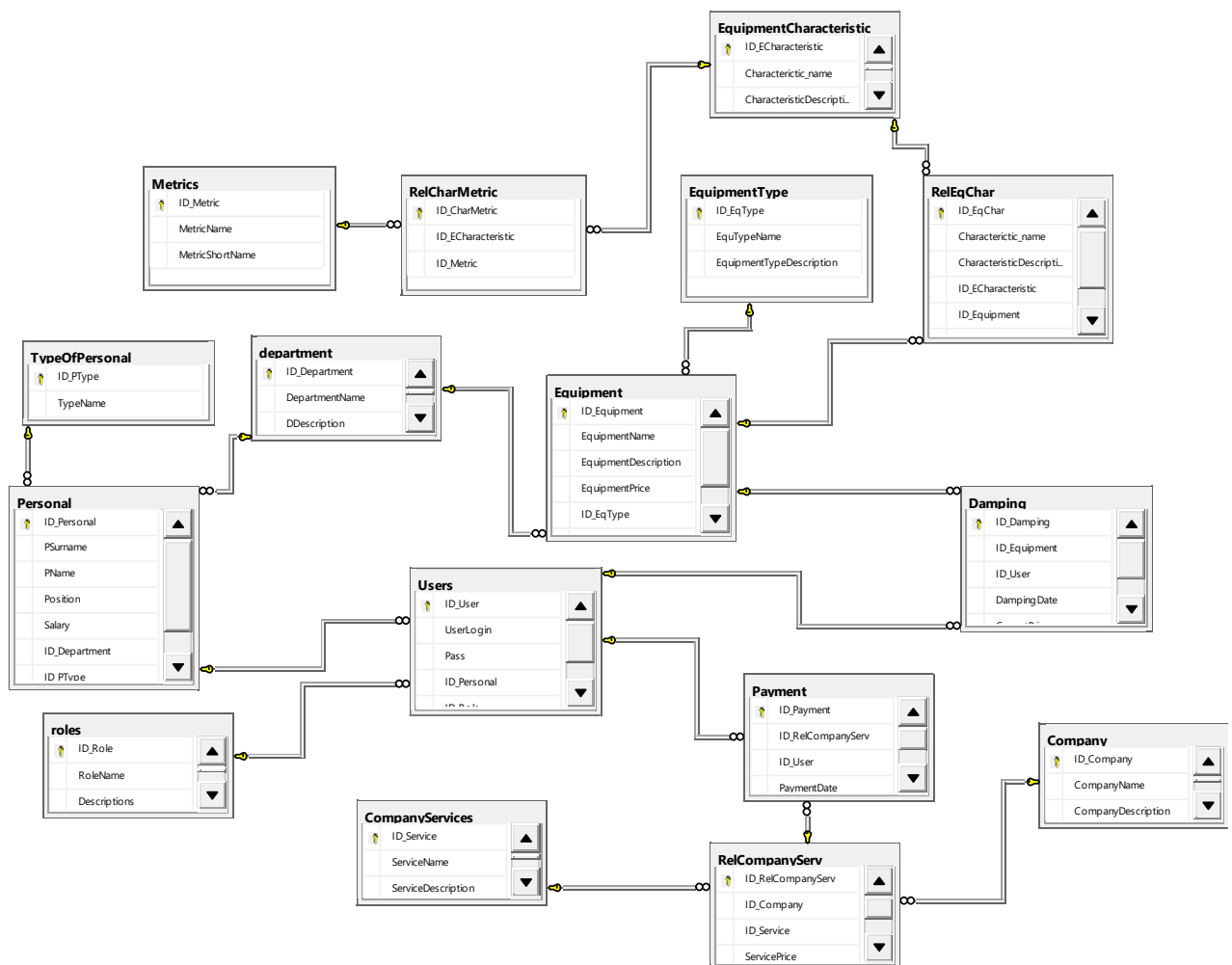


Рис. 3.21. ER-діаграма бази даних

SQL Server 2014 спрямований на зручність управління даними, які можуть бути самостійно організовуваними і самообслуговуваними механізмами – для реалізації цих можливостей були створені технології SQL Server Always On. Це дозволило значно зменшити час перебування сервера у неробочому стані.

У SQL Server 2014 була додана підтримка структурованих і частково структурованих даних, що дає змогу маніпулювати даними, представленими у бінарному вигляді, зокрема для зображень, звуків, відео потоків та ін. Підтримка мультимедіа форматів усередині СКБД дозволила спеціалізованим функціям взаємодіяти з цими типами даних.

При проектуванні бази даних системи оцінювання ефективності комп'ютерних систем забезпечено нормалізацію бази даних і приведення її до третьої нормальної форми. Зв'язки між сутностями типу «багато-до-багатьох» перетворено на «один-до-багатьох» та «багато-до-одного» шляхом штучного створення проміжних таблиць.

3.3. Побудова архітектури засобу підтримки процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерної системи

Важливим етапом розробки системи підтримки процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем є проектування, тобто відображення концептуальної моделі на реальні компоненти платформи обраної для реалізації даного продукту. Алгоритми функціонування сучасних програмних систем, як правило, є складними і нелінійними, що ставить перед розробниками та інженерами завдання максимально ефективно будувати архітектуру на підставі інтерфейсів взаємодії між її компонентами.

Компоненти системи реалізують окремі елементи функціональності програмного продукту. Об'єднати за рахунок надання інтерфейсів взаємодії, потоків передачі даних і використання загальних джерел даних, базуючись на однакових принципах поведінки вони складають єдиний комплекс.

На рис. 3.22 наведено спроектовану архітектуру програмного засобу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем на рівні КОМПОНЕНТІВ.

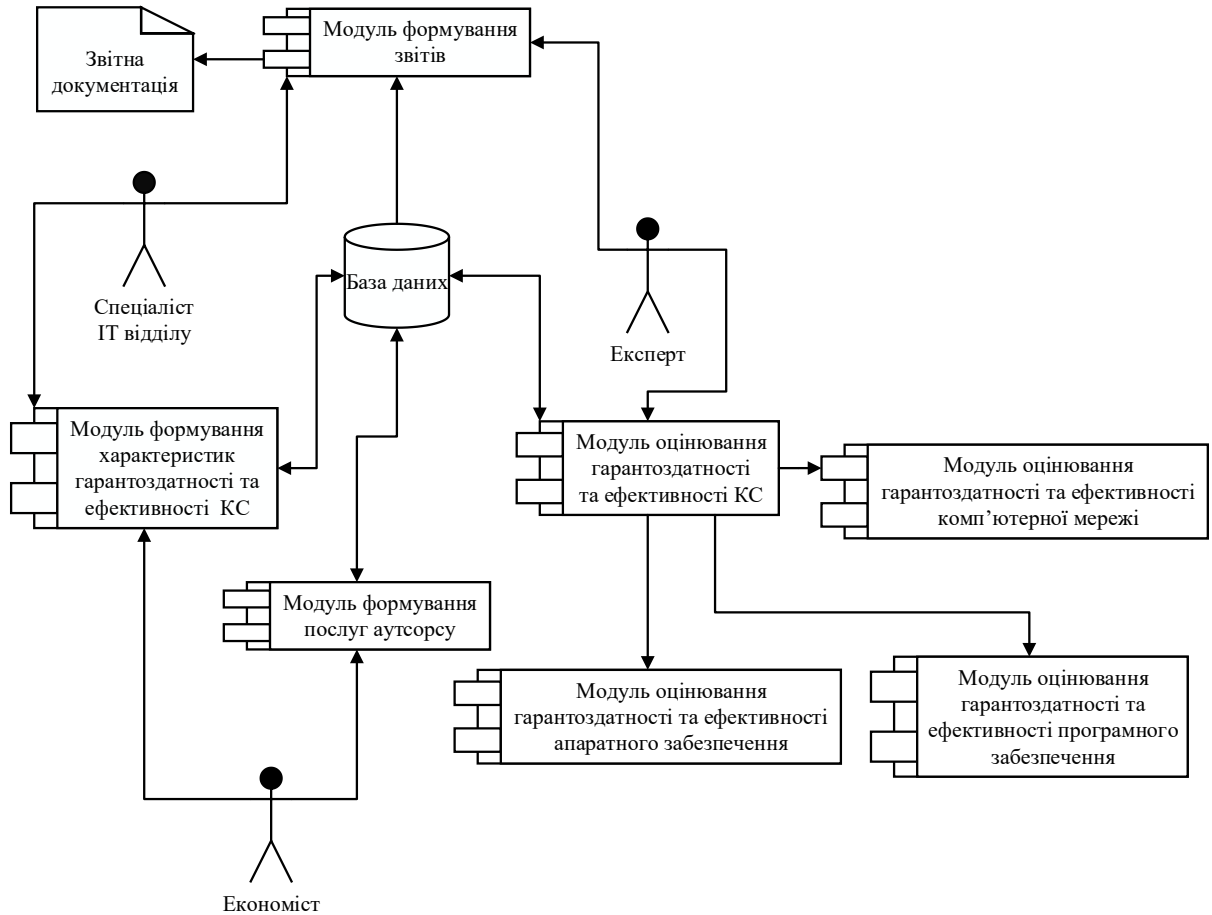


Рис. 3.22. Архітектура програмної системи оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем

Як видно з представленої на рис. 3.22 архітектури, модулі можна поділити на дві категорії: інтерфейсні модулі та модулі логічної обробки інформації.

До інтерфейсних модулів належать модулі, функціонування яких, пов'язано із забезпеченням роботи учасників процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем з наповнення та маніпулювання довідниками бази даних та формування звітної документації.

До модулів логічної обробки даних належать модулі, які безпосередньо пов'язані з процесом визначення гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем та нарахуванням амортизаційних відрахувань.

3.4. Розробка інтерфейсу програмного засобу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем

Корпорацією Microsoft запропоновано компонентний підхід до програмування, в основі якого лежить парадигма об'єктно-орієнтованого програмування. Відповідно до цього підходу, інтеграція об'єктів (неоднорідної природи) проводиться на основі інтерфейсів, що представляють ці об'єкти як незалежні компоненти. Такий підхід суттєво полегшує написання та взаємодію програмних компонентів у гетерогенному середовищі проектування та реалізації [33].

Використовуючи Visual Studio і технологію розробки ПЗ на базі Windows Form було реалізовано систему оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем. Так, на рис. 3.23 наведено форму ідентифікації користувача, яка дає змогу ідентифікувати користувача системи з певним набором прав, які визначені його роллю.

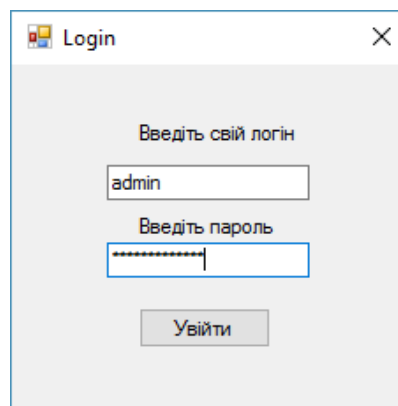


Рис. 3.23. Форма ідентифікації користувача системи

В залежності від того, чи існує користувач у системі на екран виводиться повідомлення про успішність чи не успішність входу. Приклад повідомлення наведено на рис. 3.24.

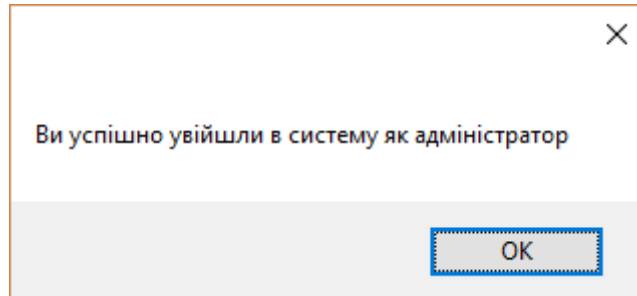


Рис. 3.24. Повідомлення про успішність входу у систему

Форма, яка дозволяє працювати з системою, в залежності від прав користувача (в даному випадку вхід здійснив адміністратор) показана на рис. 3.25.

Як видно з рис. 3.25, у даній формі реалізовано базові компоненти меню «Файл» та «Правка», які містять основні операції пов'язані із зміною користувача чи виходу із системи та операції копіювання, переміщення та видалення даних.

