Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення

”Допущено до захисту”
Завідувач кафедри кібербезпеки
та програмного забезпечення
д.т.н., професор
_____ Олексій СМІРНОВ
“____” _____ 2023 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему
“Дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних”

Виконав здобувач вищої освіти
ІІ курсу, групи КІ-22М-2
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ Івандюк В.В.
«____» _____ 2023 р.

Керівник проекту
кандидат технічних наук, доцент
_____ Кислун О.А.
«____» _____ 2023 р.
Рецензент _____
_____

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет *Механіко-технологічний*

Кафедра *Кібербезпеки та програмного забезпечення*

Рівень вищої освіти *магістр*

Галузь знань _12 _____*"Інформаційні технології"*_____

Спеціальність 123 *"Комп'ютерна інженерія"*

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма _*"Комп'ютерна інженерія"*_

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
д.т.н., проф.
_____ Олексій СМІРНОВ
« 6 » вересня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Івандюку Віктору Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних*

2. Керівник роботи *Кислун Олег Андрійович, канд. техн. наук, доцент*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № 35-13 від 04.08.2023 року

3. Строк подання студентом роботи до захисту *10.12.2023 р.*

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи*: Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних*

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Призначення та область використання.	*6. Наукова новизна.*
2.Перегляд аналогічних існуючих систем.	*7. Економічна ефективність розробленої програми.*
3. Опис і обґрунтування проектних рішень.	*8. Заходи з охорони праці та техніки безпеки.*
4. Етапи програмування системи.	*9. Висновки.*
5. Впровадження системи в промислову експлуатацію	

6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Наукова новизна	*1 аркуш*
Структурна схема системи	*1 аркуш*
Функціональна схема системи	*1 аркуш*
Діаграма процесів	*1 аркуш*
Блок-схема алгоритму роботи додатку	*2 аркуша*
Показники економічної ефективності	*1 аркуш*

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний	Савеленко Г.В.	05.10.2023	14.11.2023
Охорона праці	Оришака О.В.	06.10.2023	16.11.2023

7. Дата видачі завдання « 6 » вересня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти	Строк виконання етапів випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти	Примітка
1.	Аналіз існуючих систем	10.10.2023 р.	
2.	Постановка задачі, оформлення ТЗ	15.10.2023 р.	
3.	Розробка моделі компонента	20.10.2023 р.	
4.	Розробка структур даних	25.10.2023 р.	
5.	Розробка алгоритмів зв’язку та відображення	30.10.2023 р.	
6.	Програмування алгоритмів	10.11.2023 р.	
7.	Розрахунок економічної ефективності	13.11.2023 р.	
8.	Розрахунки з охорони праці та техніки безпеки	15.11.2023 р.	
9.	Оформлення ПЗ	17.11.2023 р.	
10.	Попередній захист роботи	10.12.2023 р.	

Дата видачі завдання
« 6 » вересня 2023 р.

Підпис керівника

_____ _____
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 6 » вересня 2023 р.

Підпис здобувача

_____ _____
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Івандюк В.В. Дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. 123 Комп'ютерна інженерія. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2023.

В даній випускній кваліфікаційній роботі за другим (магістерським) рівнем вищої освіти розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Об'єктом дослідження є процес управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Предметом дослідження є методи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Результат роботи – програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Розроблено зручний інтерфейс користувача. Наведені інструкції по роботі з програмними засобами.

Програма може використовуватися на ПЕОМ архітектури IBM PC з ОС Windows 10/11.

Програму розроблено в середовищі Visual C#.

Ключові слова: комп'ютерна інженерія, хмара, центр обробки даних

ABSTRACT

Ivandiuk V.V. Research and software implementation of the management system of virtualized cloud data centers. 123 Computer engineering. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2023.

In this graduation thesis for the second (master's) level of higher education, software is developed, which is intended for the management system of virtualized cloud data centers.

The purpose of the development is the research and software implementation of the management system of virtualized cloud data centers.

The object of research is the process of managing virtualized cloud data centers.

The subject of the study is methods of managing virtualized cloud data centers.

Research methods are based on methods of cloud technologies, methods of mathematical statistics, methods of software development.

The result of the work is the software implementation of the management system of virtualized cloud data processing centers.

In the process of working on the software model, an analysis of existing hardware and software was performed. All components of the developed software are fully described.

A convenient user interface has been developed. Instructions for working with software tools are provided.

The program can be used on PCs of IBM PC architecture with Windows 10/11 OS.

The program was developed in the Visual C# environment.

Keywords: computer engineering, cloud, data center

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

АВІ	–	адміністратора віртуальної інфраструктури
АІБ	–	адміністратор інформаційної безпеки
ВІ	–	віртуальна інфраструктура
ЗЗІ	–	засоби захисту інформації
ПД	–	персональні дані
ПЗ	–	програмне забезпечення
ЦЗОД	–	центр зберігання й обробки даних
ЦОД	–	центр обробки даних
DLP	–	захист від витоків даних
IPS	–	системи запобігання вторгнень
CIRC	–	Cross Interleaved Reed Solomon Code
EAB	–	Embedded Array Block, блок зосередженої пам'яті
ECC	–	error-correcting code, код корекції помилок
FEC	–	метод прямої корекції помилок
LDPC	–	коди Галлагера
NAK	–	негативне підтвердження

ВСТУП

Актуальність теми. Українські компанії вже склали загальне уявлення про особливості хмар і тепер прагнуть зрозуміти, як їх можна використовувати й чи варто переходити до нової моделі. При оптимістичному сценарії, уже через кілька років багато вітчизняних організацій будуть здобувати IT як сервіс, однак поки хмарні сервіси займають дуже малу частку українського ринку IT. Проте вибір пропозицій – від здачі податкової звітності до комунікаційних сервісів і оренди обчислювальних потужностей – уже є, хоча й невеликий. Поступово замовники переходять від обговорення можливостей хмарної моделі до тестування й першим пілотним впровадженням, а по деяких видах хмарних сервісів клієнтська база швидко збільшується. Стимулом служить пошук нових ринків, потреба в більше ефективних підходах до розвитку IT, необхідність скорочення витрат і зниження фінансових ризиків. В 2025 році в Україні можна чекати росту кількості й розмаїтості пропонованих хмарних сервісів.

Орієнтиром залишається закордонний ринок, де цілий ряд великих компаній широко використовують власні приватні хмари, а багато організацій малого й середнього бізнесу всерйоз розглядають можливість відмови від традиційної моделі IT-інфраструктури на користь публічних хмарних сервісів. За даними закордонних опитувань, більше 60% респондентів розробляють стратегію впровадження хмар, а третина вже активно експлуатує їх. За прогнозами Gartner, до 2016 року понад половину держпослуг у світі буде надаватися із хмар.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

– Дослідження системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

– Програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Об'єктом дослідження є процес управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Предметом дослідження є методи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Наукова новизна отриманих результатів. У процесі рішення завдань, обумовлених цілями дослідження, отримані наступні результати:

– Удосконалено метод управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

– Розроблено вітчизняний продукт управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних, який має більш широкі можливості, на відміну від існуючих аналогів.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Достовірність наукових результатів підтверджена теоретичними викладеннями, даними комп'ютерного моделювання, коректними дослідженнями параметрів на функціонуючій обчислювальній мережі, а також відповідністю отриманих результатів окремим результатам, наведеним у науковій літературі.

Робота апробована на LVII Науково-технічній конференції здобувачів вищої освіти «Наука – виробництву», 2023, основні положення випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти надруковані у статті збірника праць молодих науковців ЦНТУ, випуск №14.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за другим (магістерським) рівнем вищої освіти.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

За оптимістичними оцінками, близько 60% українських компаній готові до міграції в приватні хмари, причому більшість із них можуть перевести в хмари більше половини бізнес-процесів, однак реальний рівень споживання таких послуг дотепер перебуває на низькому рівні. У той же час, згідно із всіма прогнозами, цей сегмент стане рости істотно більше високими темпами, чим ринок IT у цілому.

На думку аналітиків, світовий ринок публічних хмарних послуг (SaaS, IaaS, PaaS) буде збільшуватися в середньому на 40% щорічно й до 2025 року досягне 97 млрд. доларів. В Україні, за прогнозом IBS, темпи виявляться як мінімум удвічі вище: щорічний ріст складе майже 90%, а через пару років обсяг ринку досягне 500 млн. доларів.

Однак в Україні потенційних замовників таких рішень відлякують проблеми уразливості й безпеки хмар, недосконаліть законодавчої бази й недостатня зрілість бізнес-процесів провайдерів.

Щоб перебороти їхні побоювання, компаніям, що пропонують хмарні послуги, треба буде розв'язати величезний спектр технічних, юридичних і організаційних завдань, включаючи сертифікацію продуктів і сервісів, атестацію об'єктів і т.п. Нормативна база в області захисту інформації теж буде змінюватися для охвату нових моделей і технологій надання хмарних послуг.

Згідно підрахункам IDC, в 2023 році обсяг українського ринку публічних і приватних хмарних послуг не перевищував 120 млн. доларів. Аналітики IBS оцінюють розмір ринку послуг і продуктів, пов'язаних із впровадженням хмарних технологій, трохи вище – 250 млн. доларів.

Сюди входять реалізація рішень по побудові приватних хмар (включаючи поставки встаткування й ПЗ), консалтинг і проектування, а також послуги хостингу у випадку розміщення хмари на зовнішній площадці. Але й це небагато в порівнянні із загальним рівнем IT-витрат корпоративних і приватних користувачів, що становлять близько 30 млрд. доларів.

1.2 Область застосування

Зараз у світі найбільш затребувані послуги приватних хмар – у співвідношенні 60/40, однак до 2024 року ця пропорція стане зворотною. Що стосується Україні, то частка послуг приватних хмар зменшиться несуттєво – з 75 до 70%, а перше місце будуть займати послуги IaaS, тоді як в інших країнах лідерські позиції займе SaaS, незважаючи на швидкий ріст PaaS.

Комерційним ЦОД ще має бути перейти від послуг розміщення встаткування клієнтів до хмарних сервісів. Однак багато нові ЦОД проектуються із застосуванням технологій віртуалізації й з розрахунком на подальше розгортання програмних засобів керування віртуальними машинами, тобто з перспективою переходу на повноцінну хмарну архітектуру. Значні інвестиції в готові до розгортання хмар рішення створюють основу для швидкого проникнення хмарних технологій у корпоративні інформаційні системи українських компаній.

Подібно тому, як серверна віртуалізація стала загальноприйнятою технологією на українському ринку, у найближчі 1,5-2 роки можна чекати широкого поширення повноцінних хмарних інфраструктур, у тому числі завдяки закладеному фундаменту у вигляді вже впроваджених інфраструктур.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за другим (магістерським) рівнем вищої освіти.

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур, програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

Компанії в усьому світі використовують хмарні ресурси або хмарні обчислення для доступу до важливих програм і даних на основі оплати за використання. Хмарні обчислення, які цінуються за зручність і надійність, трансформують бізнес і його діяльність у різних галузях.

Тут ми розглянемо деякі причини, чому хмарні обчислення такі важливі, їх переваги, найпопулярніші програми хмарних обчислень і чому кар'єра хмарних обчислень користується таким високим попитом.

Що таке хмарні обчислення?

Хмарні обчислення – це надання обчислювальних послуг на вимогу через Інтернет за потреби. Це дозволяє компаніям орендувати доступ до обчислювальних послуг, як-от серверів, сховищ, баз даних, аналітики, мереж, програмного забезпечення та інтелекту, як правило, через Інтернет.

Орендуючи IT-ресурси у постачальника хмарних послуг, компанії можуть уникнути створення та володіння дата-центрами та обчислювальною інфраструктурою. Це зменшує витрати на розробку та встановлення програмного забезпечення для покращення бізнес-операцій. Компанії просто платять за послуги, якими вони користуються, коли вони користуються. Таким чином, хмарні обчислення дозволяють власникам бізнесу знизити операційні витрати, ефективніше керувати своєю інфраструктурою та масштабуватися відповідно до змін потреб бізнесу.

Які переваги хмарних обчислень?

Хмарні обчислення пропонують численні переваги, тому компанії будь-якого розміру – від корпоративних гігантів до невеликих стартапів – приймають його з таким ентузіазмом. Основні переваги хмарних обчислень:

Менші витрати

Створення та запуск внутрішньої обчислювальної інфраструктури є дорогим. Придбання та обслуговування обладнання та найм кваліфікованих IT-фахівців мають певні витрати. Переходячи на хмарні обчислення, компаніям потрібно платити лише за послуги, які вони надають. Це призводить до значної економії коштів.

Мобільність

Хмарна технологія забезпечує мобільність, забезпечуючи працівникам доступ до ресурсів у хмарі в режимі реального часу з будь-якого місця чи пристрою.

Масштабованість

Підприємства, які використовують хмарні обчислення, можуть збільшувати або зменшувати свої IT-функції відповідно до бізнес-вимог.

Аварійне відновлення

У хмарних системах немає потреби в плані резервного копіювання даних аварійного відновлення. Немає остаточної втрати даних у разі аварії.

Безпека даних

Хмарні обчислення пропонують багато розширених функцій захисту даних, які гарантують безпеку даних.

Широкий вибір варіантів

Існують різні типи, моделі та сервіси доступних хмарних платформ, які відповідають різним потребам підприємств.

Необмежений обсяг пам'яті

Хмара має необмежену ємність для зберігання всіх типів даних.

Автоматичне оновлення програмного забезпечення

Програмним забезпеченням і безпекою регулярно керують постачальники програмного забезпечення від імені користувачів.

Краща співпраця

Хмарні середовища дозволяють легко обмінюватися даними в реальному часі між командами в межах організації, що покращує співпрацю та продуктивність команди.

7 найпопулярніших застосувань хмарних обчислень

Хмарна технологія пропонує кілька застосувань у різних сферах, як-от:

– бізнес;

– зберігання даних;

– розваги;

– менеджмент;

– соціальні мережі;

– освіта;

– мистецтво;

– GPS тощо.

Основними типами доступних моделей послуг хмарних обчислень є:

– платформа як послуга (PaaS);

– інфраструктура як послуга (IaaS);

– програмне забезпечення як послуга (SaaS).

Крім того, існують такі платформи, як:

– Public Cloud;

– Private Cloud;

– Hybrid Cloud і Community Cloud.

Давайте почнемо розбиратися з топ-7 програм хмарних обчислень.

1. Онлайнове зберігання даних

Хмарні обчислення дозволяють зберігати та отримувати доступ до таких даних, як файли, зображення, аудіо та відео, у хмарному сховищі. У цю епоху великих даних локальне зберігання величезних обсягів бізнес-даних вимагає все

більше місця та зростаючих витрат. Тут грає роль хмарне сховище, де підприємства можуть зберігати та отримувати доступ до даних за допомогою кількох пристроїв.

Наданий інтерфейс простий у використанні, зручний і має переваги високої швидкості, масштабованості та інтегрованої безпеки.

2. Резервне копіювання та відновлення

Постачальники хмарних послуг пропонують безпечне зберігання та резервне копіювання даних і ресурсів у хмарі. У традиційній обчислювальній системі резервне копіювання даних є складною проблемою, і часто, у разі аварії, дані можуть бути остаточно втрачені. Але за допомогою хмарних обчислень дані можна легко відновити з мінімальною шкодою у разі аварії.

3. Аналіз великих даних

Одним із найважливіших застосувань хмарних обчислень є їх роль у широкому аналізі даних. Надзвичайно великий обсяг великих даних унеможливлює зберігання за допомогою традиційних систем керування даними. Завдяки необмеженій ємності хмарного сховища підприємства тепер можуть зберігати й аналізувати великі дані, щоб отримати цінну інформацію про бізнес.

4. Тестування та розробка

Програми хмарних обчислень забезпечують найпростіший підхід для тестування та розробки продуктів. У традиційних методах таке середовище займе багато часу, буде дорогим через налаштування IT-ресурсів та інфраструктури, а також потребуватиме робочої сили. Однак за допомогою хмарних обчислень компанії отримують масштабовані та гнучкі хмарні послуги, які вони можуть використовувати для розробки продуктів, тестування та розгортання.

5. Антивірусні програми

З Cloud Computing постачається хмарне антивірусне програмне забезпечення, яке зберігається в хмарі, звідки вони відстежують віруси та зловмисне програмне забезпечення в системі організації та виправляють

їх. Раніше організації повинні були встановлювати антивірусне програмне забезпечення у своїй системі та виявляти загрози безпеці.

6. Програма електронної комерції

Програми електронної комерції в хмарі дозволяють користувачам і компаніям електронного бізнесу швидко реагувати на нові можливості. Він пропонує новий підхід до бізнес-лідерів, щоб зробити завдання з мінімальними витратами та мінімальним часом. Вони використовують хмарні середовища для керування даними клієнтів, даними про продукти та іншими операційними системами.

7. Хмарні обчислення в освіті

Електронне навчання, онлайн-програми дистанційного навчання та інформаційні портали для студентів є одними з ключових змін, викликаних застосуванням хмарних обчислень у секторі освіти. У цьому новому навчальному середовищі є привабливе середовище для навчання, викладання, експериментування, надане студентам, викладачам і дослідникам, щоб вони могли підключитися до хмари свого закладу та отримати доступ до даних та інформації.

Чому хмарні обчислення як кар'єра?

Оскільки хмарні обчислення торкаються багатьох аспектів сучасного життя, це одна з найвимогливіших і швидко зростаючих сфер кар'єри. Майже 90% компаній у всьому світі вже працюють у хмарі, і прогнозується, що світовий ринок публічних хмарних обчислень перевищить 350 мільярдів доларів США до кінця 2023 року. Більшість великих компаній витрачають майже одну третину свого IT-бюджету на послуги хмарних обчислень. Не дивно, що хмарні обчислення – наступна велика річ; зростаючий попит на професіоналів хмарних обчислень не задовольняється на ринку праці.

Отже, як створити кар'єру в хмарних обчисленнях?

Більшість вакансій початкового рівня в хмарних обчисленнях вимагають попереднього досвіду. Тим не менш, навіть якщо ви не маєте необхідного досвіду

в області хмарних технологій, відповідна сертифікація хмарних технологій може допомогти вам отримати роботу в хмарних технологіях.

Ознайомтеся з хмарними технологіями та платформами, зрозумійте основи хмарних обчислень і опрацюйте необхідні навички для просування кар’єри в хмарних обчисленнях.

Професіонал із хмарних обчислень – це IT-спеціаліст, який виконує такі обов’язки, як планування, проектування, розгортання, технічне обслуговування та підтримка. Деякі ролі в хмарних обчисленнях включають нагляд за стратегією хмарних обчислень бізнесу, планами впровадження хмарних технологій, розробкою хмарних додатків, керуванням хмарами та моніторингом.

Кращі кар'єри в області хмарних обчислень

Різноманітні робочі ролі, які належать до домену хмарних обчислень, включають:

- Хмарний розробник.
- Інженер з хмарної безпеки.
- Адміністратор SysOps.
- Front-End і Back-End розробник.
- Інженер з розробки операцій.
- Архітектор рішень.

Найвищі навички, необхідні для роботи в хмарних обчисленнях:

- Хмарне пом'якшення та розгортання.
- Машинне навчання та штучний інтелект.
- Знання бази даних.
- Навички програмування.
- Безсерверна архітектура.
- Сертифікати системи або платформи.
- DevOps.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Програмне забезпечення написане мовою Visual C#. Ця мова обрана виходячи з наступних міркувань. Visual C# – строго типізована об'єктно-орієнтована мова, призначена для розробки різноманітних безпечних і потужних застосунків, виконуваних у середовищі .NET Framework. Мовою Visual C# можна розробляти звичайні клієнтські застосунки Windows, веб-служби XML, розподілені компоненти, застосунки типу "сервер-клієнт", застосунки баз даних і багато яких інших. В Visual C# є розширений редактор коду, конструктори зі зручним користувальницьким інтерфейсом, вбудований відладник і багато інших засобів, покликані спростити розробку застосунків мовою Visual C# версії 5.0 і .NET Framework версії 4.5.

Синтаксис Visual C# дуже виразний, але простий у вивченні. Усі, хто знаком з мовами C, C++ або Java з легкістю взнають синтаксис із фігурними дужками, характерний для мови Visual C#. Розроблювачі, що знають кожну із цих мов, як правило, зможуть домогтися ефективної роботи з мовою Visual C# за дуже короткий час. Синтаксис Visual C# робить простіше те, що було складно в C++, і забезпечує потужні можливості, такі як типи значень Nullable, перерахування, делегати, лямбда-вираження й прямий доступ до пам'яті, чого немає в Java. Visual C# підтримує універсальні методи й типи, забезпечуючи більше високий рівень безпеки й продуктивності, а також ітератори, що дозволяють при реалізації колекцій класів визначати власне поводження ітерації, що може легко використовуватися в клієнтському коді. В Visual C# 5.0 вираження LINQ (Language-Integrated Query) роблять строго-типізований запит першокласною конструкцією мови.

Як об'єктно-орієнтована мова, Visual C# підтримує поняття інкапсуляції, спадкування й поліморфізму. Всі змінні й методи, включаючи метод `Main` – крапку входу застосунка – інкапсулюється у визначення класів. Клас може

успадковувати безпосередньо з одного родового класу, але може реалізовувати будь-яке число інтерфейсів. Для методів, які перевизначають віртуальні методи в батьківському класі, необхідно ключове слово override, щоб виключити випадкове повторне визначення. У мові Visual C# структура схожа на полегшений клас: це тип, що розподіляється по стопках, що реалізує інтерфейси, але не підтримуюче спадкування.

На додаток до основних описаних об'єктно-орієнтованих принципів, мова Visual C# спрощує розробку компонентів програмного забезпечення завдяки декільком інноваційним конструкціям мови, у число яких входять наступні:

– Інкапсульовані підписи методів, називані делегатами, які підтримують строго-типізовані повідомлення про події.

– Властивості, що виступають у ролі методів доступу для закритих змінних-членів.

– Атрибути з декларативними метаданими про типи під час виконання.

– Вбудовані коментарі XML-документації.

– LINQ (Language-Integrated Query), що пропонує вбудовані можливості запитів у різних джерелах даних.

Якщо буде потрібно забезпечити взаємодію з іншим програмним забезпеченням Windows, таким як об'єкти COM або власні бібліотеки DLL Win32, у мові Visual C# можна використовувати процес, що називається "Interop". Процес Interop дозволяє програмам на Visual C# виконувати практично будь-які дії, які може виконувати вихідний додаток на C++. Мова Visual C# підтримує навіть покажчики й поняття "небезпечного" коду для тих випадків, коли прямий доступ до пам'яті має вкрай важливе значення.