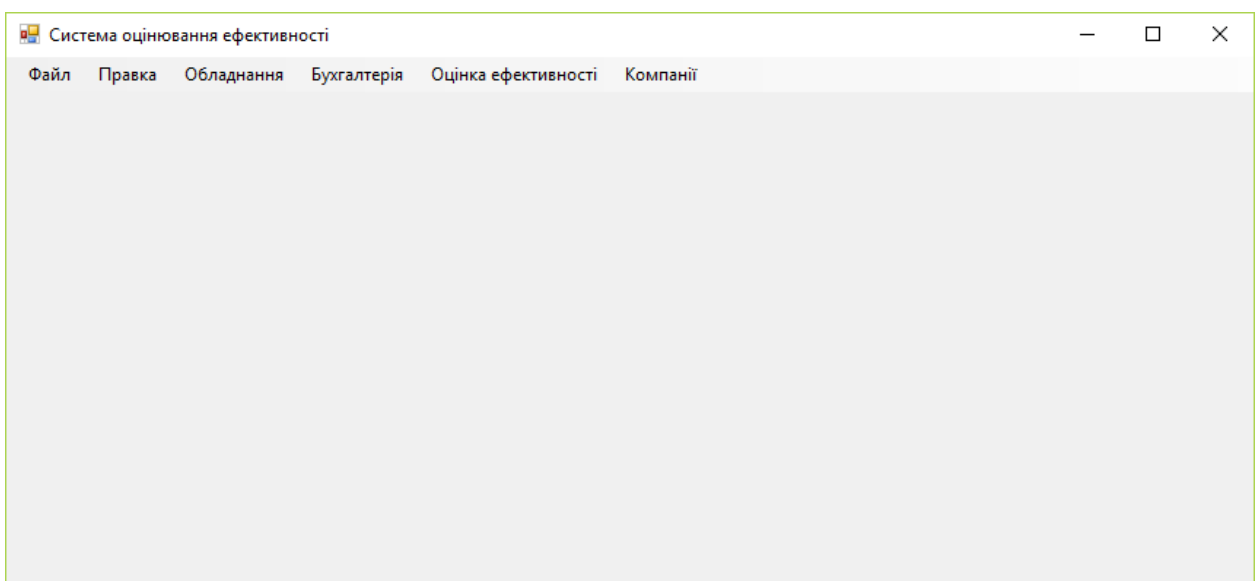


Рис. 3.25. Головне вікно системи оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем

Реалізовані операції, які представлені у меню головного меню представлено на рисунках нижче.

На рис. 3.26 представлено набір функцій, які можна виконати у меню «Файл».

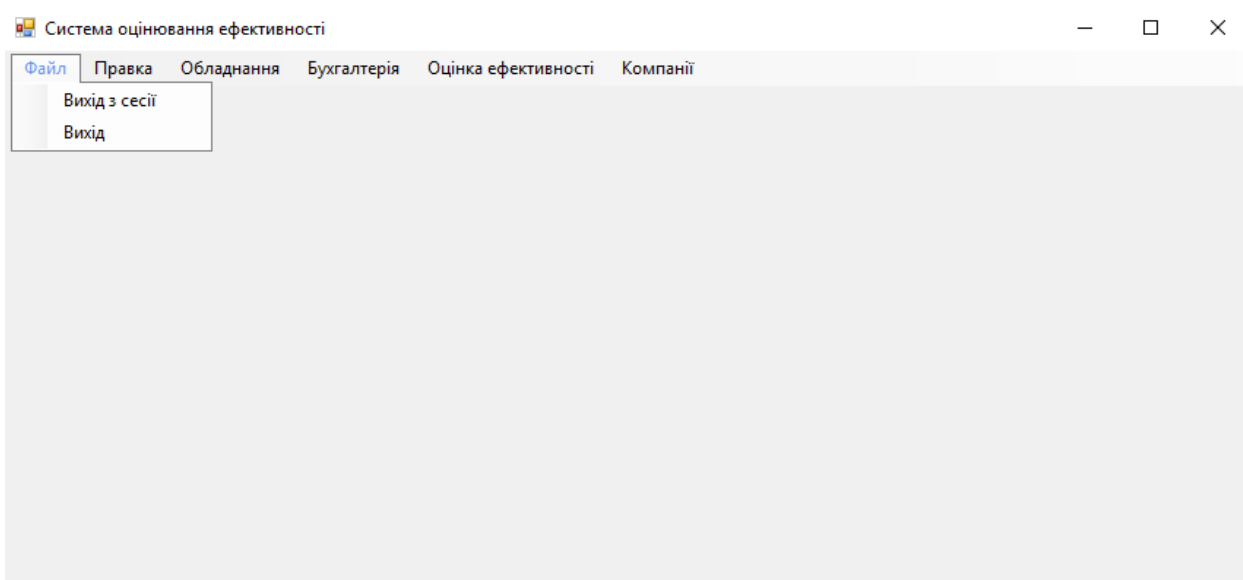


Рис. 3.26. Меню «Файл»

Набір команд, які можна застосовувати у меню «Правка» наведено на рис. 3.27.

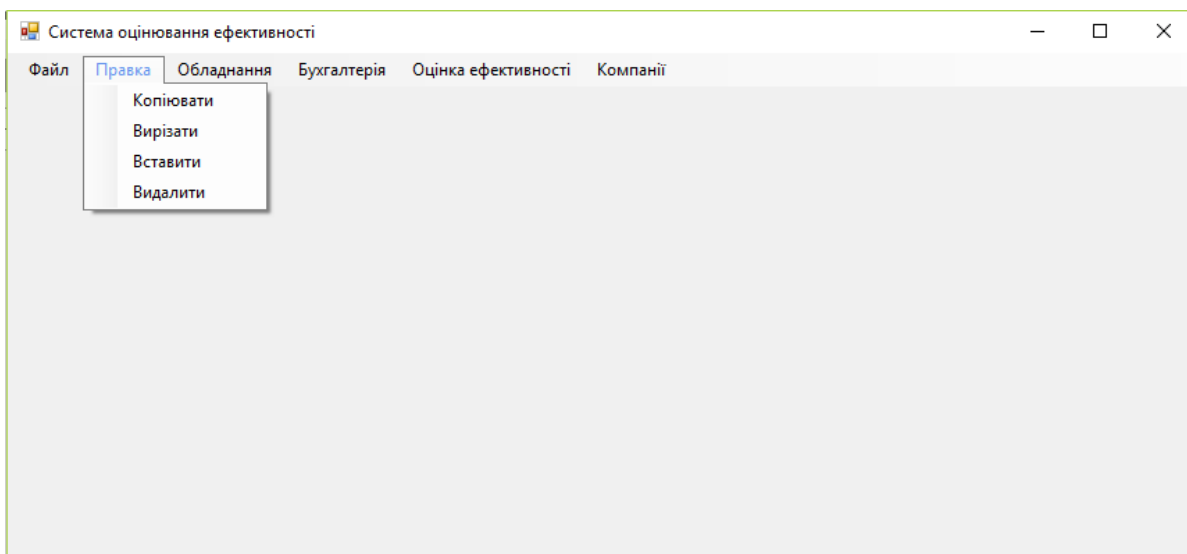


Рис. 3.27. Меню «Правка»

Для того, щоб заповнити чи змінити дані у довідниках технічних параметрів обладнання використовується меню «Обладнання», яке наведено на рис. 3.28. Дане меню орієнтовано на використання такими користувачами як спеціаліст ІТ відділу та економіст. Експерти не мають доступу до цього меню.

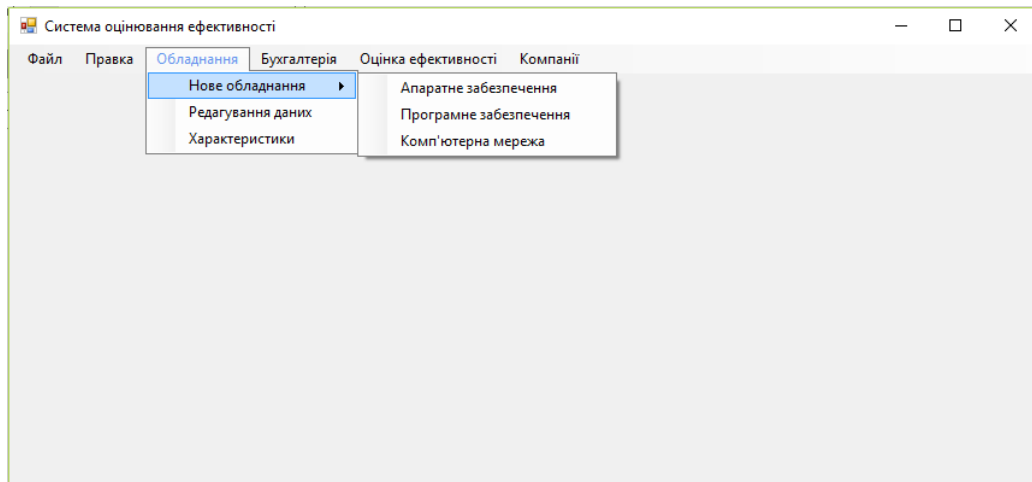


Рис. 3.28. Меню «Обладнання»

Окрім доступу до меню «Обладнання» роль користувача «Економіст» має доступ до меню «Бухгалтерія» та «Компанії». На рис. 3.29 і рис. 3.30 наведено зовнішній вигляд та основні операції, які при цьому можна виконувати.

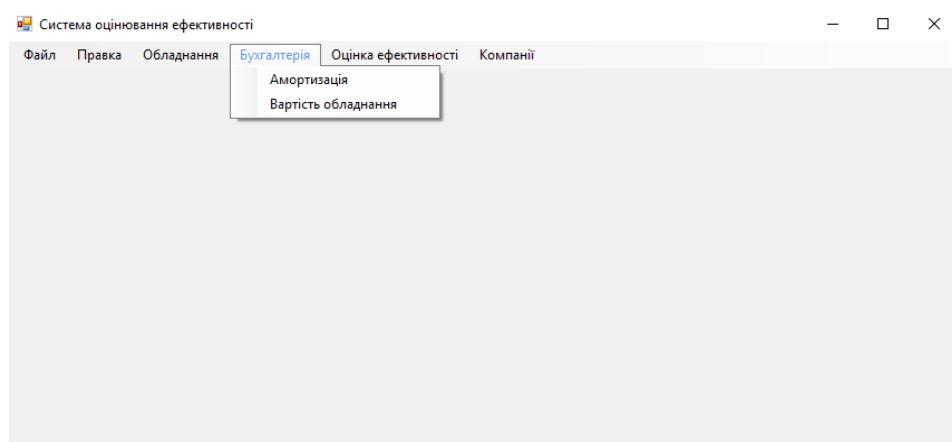


Рис. 3.29. Меню «Бухгалтерія»

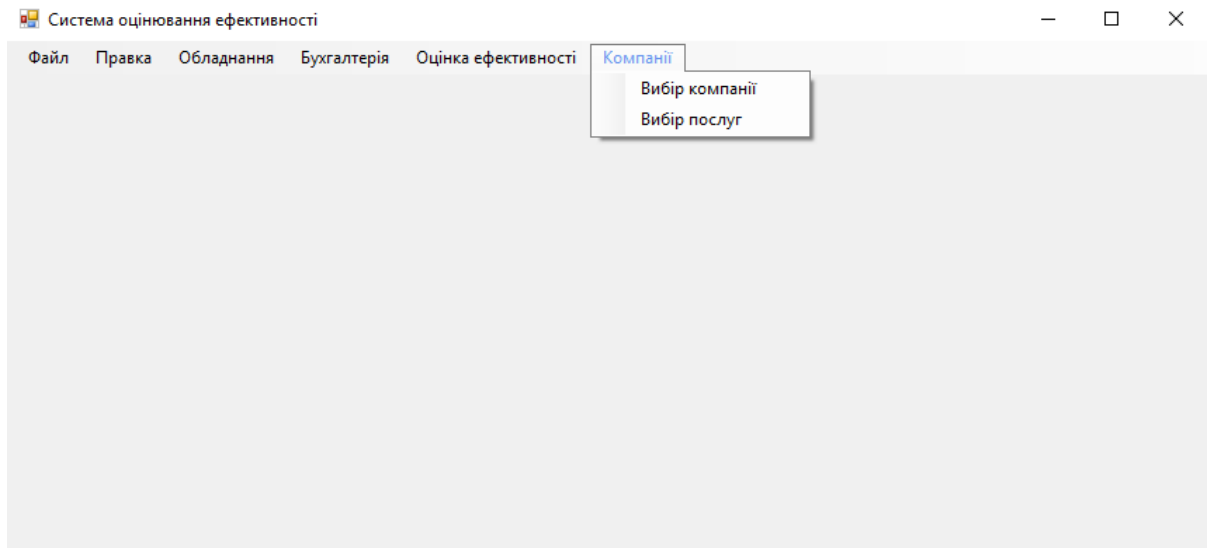


Рис. 3.30. Меню «Компанії»

Для проведення оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних мережевих систем передбачено меню «Оцінка ефективності». Доступ до цього меню має лише експерт з оцінювання. Структуру цього меню показано на рис. 3.31.

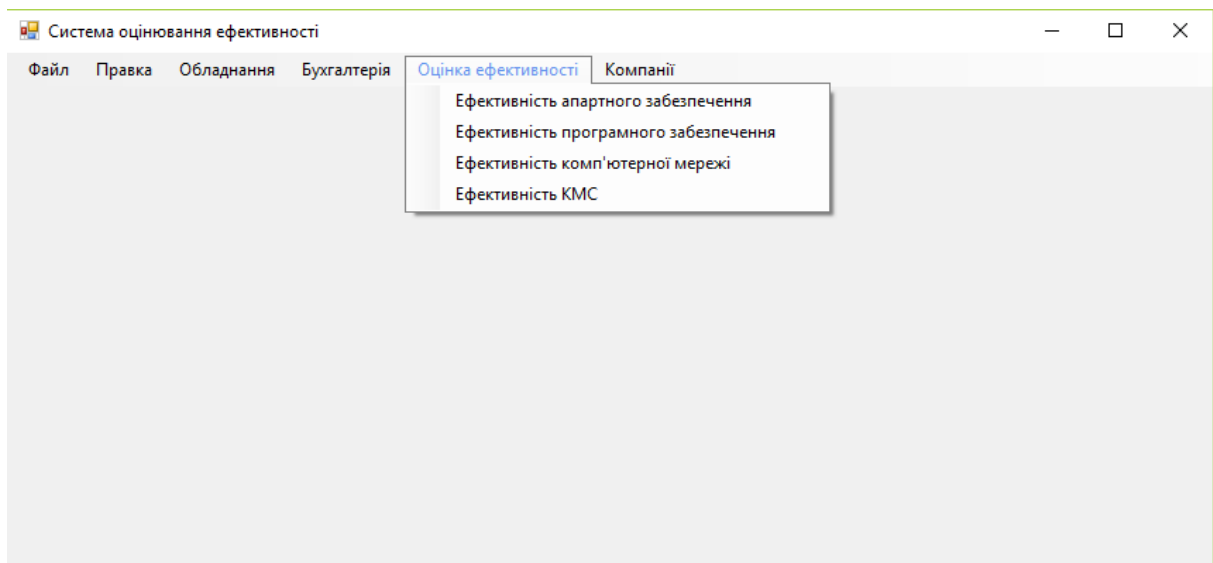


Рис. 3.31. Структура меню «Оцінка ефективності»

Приклад управління ресурсами комп'ютерної системи приведено на рис. 3.32.

Управління ресурсами

Апаратне забезпечення | Програмне забезпечення | Комп'ютерна мережа

Назва апаратного забезпечення:

Дата:

Опис:

Ціна за одиницю:

Кількість:

Назва пристрою	Дата покупки	Ціна за одиницю	Кількість
Комп'ютер	03.11.2019	8000	10

Рис. 3.32. Вікно управління ресурсами

Приклад оцінювання ефективності комп'ютерної системи з врахуванням гарантоздатності, зокрема її апаратної складової приведено на рис. 3.33.

Оцінювання ефективності апаратного забезпечення

Nws/Npc:

Nusr/Npc:

Nws/Nusr*Tws/Tpc:

Сmn/RV:

Кількість АРМ:

Кількість ПК:

Кількість користувачів:

Час роботи на АРМ:

Загальний час роботи:

Витрати на обслуговування обладнання:

Кінцева вартість обладнання:

Рис. 3.33. Вікно оцінювання ефективності апаратного забезпечення комп'ютерної системи

Структура інших підпунктів щодо оцінювання ефективності компонентів комп'ютерних мережевих систем подібна до форми представленої на рис. 3.33.

Таким чином, у результаті проектування програмного засобу автоматизації процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем забезпечено виконання задачі щодо автоматизації процесу оцінювання, яке поставлено у дипломній роботі магістра.

При проектуванні та реалізації цієї системи використано об'єктно-орієнтований підхід разом з підходом повторно використовуваних компонентів, що дало змогу пришвидшити процес реалізації.

Для реалізації бази даних використано теорію реляційної алгебри, яка дозволяє представляти сутності процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем у вигляді таблиць. При цьому забезпечено нормалізацію бази даних та оптимальність її використання.

3.5. Висновки до розділу

1. У результаті аналізу процесів оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем, визначено вимоги до програмного засобу підтримки цих процесів та представлено у вигляді use case діаграм основні аспекти використання запропонованих моделей та методів оцінювання гарантоздатності.

2. На основі реляційного підходу до організації баз даних, спроектовано схему для зберігання та маніпулювання даними, що є важливими з точки зору процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем.

3. Побудовано архітектуру засобу підтримки процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем з врахуванням вимог мінімального зчеплення між модулями та максимальної зв'язності всередині модуля, що дало змогу реалізувати ефективний та гнучкий засіб обчислення гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем.

РОЗДІЛ 4

ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1. Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи

У дипломній роботі магістра досліджено методи і засоби оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем, а також запропоновано рішення для підвищення достовірності і повноти оцінок. У даному розділі проводиться обчислення показників економічної ефективності з метою кількісного вираження доцільності розробленого методу і засобу та їх впровадження.

Основні етапи при виконанні НДР можна визначити наступним чином:

- обґрунтування актуальності теми дипломної роботи магістра;
- аналіз наукових праць і стандартів щодо оцінювання гарантоздатності і ефективності експлуатації комп'ютерних систем;
- формалізація показників гарантоздатності комп'ютерних систем;
- обґрунтування та побудова моделі оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем при їх експлуатації;
- розробка методу оцінювання ефективності експлуатації комп'ютерних систем з врахуванням їх гарантоздатності;
- розробка програмного засобу оцінювання гарантоздатності та ефективності експлуатації комп'ютерних систем.
- створення інструкції з інсталяції та впровадження програмного продукту;
- оформлення інструкцій.

При оцінюванні тривалості виконання окремих робіт використовують нормативи часу або попередній досвід. До таких нормативів відносять тривалість написання операцій (команд), які для окремих підприємств становлять: для однієї операції – 0,5-1,6 год та 8 годин для п'яти операцій (тривалість зміни).

У разі їх відсутності звертаються до експертних оцінок по встановленню тривалості кожного етапу, яка при трьох оцінках обчислюється за формулою [29]

$$T_{ec} = (t_{min} + 4t_{н.й} + t_{max}) / 6, \quad (4.1)$$

При двох оцінках, експертна оцінка обчислюється за формулою:

$$T_{ec} = (3t_{min} + 2t_{max}) / 5, \quad (4.2)$$

де T_{ec} – очікуване (середнє) значення тривалості виконання етапу (стадії);

t_{min} – мінімальна оцінка тривалості виконання етапу;

$t_{н.й}$ – найбільш імовірна оцінка тривалості виконання етапу;

t_{max} – максимальна оцінка тривалості виконання етапу.

Дані витрат часу на виконання окремих стадій (етапів) можна звести у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Основні етапи виконання НДР

№ та назва етапу	Середній час виконання стадії (етапу) інженером, год.	
	Інженер	Керівник
1. Обґрунтування актуальності теми дипломної роботи магістра	6	2
2. Аналіз наукових праць і стандартів щодо оцінювання гарантоздатності і ефективності експлуатації комп'ютерних систем	12	2

№ та назва етапу	Середній час виконання стадії (етапу) інженером, год.	
	Інженер	Керівник
3. Формалізація показників гарантоздатності комп'ютерних систем проектування	22	8
4. Обґрунтування та побудова моделі оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем при їх експлуатації	18	6
5. Розробка методу оцінювання ефективності експлуатації комп'ютерних систем з врахуванням їх гарантоздатності	24	6
6. Розробка програмного засобу оцінювання гарантоздатності та ефективності експлуатації комп'ютерних систем	48	4
7. Створення інструкції з експлуатації розробленого програмного засобу	12	2
8. Оформлення інструкцій	6	2
Разом	148	32

Витрати часу керівника на виконання окремих стадій (етапів) при недостатній кількості інформації доцільно приймати в межах 5% сумарних витрат часу інженерів на виконання цих стадій (етапів).

4.2. Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Відповідно до Закону України «Про оплату праці» заробітна плата – це «винагорода, обчислена, як правило, у грошовому виразі, яку власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану ним роботу».

Розмір заробітної плати залежить від складності та умов виконуваної роботи, професійно-ділових якостей працівника, результатів його праці та господарської діяльності підприємства. Заробітна плата складається з основної та додаткової оплати праці.

Основна заробітна плата нараховується на виконану роботу за тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами і не залежить від результатів господарської діяльності підприємства.

Додаткова заробітна плата – це складова заробітної плати працівників, до якої включають витрати на оплату праці, не пов'язані з виплатами за фактично відпрацьований час. Нараховують додаткову заробітну плату залежно від досягнутих і запланованих показників, умов виробництва, кваліфікації виконавців. Джерелом додаткової оплати праці є фонд матеріального стимулювання, який створюється за рахунок прибутку.

Основна з/п складається із прямої з/п і доплати, яка при укрупнених розрахунках становить 25% – 35% від прямої з/п. При розрахунку з/п кількість робочих днів в місяці слід приймати – 21 дні/міс., що відповідає 168 год./міс. Розмір місячних окладів керівника та інженерів слід приймати згідно існуючих на даний час норм. Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{осн.} = T_c \cdot K_r \quad (4.3)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.;

K_r – кількість відпрацьованих годин.

Посадові оклади (тарифні ставки) за розрядами Єдиної тарифної сітки визначаються шляхом множення окладу (ставки) працівника 1 тарифного розряду на відповідний тарифний коефіцієнт. У разі коли посадовий оклад (тарифна ставка) визначені у гривнях з копійками, цифри до 0,5 відкидаються, від 0,5 і вище – заокруглюються до однієї гривні. У 2019 році посадові оклади

(тарифні ставки) розраховуються згідно з Законом України «Про Державний бюджет України на 2019 рік».

Мінімальна зарплата у 2019 р. складає 4173,00 грн., в погодинному розмірі 25,13 грн., прийmemo 80,00 грн. для інженера, для керівника – 120,00 грн.

Для інженера: $Z_{осн.} = 80,00 \cdot 148 = 11840,00$ грн.

Для керівника: $Z_{осн.} = 120,00 \cdot 32 = 3840,00$ грн.

Додаткова заробітна плата становить 10 – 15% від суми основної заробітної плати і обчислюється за формулою

$$Z_{дод.} = Z_{осн.} \cdot K_{додл.} \quad (4.4)$$

де $K_{додл.}$ – коефіцієнт додаткових виплат (0,1).

Для інженера: $Z_{дод.} = 11840,00 \cdot 0,1 = 1184,00$ грн.

Для керівника: $Z_{дод.} = 3840,00 \cdot 0,1 = 384,00$ грн.

Звідси загальні витрати на оплату праці ($B_{оп.}$) визначаються за формулою

$$B_{оп.} = Z_{осн.} + Z_{дод.} \quad (4.5)$$

Для інженера: $B_{оп.} = 11840,00 + 1184,00 = 13024,00$ грн.

Для керівника: $B_{оп.} = 3840,00 + 384,00 = 4224,00$ грн.

Таким чином загальна сума становить 17248,00 грн. Крім того, необхідно визначити відрахування на соціальні заходи:

- податок на доходи фізичних осіб: 18% – 3104,64 грн.;
- військовий збір: 1,5% – 258,72 грн.;
- єдиний внесок: 22% – 3794,56 грн.

У сумі зазначені відрахування становлять 41,5%. Отже, загальна сума відрахувань на соціальні заходи становитиме:

$$B_{c.3.} = \Phi ОП \cdot 0,415 \quad (4.6)$$

де $\Phi ОП$ – фонд оплати праці, грн.

У даному випадку сума відрахувань становить:

$$B_{c.3.} = 17248,00 \cdot 0,415 = 7157,92 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Зведені витрати на заробітну плату

Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додаткова заробітна плата, грн.	Нарахування на ФОП, грн.	Всього витрати на оплату праці, грн.
	Тарифна ставка, грн.	К-сть відпрацьованих годин	Фактично нарах. з/пл., грн.			
Інженер	80	148	11840,00	1184,00	5404,96	18428,96
Керівник проекту	120	32	3840,00	384,00	1752,96	5976,96
Разом			15680,00	1568,00	7157,92	24405,92

4.3. Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію при використанні обладнання визначаються за формулою:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S \quad (4.7)$$

де W – необхідна потужність, кВт;

T – кількість годин роботи обладнання;

S – вартість кіловат-години електроенергії.

Згідно з постановою НКРЕКП України від 05.10.2018 р. № 1177 вартість електроенергії становить 243,71 коп./кВт.год.

Потужність комп'ютера – 1000 Вт, а кількість годин роботи обладнання згідно табл. 4.1 – 180 годин.