Процес побудови Visual C# у порівнянні з C і C++ простий і є більше гнучким, чим в Java. Немає окремих файлів заголовка, а методи й типи не потрібно повідомляти в певному порядку. У вихідному файлі Visual C# може бути визначене будь-яке число класів, структур, інтерфейсів і подій.

Архітектура платформи .NET Framework

Програма мовою Visual C# виконується в середовищі .NET Framework – інтегрованому компоненті Windows, що містить віртуальну систему виконання (середовище CLR) і уніфікований набір бібліотек класів. Середовище CLR являє собою комерційну реалізацію корпорацією Майкрософт інфраструктури CLI, що є міжнародним стандартом, який лежить в основі створення середовищ виконання й розробки, у яких забезпечується тісна взаємодія між мовами й бібліотеками.

Вихідний код, написаний мовою Visual C#, компілюється в проміжну мову (IL) у відповідності зі специфікацією CLI. Код IL і ресурси, такі як растрові зображення й рядки, зберігаються на диску у файлі, що виконується, називаному складанням, з розширенням EXE або DLL у більшості випадків. Складання містить маніфест із відомостями про типи складання, версії, мови й регіональні параметри та вимоги безпеки.

При виконанні програми на Visual C# складання завантажується в середовище CLR залежно від відомостей у маніфесті. Далі, якщо вимоги безпеки дотримані, середовище CLR виконує JIT-компіляцію для перетворення коду IL в інструкції машинного коду. Середовище CLR також надає інші служби, що відносяться до автоматичного збору сміття, обробки виключень і керуванню ресурсами. Код, виконуваний середовищем CLR, іноді називають "керованим кодом" у протиставлення "некерованому коду", що компілюється в машинний код, призначений для певної системи. Далі показані відносини під час компіляції й час виконання між файлами з вихідним кодом Visual C#, бібліотеками класів .NET Framework, складаннями й середовищем CLR.

Взаємодія між мовами є ключовою особливістю .NET Framework. Оскільки код IL, створюваний компілятором Visual C# відповідає специфікації CTS, код IL на основі Visual C# може взаємодіяти з кодом, створюваним версіями мов Visual Basic, Visual C++, Visual J# платформи .NET Framework і ще більш ніж 20 CTS-сумісних мов. В одному складанні може бути кілька модулів, написаних

на різних мовах платформи .NET Framework, і типи можуть посилатися один на одного, як якби вони були написані на одній мові.

Крім служб часу виконання, в.NET Framework також є велика бібліотека, що складається з більш ніж 4000 класів, організованих по просторах імен, які забезпечують різноманітні корисні функції для будь-яких дій, починаючи від введення й виведення файлів для керуванням рядками для розбивки XML, і закінчуючи елементами керування Windows Forms. У звичайному застосунку мовою Visual C# бібліотека класів .NET Framework інтенсивно використовується для "устрою" коду.

2.3 Розгорнута постановка завдання

Згідно з технічним завданням на випускну кваліфікаційну роботу за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, реалізації підлягає програмне забезпечення, яке призначено для системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

В процесі розробки випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти необхідно виконати наступний обсяг роботи:

а) провести аналіз існуючих систем-аналогів для виявлення їх позитивних і негативних якостей. Результати аналізу врахувати в подальших розробках;

б) вибрати та обґрунтувати методику побудови системи контролю роботи технологічного обладнання на виробництві в автоматизованому режимі. Розробити функціональну та структурну схеми системи;

в) розробити програмне забезпечення системи, що дозволить реалізувати поставлену технічним завданням задачу. Побудувати блок-схеми алгоритмів програми та підпрограми;

г) організувати інтерфейс користувача з метою формування та виводу на екран ЕОМ повідомлень про некоректні дії користувача та нестандартні ситуації в роботі технологічного обладнання;

д) розробити рекомендації по організаційних та методичних заходах, які забезпечать впровадження системи в промислову експлуатацію та її подальшу успішну експлуатацію;

е) провести розрахунки по визначенню економічної ефективності розробленої системи;

ж) розробити заходи по охороні праці при впровадженні та експлуатації системи, а також розробити заходи з цивільного захисту;

з) сформувати висновки про виконаний обсяг робіт та одержані результати.

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

«Готова до хмар» архітектура повинна містити необхідні інструменти для керування, планування й складання каталогів сервісів, для настроювання конфігурації, моніторингу, виміру, білінгу й створення звітів по послугах, а також для керування поточними операціями й сервісами. Процедури розгортання, конфігурування й керування буде потрібно стандартизувати й автоматизувати, надавши кошти самообслуговування кінцевим користувачам.

Складність керування віртуалізованими хмарними центрами обробки даних (ЦОД), ріст імовірності помилок адміністраторів і збільшення трудомісткості операцій зажадають автоматизації завдань керування, включаючи керування змінами, настроювання конфігурації, планування потужності, оплату використання ресурсів, керування відмовами й продуктивністю.

Саме через автоматизацію проходить «дорога в хмари» – без цього керування сервісами стає вкрай складним завданням. У свою чергу, автоматизація неможлива без горизонтальної й вертикальної інтеграції, що охоплює рівень додатків, операційних систем і встаткування. Подальший розвиток одержить концепція централізовано програмувальних центрів обробки даних (Software-Defined Data Center, SDDC). Провідні вендори – IBM, HP, Microsoft, VMware – будуть удосконалювати свої інструменти керування віртуалізованим хмарним середовищем. З'являться й нові розробки.

Хмарні обчислення народжують нові технологічні проблеми: у віртуалізованих платформах необхідно запобігати появі вузьких місць у підсистемі уведення/виводу й вживати спеціальних заходів забезпечення надійності, а централізація на порядок підвищує вимоги до мережної інфраструктури. Проектування віртуалізованої інфраструктури віднімає в три-

чотири рази більше часу, але зате дозволяє заощадити на експлуатації. Особлива експертиза потрібна для віртуалізації робочих станцій (VDI). По відкликах замовників, при розгортанні хмарної інфраструктури дуже зручно використовувати готові, заздалегідь інтегровані «будівельні блоки», такі як Cisco UCS, Dell vStart або HP CloudSystem.

Високі темпи росту ринку хмарних продуктів і послуг означають істотну трансформацію структури й обсягів попиту як на нові продукти, так і на традиційну продукцію IT. Експерти IBS вважають, що вендори будуть змушені адаптувати свою продуктову пропозицію, а також змінити моделі взаємодії із замовниками в рамках реалізації інфраструктурних і інтеграційних проектів.

Украй цікавим ринком стають мобільні додатки й технології. Ті виробники пристроїв, які зможуть уловити найбільш яскраві тенденції й інтегрувати відповідні додатки й технології на рівні платформи, будуть мати конкурентні переваги. За прогнозом аналітиків банку Morgan Stanley, в 2016 році число осіб, що звертаються до мобільного Інтернету, уперше перевищить число тих, хто підключається до Інтернету за допомогою персональних комп'ютерів. Практично кожний власник смартфону або планшета є користувачем того або іншого хмарного сервісу, а те й декількох – від зберігання даних і перетворення мови в текст до роботи з документами й відеоспостереження. Поряд з поширенням широкополосного бездротового доступу (Wi-Fi, LTE) це зробить хмарні сервіси повсюдними й допоможе зняти побоювання щодо надійності, передбачуваності й безпеці хмар.

Поступово в учасників ринку з'являється правильне розуміння поняття «IT як сервіс». Хмари вже не розглядаються як претендент на місце традиційних IT-ресурсів. При будь-якому рівні розвитку хмарних сервісів завжди залишаться додатки, які по тимі або інших причинах не підлягають переносу не тільки в публічні, але навіть у приватні хмари. Залежно від виду бізнесу, близько 20% інфраструктури IT завжди будуть реалізовуватися у вигляді традиційних рішень. Крім того, замовники починають розуміти структуру витрат при впровадженні

хмарних сервісів і застосовують нові критерії оцінки при розрахунку ефекту від впровадження хмарних систем.

Найбільш затребуваними стануть хмарні сервіси, використання яких дає помітні переваги в порівнянні з локальними додатками, – фінансові, функціональні, конкурентні або які-небудь інші. Як затверджують провайдери, високим попитом користуються комунікаційні хмарні сервіси B2B у сполученні з телекомунікаційними додатками, які винесені в хмару (віртуальними АТМ, ЦОВ і CRM, елементами систем уніфікованих комунікацій): щорічний ріст продажів становить 50-70%. Очевидно, ці темпи збережуться й у наступному році.

Інтерес будуть викликати не тільки вже звичні хмарні сервіси, такі як електронна пошта й хостинг Web-сайтів, але й системи керування проектами й завданнями, сервіси зберігання даних, CRM і інші рішення для підтримки колективної роботи, бухгалтерські системи, віртуальні АТМ, Web-конференції й програмні бізнес-продукти, що не мають аналогів на класичному ринку ПЗ. Ринок уже готовий до всіх типів хмарних сервісів – від зберігання даних до виносу в хмару критичних для підприємства додатків. Однак з української економіки й неадекватна політика держави відносно розвитку малого й середнього бізнесу (основного споживача хмарних сервісів) не дають підстав для надмірного оптимізму.

Хмарне сховище – це режим зберігання комп'ютерних даних, у якому цифрові дані зберігаються на серверах за межами сайту. Сервери обслуговуються стороннім постачальником, який відповідає за розміщення, керування та захист даних, що зберігаються в його інфраструктурі. Провайдер гарантує, що дані на його серверах завжди доступні через загальнодоступні чи приватні підключення до Інтернету.

Хмарне сховище дозволяє організаціям зберігати, отримувати доступ і обслуговувати дані, щоб їм не потрібно було володіти та керувати власними центрами обробки даних, переводячи витрати з моделі капітальних витрат на операційну. Хмарне сховище є масштабованим, що дозволяє організаціям

розширювати або зменшувати об’єм даних залежно від потреб.

Як працює хмарне сховище?

Cloud Storage використовує віддалені сервери для збереження даних, наприклад файлів, бізнес-даних, відео або зображень. Користувачі завантажують дані на сервери через підключення до Інтернету, де вони зберігаються на віртуальній машині на фізичному сервері. Щоб зберегти доступність і забезпечити резервування, хмарні постачальники часто поширюють дані на кілька віртуальних машин у центрах обробки даних, розташованих по всьому світу. Якщо потреби в сховищі збільшаться, хмарний постачальник запустить більше віртуальних машин, щоб впоратися з навантаженням. Користувачі можуть отримати доступ до даних у хмарному сховищі через підключення до Інтернету та програмне забезпечення, таке як веб-портал, браузер або мобільний додаток, через інтерфейс програмування додатків (API).

Хмарне сховище доступне в чотирьох різних моделях:

Громадське

Громадське хмарне сховище – це модель, у якій організація зберігає дані в центрах обробки даних постачальника послуг, які також використовуються іншими компаніями. Дані в загальнодоступному хмарному сховищі розповсюджені в кількох регіонах і часто пропонуються на основі передплати або оплати за використання. Громадське хмарне сховище вважається «еластичним», що означає, що дані, що зберігаються, можна збільшити або зменшити залежно від потреб організації. Постачальники загальнодоступних хмар зазвичай роблять дані доступними з будь-якого пристрою, наприклад смартфона або веб-порталу.

Приватне

Приватне хмарне сховище – це модель, у якій організація використовує власні сервери та центри обробки даних для зберігання даних у власній мережі. Крім того, організації можуть мати справу з постачальниками хмарних послуг, щоб надати виділені сервери та приватні з’єднання, які не використовуються жодною іншою організацією. Приватні хмари зазвичай

використовуються організаціями, які потребують більшого контролю над своїми даними та мають суворі вимоги до відповідності та безпеки.

Гібрид

Модель гібридної хмари – це суміш приватних і публічних моделей хмарного сховища. Модель гібридного хмарного сховища дозволяє організаціям вирішувати, які дані вони хочуть зберігати в якій хмарі. Конфіденційні дані та дані, які мають відповідати суворим вимогам відповідності, можуть зберігатися в приватній хмарі, тоді як менш конфіденційні дані зберігаються в публічній хмарі. Модель гібридного хмарного сховища зазвичай має рівень оркестровки для інтеграції між двома хмарами. Гібридна хмара забезпечує гнучкість і дозволяє організаціям все одно розширювати масштаб за допомогою загальнодоступної хмари, якщо виникне потреба.

Мультихмарність

Багатохмарна модель зберігання – це коли організація встановлює більше ніж одну хмарну модель від кількох постачальників хмарних послуг (загальнодоступних чи приватних). Організації можуть вибрати багатохмарну модель, якщо один постачальник хмарних технологій пропонує певні пропрієтарні програми, організація вимагає, щоб дані зберігалися в певній країні, різні команди навчаються на різних хмарах або організації потрібно задовольняти різні вимоги, які не вказані в сервісах. Угоди про рівень обслуговування. Багатохмарна модель пропонує організаціям гнучкість і резервування.

Переваги хмарного сховища

Загальна вартість володіння

Хмарне сховище дозволяє організаціям переходити від моделі капітальних витрат до моделі операційних витрат, дозволяючи їм швидко коригувати бюджети та ресурси.

Еластичність

Хмарне сховище є еластичним і масштабованим, тобто його можна

збільшити (додати більше пам’яті) або зменшити (потрібно менше пам’яті) залежно від потреб організації.

Гнучкість

Хмарне сховище пропонує організаціям гнучкість у тому, як зберігати та отримувати доступ до даних, розгортати та бюджетувати ресурси, а також створювати свою IT-інфраструктуру.

Безпека

Більшість хмарних провайдерів пропонують надійну безпеку, включаючи фізичну безпеку в центрах обробки даних і передову безпеку на рівнях програмного забезпечення та програм. Найкращі хмарні постачальники пропонують архітектуру з нульовою довірою, керування ідентифікацією та доступом, а також шифрування.

Стійкість

Однією з найбільших витрат при експлуатації локальних центрів обробки даних є накладні витрати на споживання енергії. Найкращі хмарні постачальники працюють на основі сталої енергії за рахунок відновлюваних ресурсів.

Надмірність

Резервування (тиражування даних на кількох серверах у різних місцях) є невід’ємною рисою загальнодоступних хмар, що дозволяє організаціям відновлюватися після аварій, зберігаючи безперервність бізнесу.

Недоліки хмарного сховища

Відповідність

Певні галузі, як-от фінанси та охорона здоров’я, мають суворі вимоги до того, як дані зберігаються та мають доступ до них. Деякі постачальники публічних хмар пропонують інструменти для підтримки відповідності чинним правилам і нормам.

Затримка

Трафік до хмари та з хмари може бути затриманий через перевантаження

мережевого трафіку або повільне підключення до Інтернету.

Контроль

Зберігання даних у загальнодоступних хмарах позбавляє певного контролю над доступом і керуванням цими даними, довіряючи, що постачальник хмарних послуг завжди зможе зробити ці дані доступними та підтримувати свої системи та безпеку.

Відключення

Хоча постачальники публічних хмар прагнуть забезпечити постійну доступність, іноді трапляються збої, через що збережені дані стають недоступними.

Як користуватися хмарним сховищем

Хмарне сховище пропонує кілька варіантів використання, які можуть принести користь окремим особам і організаціям. Незалежно від того, чи людина зберігає свій сімейний бюджет в електронній таблиці, чи велика організація зберігає багаторічні фінансові дані в надійно захищеній базі даних, хмарне сховище можна використовувати для збереження будь-яких цифрових даних стільки, скільки потрібно.

Резервне копіювання

Резервне копіювання даних є одним із найпростіших і найпопулярніших способів використання Cloud Storage. Виробничі дані можна відокремити від даних резервного копіювання, створюючи проміжок між ними, який захищає організації у разі кіберзагроз, таких як програми-вимагачі. Резервне копіювання даних через хмарне сховище може бути таким же простим, як збереження файлів у цифровій папці, як-от Google Drive, або використання блокового сховища для зберігання гігабайт або більше важливих бізнес-даних.

Архівація

Можливість архівувати старі дані стала важливим аспектом Хмарного сховища, оскільки організації переходять до оцифровки десятиліть старих записів, а також зберігають записи для цілей управління та відповідності. Google

Cloud пропонує кілька рівнів сховища для архівування даних, у тому числі холодне сховище та архівне сховище, до яких можна отримати доступ, коли вони потрібні організації.

Аварійного відновлення

Катастрофа – природна чи будь-яка – яка знищує центр обробки даних або старі фізичні записи, не обов'язково має бути подією, що руйнує бізнес, як це було в минулому. Хмарне сховище забезпечує аварійне відновлення, щоб організації могли продовжувати свій бізнес навіть у важкі часи.

Обробка даних

Оскільки Cloud Storage робить цифрові дані доступними негайно, дані стають набагато кориснішими на постійній основі. Обробка даних, наприклад аналіз даних для бізнес-аналітики або застосування машинного навчання та штучного інтелекту до великих наборів даних, можлива завдяки Cloud Storage.

Доставка контенту

Завдяки можливості зберігати копії медіа-даних, таких як великі аудіо- та відеофайли, на серверах, розкиданих по всьому світу, медіа-компанії та компанії розваг можуть надавати своїй аудиторії завжди доступний вміст з низькою затримкою, де б вони не перебували.

Типи хмарних сховищ

Хмарне сховище буває трьох різних типів: **об'єкт**, **файл** і **блок**.

Об'єкт

Об'єктне зберігання – це архітектура зберігання даних для великих сховищ неструктурованих даних. Він позначає кожну частину даних як об'єкт, зберігає її в окремому сховищі та об'єднує метаданими та унікальним ідентифікатором для легкого доступу та пошуку.

Файл

Файлове сховище організовує дані в ієрархічному форматі файлів і папок. Зберігання файлів є поширеним у персональних комп'ютерах, де дані зберігаються у вигляді файлів, а ці файли організовуються в папки. Зберігання

файлів дозволяє легко знаходити та отримувати окремі елементи даних, коли вони потрібні. Зберігання файлів найчастіше використовується в каталогах і сховищах даних.

Блок

Блокове сховище розбиває дані на блоки, кожен з яких має унікальний ідентифікатор, а потім зберігає ці блоки як окремі частини на сервері. Хмарна мережа зберігає ці блоки там, де це найбільш ефективно для системи. Блокове сховище найкраще використовувати для великих обсягів даних, які потребують низької затримки, наприклад для робочих навантажень, які вимагають високої продуктивності, або баз даних.

3.2 Розробка структурної схеми

Хмарне сховище – це модель обслуговування, у якій дані передаються та зберігаються у віддалених системах зберігання, де вони обслуговуються, керуються, створюються резервні копії та стають доступними для користувачів через мережу – як правило, Інтернет. Зазвичай користувачі сплачують за зберігання даних у хмарі за щомісячною ставкою за споживання.

Хмарне сховище базується на віртуалізованій інфраструктурі зберігання з доступними інтерфейсами, майже миттєвою еластичністю та масштабованістю, багатокористувальницькими та виміряними ресурсами. Хмарні дані зберігаються в логічних пулах на різних серверах зберігання товарів, розташованих на території або в центрі обробки даних, яким керує сторонній хмарний постачальник.

Постачальники хмарних послуг керують і обслуговують дані, передані в хмару. Послуги зберігання надаються за запитом у хмарі, ємність збільшується та зменшується за потреби. Організації, які обирають хмарне сховище, усувають необхідність купувати, керувати та підтримувати власну інфраструктуру зберігання. Хмарне сховище радикально знизило вартість зберігання за гігабайт,

але постачальники хмарних сховищ додали операційні витрати, що може зробити технологію значно дорожчою, залежно від того, як вона використовується.

Типи хмарних сховищ

Існує три основні варіанти хмарного сховища на основі різних моделей доступу: загальнодоступне, приватне та гібридне.

– **Публічна хмара.** Ці служби зберігання забезпечують середовище зберігання з кількома клієнтами, яке найбільше підходить для неструктурованих даних на основі передплати. Дані зберігаються в центрах обробки даних постачальника послуг із сховищем даних, розподілених по кількох регіонах або континентах. Клієнти зазвичай платять за використання, подібно до моделі комунальних платежів. У багатьох випадках також стягується плата за транзакції залежно від частоти та обсягу даних, до яких здійснюється доступ. У цьому секторі ринку домінують такі послуги:

- Amazon Simple Storage Service (S3);
- Amazon Glacier для глибокого архівування або холодного зберігання;
- хмарне сховище Google;
- Google Cloud Storage Nearline для холодних даних; і
- Microsoft Azure.

– **Приватна хмара.** Служба приватного хмарного сховища – це власний ресурс зберігання, який розгортається як спеціальне середовище, захищене брандмауером. Реалізації внутрішнього розміщення приватних хмарних сховищ емулюють деякі функції комерційних публічних хмарних служб, забезпечуючи легкий доступ і розподіл ресурсів зберігання для бізнес-користувачів, а також протоколи зберігання об’єктів. Приватні хмари підходять для користувачів, які потребують налаштування та більшого контролю над своїми даними або які мають суворі вимоги щодо безпеки даних чи нормативні вимоги.

– **Гібридна хмара.** Цей варіант хмарного сховища є сумішшю приватного хмарного сховища та сторонніх публічних хмарних служб зберігання з рівнем оркестровки для оперативної інтеграції двох платформ.

Модель пропонує підприємствам гнучкість і більше варіантів розгортання даних. Організація може, наприклад, зберігати активно використовувані та структуровані дані в локальній приватній хмарі, а неструктуровані та архівні дані – у загальнодоступній хмарі. Гібридне середовище також полегшує роботу з сезонними чи непередбаченими сплесками у створенні даних або доступі до зовнішньої служби зберігання даних через хмару , уникаючи необхідності додавати власні ресурси зберігання.

Впровадження моделі гібридної хмари зросло в останні роки. Незважаючи на переваги гібридних хмар , вони створюють технічні, бізнес- та управлінські проблеми. Наприклад, приватні робочі навантаження повинні отримувати доступ і взаємодіяти з постачальниками загальнодоступних хмарних сховищ, тому сумісність і надійне та широке підключення до мережі є важливими факторами. Хмарна система зберігання корпоративного рівня має бути масштабованою відповідно до поточних і майбутніх потреб, доступною звідусіль і незалежною від додатків.

Як працює хмарне сховище?