Затрати на електроенергію становлять: $Z_e = 1 \cdot 180 \cdot 2,4371 = 438,68$ грн.

4.4. Розрахунок витрат на матеріали

Результати розрахунку затрат на матеріали наведено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Визначення величини затрат на матеріал

Найменування матеріальних ресурсів	Одиниця виміру	Норма витрат	Ціна за одиницю, грн.	Затрати матеріалів, грн	Транспортно – заготовельні витрати, грн.	Загальна сума витрат на матеріали, грн
Пакет MS Office	шт.	1	6125	6125	-	6125
Пакет для MS Visual Studio .nuget	шт.	1	8520	8520		8520
Компакт диски	шт.	2	6	12	-	12
Разом						14657

4.5. Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Характерною особливістю застосування основних фондів у процесі виробництва є їх відновлення. Для відновлення засобів праці у натуральному

виразі необхідне їх відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації.

Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення.

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Для цієї групи річна норма амортизації дорівнює 60 % (квартальна – 15 %).

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу:

$$A = \frac{B_e \cdot H_A}{100\%} \quad (4.8)$$

де A – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.,

B_e – балансова вартість комп'ютера, на початок звітного періоду, грн.,

H_A – норма амортизації, яку приймемо на рівні 15%.

Амортизаційні відрахування при балансовій вартості ПК у 16000 грн. та нормі амортизації на рівні 15%, амортизаційні відрахування становитимуть:

$$A = \frac{16000 \cdot 15\%}{100\%} = 2400,00 \text{ грн.}$$

4.6. Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління підприємства (фірми) та створення необхідних умов праці.

Накладні витрати можна встановити на рівні 20% від суми основної та додаткової заробітної плати працівників:

$$H_B = B_{оп} \cdot 0,2 \quad (4.9)$$

де H_B – накладні витрати, грн.,

$B_{оп}$ – суми основної та додаткової заробітної плати працівників, грн..

У даному випадку накладні витрати становитимуть:

$$H_B = 17248,00 \cdot 0,2 = 3449,60 \text{ грн.}$$

4.7. Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідних робіт

Собівартість (C_B) науково-дослідних робіт розрахуємо за формулою:

$$C_B = B_{о.л.} + B_{с.з.} + З_{м.в.} + З_e + T_e + A + H_e \quad (4.10)$$

У даному випадку собівартість (CB) науково-дослідних робіт розрахуємо за формулою:

$$C_B = 17248,00 + 7157,92 + 14657,00 + 438,68 + 2400,00 + 3449,60 = 45351,20 \text{ грн}$$

Результати проведених вище розрахунків зведемо у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Кошторис витрат на науково-дослідних робіт

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної суми
Витрати на оплату праці (основну і додаткову заробітну плату)	17248,00	38,03%
Відрахування на соціальні заходи	7157,92	15,78%
Матеріальні витрати	14657	32,32%
Витрати на електроенергію	438,68	0,97%
Амортизаційні відрахування	2400,00	5,29%
Накладні витрати	3449,60	7,61%
Собівартість	45351,20	100,00%

4.8. Розрахунок ціни науково-дослідних робіт

Ціну науково-дослідних робіт можна визначити за формулою:

$$Ц = \frac{C_г \cdot (1 + P_{рен.}) + K \cdot B_{н.і.}}{K} \cdot (1 + ПДВ), \quad (4.11)$$

де $P_{рен.}$ – рівень рентабельності, 24 %;

K – кількість замовлень, од. (встановлюється лише при розробці програмного продукту та мікропроцесорних систем);

$B_{н.і.}$ – вартість носія інформації, грн. (встановлюється лише при розробці програмного продукту);

$ПДВ$ – ставка податку на додану вартість, (20 %).

Оскільки розробка є прикладною, і використовуватиметься тільки для одного підприємства, то для розрахунку ціни не потрібно вказувати коефіцієнти K та $B_{н.і.}$, оскільки їх в даному випадку не потрібно.

Тоді, формула для обчислення ціни розробки буде мати вигляд:

$$Ц = C_г \cdot (1 + P_{рен.}) \cdot (1 + ПДВ) \quad (4.12)$$

Ціна НДР становитиме:

$$Ц = 45351,20 \cdot (1 + 0,24) \cdot (1 + 0,2) = 67482,58 \text{ грн.}$$

Визначимо величину прибутку:

$$П = Ц - C_г \quad (4.13)$$

Прибуток буде становити: $П = 67482,58 - 45351,20 = 22131,38$ грн.

4.9. Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Економічна ефективність (E_p) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів:

$$E_p = \frac{П}{C_e} \quad (4.14)$$

де $П$ – прибуток;

C_e – собівартість.

Економічна ефективність становить:

$$E_p = \frac{22131,38}{45351,20} = 0,49.$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень (T_p):

$$T_p = \frac{1}{E_p} \quad (4.15)$$

В даному випадку термін окупності становить: $T_p = \frac{1}{0,49} = 2,05$ року.

Про доцільність розробки програми можна сказати при врахуванні критеріїв, які наведені у табл. 4.5.

Техніко-економічні показники НДР

№ з/п	Показник	Значення
1	Собівартість, грн	45351,20
2	Плановий прибуток, грн	22131,38
3	Ціна, грн	67482,58
4	Економічна ефективність	0,488
5	Термін окупності, рік	2,05

У дипломній роботі проведено розрахунок показників економічної ефективності щодо розроблених методу і засобу оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем, зокрема, собівартість результатів дослідження становить 45351,20 грн., а плановий прибуток – 22131,38 грн. Термін окупності запропонованих рішень близько 2 років при ціні 67482,58 грн., що дозволяє зробити висновок про економічну доцільність проведення НДР.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Охорона праці

Метою дипломної роботи магістра є дослідження методів і засобів оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем. Оскільки, проведення робіт з документування розробленого методу і реалізації засобу підтримки процесу оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем передбачає використання комп'ютерної техніки, зокрема ПК та периферійних пристроїв, то обов'язковим є дотримання вимог з охорони праці і техніки безпеки виконавцем дипломної роботи. У якості виконавця зазвичай виступає колектив працівників деякої фірми і її керівництво повинно забезпечити безпечні умови праці. Роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення нормативно-правових актів з охорони праці [26, 27].

Для забезпечення оптимальних умов праці працівників при проведенні робіт із дослідження гарантоздатності комп'ютерних систем, необхідно передбачити відповідність мікроклімату у приміщеннях згідно вимог ДСН 3.3.6.042-99.

Категорія робіт при експлуатації засобу дослідження гарантоздатності комп'ютерних систем належить до легкої – Іб.

Для того щоб визначити, чи відповідає повітряне середовище певного приміщення встановленим нормам, необхідно кількісно оцінити кожний з його параметрів. Оптимальні показники мікроклімату, які необхідно забезпечити у приміщеннях, де експлуатуються ПК у теплу пору року повинні становити: температура – +22 - +24 °С, відносна вологість – 40-60%, швидкість руху повітря 0,1 м/с.

Окрім забезпечення оптимальних показників мікроклімату, необхідно передбачити ще й оптимальні показники шуму та вібрації на робочих місцях.

Граничні величини шуму на робочих місцях регламентуються ГОСТ 12.1.003-86. В ньому закладено принцип встановлення певних параметрів шуму, виходячи з класифікації приміщень та їх використання для трудової діяльності.

Робоче місце працівників, які досліджують гарантоздатність комп'ютерних систем, можна прирівняти до робочих місць у приміщеннях конструкторських бюро, програмістів обчислювальних машин, лабораторій для теоретичних робіт і опрацювання експериментальних даних, прийому хворих в медпунктах і відповідно необхідно передбачити відповідні рівні звукового тиску [27].

Окрім цього, на робочих місцях працівників необхідно забезпечити дотримання вимог НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями». Основними вимогами, визначеними у цьому нормативному документі є:

- площу та об'єм для одного робочого місця оператора визначають згідно з вимогами ДСанПіН 3.3.2-007-98. Площа має бути не менше 6,0 кв.м, об'єм - не менше 20,0 куб.м.

- заземлені конструкції, що знаходяться в приміщеннях, де розміщені робочі місця операторів (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном), мають бути надійно захищені діелектричними щитками або сітками з метою недопущення потрапляння працівника під напругу.

- приміщення, де розташовані робочі місця операторів, крім приміщень, у яких розміщені робочі місця операторів великих ЕОМ загального призначення (сервер), повинні бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації.

При експлуатації програмної системи підтримки процесу оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем, важливим, з точки зору охорони праці, є забезпечення достатньої величини природного та штучного освітлення. Нормованим параметром природного освітлення є коефіцієнт

природного освітлення (КПО). КПО встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт.

Робота працівників щодо дослідження гарантоздатності комп'ютерних систем, відноситься до робіт середньої точності, що передбачає IV розряд зорових робіт з мінімальним розміром об'єктів розрізнення 0,5 – 1,0 мм. При цьому в будівлях через віконні отвори передбачається мінімальне бокове освітлення з КПО=1,5 %.

Для штучного освітлення нормованим параметром виступає $E_{\text{мін}}$ – мінімальний рівень освітленості, та $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт пульсації світлового потоку. Для забезпечення оптимальних умов праці необхідно передбачити коефіцієнт пульсації світлового потоку на рівні не більшому, ніж 20% відповідно до ДБН В.2.5-28-2006.

Оскільки, робота щодо оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем відноситься до IV розряду зорових робіт, то мінімальний рівень штучного освітлення, який необхідно передбачити складає 300...500 Лк.

Сукупність заходів щодо забезпечення охорони праці, починаючи від виконання встановлених законами України норм та правил, а також виконання правил техніки безпеки, забезпечує особам, які досліджують гарантоздатність комп'ютерних систем, безпеку праці та нівелювання негативних факторів впливу на їх здоров'я.

5.2. Особливості радіоактивного забруднення місцевості і повітря при аваріях на АЕС. Характеристика можливих зон забруднення та превентивних заходів захисту

Виникнення радіаційної аварії супроводжується радіоактивним забрудненням місцевості та повітря, в результаті чого виникає загроза ураження людей, порушення виробничої діяльності промислових підприємств, засобів зв'язку, транспорту. Крім того, радіоактивне забруднення

місцевості ускладнює організацію та ведення рятувальних і невідкладних аварійно - відновлювальних робіт в осередках ураження.

В цих умовах, без застосування заходів захисту, дія радіації на людей є неминучою. При цьому дози можуть привести до їх ураження.

З метою виключення масових радіаційних уражень і переопромінення людей вище встановлених лімітів доз, дії населення в умовах радіаційного забруднення суворо регламентується і підпорядковується певному режиму радіаційного захисту.

Під режимом радіаційного захисту розуміють порядок дій людей, застосування засобів та способів захисту в зонах радіоактивного забруднення, передбачаючи максимальне зменшення можливих доз опромінення.

Режим радіаційного захисту включає час постійного перебування людей в захисних спорудах, обмеження перебування їх на відкритій місцевості після виходу із захисних споруд або при веденні рятувальних і невідкладних аварійно - відновлювальних робіт в осередках ураження, а також передбачає використання засобів індивідуального захисту і захисних властивостей промислових споруд, техніки і транспорту.

Тривалість постійного перебування людей в захисних спорудах і, в цілому, тривалість дотримання режиму захисту залежить від ряду факторів, визначаючим з яких є: рівні радіації на місцевості, захисні властивості сховищ, протирадіаційних укриттів, виробничих і житлових приміщень, а також встановлені (допустимі) дози опромінення. Враховуючи ці фактори розробляються режими радіаційного захисту населення.

Дотримання цих режимів захисту виключає радіаційне ураження і опромінення людей понад встановлених доз опромінення.

До критеріїв визначення радіаційних аварій відносяться:

- групи радіаційних аварій;
- класифікація радіаційних аварій за масштабами;
- фази аварії.

Усі радіаційні аварії поділяються на дві групи:

- перша група – аварії, які не супроводжуються радіоактивним забрудненням виробничих приміщень, промайданчику об'єкту та навколишнього середовища;

- друга група – аварії, внаслідок яких відбувається радіоактивне забруднення середовища виробничої діяльності і проживання людей.

У результаті аварії першої групи втрата регулюючого контролю над джерелом може супроводжуватися додатковим зовнішнім рентгенівським, гамма -, бета - і нейтронним опроміненням людини.

До аварій другої групи належать:

- аварії на об'єктах, де проводяться роботи з радіоактивними речовинами у відкритому виді, які супроводжуються локальним радіоактивним забрудненням об'єктів виробничого середовища;

- аварії, пов'язані з радіоактивним забрудненням виробничого та навколишнього середовища, викликані проникненням у них радіоактивних речовин внаслідок розгерметизації закритих джерел гамма -, бета - і альфа - випромінювання;

- радіаційні аварії на об'єктах ядерно-енергетичного циклу, експериментальних ядерних реакторах, а також на складах радіоактивних речовин і на пунктах поховання радіоактивних відходів, де можливі аварійні газоаерозольні викиди та/або рідинні скиди радіонуклідів в навколишнє середовище.