Постачальники хмарних послуг обслуговують великі центри обробки даних у багатьох місцях по всьому світу. Коли клієнти купують хмарне сховище у постачальника, вони передають більшість аспектів зберігання даних постачальнику, включаючи безпеку, ємність, сервери зберігання та обчислювальні ресурси, доступність даних і доставку через мережу. Додатки клієнтів можуть отримувати доступ до збережених хмарних даних за допомогою традиційних протоколів зберігання або індикаторів прикладного програмування (API), або їх також можна перемістити в хмару.

Принцип роботи хмарного сховища залежить від типу використовуваного сховища. Три основні типи: блокове сховище , сховище файлів і сховище об’єктів :

– **Блокове зберігання** розділяє великі обсяги даних на менші одиниці, які називаються *блоками*. Кожен блок пов'язаний з унікальним ідентифікатором і

розміщений на одному з системних накопичувачів. Блокове зберігання є швидким, ефективним і забезпечує низьку затримку, необхідну для таких програм, як бази даних і високопродуктивні робочі навантаження.

– **Файлове сховище** організовує дані в ієрархічній системі файлів і папок; він зазвичай використовується з накопичувачами персональних комп'ютерів і мережевими накопичувачами (NAS). Дані в системі зберігання файлів зберігаються у файлах, а файли зберігаються в папках. Каталоги та підкаталоги використовуються для організації папок і пошуку файлів і даних. Хмара на основі сховища файлів може спростити доступ до даних і їх пошук, оскільки цей ієрархічний формат знайомий користувачам і потрібний для деяких програм.

– **Об'єктне сховище** зберігає дані як об'єкти, які складаються з трьох компонентів: дані, що зберігаються у файлі, метадані, пов'язані з файлом даних, і унікальний ідентифікатор. Використовуючи RESTful API , протокол зберігання об'єктів зберігає файл і пов'язані з ним метадані як єдиний об'єкт і призначає йому ідентифікаційний (ID) номер. Щоб отримати вміст, користувач надає ідентифікатор системі, і вміст збирається з усіма метаданими, автентифікацією та безпекою. Об'єктні системи зберігання дозволяють налаштовувати метадані, що може оптимізувати доступ до даних і аналіз. За допомогою об'єктного сховища дані можна зберігати у рідному форматі з великою масштабованістю.

Останніми роками постачальники сховищ об'єктів додали функції та можливості файлової системи до свого програмного та апаратного забезпечення сховищ об'єктів головним чином тому, що сховище об'єктів не було прийнято досить швидко. Наприклад, шлюз хмарного сховища може надавати інтерфейс емуляції файлової системи для свого сховища об'єктів; таке розташування часто дозволяє програмам отримувати доступ до даних без підтримки протоколу зберігання об'єктів. Усі програми резервного копіювання використовують протокол зберігання об'єктів, що є однією з причин, чому резервне копіювання онлайн у хмарну службу було першим успішним додатком для хмарного

зберігання.

Більшість комерційних хмарних служб зберігання даних використовують величезну кількість систем зберігання на жорстких дисках, встановлених на серверах, які об'єднані мережевою архітектурою, подібною до сітки. Постачальники послуг також додали високопродуктивні рівні до своїх пропозицій віртуального сховища, яке зазвичай складається з твердотільних накопичувачів (SSD). Високопродуктивне хмарне сховище зазвичай є найефективнішим, якщо сервери та програми, які отримують доступ до сховища, також знаходяться в хмарному середовищі.

Переваги та недоліки хмарного сховища

Хмарне сховище надає багато переваг, які призводять до економії коштів і більшої зручності для користувачів порівняно з традиційними мережами зберігання (SAN). Існують також недоліки хмарних сховищ, зокрема публічних служб, які змушують організації вагатися використовувати ці послуги або обмежувати їх використання.

Переваги

– **Платіть по ходу.** Завдяки службі хмарного зберігання клієнти платять лише за те сховище, яке вони використовують, усуваючи потребу у великих капітальних витратах. Хоча витрати на хмарне сховище є регулярними, а не одноразовими покупками, вони часто настільки низькі, що, навіть будучи постійними витратами, вони все одно можуть бути меншими, ніж вартість обслуговування внутрішньої системи.

– **Оплата комунальних послуг.** Оскільки клієнти платять лише за використану ємність, витрати на хмарне сховище можуть зменшуватися в міру зменшення використання. Це різко контрастує з використанням внутрішньої системи зберігання даних, яка, ймовірно, буде надто налаштована для очікуваного зростання. Компанія заплатить більше, ніж їй потрібно спочатку, а вартість сховища ніколи не зменшиться.

– **Глобальна доступність.** Хмарне сховище зазвичай доступне з будь-

якої системи, будь-де та в будь-який час; користувачам не потрібно турбуватися про можливості операційної системи (ОС) або складні процеси розподілу.

– **Простота використання.** Хмарне сховище легко отримати та використовувати, тому розробники, тестувальники програмного забезпечення та бізнес-користувачі можуть швидко розпочати роботу, не чекаючи, поки команда IT (інформаційних технологій) виділить і налаштує ресурси зберігання.

– **Виїзна охорона.** За своєю природою публічне хмарне сховище пропонує спосіб переміщення копій даних на віддалений сайт для резервного копіювання та безпеки. Знову ж таки, це означає значну економію коштів порівняно з компанією, яка підтримує власний віддалений об’єкт.

Внутрішня хмарна система зберігання даних може запропонувати деякі з перерахованих вище простих у використанні функцій загальнодоступної хмарної служби, але їй буде не вистачати значної частини гнучкості пам’яті загальнодоступної служби. Деякі постачальники апаратного забезпечення намагаються вирішити цю проблему, дозволяючи своїм клієнтам вмикати та вимикати ємність, яка вже встановлена в їхніх масивах.

Масштабованість, гнучкість і багатокористувацький доступ є одними з переваг використання хмарного сховища.

Недоліки

– **Безпека.** Безпека даних є найбільш цитованим фактором, який може змусити компанії бути обережними щодо використання загальнодоступного хмарного сховища. Занепокоєння полягає в тому, що як тільки дані залишають приміщення компанії, вона більше не має контролю над тим, як дані обробляються та зберігаються. Зберігання регламентованих даних також викликає занепокоєння. Постачальники послуг спробували розвіяти ці побоювання, розширивши свої можливості безпеки за допомогою шифрування даних, багатофакторної автентифікації (MFA), зберігання даних у кількох місцях і покращеної фізичної безпеки.

– **Доступ до даних.** Підтримання доступу до даних, що зберігаються в

хмарі, також може бути проблемою та може значно збільшити вартість використання хмарного сховища. Компанії може знадобитися оновити підключення до служби хмарного зберігання, щоб обробляти обсяг даних, який вона очікує передати. Наприклад, місячна вартість оптичного зв'язку може досягати тисяч доларів.

– **Зниження продуктивності.** Компанія може зіткнутися з проблемами продуктивності, якщо її внутрішнім програмам потрібен доступ до даних, які вона зберігає в хмарі. У таких випадках, швидше за все, знадобиться або перемістити сервери та програми в ту саму хмару, або повернути необхідні дані в компанію.

– **Вартість.** Якщо компанії потрібен великий обсяг хмарного сховища та вона часто переміщує свої дані між локальними системами та хмарою, щомісячні витрати можуть бути високими. Порівняно з розгортанням внутрішнього сховища, поточні витрати можуть зрештою перевищити вартість впровадження та підтримки локальної системи.

Розгляд хмарного сховища

Щоб визначити , чи призведе використання хмарного сховища до операційної ефективності та економічності, компанія повинна зробити такі чотири кроки:

1. Порівняйте одноразові та регулярні витрати на придбання та керування власним об'ємом зберігання з поточними витратами на зберігання та доступ до даних у хмарі.

2. Визначте, чи будуть потрібні додаткові телекомунікаційні витрати для відповідного доступу до постачальника послуг.

3. Вирішіть, чи служба хмарного зберігання забезпечує адекватну безпеку та керування даними.

4. Розробіть внутрішню стратегію хмарної безпеки з процедурами доступу та використання хмарного сховища для підтримки ефективного управління даними та контролю витрат.

Приклади хмарних сховищ

Найпоширеніші способи використання хмарного сховища:

- хмарне резервне копіювання;
- аварійне відновлення (DR);
- архівування рідко доступних даних.

Все більше компаній використовують служби хмарного зберігання для DevOps як спосіб скоротити капітальні витрати. Розробники можуть збільшити обчислювальні ресурси та ресурси зберігання на час розробки та тестування проекту, а потім зменшити їх, коли він закінчиться.

Від резервного копіювання даних до обміну неструктурованими файлами та зберігання об'єктів – дізнайтеся багато способів використання хмарного сховища.

Організації все частіше переміщують ключові програми в хмару, оскільки постачальники послуг покращили продуктивність і посилили безпеку. Крім того, компанії, які відчувають значні сезонні коливання в обсязі даних, які вони створюють, можуть використовувати хмарне сховище для обробки цих сплесків активності створення даних.

Для малих і середніх підприємств (SMB) деякі спеціалізовані хмарні служби зберігання, такі як синхронізація файлів і спільний доступ, можуть бути корисними для окремого сервера або користувача. Функції синхронізації файлів цих служб забезпечують узгодженість версій файлів, що зберігаються локально на клієнті синхронізації – сервері чи ПК кінцевого користувача – і в хмарі. Також часто включені можливості керування версіями та спільного використання файлів.

Постачальники послуг хмарного зберігання

На ринку хмарних сховищ домінують Amazon Web Services, Google і Microsoft Azure, але традиційні постачальники сховищ, такі як Dell EMC, Hewlett Packard Enterprise, Hitachi Data Systems, IBM і NetApp, також працюють у просторі з продуктами як для підприємств, так і для малого бізнесу. власники, які

включають хмарні портали самообслуговування для забезпечення та моніторингу використання. Деякі сервіси онлайн-сховища файлів, як-от Box і Dropbox, пропонують хмарні послуги для зберігання даних «бізнес-споживач» (B2C), а також пропозиції «бізнес-бізнес» (B2B).

Організації, які розглядають можливість використання хмарних сховищ, повинні знати про плюси та мінуси використання технологій хмарних обчислень загалом. Якщо прийнято рішення рухатися далі з хмарою, організації можуть використовувати тематичні хмарні посібники , щоб визначити, які типи хмарних сховищ і послуги найкраще відповідають їхнім бізнес-потребам.

Для реалізації перешкодостійкого зберіганням інформації у мережних віртуалізованих хмарних центрах обробки даних, застосуємо алгоритм Ріда-Соломона.

Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

Структурна схема системи підвищення надійності зберігання даних у віртуалізованому хмарному центрі обробки даних за допомогою кодека Ріда–Соломона зображена на рисунку 3.2.

З цієї схеми ми бачимо, що над вхідними даними, перед записом у віртуалізованому хмарному центрі обробки даних, відбуваються перетворення кодеком Ріда-Соломона. Після кодування дані записуються у віртуалізований хмарний центр обробки даних. У якості носія окрім віртуалізованого хмарного центру обробки даних може використовуватися любий інший носій інформації. Після цього інформація зберігається на носієві.

При зчитуванні інформації, розроблене програмне забезпечення декодує інформацію, яка зберігається на носієві, і якщо потрібно, після проведення відповідних перевірок, проводить відновлення втраченої інформації. Якщо таке відновлення неможливе, то програма видає відповідне повідомлення.

Коди Ріда--Соломона (RS) – це класичне сімейство кодів з виправленням помилок, що складається з оцінок поліномів низького ступеня над кінцевим полем на деякій послідовності різних елементів поля. Вони широко відомі своїми можливостями оптимального унікального декодування, але їхні можливості декодування списків не повністю вивчені. Враховуючи поширеність кодів Ріда-Соломона, фундаментальним питанням теорії кодування є визначення того, чи можуть коди Ріда-Соломона оптимально досягти спроможності декодувати список.

Кодування RS є різновидом FEC. Його широко використовували через його відносно велику здатність виправляти помилки в порівнянні з його мінімальними додатковими витратами. Коди RS також легко масштабуються вгору або вниз у можливості виправлення помилок, щоб відповідати частоті помилок, очікуваній у даній системі. Він забезпечує надійний метод контролю помилок для багатьох поширених типів середовищ передачі даних, особливо тих, які є односторонніми або шумними та обов’язково створюють помилки.

3.3 Розробка функціональної схеми

На рисунку 3.2 зображена функціональна схема системи. З неї бачимо, що розроблена система підвищення стійкості до уражень інформації яка записана на дисках складається з наступних основних функціональних блоків:

– носій інформації – місце на сервері віртуалізованого хмарного центру обробки даних;

– кодер Ріда-Соломона, який використовується, коли відбувається запис інформації на носій інформації;

– декодер Ріда-Соломона, який використовується при читанні даних с відповідного носія інформації.

Функціонально блок, який утримує кодер Ріда-Соломона включає в себе наступні блоки:

– дані, які потрібно зберегти у віртуалізованому хмарному центрі обробки даних;

– поліном для кодування;

– відмовостійки коди.

Коди Ріда-Соломона базуються на спеціальному розділі математики – полях Галуа (GF) або кінцевих полях. Арифметичні дії (+, -, х, / і т.д.) над елементами кінцевого поля дають результат, що також є елементом цього поля. Кодер та декодер Ріда-Соломона повинні вміти виконувати ці арифметичні операції. Ці операції для своєї реалізації вимагають спеціального устаткування або спеціалізованого програмного забезпечення.

Кодове слово Ріда-Соломона формується із залученням спеціального полінома. Всі коректні кодові слова повинні ділитися без залишку на ці утворюючі поліноми. Загальна форма утворюючого полінома має вигляд: $g(x) = (x-a^{i})(x-a^{i+1})\ldots(x-a^{i+2t})$, а кодове слово формується за допомогою операції: $c(x) = g(x).i(x)$, де $g(x)$ є утворюючим поліномом, $i(x)$ являє собою інформаційний блок, $c(x)$ – кодове слово, що має назву простого елемента поля.

2t символів парності в кодовому слові Ріда-Соломона визначаються з наступного співвідношення: $p(x) = i(x) \cdot x^{n-k} \bmod g(x)$

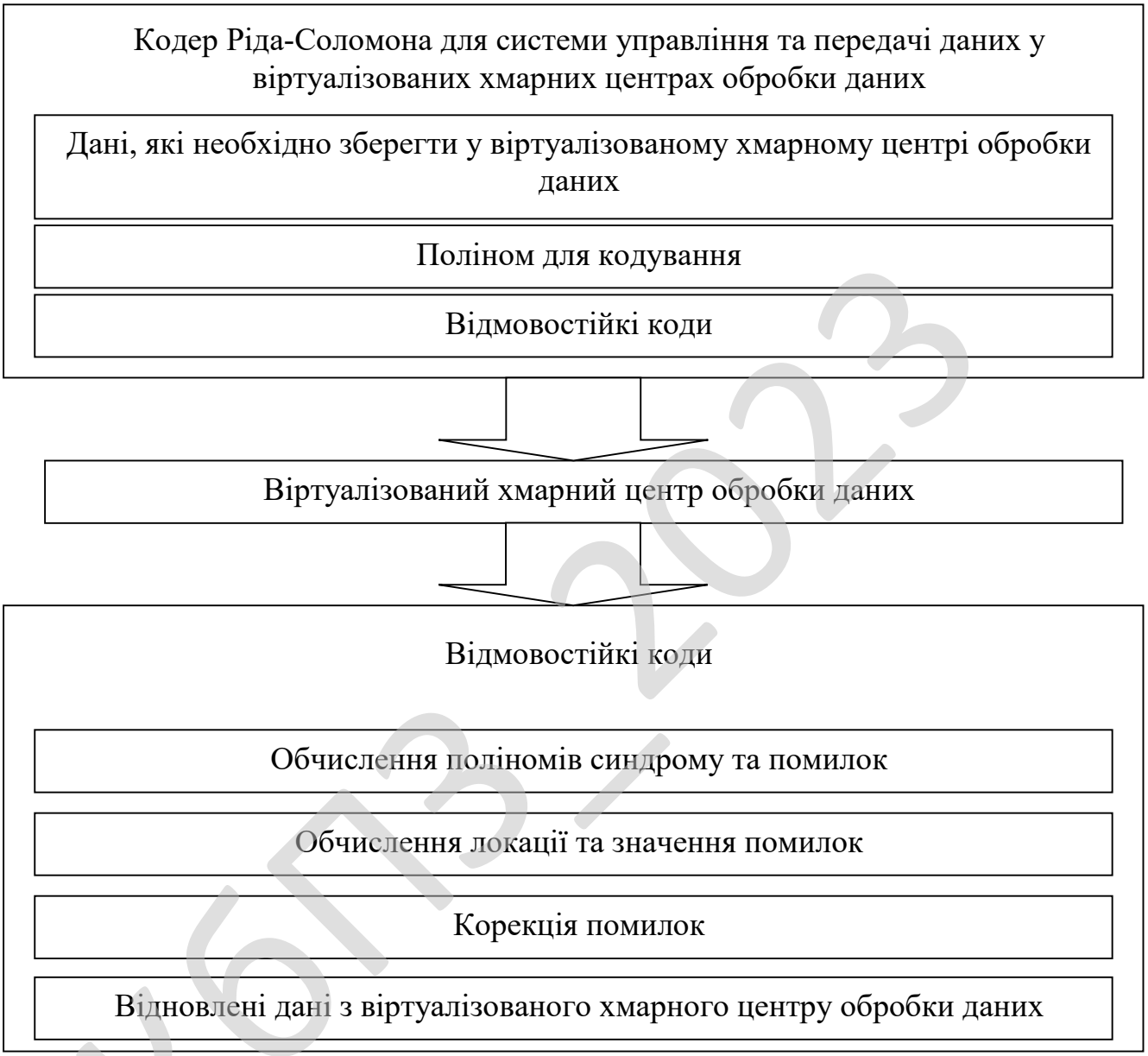

Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

Перейдемо до розгляду іншого функціонального блоку – декодеру Ріда-Соломона.

Цей функціональний блок містить у собі наступні блоки:

– відмовостійкий код;

– блок обчислення поліномів синдрому та помилок;

– блок обчислення локації та значень помилок;

– блок корекції помилок;

– відновлені за допомогою коді Ріда-Соломона дані.

Декодер працює наступним чином.

Введемо позначення:

– r(x) – Отримане кодове слово.

– Si – Синдроми.

– L(x) – Поліном локації помилок.

– Xi – Положення помилок.

– Yi – Значення помилок.

– c(x) – Відновлене кодове слово.

– v – Число помилок.

Отримане кодове слово r(x) являє собою вихідне (передане) кодове слово c(x) плюс помилки: r(x) = c(x) + e(x).

Декодер Ріда-Соломона намагається визначити позицію й значення помилки для числа t помилок (або 2t втрат) і виправити помилки й втрати.

Обчислення синдрому

Обчислення синдрому схоже на обчислення парності. Кодове слово Ріда-Соломона має 2t синдромів, це залежить тільки від помилок (а не переданих кодових слів). Синдроми можуть бути обчислені шляхом підстановки 2t коріння утворюючого полінома g(x) в r(x).

Знаходження позицій символьних помилок

Це робиться шляхом рішення системи рівнянь із t невідомими. Існує кілька швидких алгоритмів для рішення цього завдання. Ці алгоритми використовують особливості структури матриці кодів Ріда-Соломона й сильно скорочують необхідну обчислювальну потужність. Робиться це у два етапи:

1. Визначення полінома локації помилок

Це може бути зроблене за допомогою алгоритму Berlekamp-Massey або алгоритму Евкліда. Алгоритм Евкліда використовується частіше на практиці,

тому що його легше реалізувати, однак, алгоритм Berlekamp-Massey дозволяє одержати більш ефективну реалізацію встаткування й програм.

2. Знаходження кореня цього полінома. Це робиться із залученням алгоритму пошуку Chien.

Знаходження значень символьних помилок

Тут також потрібно вирішити систему рівнянь із t невідомими. Для рішення використовується швидкий алгоритм Forney.

Розглянувши усі блоки функціональної схеми перейдемо до розгляду діаграми взаємодії процесів, які відбуваються у системі.

3.4 Розробка діаграми процесів

Діаграма процесів розробленої системи зображена на рисунку 3.3. Після початку роботи розробленого ПЗ ми потрапляємо до головного блоку системи звідки через ланку дій відбувається наступне:

– Інтерфейс ПЗ.

– Система захисту даних.

– Журнал роботи ПЗ.

– Налаштування конфігурації.

– Налаштування надмірності кодування.

– Налаштування кількості томів.

– Моніторинг віртуалізованими хмарними центрами обробки даних .

– Вибір резервних дисків.

– Кодування.

– Шифруючий фільтр.

– Створення томів для відновлення даних.

– Вибір дисків для запису відновленої інформації.

– Декодування.

– Перевірка цілісності даних.

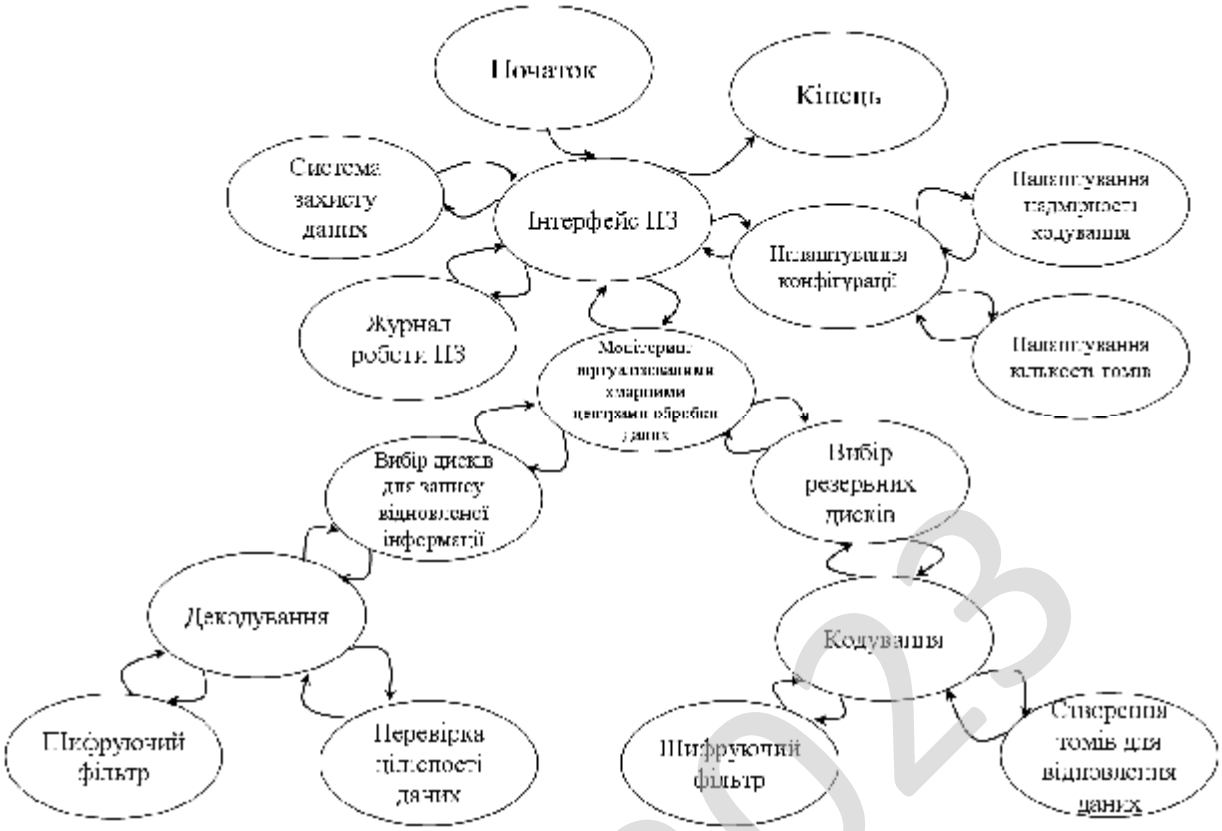

Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

Таким чином, розглянувши опис системи, структурну, функціональну схеми системи, та діаграму взаємодії процесів перейдемо до опису блок-схем основної програми, та підпрограм, які використовуються, для реалізації системи.

4 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАВИЛЬНІСТЬ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

Первинною стадією без якої не відбувається розробка програмного забезпечення це звичайно розробка блок-схем. На рисунку 4.1 зображена основна блок-схема програми, на рисунку 4.2 зображено роботу підпрограми.

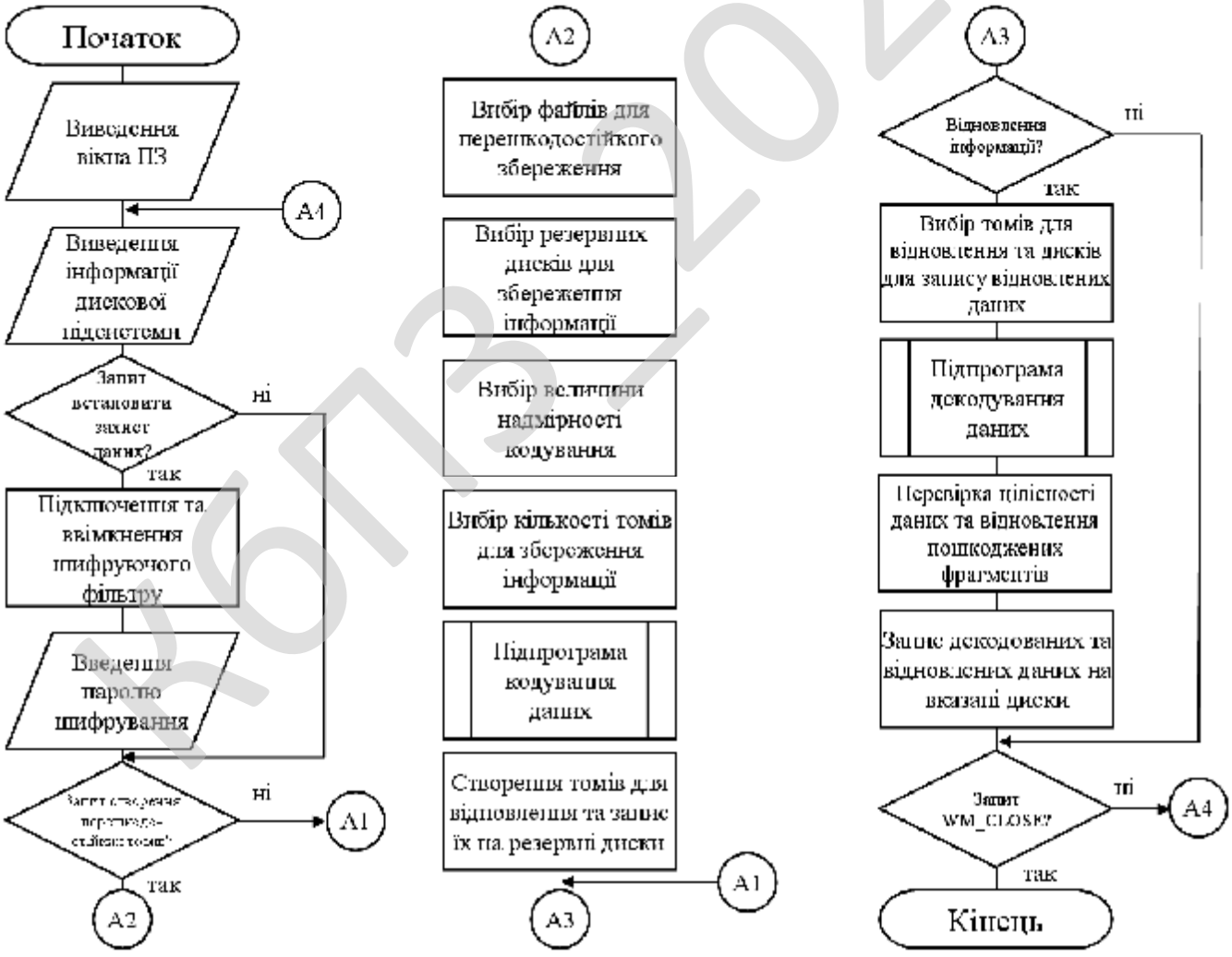

Рисунок 4.1 – Блок схема основної програми

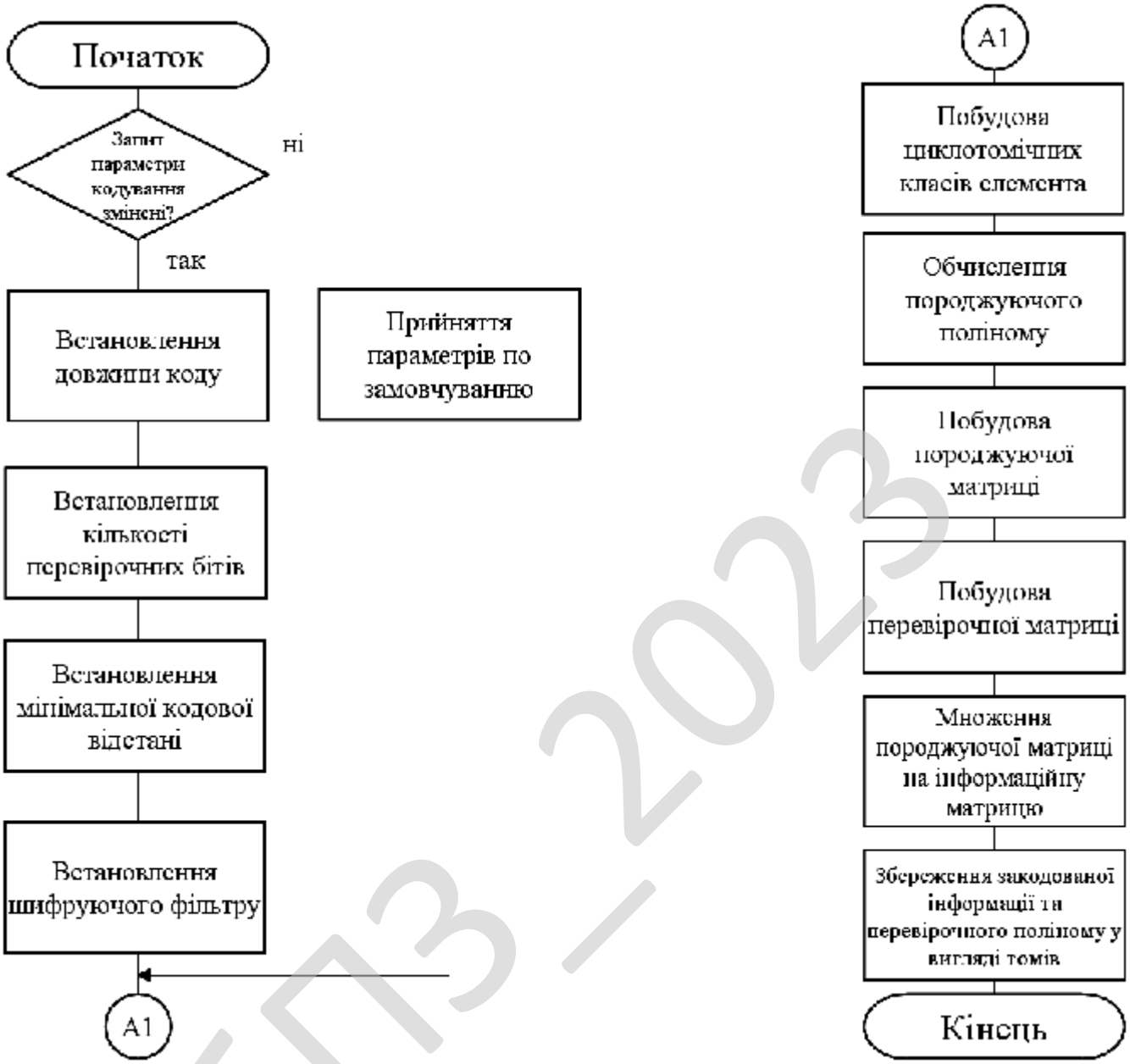

Рисунок 4.2 – Блок схема підпрограми

З якої видно що робота основної програми складається з початкових етапів ініціалізації ПЗ, перевірки наявності ресурсів системи, блоку початку основного циклу з чеканням запиту від користувача в якому відбувається виклик підпрограми та останньої стадії – перевірка поточного стану з завершенням роботи розробленого ПЗ. При роботі підпрограми виконується основний функціонал системи з циклічними послідовностями, перевіркою поточного стану та поверненням в основну програму прапорів стану виконання.

Блок-схеми є першоджерелами стратегії розвитку ПЗ. Тому від точності і детальної блок-схеми залежить результат всієї програми.

При виборі початкової точки відліку при побудові схем я враховував, що виходячи з вибору мови програмування і інших технічних засобів, програма буде об’єктно-орієнтована що вимагає оптимізації програми високого рівня, також те, що при розробці програми слід надати особливу увагу модулю управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

При складанні блок-схем програмного забезпечення і напрацювання алгоритмів я зіткнувся з масою проблем, які вимагали напрацювання процедур і функцій над основною проблематикою. Для чого були створені додаткові класи, типи даних і константи, що забезпечило вирішення проблем.

Опис алгоритмів функціонування системи

При розробці використовувались концепції діаграм діяльності. Тобто в UML, візуальне представлення графу діяльностей. Граф діяльностей є різновидом графу станів скінченного автомату, вершинами якого є певні дії, а переходи відбуваються по завершенню дій.

Це фундаментальна одиниця визначення поведінки в специфікації. Дія отримує множину вхідних сигналів, та перетворює їх на множину вихідних сигналів.

Одна із цих множин, або обидві водночас, можуть бути порожніми. Виконання дії відповідає виконанню окремої дії. Подібно до цього, виконання діяльності є виконанням окремої діяльності, буквально, включно із виконанням тих дій, що містяться в діяльності.

Кожна дія в діяльності може виконуватись один, два, або більше разів під час одного виконання діяльності. Щонайменше, дії мають отримувати дані, перетворювати їх та тестувати, деякі дії можуть вимагати певної послідовності. Специфікація діяльності (на вищих рівнях сумісності) може дозволяти виконання декількох (логічних) потоків, та існування механізмів синхронізації для гарантування виконання дій у правильному порядку.

Розглянемо процес впровадження програмного забезпечення, це процес налаштування програмного забезпечення під певні умови використання, а також навчання користувачів роботі з програмним продуктом.

Впровадження програмного забезпечення це усі дії, що роблять розроблену програмну систему готовою до використання. Даний процес є частинною життєвого циклу програмного забезпечення.

Загалом процес розгортання складається з кількох взаємопов'язаних дій із можливими переходами між ними. Ця активність може відбуватися як з боку виробника так і з боку споживача. Оскільки кожна програмна система є унікальною, то усі процеси та процедури під час розгортання важко передбачити. Тому, "розгортання" можна трактувати як загальний процес відповідно до певних вимог та характеристик. Розгортання може здійснюватись програмістом і в процесі розробки програмного забезпечення.

До діяльностей пов'язаних із розгортанням програмного забезпечення відносять: Випуск; Встановлення та активація; Деактивація; Адаптація; Обновлення; Вмонтування; Відстежування версій; Видалення; Вилучення з обігу.

При впровадженні ПЗ потрібно урахувати наступні дії:

– Виділення критичних, з точки зору загального результату, процедур в діяльності організації. Коли набір таких процедур визначений, необхідно в першу чергу використовувати IT рішення для автоматизації операцій усередині саме цих процедур. Таким чином, розроблене IT рішення автоматично стає життєво важливим і затребуваним для організації, а також буде забезпечена публічність процесу впровадження;

– Розширення нормативної бази організації шляхом включення до неї регламентів, що описують порядок виконання процедур автоматизованих процесів. В іншому випадку є небезпека виникнення неузгодженості між автоматизованими процедурами та іншими процесами організації.

– Виконання робіт з загальної стандартизації існуючої діяльності організації, коли виділяються кращі практики виконання процедур і включаються

в ІТ рішення за принципом найбільшої корисності для більшості учасників. Відсоток таких процедур щодо загального обсягу автоматизації може бути невеликий, але це надає процесу побудови рішення вагу в організації за рахунок збільшення його необхідності.

Опишемо розроблений функціонал. Наведемо вихідний текст підпрограми декодера Ріда-Соломона.

```
// декодер Ріда-Соломона
My_deCODEd ()
{
       int i, j, u, q;
       int s[n - k + 1];
// поліном синдрому помилки
       int elp[n - k + 2][n - k];
// поліном локатора помилки лямда
       int d[n - k + 2];
       int l[n - k + 2];
       int u_lu[n - k + 2],
       int count = 0, syn_error = 0, root[t], loc[t], z[t + 1],
                   err[n], reg[t + 1];
// переводимо отримане кодове слово в індексну форму
// для спрощення обчислень
       for (i = 0; i < n; i++) recd[i] = index_of[recd[i]];
// обчислюємо синдром
//---------------------------------
       for (i = 1; i <= n - k; i++)
       {
              s[i] = 0;
// ініціалізація s-регістра
// на його вхід за замовчуванням надходить нуль
              for (j = 0; j < n; j++) if (recd[j] != -1) s[i] ^=
                  alpha_to[(recd[j] + i * j) % n];
              if (s[i] != 0) syn_error = 1;
// якщо синдром не дорівнює нулю, зводимо прапор помилки
// перетворимо синдром з поліноміальної форми в індексну
              s[i] = index_of[s[i]];
       }
// корекція помилок
       if (syn_error)
// якщо є помилки, намагаємося їх скорегувати
```

```
        {
 // обчислення полінома локатора ламбда

// ініціалізація елементи таблиці
                d[0] = 0; // індексна форма
                d[1] = s[1]; // індексна форма
                elp[0][0] = 0; // індексна форма
                elp[1][0] = 1; // поліноміальна форма
                for (i = 1; i < n - k; i++)
                {
                        elp[0][i] = -1;
// індексна форма
                        elp[1][i] = 0;
// поліноміальна форма
                }
                l[0] = 0; l[1] = 0; u_lu[0] = -1; u_lu[1] = 0; u = 0;
                do
                {
                        u++;
                        if (d[u] == -1)
                        {
                                l[u + 1] = l[u];
                                for (i = 0; i <= l[u]; i++)
                                {
                                        elp[u + 1][i] = elp[u][i];
                                        elp[u][i] = index_of[elp[u][i]];
                                }
                        }
                                else
                        {
// пошук слів з найбільшим u_lu[q], таких що d[q] != 0
                                q = u - 1;
                                while ((d[q] == -1) && (q > 0)) q-q--;
// знайдений перший ненульовий d[q]
                                if (q > 0)
                                {
                                        j = q;
                                        do
                                {
                                        j-j-- ;
                                        if ((d[j] != -1) && (u_lu[q] < u_lu[j]))
                                        q = j;
```

```
                        } while (j > 0);
                    };
// як тільки ми знайдемо q, такий що d[u] !=0
// і u_lu[q] є максимум
// запишемо ступінь нового elp полінома
if (l[u] > l[q] + u - q) l[u + 1] = l[u]; else l[u + 1] = l[q] + u - q;
// формуємо новий elp(x)
                    for (i = 0; i < n - k; i++) elp[u + 1][i] = 0;
                    for (i = 0; i <= l[q]; i++)
                        if (elp[q][i] != -1)
                           elp[u + 1][i + u - q] = alpha_to[(d[u] + n - d[q]
                           + elp[q][i]) % n];
                    for (i = 0; i <= l[u]; i++)
                    {
                        elp[u + 1][i] ^= elp[u][i];
// перетворимо старий elp
// в індексну форму
                        elp[u][i] = index_of[elp[u][i]];
                    }
                }
                u_lu[u + 1] = u - l[u + 1];
// формуємо (u + 1)'ю нев'язання
                if (u < n - k)
// на останній ітерації розбіжність
                {
// не було виявлено
               if (s[u + 1] != -1) d[u + 1] = alpha_to[s[u + 1]]; else d[u + 1] = 0;
                  for (i = 1; i <= l[u + 1]; i++)
                   if ((s[u + 1 - i] != -1) && (elp[u + 1][i] != 0))
                       d[u + 1] ^= alpha_to[(s[u + 1 - i] + index_of[elp[u
                       + 1][i]]) % n];
// переводимо d[u + 1] в індексну форму
                    d[u + 1] = index_of[d[u + 1]];
                }
        } while ((u < n - k) && (l[u + 1] <= t));
// розрахунок локатора завершений
        u++ ;
        if (l[u] <= t)
        {
// корекція помилок можлива
// переводимо elp в індексну форму
                for (i = 0; i <= l[u]; i++) elp[u][i] = index_of[elp[u][i]];
```

```
// знаходження корінь полінома локатора помилки
              for (i = 1; i <= l[u]; i++) reg[i] = elp[u][i]; count = 0;
              for (i = 1; i <= n; i++)
              {
                     q = 1 ;
                     for (j = 1; j <= l[u]; j++)
                     if (reg[j] != -1)
                     {
                            reg[j] = (reg[j] + j) % n;
                            q ^= alpha_to[reg[j]];
                     }
                     if (!q)
                     {
// записуємо корінь і індекс позиції помилки
                            root[count] = i;
                            loc[count] = n – i;
                            count++;
                     }
              }
              if (count == l[u])
              {
// немає корінь – ступінь elp < t помилок
// формуємо поліном z(x)
                     for (i = 1; i <= l[u]; i++)
// Z[0] завжди дорівнює 1
                     {
                            if ((s[i] != -1) && (elp[u][i] != -1))
                                   z[i] = alpha_to[s[i]] ^ alpha_to[elp[u][i]];
                            else
                                   if ((s[i]! =- 1) && (elp[u][i] == -1))
                                          z[i] = alpha_to[s[i]];
                                   else
                                          if ((s[i]==-1) && (elp[u][i]!=-1))
                                              z[i] = alpha_to[elp[u][i]];
                                          else
                                              z[i] = 0 ;
                     for (j = 1; j < i; j++)
                            if ((s[j] != -1) && (elp[u][i – j] != -1))
                                z[i] ^= alpha_to[(elp[u][i – j] + s[j]) % n];
// переводимо z[i] в індексну форму
                     z[i] = index_of[z[i]];
              }
```

```
// обчислення значення помилок у позиціях loc[i]
//---------------------------
              for (i = 0; i < n; i++)
              {
              err[i] = 0;
// переводимо recd[] у поліноміальну форму
             if (recd[i] != -1) recd[i] = alpha_to[recd[i]]; else recd[i] = 0;
              }
// спочатку обчислюємо чисельник помилки
              for (i = 0; i < l[u]; i++)
              {
                     err[loc[i]] = 1;
                     for (j = 1; j <= l[u]; j++)
                            if (z[j] != -1)
                             err[loc[i]] ^= alpha_to[(z[j] + j * root[i]) % n];
                     if (err[loc[i]] != 0)
                     {
                            err[loc[i]] = index_of[err[loc[i]]];
                            q = 0 ;
// формуємо знаменник коефіцієнта помилки
                            for (j = 0; j < l[u]; j++)
                                   if (j != i)
                            q += index_of[1 ^ alpha_to[(loc[j] + root[i]) % n]];
                            q = q % n; err[loc[i]] = alpha_to[(err[loc[i]] - q
                            + n) % n];
// recd[i] повинен бути в поліноміальній формі
                            recd[loc[i]] ^= err[loc[i]];
                     }
              }
       }
              else
// немає корінь,
// рішення системи рівнянь неможливо, тому що ступінь elp >= t
       {
// переводимо recd[] у поліноміальну форму
              for (i = 0; i < n; i++)
                     if (recd[i] != -1) recd[i] = alpha_to[recd[i]];
              else
                     recd[i] = 0;
// виводимо інформаційне слово як є
       }
              else
```

```
// ступінь elp > t, рішення неможливо
	{
// переводимо recd[] у поліноміальну форму
	for (i = 0; i < n; i++)
		if (recd[i] != -1)
			recd[i] = alpha_to[recd[i]];
		else
			recd[i] = 0 ;
// виводимо інформаційне слово як є
	}
		else
// помилок не виявлено
	for (i = 0; i < n; i++) if (recd[i] != -1) recd[i] =
	     alpha_to[recd[i]]; else recd[i] = 0;
}
```

Наведемо код кодера Ріда-Соломона. Який використовується у ПЗ управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

```
// кодер Ріда-Соломона
My_CODEd()
{
	int i, j;
	int feedback;
	// ініціалізація поля біт парності нулями
	for (i = 0; i < n - k; i++) b[i] = 0;
	// обробляємо всі символи
	// вихідних даних праворуч ліворуч
	for (i = k - 1; i >= 0; i-i--)
	{
// готовимо (data[i] + b[n - k - 1]) до множення на g[i]
// тобто складаємо черговий "захоплений" символ вихідних
// даних з молодшим символом біт парності
		feedback = index_of[data[i] ^ b[n - k - 1]];
 // є ще символи для обробки?
		if (feedback != -1)
		{
 // здійснюємо зрушення ланцюга bx-регістрів
			for (j = n - k - 1; j > 0; j-j--)
  // якщо поточний коефіцієнт g - це дійсний
 // (тобто ненульовий коефіцієнт, те
  // множимо feedback на відповідний g-коефіцієнт
  // і складаємо його з наступних елементів ланцюжка
```

```
                if (g[j] != -1) b[j] = b[j - 1] ^ alpha_to[(g[j] + feedback) % n];
                    else
// якщо поточний коефіцієнт g - це нульовий коефіцієнт,
// виконуємо одне лише зрушення без множення, переміщаючи
// символ з одного m-регістра в інший
                            b[j] = b[j - 1];
// закільцьовуємо вихідний символ у крайній лівий b 0-регістр
                    b[0] = alpha_to[(g[0] + feedback) % n];
              }
              else
              {
// розподіл завершений,
// здійснюємо останнє зрушення регістра,
// на виході регістра буде частка, що губиться,
// а в самому регістрі - шуканий залишок
            for (j = n - k - 1; j > 0; j-j--) b[j] = b[j - 1]; b[0] = 0;
}}}
```

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Захист розробленого програмного забезпечення буде відбуватися за допомогою алгоритму UMAC (код автентифікації повідомлення на основі універсального гешування) – один з видів коду автентичності повідомлень (MAC).