В Україні існує високий рівень радіаційної небезпеки, зумовлений наявністю на її території діючих 4-х АЕС 15 ЯЕР (Запорізької, ПівденноУкраїнської, Рівненської, Хмельницької АЕС) і закритої Чорнобильської АЕС, двох дослідних ядерних реакторів та більше трьох тисяч підприємств, які використовують різноманітні радіоактивні речовини, а також виробляють радіоактивні відходи.

Для забезпечення надійної роботи АС і радіаційної безпеки персоналу та населення проектами передбачаються відповідні системи безпеки. Під системами безпеки АС розуміють системи, призначені для запобігання аваріям

та обмеження їх наслідків. За характером виконуваних ними функцій розрізняють: захисні, локалізуючі, керівні, забезпечувальні системи (елементи) безпеки.

Захисні системи (елементи) безпеки призначені запобігати (обмежувати) пошкодженням ядерного палива, оболонок тепловідільних елементів, контуру теплоносія і аваріям, що викликані порушенням контролю та управління поділу в активній зоні реактора, а також порушенням відведення тепла з реактора. До захисних відносяться системи аварійного захисту реактора (система барієвих стержнів - поглиначів нейтронів, які опускаються в активну зону для управління ходом ланцюгової реакції і зупинки реактора) й аварійного охолодження.

Локалізуючі системи (елементи) безпеки мають запобігати чи обмежувати розповсюдження радіоактивних речовин, що виділяються під час аварій, усередині станцій і вихід їх до оточуючого середовища. Для цього контур теплоносія розміщується в герметичних приміщеннях або повністю, або таким чином, щоб на випадок проектної аварії забезпечувалася локалізація радіоактивних речовин, що виділяються, в межах герметичних приміщень.

Керівні системи (елементи) безпеки призначені для ініціювання дій захисних і локалізуючих систем безпеки, здійснення контролю та керування ними у процесі виконання заданих функцій.

Забезпечувальні системи (елементи) безпеки призначені для постачання всіх систем безпеки енергією, робочим середовищем і створення необхідних умов для їх функціонування.

Найважливішими складовими систем безпеки є дизель-генератори, які автоматично запускаються при знеструмленні атомної станції у аварійній ситуації. Безпека населення та оточуючого середовища забезпечуються включенням до проекту бар'єрів безпеки – незалежних одна від одної перешкод на шляху іонізуючих випромінювань від палива до навколишнього середовища.

5.3. Небезпечні і шкідливі фактори середовища проживання. Джерела забруднення навколишнього середовища. Наслідки негативних дій небезпечних і шкідливих факторів середовища, їх вплив на людину

У результаті активної діяльності людини в середовищі існування воно поволі змінювало свій вигляд, що призвело до порушення біосфери і появи штучного середовища, яке називають техногенним (техносферою). За науковими даними, на сьогоднішній день майже все середовище, в якому перебуває людина, є техногенним. Штучно створена людиною техносфера охоплює практично всю планету і навіть вийшла за її межі у космос.

Техногенне середовище (техносфера) як складова навколишнього середовища є похідною діяльності людини, яка виникла як наслідок впливу антропогенних чинників.

Діючи у техногенному середовищі, людина безперервно виконує, як мінімум, два основних завдання:

- забезпечує своє комфортне перебування у середовищі проживання;
- створює та використовує системи захисту від його негативних чинників впливу.

Розглянемо вплив негативних чинників техносфери на людину. До середини ХХ століття людина ще була неспроможною ініціювати великомасштабні аварії та катастрофи, які б викликали зміни у біосфері. Поява об'єктів ядерної енергетики, потужних хімічних підприємств та висока концентрація їх у певних регіонах зумовили руйнування екосистеми.

Створена руками і розумом людини техніка ніби й була покликана максимально задовольнити її потреби у комфорті та безпеці, але загалом не виправдала сподівань. Біосфера у багатьох регіонах планети активно змінювалася техносферою. Це, у свою чергу, призвело до зниження якості компонентів системи "Людина – Навколишнє середовище" і, перш за все, природного середовища. За прогнозами вчених, цей вплив буде і в подальшому збільшуватися із поглибленням глобалізації світової економіки.

Розрізняють прямий і непрямий вплив на навколишнє середовище та організм людини негативних чинників техносфери. Прямий вплив – це виробничий і побутовий травматизм, професійні захворювання. Непрямий вплив – це погіршення складу повітря, якості води, їжі тощо.

При певних умовах цей негативний вплив може призвести до зростання концентрації домішок у біосфері і погіршення екологічної рівноваги, збільшення кількості захворювань населення та тварин, посилення епідеміологічного неблагополуччя.

Середовище техносфери сучасного існування людини поділяють на побутове та виробниче.

Виробниче середовище – це простір, де людина провадить свою трудову діяльність. До нього належать підприємства, організації, установи, заклади освіти, транспорт, комунікації тощо. Виробниче середовище характеризується певними параметрами його життєздатності і життєдіяльності, специфічними для кожного виробництва. В умовах виробничого середовища на здоров'я людини можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори (НіШВФ).

Деякими з таких факторів є:

- електричний струм;
- рівень шуму;
- рівень вібрації;
- рівень теплового, електромагнітного випромінювань;
- ступінь загазованості, запиленості.

Електричний струм – поширений уражаючий фактор на виробництві та у побуті у зв'язку з широким застосуванням електричних приладів та агрегатів. Працюючи з ними, необхідно дотримуватися правил електробезпеки (організаційні і технічні заходи та засоби, які забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу електричного струму).

Шум – виробничий, побутовий – безпосередньо впливає на якість праці. Довготривала робота у шумному середовищі може призвести до порушення центральної нервової системи і спричинити аварії на виробництві.

Зростання інтенсивності шуму понад природний рівень у людини викликає швидку втомлюваність, зниження розумової активності, а при досягненні 90 –100 дБ – поступову втрату слуху.

Зокрема, наприклад, шум, що утворюється під час тихої розмови між студентами в умовах навчальної аудиторії, вимірюється в 10 – 12 дБ, що уже шкодить навчальному процесу.

Електромагнітне випромінювання (ЕМВ) – процес утворення вільного електромагнітного поля, яке випромінює прискорено рухомі заряджені частинки, що впливають на середовище і людину в ньому. Джерелами ЕМВ є лінії електропередач, радіо і телебачення, робота деяких промислових і побутових приладів.

Теплове випромінювання – це випромінювання, яке утворюється за рахунок внутрішньої енергії речовини і підвищує температуру середовища. Характеризується наявністю теплового потоку (кількість тепла, яке проходить в одиницю часу через одиницю поверхні); може опекти, спричинити вибух.

Перелічені небезпечні і шкідливі виробничі фактори повинні відповідати певним параметрам, які людина визначає сама, проектуючи і будуючи ті чи інші об'єкти. Межа зміни параметрів повинна гарантувати безпеку, а у деяких випадках — і комфорт трудової діяльності. При цьому функціонування об'єкта загалом повинно бути безпечним.

Дія небезпечних і шкідливих виробничих факторів може призвести до травматизму і професійного захворювання людини. Кожні 3 хвилини у світі внаслідок к виробничого травматизму чи професійного захворювання помирає людина.

РОЗДІЛ 6

ЕКОЛОГІЯ

6.1. Екологізація виробництва

Екологізація виробництва, згідно [28], представляє собою сукупність процесів щодо поступового розширення дії екологічних пріоритетів у виробничій діяльності, підвищення екологічної освіченості й свідомості управлінського персоналу, поступове проникнення екологічних нововведень у виробництво, екологічна модернізація виробництва

Екологізацію виробництва можна впроваджувати різними шляхами [28]:

- раціональне природокористування, що базується на заощадженні природних ресурсів, економії витрат сировини, палива та енергії тощо.

- впровадження екологічних нововведень у промисловість, яке супроводжується виробництвом продукції тривалого і багаторазового використання, споживанням відновних природних ресурсів взамін невідновних, комплексного перероблення сировини та утилізації відходів виробництва і споживання, мінімізація розсіюваних і невідновних відходів, використання нетрадиційних джерел енергії тощо.

Одним із основних шляхів екологізації промисловості є вдосконалення і модернізація технології виробництва, в тому числі уловлювання викидів, комплексне перероблення стічних вод і відходів та використання продуктів перероблення як вторинної сировини, тобто перетворення забруднювальних речовин на корисні продукти [28].

Другий напрям екологізації виробництва полягає в очищенні викидів і стоків від забруднення і третій – це виробництво обладнання та устаткування для здійснення екологічно безпечних («зелених») технологій. Очікують, що останній напрям, пов'язаний з виробництвом устаткування для «зелених» технологій, набуватиме дедалі більших масштабів у промисловості розвинених країн.

Модернізацію виробництва потрібно здійснювати на основі системно-екологічного механізму. Під останнім розуміють процес, що відбувається між вихідним і завершальним еколого-економічними станами виробничої системи, з урахуванням поставлених цілей екологічної модернізації виробництва. Отже, в результаті екологізації виробництва отримують модернізовану модель з поліпшеними еколого-економічними характеристиками, яка може бути одержана лише завдяки застосуванню системного підходу та екологічного менеджменту [28].

На основі комплексного аудиту, який включає обстеження промислової ділянки, прилеглої місцевості, відходів та системи екологічного менеджменту тощо, розпочинають процеси екологізації виробництва з формулювання завдань та розроблення програми. Після цього перехід від вихідної до кінцевої, або модернізованої, екологічної моделі здійснюють шляхом екологічного інжинірингу та екологічного маркетингу модернізації діючого технологічного процесу. В результаті у виробництво впроваджуються «зелені» технології, тобто екологічно безпечні технології, що забезпечують випуск екологічно безпечної продукції. Отже, за допомогою екологічного аудиту розробляють програму екологічного та технічного оздоровлення виробництва, за допомогою екологічного маркетингу-управлінські й технологічні рішення, спрямовані на виконання запропонованих заходів, за допомогою екологічного інжинірингу здійснюють впровадження всіх запланованих заходів у виробництво [28].

Екологічний інжиніринг – це еколого-інженерна діяльність, що має на меті техніко-еколого-економічне обґрунтування комплексу заходів та їх виконання, які спрямовані на «зелену» модернізацію виробництва. У процесі екологічного інжинірингу проводять технологічні дослідження на пілотному устаткуванні. Наприклад, перевіряють технологічні рішення щодо очищення газодимових викидів, стічних вод або перероблення відходів виробництва [23]. Це можуть бути також дослідження різних процесів удосконалюваної

технології з метою зменшення витрат сировини, енергії, викидів, стоків та відходів виробництва.

Основними завданнями екологічного інжинірингу є:

- проведення пошуку на ринку «зелених» технологій відповідних технічних рішень, здатних задовольнити можливість виконання програми екологічної модернізації підприємства;
- еколого-економічне обґрунтування запропонованої програми екологізації виробництва;
- проведення необхідних технологічних досліджень на пілотних установках щодо доцільності використання запропонованих для модернізації технічних рішень (очищення стоків і викидів, перероблення відходів тощо);
- розроблення програми впровадження «зеленої» технології в діюче виробництво (програми екологічної модернізації виробництва);
- організація виконання програми впровадження «зеленої» технології;
- екологічне навчання персоналу підприємства.
- виробництво екологічно безпечної продукції та продуктів.

Екологічне навчання персоналу підприємства проводиться на всіх етапах екологічної модернізації. Воно має на меті реалізацію програми екологізації виробництва за умови досягнення бажаного ефекту при найменших витратах. Екологічне навчання підвищує інтелектуальний потенціал підприємства та забезпечує свідоме ставлення персоналу до вирішення екологічних завдань модернізації виробництва.

6.2. Вимоги до приміщень для експлуатації моніторів і ПОЕМ. Шляхи дотримання цих вимог

Широке промислове та побутове використання ПК актуалізувало питання охорони праці їхніх користувачів. Найбільш повним нормативним документом щодо забезпечення охорони праці користувачів ПК є "Державні

санітарні норми і правила роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин" ДСанПіН 3.3.2.007-98.

Дотримання вимог цих правил може значно знизити наслідки несприятливої дії на працівників шкідливих та небезпечних факторів, які супроводжують роботу з відеодисплейними матеріалами, зокрема можливість зорових, нервово-емоційних переживань, серцево-судинних захворювань. Виходячи з цього, роботодавець повинен забезпечити гігієнічні й ергономічні вимоги щодо організації робочих приміщень для експлуатації ВДТ, робочого середовища, робочих місць з ВДТ, режиму праці і відпочинку при роботі з ВДТ тощо, які викладені у Правилах.