Швидка «універсальна» функція використовується, для того, щоб гешувати вхідне повідомлення M у короткий рядок. До цього рядка потім застосовується функція XOR із псевдовипадковим значенням, у результаті чого ми одержуємо тег UMAC:

$$Tag=H_{K1}(M)\oplus F_{K2}(Nonce)$$

де K1 і K2 – секретні випадкові ключі, які мають одержувач і відправник.

Звідси видне, що безпека UMAC залежить від того, яким випадковим способом відправник і одержувач вибрали таємну геш-функцію й псевдовипадкову послідовність. При цьому значення Nonce міняється кожний такт. Через використання Nonce, приймач і передавач повинні знати час

відправлення повідомлення й принцип створення значення Nonce. Замість цього можна використовувати в якості Nonce будь-яке інше неповторюване значення, наприклад порядковий номер повідомлення. При цьому даний номер не зобов'язано бути секретним, головне щоб він не повторювався.

UMAC розрахований на використання 32-х, 64-х, 92-х, і 128-бітових тегів, залежно від необхідного рівня безпеки. UMAC звичайно використовується разом з алгоритмом шифрування AES.

Функція створення ключа й псевдовипадкової послідовності

Створення псевдовипадкових байтів необхідно для роботи UHASH і при створенні тегів

Вибір блокового шифру

Для своєї роботи UMAC використовує блоковий шифр, вибір якого визначають наступні константи:

– BLOCLEN – довжина, у байтах, блоку з яким працює блоковий шифр.

– KEYLEN – довжина, у байтах, ключа блокового шифру.

При цьому використовується функція

– ENCIPHER(K,P) – зашифрувати рядок P з BLOCLEN байтів, використовуючи ключ K.

Приклад: якщо використовується AES з 16-байтним ключем, то BLOCLEN буде рівним 16(тому що AES працює з 16-байтними блоками).

KDF – функція створення ключа

Ця функція генерує послідовність псевдовипадкових байтів, використовуваних для ключових геш-функцій.

Вхід:

– K – рядок довжиною KEYLEN байт. / / Ключ блокового шифру.

– Index – ненегативне ціле число менше, чим 2 ^ 64.

– Numbytes – ненегативне ціле число менше, чим 2 ^ 64.

Вихід:

– Y – рядок довжини numbytes байт.

PDF: функція створення псевдовипадкового числа

Ця функція ухвалює ключ і даний час і повертає псевдовипадкове число для використання його в тегу покоління. За допомогою цієї функції можуть бути отримані числа довжиною 4, 8, 12 або 16 байт.

Вхід:

– K – рядок довжиною KEYLEN байт.

– Nonce – рядок довжиною від 1 до BLOCKLEN байт.

– Taglen – ціле число 4, 8, 12 або 16.

Вихід:

– Y – послідовність байтів довжини taglen.

Генерація UMAC-тегів

Генерація UMAC-тегів відбувається за допомогою UHASH функції при використанні Nonce значенні й отриманої до цього рядка. Їхня довжина може бути 4, 8, 12 або 16 байт.

Вхід:

– K – рядок довжиною KEYLEN байт.

– M – рядок довжиною менше 267 біт.

– Nonce – випадкове число від 1 до BLOCKLEN байт.

– Taglen – ціле 4, 8, 12 або 16.

Вихід:

– Тег, послідовність байтів довжиною taglen.

Алгоритм обчислення тегів:

Hashedmassage = UHASH(K, M, Taglen)

Pad = PDF(K, nonce, Taglen)

Tag = Pad xor Hashedmassage

UMAC-32 UMAC-64 UMAC-96 UMAC-128

Дані позначення містять у своїй назві певне значення довжини тегу:

– UMAC-32 (K, M, Nonce) = UMAC (K, M, Nonce, 4).

– UMAC-64 (K, M, Nonce) = UMAC (K, M, Nonce, 8).

– UMAC-96 (K, M, Nonce) = UMAC (K, M, Nonce, 12).

– UMAC-128 (K, M, Nonce) = UMAC (K, M, Nonce, 16).

Універсальна функція гешування(UHASH)

UHASH – універсальна функція гешування, серцевина алгоритму UMAC. UHASH – функція працює в три етапи. Спочатку до вхідного повідомлення застосовується L1-HASH, потім до цього результату застосовується L2-HASH і, нарешті, до результату застосовується L3-HASH . Якщо при цьому довжина вхідного повідомлення не більш 1024 біт, то L2-HASH не використовується. Тому що функція L3-hash повертає тільки слово довжини 4 байта, те якщо потрібно одержати геш довжини більше 4 байт, здійснюється кілька ітерацій даної трирівневої схеми.

Універсальна функція

Нехай функція гешування вибирається із класу геш-функцій H, які відображають повідомлення в D, набір усіляких образів повідомлення. Цей клас називається універсальним, якщо для яких-небудь окремих пар повідомлень, існує на безлічі H/D функцій, функція, яка відображає їх в елемент D. Зміст цієї функції в тому, що якщо третя сторона прагне замінити одне повідомлення іншим, але при цьому вважає, що геш-функція була обрана абсолютно випадково, те ймовірність не виявлення підміни стороною, що ухвалює, прагне до 1/D.

L1-hash – перший етап

L1-hash розбиває повідомлення на шматки з 1024 байт і до кожного шматка застосовує алгоритм гешування називаний NH. Вихідний результат алгоритму NH в 128 раз менше вхідного.

L2-hash – другий етап

L2-hash працює з виходом L1-hash, використовує поліноміальний алгоритм POLY. Другий етап гешування використовується, тільки якщо довжина вхідного повідомлення більше 16 мегабайт. Використання алгоритму POLY потрібно для того, щоб уникнути тимчасову атаку. На виході з алгоритму POLY виходить 16 байтне число.

L3-hash – третій етап

Цей етап потрібно для того щоб з вихідних 16 байтів алгоритму L2-hash одержати 4-байтне значення.

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

Розглянемо розроблене ПЗ яке зображено на рисунку 5.1. З рисунку можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні розділи:

1. Розділ меню складається з наступних елементів: Файл; Дата-центр; Збереження; Відновлення; Тестування; Параметри; Довідка.

2. Розділ кнопок швидкого доступу до елементів ПЗ.

3. Розділ доступу до даних які потрібно зберігати, та до даних, які вже в томах.

4. Блок кнопок швидкого доступу до елементів програми складається з наступних елементів: Зберегти дані; Відновити дані; Пошук помилок; Виправлення помилок; Введення надлишковості; Вибір кількості дисків.

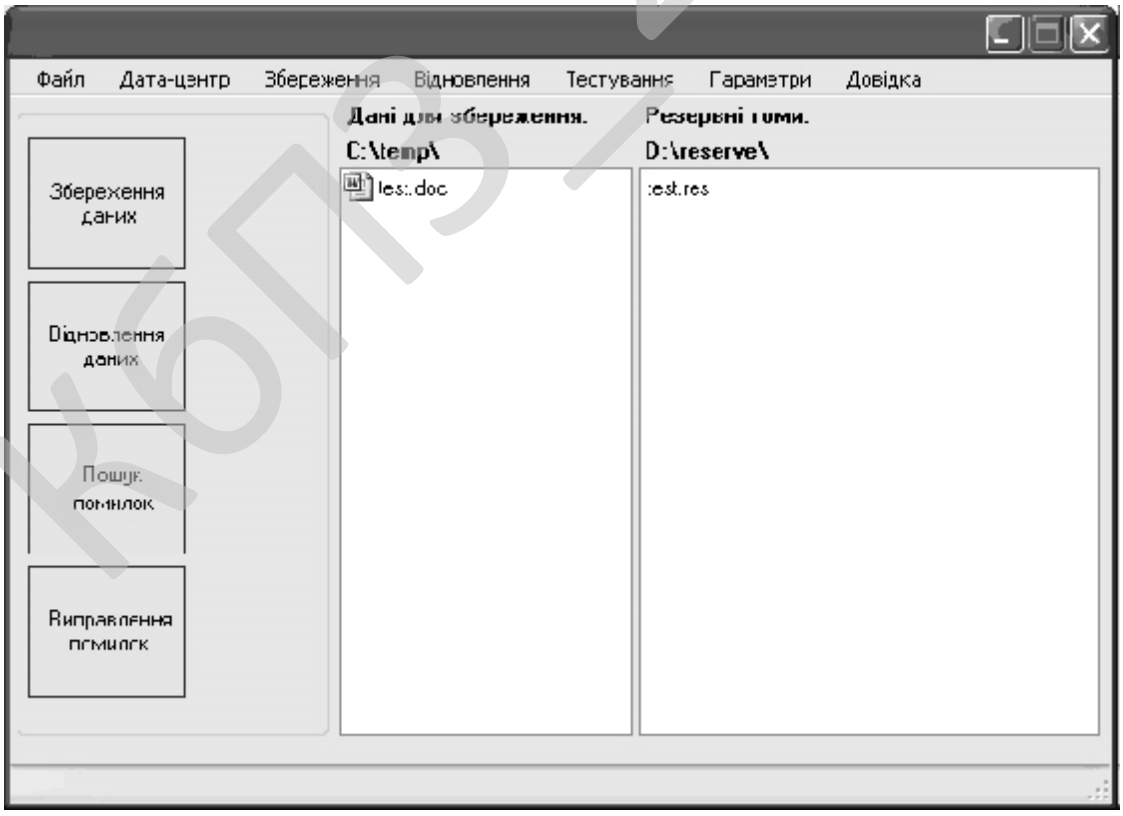

Рисунок 5.1 – Основне вікно програми

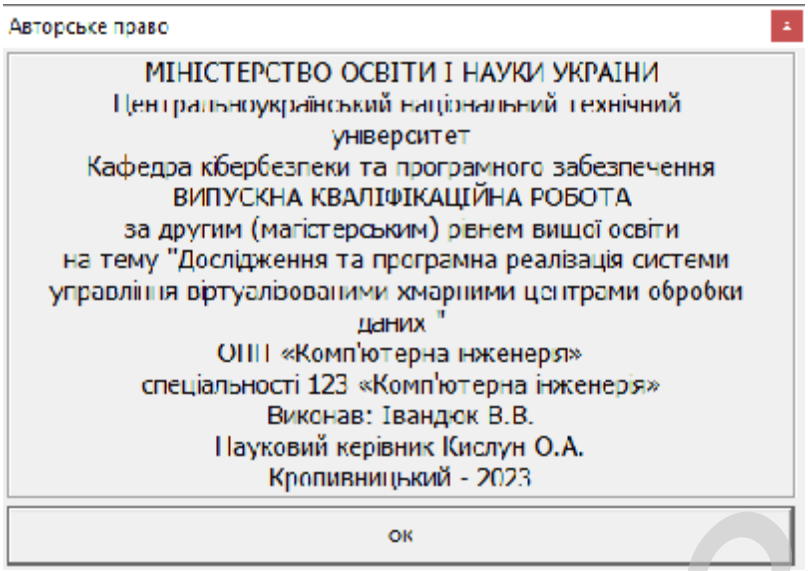

Рисунок 5.2 – Авторське право

На рисунку 5.2 зображено авторські дані розробленого програмного забезпечення. Обрано умови розповсюдження – Freeware. Це власницьке програмне забезпечення, котре можна Безоплатно використовувати протягом необмеженого терміну без обмежень у функціональності, і поширюване без сирцевих кодів. Автори такого програмного забезпечення, як правило, хочуть «дати щось спільноті», але хочуть також контролювати його подальшу розробку. Іноді, коли програмісти вирішують припинити розробку, вони передають сирцевий код іншим програмістам, або ж спільності як вільне програмне забезпечення. Дуже часто плутають поняття «безплатне програмне забезпечення» та «вільне програмне забезпечення», хоча вони суттєво відрізняються. Безплатне програмне забезпечення можна безоплатно встановлювати та використовувати (іноді з певними обмеженнями, як, наприклад, «безплатне для домашнього або некомерційного вжитку»), в той час як вільне програмне забезпечення можна продавати за будь-яку суму, але при тому, у користувача, котрий його отримує, повинні бути права на вивчення, модифікацію та поширення сирцевих кодів одержаної програми.

6 НАУКОВА НОВИЗНА

У випускній кваліфікаційній роботі за другим (магістерським) рівнем вищої освіти розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Об'єктом дослідження є процес управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Предметом дослідження є методи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Наукова новизна отриманих результатів. У процесі рішення завдань, обумовлених цілями дослідження, отримані наступні результати:

– Удосконалено метод управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

– Розроблено вітчизняний продукт управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних, який має більш широкі можливості, на відміну від існуючих аналогів.

7 ДАНІ ПРО ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБЛЕНОЇ ПРОГРАМИ

7.1 Техніко-економічне обґрунтування теми випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

Після ознайомлення з підприємством та засобами розробки програмної продукції був розроблений план розробки програми. Був підрахований необхідний час для розробки та впровадження програми. Цей час склав 60 днів (три місяці).

В магістерській роботі було проведено дослідження та виконана програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Розроблене програмне забезпечення має достатню надійність і задовольняє усім поставленим умовам, а саме:

а) невеликі системні потреби;

б) незалежність від встановлених на комп'ютері баз даних;

в) зручність у користуванні та надійність.

Таблиця 7.1 – Початкові дані

Показники	Позначення	Характеристика або величина
1	2	3
1. Кількість розроблених програм період, шт.	N	1
2. Кількість екземплярів програм, шт.	Ne	19
3. Запланований термін розробки, днів	Fpq	60 (3 місяці)
4. Група задачі підсистеми управління (1-6)	–	1
5. Ступінь новизни задачі (А, Б, В, Г)	–	Б
6. Складність алгоритму (1, 2, 3)	–	2

Продовження таблиці 7.1

1	2	3
7. Кількість макетів вхідної інформації	–	3
8. Кількість форм вихідної інформації.	–	4
9. Мова програмування (1-6)	–	2
10. Попередній досвід (1-6)	–	3
11. Гнучкість проекту ПП (1-6)	–	3
12. Детальність проекту ПП (1-6)	–	2
13. Рівень спрацьованості колективу (1-6)	–	2
14. Ступінь вимірності процесів (1-6)	–	3
15. Необхідна надійність програмного забезпечення (1-6)	–	2
16. Розмір бази даних (порівняно з розміром програми) (1-6)	–	2
17. Складність кінцевого програмного продукту (1-6)	–	2
18. Необхідний рівень забезпечення повторного використання (1-6)	–	2
19. Документованість відповідно до планованого життєвого циклу (1-6)	–	2
20. Вимоги до швидкодії ПП (1-6)	–	2
21. Обмеження на розміри основного сховища даних (1-6)	–	2
22. Різноманітність використовуваних обчислювальних платформ (1-6)	–	2
23. Професійний рівень аналітиків (1-6)	–	2
24. Професійний рівень програмістів (1-6)	–	2
25. Постійність складу команди розробників (1-6)	–	2
26. Досвід розробки додатків (1-6)	–	2
27. Досвід роботи з обчислювальною платформою (1-6)	–	2

Продовження таблиці 7.1

1	2	3
28. Досвід роботи з мовою і інструментами середовища розробки (1-6)	–	2
29. Досвід роботи з програмними інструментами розробки (1-6)	–	3
30. Розробка ПЗ для декількох серверів одночасно (1-6)	–	2
31. Вимоги до дотримання встановленого графіка робіт (1-6)	–	2
32. Вартість ПЗ у розробника (НМА), грн.	–	19000
33. Норматив додаткової зарплати, % :	$Н_д$	10
34. Норматив відрахувань у соціальні фонди, %	Нс	22
35. Норматив загальногосподарських витрат, %	Нг	15
36. Норматив витрат на освоєння нових мов програмування, %	Нп	15
37. Рівень рентабельності програмної продукції, %	Ре	50
38. Ставка податку на додану вартість, %	Ндв	20

7.2 Розрахунок трудомісткості розробки програмної продукції

Значення трудомісткості розробки програмного забезпечення для стадій ТЗ, ЕК, ТП та ВП визначаємо по типовим нормам часу приведеним в додатках МВ. Стадія РП є найбільш тривалою і трудомісткою, що робить значний вплив на інші стадії проекту.

Визначимо трудомісткість розробки ПЗ для стадії РП.

Обчислюємо номінальні трудовитрати, люд-міс.:

$$T_{ном} = A \, \text{Size}^B, \qquad (7.1)$$

де: A – коефіцієнт Боема, A = 2,45;

Size – загальний об'єм відлагодженого програмного коду, тис. рядків;

B – показник ступеня, що визначається співвідношенням:

$$B = 1{,}01 + 0{,}001\sum W_i, \qquad (7.2)$$

де: *Wi* – сумарне значення п'яти показників (МВ, додаток 2), що відображають особливості розробки проекту програмного продукту (ПП) і колективу розробників.

$$B = 1{,}01+0{,}001(2{,}43+3{,}64+3{,}38+3{,}95+2{,}73) = 1{,}027.$$

$$T_{ном} = 2{,}45 \cdot 2{,}7^{1{,}026} = 6{,}78 \text{ люд-міс.}$$

Визначаємо уточнені (з урахуванням приведених в МВ додатку 3 сімнадцяти додаткових коефіцієнтів) трудовитрати, люд-міс.:

$$T_{уточн} = T_{ном}\, ПВ_j, \qquad (7.3)$$

де: $ПВ_j$ – добуток сімнадцяти додаткових коефіцієнтів, приведених в МВ додатку 3.

$$T_{уточн} = 6{,}78 \cdot (0{,}88 \cdot 0{,}93 \cdot 0{,}88 \cdot 0{,}91 \cdot 0{,}95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}87 \cdot 1{,}22 \cdot 1{,}16 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}1 \cdot$$

$$\cdot 1{,}12 \cdot 1{,}1 \cdot 1 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}1) = 9{,}37 \text{ люд-міс.}$$

Ці коефіцієнти дозволяють диференційовано оцінювати результати роботи програмістів, беручи до уваги швидкодію програми, використання різноманітних обчислювальних платформ і інструментів розробки, взаємодію декількох серверів, вимоги до об'ємів баз даних і ін.

Визначаємо підсумкові трудовитрати по стадії робочий проект, люд-дні:

$$T_{РП} = 0{,}3 C T_{уточн}^{0{,}33+0{,}2(B-1{,}01)} S, \qquad (7.4)$$

де: *C* – визначений емпірично коефіцієнт, запропонований авторами методики, (МВ, додаток 4).

S – коефіцієнт стиснення (або подовження) графіка робіт %, що дозволяє коректувати терміни розробки ПЗ згідно встановленим вимогам. Вибираємо в межах (25…350)%. Приймаємо *S* =77 %

$$T_{РП} = 0{,}3 \cdot 2{,}66 \cdot 9{,}37^{0{,}33+0{,}2(1{,}026-1{,}01)} \cdot 77 = 130 \text{ люд/день.}$$

Для зручності визначення загальної трудомісткості на розробку програмного забезпечення результати розрахунків по стадіям зводимо до таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Визначення трудомісткості розробки програмного забезпечення

Стадії розробки	Трудомісткість за типовими нормами та розрахунками	
	Величина, люд/дні	Підстава
Технічне завдання	9	Д5
Ескізний проект	10	Д6
Технічний проект	9	Д7
Робочий проект	130	Ф 7.1-7.4
Впровадження	13	Д13
Всього	171	–

7.3 Визначення чисельності виконавців і планового фонду зарплати

Чисельність ставок інженерів-програмістів для розробки програмного забезпечення визначається за формулою:

$$Ч = \frac{T_{пз} N}{F_{рq} - H_{ев}}, \quad (7.5)$$

де: $F_{рq}$ – плановий фонд робочого часу одного спеціаліста, днів;

$T_{пз}$ – трудомісткість розробки програмного забезпечення люд-дні.

$$Ч = \frac{171 \cdot 1}{60 - 5} = 3{,}1 \text{ ставки.}$$

Чисельність інженерів-електронщиків для проведення технічного обслуговування та ремонту комп'ютерних мереж визначається в залежності від наявності технічних засобів і норм витрат часу на виконання профілактичних робіт на протязі року.

Визначаємо затрати часу на виконання профілактичних робіт по обслуговуванню обладнання за період розробки. Результати розрахунку зводимо до таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 – Затрати часу на виконання профілактичних робіт по обслуговуванню обладнання за розрахунковий період

Найменування обладнання	Профілактичне обслуговування			
	Кількість хв. на один. обл.	Кількість облад-нання	Затрати часу в хв.	Затрати часу в год.
Системний блок ПК	90	7	630	10,5
Монітор	60	7	420	7
Клавіатура	30	7	210	3,5
Маніпулятор «мишка»	30	7	210	3,5
Принтер матричний	60	0	0	0,0
Принтер лазерний	120	1	120	2
Принтер струминний	60	1	60	1
Сканер	20	1	20	0,33
Концентратор-маршрутизатор	30	1	30	0,5
Кабельні господарства ЛОМ на 1 м.п.	2,5	200	500	8,33
Копіювальний апарат	140	1	140	2,33
Усього за рік:			$З_ч$	38,99

Час на профілактику обладнання в загальному балансі робочого часу інженерів-електронщиків неповинен складати більше 10%.