Природне освітлення у приміщеннях з ВДТ має здійснюватися через вікна, орієнтовані переважно на північ або північний схід і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче ніж 1,5 %. Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски з поверхні екранів ПК і клавіатури, повинні бути передбачені сонцезахисні пристрої, при цьому вікна обладнуються жалюзьями або шторами.

Основні вимоги до виробничого приміщення для експлуатації ВДТ:

- заборона розташування у підвалах та цокольних поверхах;
- площа на одне робоче місце повинна становити не менше 6,0 м², а об'єм не менше 20,0 м³;
- наявність природного та штучного освітлення відповідно до СНіПП-4-79;
- наявність шафи для зберігання документів, магнітних дисків, полиці, стелажі, тумби тощо, з урахуванням вимог до площі приміщення;
- щоденне проведення вологого прибирання;

Поруч з приміщенням для роботи з ВДТ мають бути обладнані:

- побутова кімната для відпочинку під час роботи;
- кімната психологічного розвантаження.

Штучне освітлення в приміщеннях з робочим місцем, обладнаним ВДТ, має здійснюватись системою загального рівномірного освітлення. Як джерело штучного освітлення мають застосовуватись люмінесцентні лампи типу ЛБ.

Вимоги до освітлення приміщень та робочих місць під час роботи з ВДТ:

- освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, який визначається трьома параметрами: об'єктом розрізнення - найменшим розміром об'єкта, що розглядається на моніторі ПК; фоном, який характеризується коефіцієнтом відбиття; контрастом об'єкта і фону;

- необхідно забезпечити достатньо рівномірне розподілення яскравості на робочій поверхні монітора, а також в межах навколишнього простору;

- на робочій поверхні повинні бути відсутні різкі тіні;

- в полі зору не повинно бути відблисків (підвищеної яскравості поверхонь, які світяться та викликають осліплення);

- величина освітленості повинна бути постійною під час роботи;

- слід обирати оптимальну спрямованість світлового потоку і необхідний склад світла.

Застосування світильників без розсіювачів та екрануючих ґратів заборонено.

Проаналізувавши вимоги до приміщень з експлуатації ПК можна зробити висновок про необхідність дотримання відповідних вимог, які враховуються при експлуатації комп'ютерної техніки. Це дозволить забезпечити екологічну безпеку навколишнього середовища і зменшить негативний вплив на людину як біологічний об'єкт.

ВИСНОВКИ

Основні наукові та практичні результати роботи полягають у наступному:

1. Проведено аналіз наукових публікацій і стандартів щодо показників гарантоздатності комп'ютерних систем у результаті якого виявлено, що їхній базис формують характеристики надійності, функціональної та інформаційної безпеки. Аналіз сучасного стану досліджень підтверджує той факт, що показники гарантоздатності доволі часто є неузгодженими, а метрики і функції оцінювання різними вченими використовуються і трактуються по-різному. Тому важливими є подальші дослідження гарантоздатності та ефективності експлуатації комп'ютерних систем.

2. Проаналізовано моделі оцінювання ефективності комп'ютерних систем, у результаті якого визначено роль і місце процесів забезпечення та оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем, як одних із основних факторів технічної, інформаційної і технологічної ефективності.

3. Формалізовано атрибути гарантоздатності комп'ютерних систем та запропоновано модель для їх оцінювання, що представлена у вигляді ієрархічної структури і включає три рівні: комплексні характеристики, атрибути і метрики. Це дає змогу проводити оцінювання локальних атрибутів, комплексних значень надійності, функціональної та інформаційної безпеки і формувати інтегральний показник гарантоздатності.

4. Розроблено процедуру оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем, що базується на формуванні та використанні елементарних функцій експертного оцінювання значень атрибутів (метрик) із врахуванням коефіцієнтів прийнятності рівня відповідності атрибута та його пріоритету, що дало змогу кількісно представити гарантоздатність на різних рівнях з можливістю управління неї у відповідності до потреб кінцевих користувачів.

5. Обґрунтовано метод оцінювання функціональної безпеки комп'ютерних систем, що передбачає використання комплексу різних методів

та засобів автоматизації в залежності від типу комп'ютерної системи для встановлення кількісного значення оцінки функціональної безпеки і формує ядра для подальшого оцінювання гарантоздатності комп'ютерної системи.

6. Побудовано модель і розроблено метод оцінювання гарантоздатності та ефективності використання апаратного забезпечення комп'ютерних систем на основі нотацій теорії множини, що враховує показники гарантоздатності та дає змогу визначити вплив гарантоздатності на ефективність експлуатації апаратного забезпечення.

7. Розроблено метод оцінювання гарантоздатності та ефективності обслуговування і супроводу комп'ютерних систем, що враховує можливість використання сторонніх послуг і дає змогу оцінити оптимальність прийняття рішень щодо ефективності комп'ютерної системи (апаратного і програмного забезпечення, каналів зв'язку) із заданим рівнем її гарантоздатності.

8. Запропоновано комплексну модель оцінювання ефективності комп'ютерних систем з врахуванням їх гарантоздатності, що включає оцінку програмного і апаратного забезпечення, а також каналів передачі даних, що дало змогу виявити компоненти комп'ютерних систем, які використовуються не ефективно у зв'язку з порушенням їх гарантоздатності.

9. На основі реляційного підходу до організації баз даних, спроектовано схему для зберігання та маніпулювання даними, що є важливими з точки зору процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем.

10. Побудовано архітектуру засобу підтримки процесу оцінювання гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем з врахуванням вимог мінімального зчеплення між модулями та максимальної зв'язності всередині модуля, що дало змогу реалізувати ефективний та гнучкий засіб обчислення гарантоздатності та ефективності комп'ютерних систем.

11. Обчислено показники економічної ефективності від впровадження побудованих моделей, розроблених методів і засобу оцінювання

гарантоздатності комп'ютерних систем, що дало змогу обґрунтувати економічну доцільність дослідження.

12. Проведено аналіз вимог з охорони праці та сформульовано заходи щодо зниження негативних факторів виробничого середовища на здоров'я користувачів комп'ютерної техніки при використанні розробленого програмного засобу.

13. Проведено аналіз особливостей радіоактивного забруднення місцевості і повітря при аваріях на АЕС, а також розглянуто небезпечні і шкідливі фактори середовища проживання, джерела забруднення навколишнього середовища та наслідки негативних дій небезпечних і шкідливих факторів середовища.

14. Проаналізовано шляхи екологізації виробництва та вимоги до приміщень для експлуатації моніторів і ПЕОМ. Шляхи дотримання цих вимог.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваль Г.И. Превентивное тестирование и оценка надежности программного обеспечения как форма управления риском проекта. Сб. Программная инженерия. Киев. 1993. С. 19-26.
2. Харченко В.С. Интеллектуальная система поддержки сертификации программного обеспечения систем критического применения. Труды Международной конференции «Автоматика-2002». Донецк. 2002. С. 46-48.
3. Functional safety of electrical, electronic and programmable electronic safety related systems/ International Electrotechnical Commission, IEC 61508. Parts 1 to 7. Geneva, Switzerland. 1998 – 2000.
4. Safety management requirements for defence systems (part 1 and 2). Defence Standard 00-56. Ministry of Defence. Directorate of Standardization Glasgow, UK .2007. Issue 4.
5. Мороз Г.Б. Определение целей и задач инженерии надежности программного обеспечения. Проблемы программирования. № 1. 1997. С. 98-106.
6. Андон Ф.И. Суслов В.Ю. Коротун Т.М., Коваль Г.И. Слабоспицкая О.А. Управление риском проектов программного обеспечения / // Проблемы программирования. № 1. 1999. С. 53-62.
7. Коваль Г.И., Мороз Г.Б., Коротун Т.М. Концепция профилей в инженерии надежности программных систем. Математичні машини і системи. № 1. 2004. С. 166-184.
8. Коротун Т.М. Верификация и валидация прикладного программного обеспечения автоматизированных систем организационного управления. Труды Международной научно-практической конференции УкрПРОГ.1998. С. 362-367.
9. Буч Г., Рамбо Дж., Джекобсон А. UML: специальный справочник. СПб.: Питер, 2002. 656 с.

10. Вендров А. CASE-технологии: Современные методы и средства проектирования информационных систем. М. : Изд-во "Финансы и статистика". 1998. 176 с.

11. Андон П., Суслов В., Коротун Т., Коваль Г., Слабоспицька О. Визначення витрат на створення ПЗ автоматизованих систем. Проблеми програмування. №3. 1998. С. 23 – 34.

12. Воробець Д.Ю. Вплив надійності апаратного забезпечення на ефективність використання інформаційної інфраструктури підприємства. Матеріали II міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (25-26 квітня 2019 р.). Тернопіль. 2019. с. 24-25

13. ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания

14. ГОСТ 34.603-92 Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем

15. Максимов Н.В., Попов И.И. Компьютерные сети: учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования. М.:Форум. 2008. 448с.

16. Методы оценки эффективности информационных систем. URL: <https://sites.google.com/site/isefficiency/metody-ocenki-effektivnosti-informacionnyh-sistem> (дата звернення 21.11.2019 р.).

17. Новиков Ю.В, Кондратенко С.В. Локальные сети: архитектура, алгоритмы, проектирование. Изд. ЭКОМ, 2014. 312 с.

18. Оценка эффективности информационных систем: Часть 2. Понятие эффективности, современные методы оценки. URL: https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-otcenka_efektivnosti_2/ (дата звернення 20.11.2019 р.).

19. Коваль Г., Коротун Т., Яблокова Т., Кузаченко Л. Планирование обеспечения надежности информационных систем. Проблемы программирования. №3-4. 2010. С. 40 – 47.
20. Скрипник О. Функционально-стоимостной анализ при проектировании изделий. К.: Техника. 2014. 160 с.
21. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений М.: Издательский дом "Вильямс". 2016. 544 с.
22. Черноруцкий И. Методы принятия решений. БХВ-Петербург. 2005. 408 с.
23. Capability Maturity Model / M. Paulk, B. Curtis, M. Chrissis, Ch. Weber – IEEE Software. Vol. 10. 4. 2013. P. 18–27.
24. Sommerville I., Lock R., Storer T., Dobson J. Deriving Information Requirements from Responsibility Models. Proc. CAiSE 2009. 21st International Conference on Advanced Information Systems Engineering. Amsterdam. 2009. pp.515 – 529.
25. Тоценко В. Коректність, устійчивість, точність ПО. К.: «Наукова думка». 2010. 197 с.
26. Тютюник А.В., Шевелев А.С. Информационные технологии в банке - М.: Издательская группа "БДЦ-пресс". 2013. 368 с.
27. Сідун В., Пономарьова Ю. Економіка підприємства. К.: 2013. 254 с.
28. Жидецький В. Охорона праці користувачів комп'ютерів. Львів: Афіша, 2000. 176 с.
29. НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями». Київ. 2018. URL: http://sop.zp.ua/norm_praop_0_00-7_15-18_01_ua.php (дата звернення: 10.12.2019).
30. Смирнов В.А., Дикань С.А. Безпека життєдіяльності: навч. посібник. К. : Кафедра. 2012. 304 с.
31. Джигирей В. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Навчальний посібник. К.: Знання. 2000. 256 с.

Додаток А

Текст наукової публікації

*II Міжнародна студентська науково - технічна конференція
"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"*

**Міністерство освіти і науки України,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет в Кошице (Словаччина)
Каунаський технологічний університет (Литва)
Львівський національний університет імені
Івана Франка,
Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця
(Польща)
Луцький національний технічний університет,
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича,
Вроцлавський економічний університет (Польща)
Донбаська державна машинобудівна академія**



Студентське наукове товариство



**II МІЖНАРОДНА
студентська науково - технічна конференція
"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ
НАУКИ.**

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

25-26 квітня 2019 р.

(збірник тез конференції)

Тернопіль 2019

Воробець Д. ВПЛИВ НАДІЙНОСТІ АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПІДПРИЄМСТВА	24
Дармограй В. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ BLOCKCHAIN В ІОТ	26
Дорофей В. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ В МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ	28
Квач С., Грабовський Н., Янковська Д. АНАЛІЗ СИСТЕМ ВЕЛОПРОКАТУ ДЛЯ РОЗУМНОГО МІСТА	29
Кліш М. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПЕРЕВІРКИ ДОКУМЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	31
Корнят В., Кузьміна А. СУТНІСТЬ РОЗУМНИХ МІСТ	32
Корнят В., Кузьміна А. АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНО ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЛАТФОРМИ ПОБУДОВИ АРХІТЕКТУРИ „РОЗУМНИХ МІСТ”	33
Корнят В., Кузьміна А. ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОРТАЛУ „ТУРИСТИЧНИЙ ТЕРНОПІЛЬ”	34
Корнят В., Кузьміна А. КЛАСИФІКАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОРТАЛІВ	35
Крамар Т. РОЗРОБКА МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ	37
Воробець І. ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ РОЗРАХУНКУ NDVI ДЛЯ АГРОТЕХНІЧНОГО СЕКТОРУ	38
Криськова С. ПРОЕКТИ З РОЗШИРЕННЯ ДОСТУПУ ДО ІНТЕРНЕТУ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЮЧИХ АПАРАТІВ	39
Легкобит В. СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ INTERNET OF THINGS	41
Малаховський О. ЗБІР ТА АНАЛІЗ ЛОГІВ В КУБЕРНЕТІС	42
Маслій Р., Мокрицький М. ДОСЛІДЖЕННЯ БІОМЕТРИЧНОЇ АВТЕНТИФІКАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ	43
Мацюк А. КОНЦЕПТ РОЗУМНОГО МІСТА	44

автономним живленням від літій-іонного акумулятора стандарту 18650. Він буде побудований на базі готового Wi-Fi модуля ESP8266, трансивера MRF49XA та мікроконтролера ATmega328p.

Література

1. Ian Akyildiz X. W. Wireless Mesh Networks / Ian Akyildiz. – London: John Wiley & Sons, 2009.
2. Kin-Fai T. Wireless Mesh Networks in IoT network [Електронний ресурс] / T. Kin-Fai, L. Yu // ResearchGate. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/318295001_Wireless_Mesh_Networks_in_IoT_networks.
3. Okin J. Wireless Mesh Networks The Internet Revolution: The Not-for-Dummies Guide to the History, Technology, and Use of the Internet / Okin. – Maine: Winter Harbor, 2005. – (Ironbound Press).

УДК 004.051

Воробець Д. – ст. гр. СІм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ВПЛИВ НАДІЙНОСТІ АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПІДПРИЄМСТВА

Науковий керівник: к.т.н., доцент Яцишин В.В.

Vorobets D.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

HARDWARE RELIABILITY AFFECT ON THE EFFICIENCY OF INFORMATION INFRASTRUCTURE OF COMPANY

Supervisor: PhD, Assoc. Prof. Yatsyshyn V.

Ключові слова: апаратне забезпечення, надійність, ефективність

Keywords: hardware, reliability, efficiency

Для ефективної роботи будь-якого підприємства, організації чи установи у яких впроваджено комп'ютерні системи, що є основою функціонування інформаційної інфраструктури підприємства, необхідно проводити оцінювання та забезпечення ефективності апаратного забезпечення, як базової складової. При цьому для своєчасного гарантування ефективної роботи комп'ютерних систем необхідно впроваджувати постійні процеси моніторингу стану обладнання, розробляти стратегії розвитку інформаційних систем для одержання максимального ефекту від їх використання.

На практиці для визначення ефективності інформаційних систем, в тому числі і комп'ютерних систем, вхідними даними для оцінювання виступають звіти IT підрозділів (за наявності таких) про кількість комп'ютерів і мережевого обладнання, їх параметри, встановлене програмне забезпечення та ін. На основі аналізу звітної інформації формуються пропозиції щодо необхідності покращення IT інфраструктури, поточних ремонтів техніки, розширення штату IT підрозділів.

Для оптимізації використання апаратних засобів комп'ютерних систем потрібно розробити метод оцінювання ефективності їх використання, який повинен базуватись на строгій формалізованій процедурі моніторингу та аналізу стану апаратного забезпечення та умов його використання.

Вимогами до процедури моніторингу стану апаратного забезпечення є простота реалізації та виконання, оскільки, багато компаній можуть використовувати сторонні IT фірми для обслуговування та розвитку власних IT інфраструктур.

Результати аналізу даних про використання апаратного забезпечення комп'ютерних систем забезпечить:

- оптимальність розподілу апаратного забезпечення між підрозділами компанії;
- рівномірність завантаження апаратних засобів комп'ютерної системи;
- оптимальність використання коштів, спрямованих на закупівлю, ремонт та модернізацію всієї комп'ютерно-орієнтованої інфраструктури підприємства;
- фіксацію витрат і несанкціонованого оновлення засобів обчислювальної техніки.

Для аналізу ефективності апаратного забезпечення комп'ютерних систем необхідно застосовувати автоматизовані засоби визначення і контролю їх стану. Сьогодні на ринку представлено ряд програмних засобів для тестування рівня параметрів апаратного забезпечення та визначення ефективності використання комп'ютерної техніки. Серед цих засобів найбільшою популярністю на практиці користуються AIDA64, Sisoftware Sandra Professional Unicode Win32 x86, Exponent та ін.

Наведене спеціалізоване програмне забезпечення дає змогу забезпечити якість тестування комп'ютерів, комутаційного обладнання, продуктивності мережі та інших програмно-апаратних засобів. Окрім, цього деякі з таких програм дозволяють автоматично генерувати звіти про стан того чи іншого пристрою.

Однак програмні засоби тестування дають змогу вимірювати значення параметрів апаратного забезпечення в конкретний момент часу і не дають змоги оцінити яким чином і наскільки ефективно використовуються комп'ютери: перебувають в режимі очікування, відключені, обслуговують бізнес-процеси підприємства, використовуються як друкарські машинки і т.д. Тому, IT підрозділам необхідно застосовувати метод керування надійністю та ефективністю апаратними засобами комп'ютерної системи, який давав би можливість проводити аналіз ефективності їх використання із обмеженим набором даних. При цьому на основі результатів оцінювання ефективності можна буде формувати стратегії розвитку інформаційної інфраструктури підприємства.

Для аналізу та оцінювання ефективності використання апаратного забезпечення комп'ютерних систем пропонується використовувати кількісні, кошторисні та часові показники. При оцінюванні ефективності апаратного забезпечення розроблено ряд показників, зокрема:

$N_{PC} \cdot N_{WS}$ – показники, які відповідають за кількість комп'ютерів та автоматизованих робочих місць у підрозділах підприємства;

N_{LUA} – кількість користувачів у підрозділах підприємства;

T_{WS}^{WK}, T_{PC}^{CO} – час роботи на автоматизованому робочому місці та загальний час роботи апаратних засобів відповідно;

C_{dev}, RV – затрати на утримання апаратного забезпечення і їх кінцева вартість відповідно.

Інтегральний показник ефективності апаратного забезпечення комп'ютерних систем формують наступні показники:

- коефіцієнт відношення APM та кількості комп'ютерів;
- коефіцієнт навантаження комп'ютерів;
- коефіцієнт використання комп'ютерної техніки;
- коефіцієнт затрат на апаратне забезпечення.

Дані про кількість комп'ютерів та автоматизованих робочих місць, терміни їх експлуатації, кінцеву вартість і затрати на обслуговування можуть використовувати як IT підрозділи, так і фінансові відділи підприємства.

Наведені вище показники потрібно фіксувати не рідше, ніж один раз на місяць та зберігати у базу даних для накопичення статистичних даних.

Маючи статистику щодо ефективності використання апаратних засобів, можна визначити «слабкі» сторони при експлуатації апаратного забезпечення комп'ютерних систем, а також з'являється можливість проводити прогнозування у часі, враховуючи динаміку зміни показників ефективності.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

МАТЕРІАЛИ

VII НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



11–12 грудня 2019 року

**ТЕРНОПІЛЬ
2019**

I. Тишко, О. Пастух РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОГО СЕРЕДОВИЩА СОЦІАЛІЗАЦІЇ МОВОЮ ПРОГРАМУВАННЯ JAVA SCRIPT, ФРЕЙМВОРК METEOR JS	165
I. Урманець, Д. Михалик РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ НАВЧАЛЬНИМ ПРОЦЕСОМ НА ОСНОВІ .NET ТЕХНОЛОГІЙ	166
Т. Чомко, А. Лупенко, В. Гой, А. Гусак ПРОГРАМНЕ КЕРУВАННЯ ПОТУЖНІСТЮ БАГАТОСЕКЦІЙНОГО РЕЗОНАНСНОГО ІНВЕРТОРА	167
СЕКЦІЯ 5. НОВІТНІ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ТА ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ	
I. Гінсіровська, Л. Джджора ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ У ТЕХНІЧНИХ ЗВО	169
В. Довганич АПАРАТНО-ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ КООРДИНАЦІЇ ТА КОНТРОЛЮ ДРОНАМИ	170
В. Сивявський АНАЛІЗ МЕТОДІВ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ	171
Ю. Скоренький, Л. Цюка АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ЖЕСТОВОГО КЕРУВАННЯ КВАДРОКОПТЕРОМ	172
С. Лупенко, Д. Воробець МОДЕЛЬ ГАРАНТОЗДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	173
Алфавітний покажчик	174
Зміст	178

УДК 004.051

С. Лупенко, Д. Воробець

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МОДЕЛЬ ГАРАНТОЗДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

UDC 004.051

S. Lupenko, D. Vorobets

(Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine)

COMPUTER SYSTEMS DEPENDABILITY MODEL

Для формалізації моделі представлення гарантоздатності пропонується скористатись описом засобами теорії множин. Так, гарантоздатність як інтегральну характеристику, можна зобразити у вигляді кортежу

$$Dependability = \langle Reliability, InfSec, FuncSec \rangle \quad (1)$$

Reliability – характеристика надійності; *InfSec* – характеристика інформаційної безпеки; *FuncSec* – характеристика функціональної безпеки.

Надійність, як комплексна характеристика, описується множиною атрибутів і метрик для їх вимірювання. Окрім, цього для процесу оцінювання важливим є пріоритет атрибутів, тому його включимо при описі атрибутів усіх комплексних характеристик гарантоздатності.

$$Reliability = \{A_i^R, M_j^R, P_i^R\} \quad (2)$$

A_i^R – множина атрибутів характеристики надійності, $i = 1..n$, n – кількість атрибутів надійності конкретної комп'ютерної системи; M_j^R – множина метрик атрибутів надійності, $j = 1..k$, k – кількість метрик атрибутів надійності конкретної комп'ютерної системи; P_i^R – пріоритет i -го атрибуту надійності для комп'ютерної системи.

Формалізовану характеристику «інформаційна безпека» по аналогії можна представити у вигляді

$$InfSec = \{A_i^{Inf}, M_j^{Inf}, P_i^{Inf}\} \quad (3)$$

A_i^{Inf} – множина атрибутів характеристики інформаційна безпека, $i = 1..m$, m – кількість атрибутів інформаційної безпеки конкретної комп'ютерної системи; M_j^{Inf} – множина метрик атрибутів інформаційної безпеки, $j = 1..l$, l – кількість метрик атрибутів інформаційної безпеки конкретної комп'ютерної системи; P_i^{Inf} – пріоритет i -го атрибуту інформаційної безпеки для комп'ютерної системи.

Для представлення функціональної безпеки у вигляді подібному до (2) і (3) можна записати

$$FuncSec = \{A_i^{Func}, M_j^{Func}, P_i^{Func}\} \quad (4)$$

У загальному випадку, гарантоздатність комп'ютерної системи можна визначити як її властивість забезпечувати працездатність у відповідності до узгодженої специфікації вимог.