Виходячи з цього фонд робочого часу інженерів-електронщиків складає:

$$Ф_{др}^{с} = \frac{З_ч \cdot n_{тіс}}{1,2}, \quad (7.6)$$

$$Ф_{др}^{с} = \frac{39 \cdot 3}{1,2} = 97,5 \text{ год.}$$

Визначаємо необхідну кількість ставок штатного персоналу сектора ТО:

$$Ч_{ел} = \frac{Ф_{др}^{с}}{F_{др} \cdot T_{зм}}, \quad (7.7)$$

$$Ч_{ел} = 97,5/(60 \cdot 8) = 0,2 \text{ ставки.}$$

Для забезпечення нормального технічного обслуговування засобів ТО та мереж, необхідно прийняти найбільше ціле значення розрахункової чисельності інженерів-електронщиків.

Чисельність інженерів-системотехніків, адміністраторів мережі, дизайнерів WEB вузлів, системних програмістів (аналітиків), бухгалтерів-економістів визначається за потребою в залежності від функціональних обов'язків. Після визначення чисельності персоналу складається штатний розклад.

Таблиця 7.4 – Розрахунок чисельності штатного персоналу сектору системного та адміністративного обслуговування засобів ОТ та комп'ютерних мереж

Посада	Вид роботи	Час	К-ть штатних одиниць
Адміністратор загальної мережі, аналітик	Адміністрування локальної мережі, поштового та серверу DNS (ОС FreeBSD), маршрутизатора Cisco, доменного контролеру Windows Server 2019, серверу доступу ADSL (ОС Linux), налаштування ADSL, VPN PPPoE, Frame Relay, Wi-Fi	2	0,5
	Налаштування і конфігурування базової станції безпровідного зв'язку (CMTS)	0,5	
	Розробка та впровадження проектів з організації зв'язку між віддаленими об'єктами, ЛОМ	0,5	
	Забезпечення цілодобової роботи зв'язку клієнтів до мережі Інтернет	1	
Всього		4	

Продовження таблиці 7.4

Посада	Вид роботи	Час	К-ть штатних одиниць
Продакт-менеджер	Презентації нової продукції, пошук каналів збуту	1	0,25
	Підтримка постійних клієнтів	0,5	
	Оформлення договорів, ведення тендерів	0,25	
	Контроль взаєморозрахунків з постачальниками	0,25	
Всього		2	
Дизайнер WEB	Розробка концепції оформлення та інтерфейсу сайту, оптимізація дизайну існуючих, проектує їх структуру та навігацію	1	0,25
	Створення графічних і стилістичних елементів сайту	0,5	
	Оформлення банерів і промо-сторінок	0,25	
	Розміщення графіки і контенту на Інтернет сторінках	0,25	
Всього		2	
Інженер верстальник	Розробка та верстка макетів рекламної продукції та технічної документації	1	0,25
	Верстка друкованих видань	0,5	
	Додрукова підготовка макетів	0,25	
	Розміщення графіки і контенту на Інтернет сторінках	0,25	
Всього		2	

Складемо штатний розклад виконавців.

Таблиця 7.5 – Штатний розклад виконавців

Посада	Кількість ставок	Середньомісячний оклад, грн.	Всього за період розробки, грн.
Керівник (ІТ-менеджер)	1	17123	51369
Продакт-менеджер	0,25	13000	9750
Інженер-програміст	3,1	16000	148800
Інженер-електронщик	0,2	11500	6900
Інженер-системотехнік	0,25	11500	8625
Адміністратор мережі	0,5	11500	17250
Системний програміст	0,25	11500	8625
Дизайнер WEB	0,25	12000	9000
Інженер-верстальник	0,25	12000	9000
Бухгалтер-економіст	0,5	12500	18750
Всього за період розробки	$R_{сп}$ = 6,55	-	$Ф_{роб}$ = 288069

Розрахуємо середньоденну зарплату одного виконавця:

$$З_{сд} = \frac{Ф_{роб}}{R_{сп} F_{рд}}, \quad (7.8)$$

де: $Ф_{роб}$ – загальна сума зарплати за плановий період, грн.

$$З_{сд} = \frac{288069}{6,55 \cdot 60} = 733 \; грн.$$

7.4 Розрахунок капітальних вкладень та амортизаційних відрахувань у розробника

Балансова вартість будівель визначається з урахуванням кількості робочих місць виконавців, питомої площі на одне робоче місце, та вартості одного квадратного метра виробничої площі:

$$Б_{уд} = R_{сп}^{1} S_{у} Ц_{пл}, \quad (7.9)$$

де: $R_{сп}^{1}$ – кількість робочих місць виконавців, шт. Приймаємо 8 робочих місць;

$S_{у}$ – питома площа на одне робоче місце, $м^2$;

$Ц_{пл}$ – вартість одного квадратного метра площі, грн.

Згідно даних інтернет ресурсу DOM.RIA (https://dom.ria.com) ціна одного квадратного метра площі, вік якої не перевищує 30 років, по місту складає 500…1600 $у.о./м^2$. Враховуючи, що курс складає 1 у.о. = 38 грн. приймаємо для розрахунку вартість одного метра квадратного рівною 20000 грн./м^2. На кожне робоче місце у середньому потрібно $8 м^2$. З урахуванням цього:

$$Б_{уд} = 8 \cdot 8 \cdot 20000 = 1280000 \text{ грн.}$$

Вартість передавальних пристроїв складає 10% від вартості будівель, і у даному випадку вона складе: 128000 грн.

Балансова вартість інвентарю розраховується за нормою 3500 грн. на одне робоче місце. Тобто:

$$I_{нв} = R_{сп}^{1} \cdot Ц_{м}, \quad (7.10)$$

де: $Ц_{м}$ – ціна меблів для одного робочого місця, грн.

$$I_{нв} = 8 \cdot 3500 = 28000 \text{ грн.}$$

Балансова вартість обчислювальної техніки визначається по оптовим цінам постачальника з врахуванням витрат на транспортування.

Специфікація на обчислювальну техніку наведена в таблиці 7.7.

Дані по оптовій ціні на обладнання та комплектуючі вибирались по прайсу фірми Комп'ютерторг за 24.10.23 – джерело http://computorg.ua/ price.html

Таблиця 7.6 – Специфікація

Найменування комплектуючої або обладнання	Тип	Оптова ціна
Персональний комп’ютер		10947
Системний блок		7347
Процесор	AMD A6-9500 (AD9500AGM23AB) AM4, 2 ядра, 2 потоки, 3.5 GHz, 3.8 GHz	-
Системна плата	ASUS PRIME A320M-K AM4, DDR4, 3200 MHz, LAN - 1 Гбит/с, D-Sub (VGA), HDMI, 1 x M.2, 4 x Sata 6.0 Gb/s, Micro-ATX	-
Відеокарта	GeForce GT1030 2048Mb ASUS (GT1030-2G-BRK) PCI-Express 3.0, 2 ГБ, GDDR5	-
Жорсткий диск	SSD M.2 2280 240GB Apacer (AP240GAST280-1) 240 GB, TLC, M.2, SATA III (6Gb/s)	-
Оперативна пам’ять	DDR4 8GB 2400 MHz, 4 GB, В наборі- 2	-
DVD-привод	DVDRW Pioneer DVR-TD10RS SATA Slim Black Bulk (DVR-TD10RS)	-
Корпус	ATX Middle Tower FOXCONN Pro, 3GTLA-489, PSU 550W(FSP Brand: ATX-350PNR, 12cm), black, (front bezel – black+light silver; body material – 0.6mm), 80mm fan (rear), 2xUSB2.0/AUDIO/MIC, Air Duct, Tool-less chassis design,Thermally Advantaged Chassis	-

Продовження таблиці 7.6

Найменування комплектуючої або обладнання	Тип	Оптова ціна
Кулер	–	–
Кардрідер внутрішній	Gembird Type-C SD/TF + USB2.0 (UHB CR3-02) USB C, TF, microSD, SD	220
інше	Клавіатура, мишка	Подару-нок
Монітор	22" TFT, ASUS VW223D (5ms, 300/3000: 1 170/160, D-SUB, Wide)	3600
Принтер лазерний	Canon i-SENSYS LBP6030W	2700
Принтер струминний	Epson Stylus Photo P50 (C11CA45341) + USE cable	5500
Копіювальний апарат	Canon i-SENSYS MF217W with Wi-Fi	5965

Таблиця 7.7 – Балансова вартість обчислювальної техніки

Найменування обчислювальної техніки	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Витрати на транспортування, монтаж та випробовування.	Загальна вартість, грн.
Персональні комп’ютери	8	10947	8757,6	96333,6
Принтер лаз.	2	2700	540	5940
Принтер струм.	1	5500	550	6050
Сканери	-	-	-	0
Копіюв. апарат	1	5965	596,5	6561,5
Всього	–	–	–	114885,1

Витрати на транспорт, монтаж та випробування можуть бути прийняті в межах до 10% від оптової ціни.

Для визначення необхідної кількості капітальних вкладень складемо таблицю 7.8.

Таблиця 7.8 – Вартість основних фондів та амортизаційні відрахування розробника

Групи та види основних фондів	Балансова вартість, грн.	Амортизація	
		Норма, %	Відрахування, грн.
1	2	3	4
Група 3			
1. Будівлі	1280000	-	-
2. Передавальні пристрої	128000	-	-
Всього по групі	1408000	5	70400
Група 4			
3. Обчислювальна техніка	114885	-	-
Всього по групі	114885	50	57442,5
Група 5, 6			
4. Вимірювальні пристрої	5190	25	1297,5
5. Транспортні засоби	97500	20	19500
6. Господарський інвентар	28000	25	7000
Всього по групі	130690	-	27797,5
7. Нематеріальні активи	19000	10	1900
Разом	$К_р$ = 1672575		$А_р$ = 157540

Примітка: вартість автомобіля Toyota Corolla 3zzfe 2004 взята за даними автобазару, джерело https://auto.ria.com/uk/auto_toyota_corolla_33497666.html, що складає 97500 грн.

7.5 Визначення собівартості розробки та ціни програмної продукції

Визначимо основну зарплату виконавців:

$$З_о = \frac{З_{сд} \cdot Т_{пз}}{N_е}, \quad (7.11)$$

де: $N_е$ – кількість екземплярів програм, шт.

$$З_о = 733 \cdot 171/19 = 6600 \text{ грн.}$$

Визначимо додаткову зарплату (оплата відпусток, виконання державних та суспільних обов'язків) на рівні 10%:

$$З_д = З_о \cdot Н_q \cdot 0{,}01, \quad (7.12)$$

де: $Н_q$ – норматив додаткової зарплати, %.

$$З_д = 6600 \cdot 10 \cdot 0{,}01 = 660 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні потреби за нормативом $Н_с = 22\%$ від суми основної та додаткової зарплати:

$$С_{оц} = 0{,}01 \cdot Н_с (З_о + З_о), \quad (7.13)$$

де: $Н_с$ – відрахування на соціальні потреби, %.

$$С_{оц} = 0{,}01 \cdot 22(6600+660) = 1597 \text{ грн.}$$

Визначимо загальногосподарські витрати (електроенергію, ремонт і утримання приміщень і т.д) за нормативом $Н_г = 15\%$ від основної зарплати:

$$Г_{осп} = З_о \cdot Н_г \cdot 0{,}01, \quad (7.14)$$

де: $Н_г$ – загальногосподарські витрати, %.

$$Г_{осп} = 6600 \cdot 15 \cdot 0{,}01 = 990 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на матеріали для розробки програмної продукції за нормами споживання та діючими цінами за одиницю виміру:

$$З_М = (З_{М1} + З_{М2} + З_{М3})/N_е, \quad (7.15)$$

де: $З_{М1}$ – вартість паперу, грн.;

$З_{М2}$ – вартість запам'ятовуючих пристроїв, грн.;

$З_{М3}$ – вартість фарби, картриджів, тонеру, грн.;

$N_е$ – кількість екземплярів програм, шт.

Згідно прийнятих норм на підприємстві $n_{вит}$ приймаємо 5 упаковок паперу на період розробки. Тоді, враховуючи, що вартість паперу складає $Ц_п$=208 грн., визначаємо вартість паперу за період розробки:

$$З_{М1} = Ц_п \cdot N_м. \quad (7.16)$$

$$З_{М1} = 208 \cdot 5 = 1040 \text{ грн.}$$

Згідно прийнятих норм по комплектації до вартості запам'ятовуючих пристроїв входить вартість CD/DVD дисків. Їх кількість дорівнює кількості коробочних версій запропонованого продукту (приймаємо 19):

$$З_{М2} = \sum Ц_д , \quad (7.17)$$

де: $Ц_д$ – вартість дисків CD/DVD: CDR box – 23,6 грн./шт., DVD-R box – 35 грн./шт.

$$З_{М2} = 19 \cdot 35 = 665 \text{ грн.}$$

Згідно виданих викладачем норм одноразовій заправці підлягають усі друкуючі пристрої і становить:

$$З_{М3} = \sum Ц_з., \quad (7.18)$$

де: $Ц_з$ – вартість розхідних матеріалів друкуючих пристроїв: відновлення та заправка картриджу для Canon i-SENSYS LBP6030W – 574 грн.; картридж для Epson Stylus Photo P50 – 558 грн.; відновлення картриджу для MF217W – 570 грн.

$$З_{М3} = 574+558+570 = 1702 \text{ грн.}$$

$$З_М = (1040 + 665 + 1702)/19 = 179 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на освоєння нових мов програмування або операційних систем за нормативом ($Н_п$ = 15%) від основної зарплати виконавців:

$$О_п = З_о \cdot Н_п \cdot 0{,}01, \quad (7.19)$$

де: $Н_п$ – норматив витрат на освоєння нових мов програмування, %.

$$O_п = 6600 \cdot 15 \cdot 0{,}01 = 990 \text{ грн.}$$

Величини ціна підприємства, податок на додану вартість, відпускна ціна програмної продукції визначаються за формулами, приведеними в таблиці 7.9

Таблиця 7.9 – Нормативна калькуляція собівартості розробки програмного забезпечення задачі

Найменування статей витрат	Позначення	Величина, грн
1	2	3
1. Основна зарплата виконавців	$З_о$	6600
2. Додаткова зарплата виконавців	$З_д$	660
3. Відрахування на соціальні потреби	$С_{оц}$	1597
4. Загальногосподарські витрати	$Г_{осп}$	990
5. Витрати на матеріали	$З_М$	179
6. Освоєння нових операційних систем, мов програмування	$О_п$	990
7. Амортизація основних фондів	$А_м$	2073
8. Повна собівартість програмного забезпечення	$С_п$	13089
9. Плановий прибуток	$П_р$	6544,5
10.Ціна підприємства $Ц_п = С_п + П_р$	$Ц_п$	19633,5
11.Податок на додану вартість $ПДВ = 0.01 \cdot Н_{дв} \cdot Ц_п$	$ПДВ$	3926,7
12.Відпускна ціна програмної продукції $Ц = Ц_п + ПДВ$	$Ц$	23560,2

Визначимо витрати на амортизацію основних фондів з урахуванням загальної річної суми амортизаційних відрахувань та кількості екземплярів програм ($N_е$ = 19 прим.):

$$А_м = \frac{А_р \cdot N_{міс}}{N_е \cdot 12}, \qquad (7.20)$$

де: $A_р$ – загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.

$$A_м = 157540 \cdot 3/(19 \cdot 12) = 2073 \text{ грн.}$$

Повна собівартість ПЗ визначається як сума витрат за попередніми статтями калькуляції:

$$C_п = З_о + З_д + C_{оц} + Г_{осп} + З_м + О_п + A_м. \quad (7.21)$$

$$C_п = 6600+660+1597+990+179+990+2073 = 13089 \text{ грн.}$$

Визначимо плановий прибуток за рівнем рентабельності ($P_п$) програмної продукції, яка залежить від складності програми та ступеня новизни задачі.

Для даного програмного забезпечення рівень рентабельності складає 50%.

$$П_р = 0{,}01 \cdot P_п \cdot C_п, \quad (7.22)$$

де: $P_п$ – рівень рентабельності, %.

$$П_р = 0{,}01 \cdot 50 \cdot 13089 = 6544{,}5 \text{ грн.}$$

7.6 Визначення об'єму капітальних вкладень у споживача програмної продукції

Об'єм капітальних вкладень у споживача програмної продукції визначаємо на основі балансової вартості основних фондів, яка враховує ціну, транспортно-заготівельні витрати, вартість будівель, монтажних та пусконалагоджувальних робіт, а також витрати на випробування у виробничих умовах. Результати розрахунків зводимо у таблицю 7.10

Таблиця 7.10 – Розрахунок об'єму капітальних вкладень у споживача програмної продукції

Найменування капітальних вкладень	Сума за варіантами, грн.	
	Базовий	Новий
Вартість програмної продукції	–	23560
Всього капітальних витрат	–	23560

7.7 Визначення експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати у споживача програмної продукції визначаємо при умові роботи підсистеми на протязі року. Результати зводимо до таблиці 7.11.

Таблиця 7.11 – Розрахунок експлуатаційних витрат у споживача програмної продукції

Найменування статей витрат	Позначення	Сума витрат за варіантами, грн.	
		Базовий	Новий
1. Витрати на налаштування та технічне обслуговування	$З_р$	26840	10736
2. Витрати на електроенергію	$З_{ел}$	224	134
3. Витрати на амортизацію	$З_{ам}$	0	5890
Всього витрат за рік	$І$	27064	16760

Витрати на налаштування та технічне обслуговування системи:

$$З_р = Т_р \cdot З_г \cdot (1 + 0{,}01 \cdot Н_q) \cdot (1 + 0{,}01 \cdot Н_c), \qquad (7.23)$$

де: $Т_р$ – кількість годин налаштування та обслуговування за рік, *год.*;

$З_г$ – заробітна плата персоналу, *грн / год*.

Після купівлі нового програмного забезпечення кількість годин на проведення робіт по налаштуванню і обслуговуванню системи зменшилася з 200 до 150 годин на рік, тому витрати на технічне обслуговування зменшилися з:

$$З_{р\,баз} = 200 \cdot 100 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}22 = 26840\ грн,$$

до:

$$З_{р\,нов} = 80 \cdot 100 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}22 = 10736\ грн.$$

Витрати на електроенергію визначаються з урахуванням спожитої потужності ($П_{ел}$) в кіловатах, часу експлуатації технічних засобів ($Т_р$) в годинах та ціни однієї кіловат-години ($Ц_{ел}$):

$$З_{ел} = П_{ел} \cdot Т_р \cdot Ц_{ел}. \quad (7.24)$$

$$З_{ел\ баз} = 0{,}35 \cdot 200 \cdot 3{,}2 = 224 \text{ грн.}$$

$$З_{ел\ нов} = 0{,}35 \cdot 120 \cdot 3{,}2 = 134 \text{ грн.}$$

Витрати по амортизації визначаються на основі норм амортизаційних відрахувань, вартості програмної продукції і основних фондів. Для розрахунку складаємо таблицю 7.12.

Таблиця 7.12 – Розрахунок амортизаційних відрахувань

Групи основних фондів	Норма амортизації %	Балансова вартість, грн., за варіантами		Сума відрахувань, грн за варіантами	
		Базовий	Новий	Базовий	Новий
Програмна продукція	25	–	23560	–	5890
Всього відрахувань	-	–	23560	–	5890

7.8 Визначення економічної ефективності програмної продукції

Економічна ефективність програмного забезпечення визначається для виготовлювача і споживача за такими показниками.

Величина економічного ефекту при виготовленні програмної продукції, розраховуємо за формулою:

$$E_в = (Ц_п - C_п) \cdot N_е - \sum_{i=1}^{m} E_{p_m} \cdot K_{p_m}, \quad (7.25)$$

де: $K_р$ – балансова вартість основних фондів розробника, грн.; $E_р$ – розрахунковий коефіцієнт капіталовкладень.

$$Ев = (19633 - 13089) \cdot 19 - (0{,}05 \cdot 1408000 + 0{,}5 \cdot 114885 +$$
$$+0{,}25 \cdot 33190 + 0{,}2 \cdot 97500 + 0{,}1 \cdot 19000) \cdot 3/12 = 84426 \text{ грн.}$$

Визначимо період окупності додаткових капітальних вкладень у виробника програмної продукції:

$$T_в = \frac{K_p^*}{(Ц_п - C_п) \cdot N_е}, \quad (7.26)$$

де: K_p^* – балансова вартість основних фондів розробника.

$$T_в = \frac{1672575}{(19633 - 13089) \cdot 19 \cdot 12 / 3} = 3{,}36 \text{ років}.$$

Показники економічної ефективності програмної продукції зводимо до таблиці 7.13.

Таблиця 7.13 – Показники економічної ефективності програмної продукції

Найменування показників	Одиниця виміру	Величина
1. Кількість екземплярів програми	Прим.	19
2. Повна собівартість розробленої програми	Грн.	13089
3. Ціна розробленої програми	Грн.	19633
4. Плановий прибуток від реалізації розробленої програми	Грн.	6544
5. Рентабельність програмної продукції	%	50
6. Об’єм додаткових капітальних вкладень у виробника програмної продукції	Грн.	1672575
7. Загальний прибуток від реалізації програмної продукції	Грн.	124336
8. Величина економічного ефекту при виготовлені програмної продукції	Грн.	84426
9. Період окупності додаткових капітальних вкладень у виробника програмної продукції	Років.	3,4
10.Об’єм додаткових капітальних вкладень у споживача програмної продукції	Грн.	23560
11.Величина економічного ефекту у користувача програмної продукції	Грн.	4414
12.Період окупності додаткових капітальних вкладень у користувача програмної продукції	Років	2,3

Визначимо величину економічного ефекту у користувача програмної продукції за формулою:

$$E_{сп} = (I_б - I_н) - E_н(K_н - K_б), \qquad (7.27)$$

де: $I_б$, $I_н$ – величина експлуатаційних витрат за базовим и новим варіантом відповідно;

$K_б$, $K_н$ – об'єм капітальних вкладень за варіантами, що порівнюються.

$$E_{сп} = (27064\text{-}16760)\text{-}0{,}25 \cdot 23560 = 4414 \text{ грн.}$$

Визначимо період окупності додаткових капітальних вкладень у споживача програмної продукції за рахунок зниження експлуатаційних витрат:

$$T_{сп} = \frac{K_н - K_б}{I_б - I_н}, \tag{7.28}$$

$$T_{сп} = \frac{23560}{27064 - 16760} = 2{,}3 \text{ року}.$$

7.9 Висновки

Розроблена програма економічно вигідна. За рахунок впровадження програмного забезпечення досягається скорочення часу обробки інформації, підвищується культура праці, підвищення якості приймаючих управлінських рішень.

8 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

8.1 Вступ

Техніка безпеки – це система правил і заходів, які допомагають запобігти травмам, хворобам і аваріям на робочому місці або в повсякденному житті. Знання техніки безпеки дуже важливе, бо воно рятує життя і здоров'я людей. Наприклад, якщо людина працює на шахті, то вона повинна знати правила безпеки у вугільних шахтах, щоб не потрапити під обвал або не підірватися на міні. Або якщо людина хоче навчитися програмувати, то вона повинна дотримуватися гігієнічних вимог і не сидіти за комп'ютером занадто довго, щоб не зашкодити своїм очам і спині.

Охорона праці та здоров'я у сфері ІТ – це комплекс заходів, які спрямовані на забезпечення безпечних і здорових умов праці для працівників, які використовують інформаційні технології, а також на запобігання травматизму, професійним захворюванням і стресу.

Охорона праці та здоров'я у сфері ІТ включає такі напрями, як:

– Ергономіка – це наука про адаптацію робочого середовища до фізичних і психологічних особливостей людини[2]. Ергономіка вимагає врахування таких факторів, як розміри, форми, кольори, освітлення, шум, температура, вологість, вентиляція, постава, рухи, пози, втома, навантаження на очі та ін. Егономіка допомагає покращити комфорт, продуктивність і задоволення працівників.

– Комп'ютерна безпека – це захист комп'ютерних систем і даних від несанкціонованого доступу, зміни, знищення або блокування. Комп'ютерна безпека вимагає використання антивірусних програм, фаєрволів, паролей, шифрування, резервного копіювання та інших технологій. Комп'ютерна безпека допомагає запобігти крадіжці, шпигунству, шантажу, саботажу та іншим загрозам.

– Соціальна взаємодія – це процес спілкування між людьми у робочому колективі або через мережеві сервіси. Соціальна взаємодія вимагає дотримання

правил етикету, поваги, толерантності, співробітництва та конструктивного діалогу. Соціальна взаємодія допомагає покращити настрій, мотивацію, комунікацію та творчий потенціал працівників.

Правила охорони праці і здоров'я для програмістів:

– Регулярно роби перерви в роботі. Вставай із-за столу і розминай м'язи.

– Налаштуй яскравість і контрастність монітору так, щоб не напружувати очі.

– Використовуй ергономічну мишку і клавіатуру, які зручно лягають у руку і не викликають болю.

– Слідкуй за своєю поставою. Сиди прямо і не нахиляйся до екрану.

– Захищай свій комп'ютер від вірусів, шпигунських програм і хакерів. Оновлюй ативірусне програмне забезпечення і не відкривай підозрілі файли і посилання.

– Не забувай про соціальну взаємодію. Спілкуйся з колегами, друзями і родиною. – Відвідуй заходи, які тебе цікавлять. Не ізолюй себе від світу.

– Люби свою професію, але не забувай про інші сфери життя. Розвивай свої захопленя, хоббі і таланти. Знаходь рівновагу між роботою і відпочинком.

Закон України “Про охорону праці” визначає основні принципи, завдання, права і обов’язки суб’єктів відносин з охорони праці, а також організаційні та правові основи державного управління і контролю за дотриманням законодавства про охорну праці.

Згідно з цим законом, ІТ компанії повинні впроваджувати такі заходи з охорни праці:

– Створювати на підприємстві службу охорони праці або призначати відповідальних осіб, які забезпечують розроблення, реалізацію та контроль за дотриманням заходів з охорони праці.

– Забезпечувати безпечні і нешкідливі умови праці для працівників, використовуючи сучасні засоби техніки безпеки, санітарно-гігієнічні умови, засоби колективного та індивідуального захисту, оптимальні режими праці та відпочинку.

– Проводити атестацію робочих місць на відповідність нормативно-правовим атам з охорони праці та аудит з охорони праці.

– Проводити навчання та інструктаж з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків і правил поведінки у разі виникнення аварії[5].

– Забезпечувати лікувально-профілактичне обслуговування працюючих, санітарно-побутове обслуговування, пільги і компенсації для працівників, які працюють у важких і шкідливих умовах.

– Нести відповідальність за порушення законодавства про охорону праці та заподіяння шкоди життю і здоров'ю працівників.

8.2 Пожежна безпека

Вимоги до пожежної безпеки на підприємстві неухильно повинен дотримуватися кожен співробітник, а організаційна складова при цьому покладається на посадових осіб за відповідним рішенням керівництва і прописується в посадових інструкціях і положеннях по структурним підрозділам.

Зокрема, вказуються конкретні території, ділянки, зони, об'єкти, цілі будівлі і їх частини, поверхи, на яких відповідального співробітника повинне проводити такі організаційні роботи.

Відповідальні особи зобов'язуються розробити, впровадити та підтримувати в певному інструкцією і положенням на ввірених їм об'єктах протипожежний режим і інструкції відповідно до вимог, викладених в нормативних актах.

Передбачено також створення підрозділу добровільної пожежної охорони та пожежно-рятувальної команди в його складі.

Встановлений режим включає порядки з описом місць спеціального призначення та правила їх користування та утримання, наприклад:

– евакуаційних шляхів;

– так званих «курилок»;

– місць складування продукції та сировини;

– стоянки транспорту.

Також встановлюється порядок роботи та технічного обслуговування:

– вентиляційного устаткування;

– засобів пожежогасіння і захисту від загорянь;

– нагрівальних приладів;

– електрообладнання.

Розробляються і впроваджуються правила роботи з відкритим вогнем і горючими матеріалами. Створюються графіки проходження інструктажів з пожежної безпеки співробітників, а також порядок і терміни перевірок знань пожежно-технічного мінімуму, в тому числі, тих працівників, які відповідальні за цю ділянку роботи на підприємстві. При цьому можуть передбачатися внутрішні лекції, семінари, тренінги та практичні заняття на підприємстві, а також зовнішні – на базі спеціалізованих навчальних центрів з професійними викладачами. Важливою складовою протипожежного режиму на будь-якому об’єкті є розробка і впровадження порядку дій при виникненні пожежі. Неодмінно має бути план евакуації, описано, як повинні відключатися електроустановки, що і в якій послідовності необхідно робити співробітникам.

Відповідно, для кожного об’єкта, кожного приміщення (крім коридорів, санвузлів, басейнів і подібних приміщень), окремих видів робіт складаються інструкції, за якими повинен працювати персонал, залучений на певних ділянках і в виконанні окремих видів робіт. За інструкціями проводиться навчання (інструктаж) персоналу з подальшим контролем знань.

Детально про те, як розробити протипожежний режим, прописати порядки та інструкції, пояснюють на тематичних курсах і семінарах. [4]

8.3 Пропозиції щодо підвищення працездатності ІТ-фахівців

Поява та впровадження нових інформаційно-комунікаційних технологій зумовлює необхідність подальшого вдосконалення охорони праці фахівців ІТ-індустрії. Все це потребує розробки нових нормативно-правових актів з регламентації праці та відпочинку фахівців ІТ-індустрії і стандартів підприємств, центрів комп'ютерної техніки, центрів інформаційних технологій, сучасних комп'ютерних класів. Для підвищення розумової працездатності то зорової роботи повинна здійснюватися ергономічна оптимізація в рамках системи «оператор-термінал», яка сприятиме результативній фізичній та інтелектуальний працездатності і відновленню психосоматичного здоров'я фахівців ІТ-індустрії.

Особливе значення у соціальному захисті цієї категорії працівників належить прийняття комплексного договору, який може забезпечити фахівців додатковими пільгами та компенсаціями.

Пропозиції щодо підвищення працездатності ІТ-фахівців, розіб'ємо на декілька категорій:

Середовище і розпорядок праці. Для мінімізації негативних ефектів, що пов'язані з перевтомленням ІТ-фахівців, потрібно чітко прописати і реалізувати графік періодів праці-відпочинку, щоб фахівець міг можливість переключити увагу, дати можливість відпочити очам, мозку, елементарно, встати розім'яти ноги. Також потрібно зробити максимально комфортними умови мікроклімату у офісному приміщенні, де працюють ІТ-фахівці. Мається на увазі встановлення і експлуатація, коли виникає необхідність, кондиціонерів, опалення, та системи вентиляції, задля попередження перегрівання, переохолодження ІТ-фахівців, і подальшої неможливості ними виконувати свої функції. Також, за можливості, нами пропонується введення практики віддаленої праці ІТ-фахівцями, якщо роботодавець не може забезпечити оптимальні і безпечні умови в офісному приміщенні, або якщо фахівця вони не влаштовують із певних причин.

Фізичні і психоемоційні чинники. Першим і найважливішим чинником, що впливає на працездатність ІТ-фахівців є робоче місце, і саме тому, роботодавець має забезпечити максимальний його комфорт і безпеку. Гарантією цих факторів може слугувати сертифікація меблів, що використовуються на підприємстві ІТ-галузі. Тому нами пропонується закупівля тільки меблів , які пошли сертифікацію на відповідність. Під психоемоційними чинниками ми розуміємо гарне самопочуття фахівців, позитивний настій, гарний психологічний клімат у колективі, тощо. Задля того, щоб психоемоційні чинники мали максимально позитивний ефект, керівництву слід поводити заходи, які сприятимуть укріпленню і покращенню міжособистісних стосунків у колективі, таких як психологічні тренінги, тімбілдінг, спортивні змагання і естафети. Також, сюди можна віднести розробку і впровадження системи мотивації працівників, як фінансової, так моральної і адміністративної.

8.4 Розробка заходів з умов поліпшення охорони праці

Згідно аналізу умов праці в розглянутому приміщенні, ми одержали наступні результати:

– розмірі приміщення, у розрахунку на одному працюючого, відповідають нормативам;

– мікроклімат відповідає нормативному значенню;

– акустичні умови роботи не перевищують нормативних значеннь;

Таким чином можна припустити, що основною причиною можливого зниження працездатності програміста є психофізіологічний фактор, тому основна пропозиція буде така: дотримання позитивної психологічної атмосфери в колективі та регламентованого режиму праці та відпочинку, організація робочого місця з урахуванням ергономічних вимог.

Рекомендовані заходи: регулярні періодичні наочні огляди персоналом шляхів для евакуації людей із приміщення, відповідно до плану евакуації (який

повинен розташовуватись на видному місці у приміщенні), включення до колективного договору мінімально можливого вмісту аптечок з обов'язковою наявністю масок-клапанів, або іншого спорядження для штучного дихання. Регулярна періодична перевірка параметрів заземлення та занулення (вимірювання опору ланцюга) [9].

Регулярна наочне знайомство персоналу із шляхами для евакуації людей із приміщення відповідно до плану евакуації, забезпечення розподільних щитів спеціальними розетками з заземлюючими контактами; організація заземлення всіх приладів і пристроїв, які працюють при напрузі вище 36 В.

Так як при ураженні електричним струмом у людини може статися фібриляція шлуночків серця, в організації бажано мати дефібрилятор і підготовлений персонал для роботи з ним.

8.5 Розрахункова частина

Для захисного штучного заземлення будемо застосовувати вертикальні електроди з сталевого прокату круглого перерізу діаметром 35 мм., довжиною *L=2 м.,* та горизонтальний електрод – металева полоса з перетином 35·4 мм. Напруга – 220/380 В. Розрахункова схема розташування заземлюючих електродів – по контуру (прямокутником).

Розрахунок проводиться за допустимим опором розтіканню струму заземлювача.

Початкові дані для розрахунку захисного заземлення: тип верхнього шару грунта – чорнозем, нижнього шару грунта – глина (питомий опір $\rho_2 = 40$ *Ом·м)*. Умовна товщина верхнього шару грунта: *H=0,6 м*. Відстань між вертикальними заземлювачами (електродами) *A=3 м*. Глибина закладення горизонтального контура заземлення *t=0,75 м*. Опір заземлювача, який нормується: $R_{3H} = 4$ *Ом*. Необхідно визначити необхідну кількість вертикальних заземлювачів та длину полоси (горизонтального заземлювача).

Розрахунок

Відстань від центра вертикального заземлювача до поверхні землі:

$$T=t+L/2=0,75+2/2=1,75 \text{ м.}$$

Розрахунковий питомий опір грунта (з врахуванням того, що фактично вся конструкція заземлювача розташовується у нижньому шарі грунта):

$$\rho = \psi\rho = 1,36 \cdot 40 = 54,5 \text{ Ом·м.}$$

де $\psi = 1,36$ – табличне значення коефіцієнта сезонності для відповідної климатичной зони у багатошаровому грунті [10];

$\rho_2 = 40$ Ом·м. – табличне значення питомого опору нижнього шару грунта (глина) [10].

Діаметр ветикальньного електрода (задан):

$$D_в = 35 \text{ мм.} = 0,035 \text{ м.}$$

Відношення $A/L=3/2=1,5$.

Опір розтіканню електричного струму одного електрода вертикального заземлювача з урахуванням заглиблення заземлювача [10]:

$$R_O = 0,366(\rho/L)[\lg(2L/D_в)+(1/2)\lg((4T+L)/(4T-L))] =$$

$$= 0,366(54,5/2)[(\lg(2 \cdot 2/0,035)+(1/2)\lg((4 \cdot 1,75+2)/(4 \cdot 1,75-2))] =$$

$$= 21,7 \text{ Ом.}$$

Визначаємо коефіцієнт екранування вертикальних електродів $K_{ев}=0,53$ при орієтовній кількості вертикальних електродів, яке дорівнює 5 [10].

Визначаємо необхідну кількість вертикальних електродів заземлювача (без врахування горизонтального заземлювача), при $R_{ЗН} = 4$ Ом:

$$N = R_O / (K_{ев} R_{ЗН}) = 21,7 / (0,53 \cdot 4) = 10,2 \approx 10 \text{ шт.}$$

Визначаємо длину з'єднуючої полоси:

$$L_П = 1,05 \cdot A \cdot N = 1,05 \cdot 3 \cdot 10 = 32,3 \approx 32 \text{ м.}$$

Опір розтіканню електричного струму з'єднуючої полоси з урахуванням кліматичного коефіцієнта питомого опору грунта $K_П$ [10]:

$$R_П = 0,366(\rho \cdot K_П / L_П)\lg(2(L_П \cdot L_П)/(B \cdot t)) =$$

$$= 0,366(40 \cdot 5/40) \cdot \lg((2 \cdot 40^2)/(0,035 \cdot 0,75)) = 11,14 \text{ Ом.}$$

де $K_П=5$ – табличне значення кліматичного коефіцієнта питомого опору грунта для відповідної климатичной зони для з'єднуючої полоси [10]:

$B = 35$ *мм.* $= 0,035$ *м.*- ширина з'єднуючої полоси (задана).

Загальний опір розтіканню електричного струму заземлювача [10]:

$$R =(R_O \cdot R_П)/(R_O \cdot \eta_П + N \cdot R_П \cdot Кев)=$$

$$=(21,7 \cdot 11,14)/(21,7 \cdot 0,55 + 10 \cdot 11,14 \cdot 0,53)=3,4 \text{ Ом.}$$

де $\eta_П = 0,55$ – табличне значення коефіцієнта екранування з'єднуючої полоси [10].

Умова $R \le R_{ЗН}$ виконується ($3,4 \le 4$).

Так як при *10* вертикальних електродах *R* суттєво більше $R_{ЗН}$, зменшимо кількість вертикальних електродів *N* до *9* і виконаємо перерахунок. У результаті остаточно отримали: $R = 3,9$ *Ом. при* кількості вертикальних електродів $N=9$.

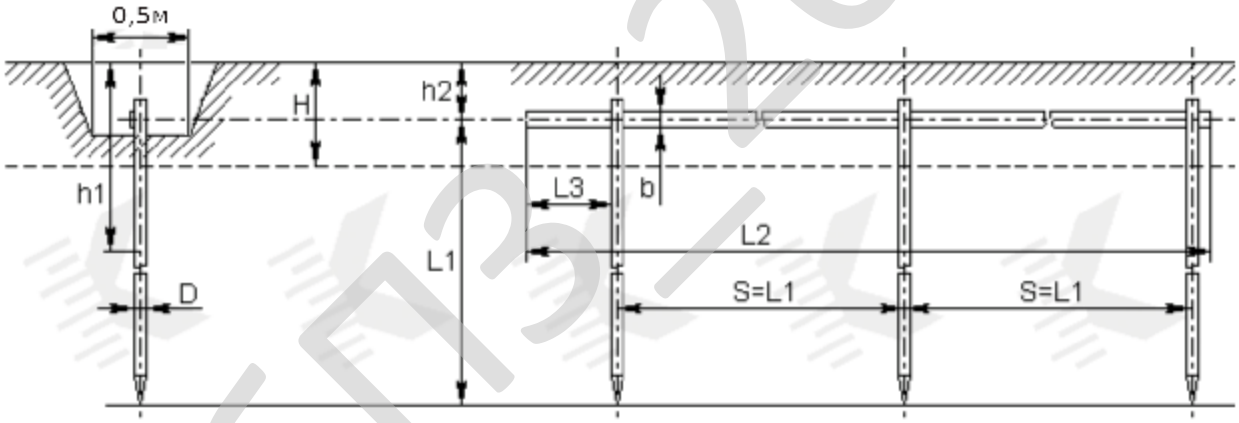

Рисунок 8.1 – Схема штучного заземлення

Висновки до розділу.

Дотримання всіх необхідних умов праці не лише сприяє збереженню здоров'я працівників, а також підвищує ефективність виробництва вцілому.

З цих міркувань було здійснено аналіз приміщення, призначеного для праці програмістів, проведено розгляд питань пожежної безпеки, небезпечних та шкідливих факторів, що негативно впливають на програмістів під час роботи.

Тільки повна усвідомленість працівника про можливі небезпеки, що можуть підстерігати його на робочому місці та дотримання вимог нормативних актів о питань охорони праці та відповідних рекомендацій фахівців, дозволять значною мірою знизити негативний вплив шкідливих та небезпечних факторів при роботі з комп'ютером на організм людини.

Виконано розрахунок захисного штучного заземлення, як одного з ключових факторів безпеки програміста.

9 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, призначено для системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

В межах України в недостатній мірі представлені вітчизняні розробки в цій області.

У випускній кваліфікаційній роботі за другим (магістерським) рівнем вищої освіти наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

– Був проведений огляд існуючих систем управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

– Досліджена система управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

– На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Розроблене програмне забезпечення має простий, дружній та зручний інтерфейс користувача, що забезпечує легкість у освоєнні роботи програмного продукту, зручність у використанні, і не потребує особливих спеціальних знань.

При створені програмного забезпечення було використано об'єктно-орієнтований підхід, що відповідає сучасним тенденціям у галузі розробки комерційних програмних систем.

Програма реалізована на мові високого рівня Visual C#. Дана мова програмування дозволяє найбільш ефективно обробляти дані. Це дозволило мінімізувати строк розробки програмного забезпечення, і, як слід, зменшити витрати на його розробку. Запропоноване програмне забезпечення ділиться на загальне програмне забезпечення, що поставляється із засобами обчислювальної техніки й спеціальне програмне забезпечення, що спеціально розроблене для даної конкретної системи й включає програми, що реалізують її функції.

Програма призначена для виконання під управлінням багатозадачної операційної системи Windows 10/11.

Даються необхідні рекомендації з установки розробленого програмного забезпечення.

Для підвищення рівня безпеки запропоновано застосовувати алгоритм UMAC.

В цілому створене програмне забезпечення підтверджує правильність використаних проектних рішень та повністю відповідає вимогам технічного завдання. Створене програмне забезпечення має потенційну можливість для подальшого вдосконалення і застосування у різних галузях.

Розроблена програма має реальний економічний ефект від її впровадження у виробництво у сумі 4414 грн. З урахуванням вартості розробки програми та обладнання, строк окуплення становить 2,3 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Івандюк В.В. Дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних // Збірник праць молодих науковців ЦНТУ. – Вип. 14. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023.

2. Scott Jernigan «CompTIA Network+ Certification All-in-One Exam Guide, Eighth Edition». 2022. – 976 p.

3. Doug Lowe «Networking For Dummies 12th Edition». 2020. – 480 p.

4. Ramon Nastase «Computer Networking: The Beginner's guide for Mastering Computer Networking, the Internet and the OSI Model». 2018. – 186 p.

5. Russ White & Ethan Banks «Computer Networking Problems and Solutions: An Innovative Approach to Building Resilient, Modern Networks». 2017. – 832 p.

6. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.

7. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.

8. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.

9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.

10. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.

11. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT),* Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.

12. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.

13. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 125-136.

14. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366-379.

15. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 633-645.

16. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaicenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.

17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019,

Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.

18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T),* Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.

19. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T),* Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.

20. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.

21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019*/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.

22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», *2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS)*, Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.

23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», *2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS)*, Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.

24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation

Properties», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2353, *CEUR Workshop Proceedings* 2019, Pages 618-629.

25. Smirnov A.A., Kuzne tsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», *Telecommunications and Radio Engineering*. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.

26. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». *Сучасні інформаційні системи,* 2023, том 7, № 2, С. 49-56.

27. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». *Проблеми інформатизації та управління,* № 2(70). 2022. С. 28-37.

28. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Системи управління, навігації та зв'язку,* 2022, № 3(69). С. 93-98.

29. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки»,* № 2 (307). С. 46-52. 2022.

30. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2022, № 1(67). С. 84-89.

31. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». *Сучасні інформаційні системи*. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95

32. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки.* №4. С. 103-110. 2020.

33. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. № 3(7). С. 43-62. 2020.

34. Смірнов О.А., Конопліцька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2020. – 294 с.

35. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «Дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5G» у *Кібербезпека та інформаційні технології: монографія.* – Х. : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.

36. Смірнов О.А., Дрєєва Г.М., Дрєєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки.* № 2(33). с. 161-172, 2019.

37. Смірнов О.А., Конопліцька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.

38. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).

39. Смірнов О.А., Дрєєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології : монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х. : Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139

40. Дрєєва Г.М., Смірнов О.А., Дрєєв О.М. Метод генерування фрактальноподібної числової послідовності на основі скінченного автомату для моделювання трафіку у мережі. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 173-183, 2019.

41. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дрєєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.

42. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., Смірнова Т.В., Конопліцька-Слободенюк О.К. Метод формування антивірусного захисту даних з використанням безпечної маршрутизації метаданих. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. – Том 3 № 3. – Київ: КУ ім. Бориса Грінченка. – 2019. – С. 63-87.