Додаток Б

Лістинг генерації бази даних та фрагменти коду програмної системи
оцінювання гарантоздатності комп'ютерних систем

```

USE [master]
GO
/***** Object: Database [EVALUATION]    Script Date: 04.02.2017
18:16:48 *****/
CREATE DATABASE [EVALUATION]
    CONTAINMENT = NONE
    ON PRIMARY
    ( NAME = N'EVALUATION', FILENAME = N'C:\Program Files\Microsoft SQL
Server\MSSQL12.MSSQLSERVER\MSSQL\DATA\EVALUATION.mdf' , SIZE = 4288KB ,
MAXSIZE = UNLIMITED, FILEGROWTH = 1024KB )
    LOG ON
    ( NAME = N'EVALUATION_log', FILENAME = N'C:\Program Files\Microsoft SQL
Server\MSSQL12.MSSQLSERVER\MSSQL\DATA\EVALUATION_log.ldf' , SIZE = 1072KB ,
MAXSIZE = 2048GB , FILEGROWTH = 10%)
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET COMPATIBILITY_LEVEL = 120
GO
IF (1 = FULLTEXTSERVICEPROPERTY('IsFullTextInstalled'))
begin
EXEC [EVALUATION].[dbo].[sp_fulltext_database] @action = 'enable'
end
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET ANSI_NULL_DEFAULT OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET ANSI_NULLS OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET ANSI_PADDING OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET ANSI_WARNINGS OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET ARITHABORT OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET AUTO_CLOSE OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET AUTO_SHRINK OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET AUTO_UPDATE_STATISTICS ON

```

```
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET CURSOR_CLOSE_ON_COMMIT OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET CURSOR_DEFAULT GLOBAL
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET CONCAT_NULL_YIELDS_NULL OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET NUMERIC_ROUNDABORT OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET QUOTED_IDENTIFIER OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET RECURSIVE_TRIGGERS OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET ENABLE_BROKER
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET AUTO_UPDATE_STATISTICS_ASYNC OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET DATE_CORRELATION_OPTIMIZATION OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET TRUSTWORTHY OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET ALLOW_SNAPSHOT_ISOLATION OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET PARAMETERIZATION SIMPLE
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET READ_COMMITTED_SNAPSHOT OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET HONOR_BROKER_PRIORITY OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET RECOVERY FULL
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET MULTI_USER
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET PAGE_VERIFY CHECKSUM
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET DB_CHAINING OFF
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET FILESTREAM( NON_TRANSACTED_ACCESS = OFF
)
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET TARGET_RECOVERY_TIME = 0 SECONDS
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET DELAYED_DURABILITY = DISABLED
```

```

GO
EXEC sys.sp_db_vardecimal_storage_format N'EVALUATION', N'ON'
GO
USE [EVALUATION]
GO
/***** Object: Table [dbo].[Company]      Script Date: 04.02.2017
18:16:48 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
SET ANSI_PADDING ON
GO
CREATE TABLE [dbo].[Company] (
    [ID_Company] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
    [CompanyName] [varchar](100) NULL,
    [CompanyDescription] [varchar](max) NULL,
    PRIMARY KEY CLUSTERED
    (
        [ID_Company] ASC
    )WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
    ) ON [PRIMARY] TEXTIMAGE_ON [PRIMARY]

GO
SET ANSI_PADDING OFF
GO
/***** Object: Table [dbo].[CompanyServices]      Script Date:
04.02.2017 18:16:48 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
SET ANSI_PADDING ON
GO
CREATE TABLE [dbo].[CompanyServices] (
    [ID_Service] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
    [ServiceName] [varchar](100) NULL,
    [ServiceDescription] [varchar](max) NULL,
    PRIMARY KEY CLUSTERED
    (
        [ID_Service] ASC

```

```

)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY] TEXTIMAGE_ON [PRIMARY]

GO
SET ANSI_PADDING OFF
GO
/***** Object: Table [dbo].[Damping]      Script Date: 04.02.2017
18:16:48 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
CREATE TABLE [dbo].[Damping] (
    [ID_Damping] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
    [ID_Equipment] [int] NULL,
    [ID_User] [int] NULL,
    [DampingDate] [date] NULL,
    [CurrentPrice] [real] NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED
(
    [ID_Damping] ASC
)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY]

GO
/***** Object: Table [dbo].[department]    Script Date: 04.02.2017
18:16:48 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
SET ANSI_PADDING ON
GO
CREATE TABLE [dbo].[department] (
    [ID_Department] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
    [DepartmentName] [varchar](80) NULL,
    [DDescription] [varchar](150) NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED
(
    [ID_Department] ASC

```

```

)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY]

GO
SET ANSI_PADDING OFF
GO
/***** Object: Table [dbo].[Equipment]      Script Date: 04.02.2017
18:16:48 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
SET ANSI_PADDING ON
GO
CREATE TABLE [dbo].[Equipment] (
    [ID_Equipment] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
    [EquipmentName] [varchar](150) NULL,
    [EquipmentDescription] [varchar](max) NULL,
    [EquipmentPrice] [real] NULL,
    [ID_EqType] [int] NULL,
    [ID_Department] [int] NULL,
    PRIMARY KEY CLUSTERED
    (
        [ID_Equipment] ASC
    )WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY] TEXTIMAGE_ON [PRIMARY]

GO
SET ANSI_PADDING OFF
GO
/***** Object: Table [dbo].[EquipmentCharacteristic]      Script Date:
04.02.2017 18:16:48 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
SET ANSI_PADDING ON
GO
CREATE TABLE [dbo].[EquipmentCharacteristic] (
    [ID_ECharacteristic] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
    [Characteristic_name] [varchar](150) NULL,

```

```

        [CharacteristicDescription] [varchar](max) NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED
(
        [ID_ECharacteristic] ASC
)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY] TEXTIMAGE_ON [PRIMARY]

GO

SET ANSI_PADDING OFF

GO

/***** Object: Table [dbo].[EquipmentType]      Script Date: 04.02.2017
18:16:48 *****/

SET ANSI_NULLS ON

GO

SET QUOTED_IDENTIFIER ON

GO

SET ANSI_PADDING ON

GO

CREATE TABLE [dbo].[EquipmentType] (
        [ID_EqType] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
        [EqTypeName] [varchar](150) NULL,
        [EquipmentTypeDescription] [varchar](max) NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED
(
        [ID_EqType] ASC
)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY] TEXTIMAGE_ON [PRIMARY]

GO

SET ANSI_PADDING OFF

GO

/***** Object: Table [dbo].[Metrics]      Script Date: 04.02.2017
18:16:48 *****/

SET ANSI_NULLS ON

GO

SET QUOTED_IDENTIFIER ON

GO

SET ANSI_PADDING ON

GO

CREATE TABLE [dbo].[Metrics] (
        [ID_Metric] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,

```



```

        [MetricName] [varchar](150) NULL,
        [MetricShortName] [varchar](5) NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED
(
        [ID_Metric] ASC
)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY]

GO
SET ANSI_PADDING OFF
GO
/***** Object: Table [dbo].[Payment]      Script Date: 04.02.2017
18:16:48 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
CREATE TABLE [dbo].[Payment](
        [ID_Payment] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
        [ID_RelCompanyServ] [int] NULL,
        [ID_User] [int] NULL,
        [PaymentDate] [date] NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED
(
        [ID_Payment] ASC
)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY]

GO
/***** Object: Table [dbo].[Personal]      Script Date: 04.02.2017
18:16:48 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
SET ANSI_PADDING ON
GO
CREATE TABLE [dbo].[Personal](
        [ID_Personal] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
        [PSurname] [varchar](30) NULL,
        [PName] [varchar](30) NULL,

```

```

        [Position] [varchar](40) NULL,
        [Salary] [real] NULL,
        [ID_Department] [int] NULL,
        [ID_PType] [int] NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED
(
        [ID_Personal] ASC
)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY]

GO

SET ANSI_PADDING OFF

GO

/***** Object: Table [dbo].[RelCharMetric]      Script Date: 04.02.2017
18:16:48 *****/
SET ANSI_NULLS ON

GO

SET QUOTED_IDENTIFIER ON

GO

CREATE TABLE [dbo].[RelCharMetric](
        [ID_CharMetric] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
        [ID_ECharacteristic] [int] NULL,
        [ID_Metric] [int] NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED
(
        [ID_CharMetric] ASC
)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY]

GO

/***** Object: Table [dbo].[RelCompanyServ]      Script Date: 04.02.2017
18:16:48 *****/
SET ANSI_NULLS ON

GO

SET QUOTED_IDENTIFIER ON

GO

CREATE TABLE [dbo].[RelCompanyServ](
        [ID_RelCompanyServ] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
        [ID_Company] [int] NULL,
        [ID_Service] [int] NULL,
        [ServicePrice] [real] NULL,

```

```

PRIMARY KEY CLUSTERED
(
    [ID_RelCompanyServ] ASC
)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY]

GO

/***** Object: Table [dbo].[RelEqChar]    Script Date: 04.02.2017
18:16:48 *****/

SET ANSI_NULLS ON

GO

SET QUOTED_IDENTIFIER ON

GO

SET ANSI_PADDING ON

GO

CREATE TABLE [dbo].[RelEqChar] (
    [ID_EqChar] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
    [Characterictic_name] [varchar](150) NULL,
    [CharacteristicDescription] [varchar](max) NULL,
    [ID_ECharacteristic] [int] NULL,
    [ID_Equipment] [int] NULL,
    [CharacteristicValue] [real] NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED
(
    [ID_EqChar] ASC
)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY] TEXTIMAGE_ON [PRIMARY]

GO

SET ANSI_PADDING OFF

GO

/***** Object: Table [dbo].[roles]    Script Date: 04.02.2017 18:16:48
*****/

SET ANSI_NULLS ON

GO

SET QUOTED_IDENTIFIER ON

GO

SET ANSI_PADDING ON

GO

CREATE TABLE [dbo].[roles] (
    [ID_Role] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,

```

```

        [RoleName] [varchar](20) NULL,
        [Descriptions] [varchar](200) NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED
(
        [ID_Role] ASC
)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY]

GO
SET ANSI_PADDING OFF
GO
/***** Object: Table [dbo].[TypeOfPersonal]    Script Date: 04.02.2017
18:16:48 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
SET ANSI_PADDING ON
GO
CREATE TABLE [dbo].[TypeOfPersonal](
        [ID_PType] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
        [TypeName] [varchar](30) NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED
(
        [ID_PType] ASC
)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY]

GO
SET ANSI_PADDING OFF
GO
/***** Object: Table [dbo].[Users]    Script Date: 04.02.2017 18:16:48
*****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
SET ANSI_PADDING ON
GO
CREATE TABLE [dbo].[Users](
        [ID_User] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,

```

```

        [UserLogin] [varchar] (30) NULL,
        [Pass] [varchar] (30) NULL,
        [ID_Personal] [int] NULL,
        [ID_Role] [int] NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED
(
        [ID_User] ASC
) WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY]

GO

SET ANSI_PADDING OFF

GO

ALTER TABLE [dbo].[Damping] WITH CHECK ADD FOREIGN KEY([ID_Equipment])
REFERENCES [dbo].[Equipment] ([ID_Equipment])
GO

ALTER TABLE [dbo].[Damping] WITH CHECK ADD FOREIGN KEY([ID_User])
REFERENCES [dbo].[Users] ([ID_User])
GO

ALTER TABLE [dbo].[Equipment] WITH CHECK ADD FOREIGN
KEY([ID_Department])
REFERENCES [dbo].[department] ([ID_Department])
GO

ALTER TABLE [dbo].[Equipment] WITH CHECK ADD FOREIGN KEY([ID_EqType])
REFERENCES [dbo].[EquipmentType] ([ID_EqType])
GO

ALTER TABLE [dbo].[Payment] WITH CHECK ADD FOREIGN
KEY([ID_RelCompanyServ])
REFERENCES [dbo].[RelCompanyServ] ([ID_RelCompanyServ])
GO

ALTER TABLE [dbo].[Payment] WITH CHECK ADD FOREIGN KEY([ID_User])
REFERENCES [dbo].[Users] ([ID_User])
GO

ALTER TABLE [dbo].[Personal] WITH CHECK ADD FOREIGN
KEY([ID_Department])
REFERENCES [dbo].[department] ([ID_Department])
GO

ALTER TABLE [dbo].[Personal] WITH CHECK ADD FOREIGN KEY([ID_PType])
REFERENCES [dbo].[TypeOfPersonal] ([ID_PType])
GO

ALTER TABLE [dbo].[RelCharMetric] WITH CHECK ADD FOREIGN
KEY([ID_ECharacteristic])

```

```
REFERENCES [dbo].[EquipmentCharacteristic] ([ID_ECharacteristic])
GO
ALTER TABLE [dbo].[RelCharMetric] WITH CHECK ADD FOREIGN
KEY([ID_Metric])
REFERENCES [dbo].[Metrics] ([ID_Metric])
GO
ALTER TABLE [dbo].[RelCompanyServ] WITH CHECK ADD FOREIGN
KEY([ID_Company])
REFERENCES [dbo].[Company] ([ID_Company])
GO
ALTER TABLE [dbo].[RelCompanyServ] WITH CHECK ADD FOREIGN
KEY([ID_Service])
REFERENCES [dbo].[CompanyServices] ([ID_Service])
GO
ALTER TABLE [dbo].[RelEqChar] WITH CHECK ADD FOREIGN
KEY([ID_ECharacteristic])
REFERENCES [dbo].[EquipmentCharacteristic] ([ID_ECharacteristic])
GO
ALTER TABLE [dbo].[RelEqChar] WITH CHECK ADD FOREIGN
KEY([ID_Equipment])
REFERENCES [dbo].[Equipment] ([ID_Equipment])
GO
ALTER TABLE [dbo].[Users] WITH CHECK ADD FOREIGN KEY([ID_Personal])
REFERENCES [dbo].[Personal] ([ID_Personal])
GO
ALTER TABLE [dbo].[Users] WITH CHECK ADD FOREIGN KEY([ID_Role])
REFERENCES [dbo].[roles] ([ID_Role])
GO
USE [master]
GO
ALTER DATABASE [EVALUATION] SET READ_WRITE
GO
```