43. Смірнов О.А., Гнатюк С.О., Кавун С.В., Терейковський І.А., Жмурко Т.О., Смірнов С.А., Коваленко А.С. Основи безпеки в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2018. – 177 с.

44. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018

45. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К., Дрєєв А.М. Алгоритми формування безлічі маршрутів передачі метаданих у антивірусні хмарні системи. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Випуск 5 (142). – Х.: ХУПС – 2016. – С. 148-152.

46. Смірнов О.А., Смірнов С.А. Дідик А.К., Дрєєв О.М. Моделі системи нейромережевих експертів безпечної маршрутизації у хмарних антивірусних

системах. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Випуск 3 (140). – Х.: ХУПС – 2016. – С. 36-39.

47. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К., Дрєєв А.М. Спосіб контролю ліній зв'язку телекомунікаційної системи антивірусу. Спосіб контролю ліній зв'язку телекомунікаційної системи антивірусу. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 2 (47). – Харків: ХУПС. – 2016. – С. 121-127.

48. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К. Метод безпечної маршрутизації метаданих у хмарні антивірусні системи. Системи озброєння та військова техніка. – Випуск 2 (46) – Х.: ХУПС – 2016. – С. 146-149.

49. Смірнов О.А., Кавун С.В., Доренський О.П., Вялкова В.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 151 с.

50. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Дрєєв О.М. Мережні інформаційні технології. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 159 с.

51. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Доренський О.П., Дрєєв О.М., Вялкова В.І. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 233 с.

52. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Доренський О.П., Дрєєв О.М., Вялкова В.І. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 233 с.

Додаток А
(обов'язковий)

Технічне завдання

Зміст

1 Найменування та область застосування

Це технічне завдання розповсюджується на дослідження та програмну реалізацію системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

2 Підстава для розробки

Підставою для розробки служить завдання на випускну кваліфікаційну роботу за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, видане на кафедрі кібербезпеки та програмного забезпечення (нак. № 35-13 від 04.08.2023 року).

3 Мета та призначення розробки

Метою випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти є дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

4 Джерела розробки

Джерелом цієї випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти є стосовна до теми література і існуючі аналоги.

5 Технічні вимоги

5.1 Склад продукції

Складниками розробки є:

– вибір і обґрунтування методів реалізації проекту;

– розробка програмної частин системи, а також розробка взаємодії системи з ОС та з користувачем;

– техніко-економічне обґрунтування доцільності прийнятого до розробки програмного забезпечення;

– аналіз умов праці;

– розробка програми, що реалізує спроектовані алгоритми роботи системи.

5.2 Показники призначення

Система повинна забезпечувати:

– програмну реалізацію системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних;

– цілісність даних у процесі роботи та при зберіганні;

– простий, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

5.3 Вимоги до функціональних характеристик

Розроблене програмне забезпечення не повинно мати обмежень на версію драйверів та операційної системи.

5.4 Вимоги до архітектури

Компонент, що розробляється повинен використовувати системні засоби та апаратні засоби, що на даному етапі розвитку обчислювальної техніки найбільше поширені.

5.5 Вимоги до надійності

Програмні модулі написані по всім правилам, які стосуються стандартних викликів процедур, функцій, методів і форм, визначених технічною документацією на середовище розробки.

5.6 Умови експлуатації

Робочі місця користувачів ПЗ повинні задовольняти наступним умовам експлуатації:

– температура повітря: 19-20 град. по Цельсію;

– відносна вологість повітря до 80%;

– атмосферний тиск 107 кПа.

5.7 Вимоги до складу та параметрів технічних засобів

Програмне забезпечення повинно бути реалізоване на ПЕОМ архітектури IBM PC, працювати в ОС Windows 10/11 і з сумісними з цією платформою пристроями і прикладним програмним забезпеченням.

5.8 Вимоги до інформаційної і програмної сумісності

Переносність програмного забезпечення повинна бути забезпечена за рахунок його реалізації стандартного інтерфейсу взаємодії з ОС, що працюють під управлінням ОС Windows 10/11.

5.8.1 Обладнання

Комп’ютер Intel® Celeron/8 Mb/1.2 Gb/SVGA 14” 1Mb або сумісні з ним.

5.8.2 Мова програмування

Середовище Visual C#.

5.8.3 Вхідні дані

Опис алгоритму роботи запропонованої системи.

5.8.4 Вихідні дані

Робоча програма.

6 Вимоги до програмної документації

Програмна продукція повинна бути представлена у виді опису структури даних, схем та опису алгоритму, а також текстів вихідних модулів програмного забезпечення згідно ЄСПД .

7 Економічні вимоги

7.1 Для ПЗ необхідно виробити функціонально-вартісний аналіз варіантів розробки.

7.2 Виконати розрахунок витрат показників економічного ефекту з урахуванням цін на 3 вересня 2023 року.

8 Вимоги щодо охорони праці

В частині охорони праці випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти повинні бути розглянуті пропозиції щодо підвищення працездатності ІТ-фахівців.

9 Перелік документів, що розробляються

– Наукова новизна – 1 аркуш.
– Структурна схема системи – 1 аркуш.
– Функціональна схема системи – 1 аркуш.
– Діаграма процесів – 1 аркуш.
– Блок-схема алгоритму роботи програми – 2 аркуша.
– Показники економічної ефективності – 1 аркуш.
– Пояснювальна записка – 99 аркушів.

10 Етапи розробки

10.1 Збір і обробка інформації по темі випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти. Постановка задачі на виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти (складання ТЗ).

10.2 Проведення досліджень або експериментальних робіт для уточнення основних положень випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти.

10.3 Розробка функціональних схем, блок схем алгоритмів роботи програмного забезпечення.

10.4 Побудова схем взаємодії даних.

10.5 Створення прототипу ПЗ.

10.6 Віднаходження ПЗ, аналіз отриманих результатів.

10.7 Робота над питанням охорони праці і техніки безпеки.

10.8 Розрахунок з техніко-економічного обґрунтування.

10.9 Оформлення пояснювальної записки і виконання робіт по графічній частині.

11 Порядок контролю та приймання

11.1 Подання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти на попередній захист 10.12.2023 р.

11.2 Подання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти на захист 13.12.2023 р.

Додаток Б

(обов’язковий)

Міністерство освіти і науки України

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

_____ Кислун О.А.

Дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних

Лістинг програми

Код документу 12

Носій: CD/DVD-диск / USB-флеш-накопичувач

Загальна кількість аркушів: 56

Літера: РП

Кропивницький – 2023 року

Файл ProcessForm.cs - вікно відображення процесів запису/читання та перевірки цілісності даних у віртуалізованому хмарному центрі обробки даних

```
namespace Data_Center
{
    partial class ProcessForm
    {
        /// <summary>
                /// </summary>
        private System.ComponentModel.IContainer components = null;

        /// <summary>
        /// Clean up any resources being used.
        /// </summary>
        /// <param name="disposing">true якщо керуючі ресурси повинні бути
розташовані, у іншому випадку  false.</param>
        protected override void Dispose(bool disposing)
        {
            if (disposing && (components != null))
            {
                components.Dispose();
            }
            base.Dispose(disposing);
        }

        #region Windows Form Designer generated code

        /// <summary>
        /// Необхідний метод для підтримки розробника - не модифікується
        /// зміст цього метода використовується редактором коду.
        /// </summary>
        private void InitializeComponent()
        {
            this.components = new System.ComponentModel.Container();
            System.ComponentModel.ComponentResourceManager resources = new
System.ComponentModel.ComponentResourceManager(typeof(ProcessForm));
            this.processPriorityGroupBox = new System.Windows.Forms.GroupBox();
            this.processPriorityComboBox = new System.Windows.Forms.ComboBox();
            this.processGroupBox = new System.Windows.Forms.GroupBox();
            this.processProgressBar = new System.Windows.Forms.ProgressBar();
            this.fileAnalyzeStatGroupBox = new System.Windows.Forms.GroupBox();
            this.percOfAltEccLabel = new System.Windows.Forms.Label();
            this.percOfDamageLabel = new System.Windows.Forms.Label();
            this.percOfAltEccLabel_ = new System.Windows.Forms.Label();
            this.percOfDamageLabel_ = new System.Windows.Forms.Label();
            this.logGroupBox = new System.Windows.Forms.GroupBox();
            this.logListBox = new System.Windows.Forms.ListBox();
            this.countGroupBox = new System.Windows.Forms.GroupBox();
            this.errorCountLabel = new System.Windows.Forms.Label();
            this.okCountLabel = new System.Windows.Forms.Label();
            this.errorPictureBox = new System.Windows.Forms.PictureBox();
            this.okPictureBox = new System.Windows.Forms.PictureBox();
            this.errorCountLabel_ = new System.Windows.Forms.Label();
            this.okCountLabel_ = new System.Windows.Forms.Label();
            this.toolTip = new System.Windows.Forms.ToolTip(this.components);
            this.stopButtonXP = new PinkieControls.ButtonXP();
            this.pauseButtonXP = new PinkieControls.ButtonXP();
            this.closingTimer = new System.Windows.Forms.Timer(this.components);
            this.processTimer = new System.Windows.Forms.Timer(this.components);
            this.processPriorityGroupBox.SuspendLayout();
            this.processGroupBox.SuspendLayout();
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.SuspendLayout();
            this.logGroupBox.SuspendLayout();
            this.countGroupBox.SuspendLayout();

((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.errorPictureBox)).BeginInit();
```

```
((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.okPictureBox)).BeginInit();
            this.SuspendLayout();
            //
            // processPriorityGroupBox
            //

this.processPriorityGroupBox.Controls.Add(this.processPriorityComboBox);
            this.processPriorityGroupBox.FlatStyle =
System.Windows.Forms.FlatStyle.Flat;
            this.processPriorityGroupBox.Location = new
System.Drawing.Point(617, 216);
            this.processPriorityGroupBox.Name = "processPriorityGroupBox";
            this.processPriorityGroupBox.Size = new System.Drawing.Size(135,
64);
            this.processPriorityGroupBox.TabIndex = 0;
            this.processPriorityGroupBox.TabStop = false;
            this.processPriorityGroupBox.Text = "Пріоритет процесу";
            //
            // processPriorityComboBox
            //
            this.processPriorityComboBox.BackColor =
System.Drawing.SystemColors.Control;
            this.processPriorityComboBox.DropDownStyle =
System.Windows.Forms.ComboBoxStyle.DropDownList;
            this.processPriorityComboBox.FlatStyle =
System.Windows.Forms.FlatStyle.Flat;
            this.processPriorityComboBox.FormattingEnabled = true;
            this.processPriorityComboBox.Items.AddRange(new object[] {
            "За замовчуванням",
            "Знижений",
            "Нормальний",
            "Підвищений",
            "Найвищий"});
            this.processPriorityComboBox.Location = new System.Drawing.Point(9,
33);
            this.processPriorityComboBox.Name = "processPriorityComboBox";
            this.processPriorityComboBox.Size = new System.Drawing.Size(117,
21);
            this.processPriorityComboBox.TabIndex = 0;
            this.processPriorityComboBox.TabStop = false;
            this.toolTip.SetToolTip(this.processPriorityComboBox, "Список
можливих значень пріоритету процесу обробки");
            this.processPriorityComboBox.SelectedIndexChanged += new
System.EventHandler(this.processPriorityComboBox_SelectedIndexChanged);
            //
            // processGroupBox
            //
            this.processGroupBox.Controls.Add(this.processProgressBar);
            this.processGroupBox.FlatStyle =
System.Windows.Forms.FlatStyle.Flat;
            this.processGroupBox.Location = new System.Drawing.Point(12, 9);
            this.processGroupBox.Name = "processGroupBox";
            this.processGroupBox.Size = new System.Drawing.Size(871, 65);
            this.processGroupBox.TabIndex = 0;
            this.processGroupBox.TabStop = false;
            this.processGroupBox.Text = "Обробка";
            //
            // processProgressBar
            //
            this.processProgressBar.Location = new System.Drawing.Point(14, 30);
            this.processProgressBar.Name = "processProgressBar";
            this.processProgressBar.Size = new System.Drawing.Size(844, 20);
            this.processProgressBar.Style =
System.Windows.Forms.ProgressBarStyle.Continuous;
            this.processProgressBar.TabIndex = 0;
            //
            // fileAnalyzeStatGroupBox
            //
```

```
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.Controls.Add(this.percOfAltEccLabel);
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.Controls.Add(this.percOfDamageLabel);
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.Controls.Add(this.percOfAltEccLabel_);
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.Controls.Add(this.percOfDamageLabel_);
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.FlatStyle =
System.Windows.Forms.FlatStyle.Flat;
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.Location = new System.Drawing.Point(12,
216);
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.Name = "fileAnalyzeStatGroupBox";
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.Size = new System.Drawing.Size(459,
64);
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.TabIndex = 0;
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.TabStop = false;
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.Text = "Результат аналізу цілісності
даних";
            //
            // percOfAltEccLabel
            //
            this.percOfAltEccLabel.AutoSize = true;
            this.percOfAltEccLabel.Location = new System.Drawing.Point(195, 41);
            this.percOfAltEccLabel.Name = "percOfAltEccLabel";
            this.percOfAltEccLabel.Size = new System.Drawing.Size(10, 13);
            this.percOfAltEccLabel.TabIndex = 0;
            this.percOfAltEccLabel.Text = "-";
            //
            // percOfDamageLabel
            //
            this.percOfDamageLabel.AutoSize = true;
            this.percOfDamageLabel.Location = new System.Drawing.Point(195, 20);
            this.percOfDamageLabel.Name = "percOfDamageLabel";
            this.percOfDamageLabel.Size = new System.Drawing.Size(10, 13);
            this.percOfDamageLabel.TabIndex = 0;
            this.percOfDamageLabel.Text = "-";
            //
            // percOfAltEccLabel_
            //
            this.percOfAltEccLabel_.AutoSize = true;
            this.percOfAltEccLabel_.Location = new System.Drawing.Point(7, 41);
            this.percOfAltEccLabel_.Name = "percOfAltEccLabel_";
            this.percOfAltEccLabel_.Size = new System.Drawing.Size(163, 13);
            this.percOfAltEccLabel_.TabIndex = 0;
            this.percOfAltEccLabel_.Text = "Резерв перевірочних даних для
відновлення:";
            //
            // percOfDamageLabel_
            //
            this.percOfDamageLabel_.AutoSize = true;
            this.percOfDamageLabel_.Location = new System.Drawing.Point(7, 20);
            this.percOfDamageLabel_.Name = "percOfDamageLabel_";
            this.percOfDamageLabel_.Size = new System.Drawing.Size(148, 13);
            this.percOfDamageLabel_.TabIndex = 0;
            this.percOfDamageLabel_.Text = "Всього пошкоджених секторів:";
            //
            // logGroupBox
            //
            this.logGroupBox.Controls.Add(this.logListBox);
            this.logGroupBox.Location = new System.Drawing.Point(12, 80);
            this.logGroupBox.Name = "logGroupBox";
            this.logGroupBox.Size = new System.Drawing.Size(871, 130);
            this.logGroupBox.TabIndex = 0;
            this.logGroupBox.TabStop = false;
            this.logGroupBox.Text = "Лог процесу";
            //
            // logListBox
            //
            this.logListBox.BackColor = System.Drawing.SystemColors.Control;
            this.logListBox.BorderStyle = System.Windows.Forms.BorderStyle.None;
            this.logListBox.FormattingEnabled = true;
            this.logListBox.HorizontalScrollbar = true;
```

```
            this.logListBox.Location = new System.Drawing.Point(7, 23);
            this.logListBox.Name = "logListBox";
            this.logListBox.SelectionMode =
System.Windows.Forms.SelectionMode.None;
            this.logListBox.Size = new System.Drawing.Size(851, 91);
            this.logListBox.TabIndex = 0;
            this.logListBox.TabStop = false;
            this.logListBox.UseTabStops = false;
            this.logListBox.SelectedIndexChanged += new
System.EventHandler(this.logListBox_SelectedIndexChanged);
            //
            // countGroupBox
            //
            this.countGroupBox.Controls.Add(this.errorCountLabel);
            this.countGroupBox.Controls.Add(this.okCountLabel);
            this.countGroupBox.Controls.Add(this.errorPictureBox);
            this.countGroupBox.Controls.Add(this.okPictureBox);
            this.countGroupBox.Controls.Add(this.errorCountLabel_);
            this.countGroupBox.Controls.Add(this.okCountLabel_);
            this.countGroupBox.Location = new System.Drawing.Point(482, 216);
            this.countGroupBox.Name = "countGroupBox";
            this.countGroupBox.Size = new System.Drawing.Size(124, 64);
            this.countGroupBox.TabIndex = 0;
            this.countGroupBox.TabStop = false;
            this.countGroupBox.Text = "Лічільник процесу";
            //
            // errorCountLabel
            //
            this.errorCountLabel.AutoSize = true;
            this.errorCountLabel.Location = new System.Drawing.Point(63, 41);
            this.errorCountLabel.Name = "errorCountLabel";
            this.errorCountLabel.Size = new System.Drawing.Size(13, 13);
            this.errorCountLabel.TabIndex = 0;
            this.errorCountLabel.Text = "0";
            this.toolTip.SetToolTip(this.errorCountLabel, "Лічильник некоректно
оброблених файлів");
            //
            // okCountLabel
            //
            this.okCountLabel.AutoSize = true;
            this.okCountLabel.Location = new System.Drawing.Point(63, 20);
            this.okCountLabel.Name = "okCountLabel";
            this.okCountLabel.Size = new System.Drawing.Size(13, 13);
            this.okCountLabel.TabIndex = 0;
            this.okCountLabel.Text = "0";
            this.toolTip.SetToolTip(this.okCountLabel, "Лічильник коректно
оброблених файлів");
            //
            // errorPictureBox
            //
            this.errorPictureBox.Image =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("errorPictureBox.Image")));
            this.errorPictureBox.Location = new System.Drawing.Point(10, 40);
            this.errorPictureBox.Name = "errorPictureBox";
            this.errorPictureBox.Size = new System.Drawing.Size(21, 15);
            this.errorPictureBox.TabIndex = 2;
            this.errorPictureBox.TabStop = false;
            //
            // okPictureBox
            //
            this.okPictureBox.Image =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("okPictureBox.Image")));
            this.okPictureBox.Location = new System.Drawing.Point(10, 19);
            this.okPictureBox.Name = "okPictureBox";
            this.okPictureBox.Size = new System.Drawing.Size(21, 15);
            this.okPictureBox.TabIndex = 1;
            this.okPictureBox.TabStop = false;
            //
            // errorCountLabel_
```

```
            //
            this.errorCountLabel_.AutoSize = true;
            this.errorCountLabel_.Location = new System.Drawing.Point(28, 41);
            this.errorCountLabel_.Name = "errorCountLabel_";
            this.errorCountLabel_.Size = new System.Drawing.Size(35, 13);
            this.errorCountLabel_.TabIndex = 0;
            this.errorCountLabel_.Text = "Error :";
            this.toolTip.SetToolTip(this.errorCountLabel_, "Лічильник некоректно
оброблених файлів");
            //
            // okCountLabel_
            //
            this.okCountLabel_.AutoSize = true;
            this.okCountLabel_.Location = new System.Drawing.Point(28, 20);
            this.okCountLabel_.Name = "okCountLabel_";
            this.okCountLabel_.Size = new System.Drawing.Size(28, 13);
            this.okCountLabel_.TabIndex = 0;
            this.okCountLabel_.Text = "OK :";
            this.toolTip.SetToolTip(this.okCountLabel_, "Лічильник коректно
оброблених файлів");
            //
            // toolTip
            //
            this.toolTip.AutomaticDelay = 2000;
            this.toolTip.AutoPopDelay = 20000;
            this.toolTip.InitialDelay = 2000;
            this.toolTip.ReshowDelay = 1000;
            //
            // stopButtonXP
            //
            this.stopButtonXP.BackColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(0)))), ((int)(((byte)(236)))),
((int)(((byte)(233)))), ((int)(((byte)(216)))));
            this.stopButtonXP.DefaultScheme = true;
            this.stopButtonXP.DialogResult =
System.Windows.Forms.DialogResult.None;
            this.stopButtonXP.Hint = "";
            this.stopButtonXP.Location = new System.Drawing.Point(762, 257);
            this.stopButtonXP.Name = "stopButtonXP";
            this.stopButtonXP.Scheme = PinkieControls.ButtonXP.Schemes.Blue;
            this.stopButtonXP.Size = new System.Drawing.Size(121, 23);
            this.stopButtonXP.TabIndex = 2;
            this.stopButtonXP.Text = "Перервати обробку";
            this.toolTip.SetToolTip(this.stopButtonXP, "Припинення обробки
файлів із закриттям даного вікна");
            this.stopButtonXP.Click += new
System.EventHandler(this.stopButtonXP_Click);
            //
            // pauseButtonXP
            //
            this.pauseButtonXP.BackColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(0)))), ((int)(((byte)(236)))),
((int)(((byte)(233)))), ((int)(((byte)(216)))));
            this.pauseButtonXP.DefaultScheme = true;
            this.pauseButtonXP.DialogResult =
System.Windows.Forms.DialogResult.None;
            this.pauseButtonXP.Hint = "";
            this.pauseButtonXP.Location = new System.Drawing.Point(762, 220);
            this.pauseButtonXP.Name = "pauseButtonXP";
            this.pauseButtonXP.Scheme = PinkieControls.ButtonXP.Schemes.Blue;
            this.pauseButtonXP.Size = new System.Drawing.Size(121, 23);
            this.pauseButtonXP.TabIndex = 1;
            this.pauseButtonXP.Text = "Пауза";
            this.toolTip.SetToolTip(this.pauseButtonXP, "Постановка/зняття
процесу обробки з паузи");
            this.pauseButtonXP.Click += new
System.EventHandler(this.pauseButtonXP_Click);
            //
            // closingTimer
```

```
            //
            this.closingTimer.Tick += new
System.EventHandler(this.closingTimer_Tick);
            //
            // processTimer
            //
            this.processTimer.Interval = 500;
            this.processTimer.Tick += new
System.EventHandler(this.processTimer_Tick);
            //
            // ProcessForm
            //
            this.AutoScaleDimensions = new System.Drawing.Size(6F, 13F);
            this.AutoScaleMode = System.Windows.Forms.AutoScaleMode.Font;
            this.ClientSize = new System.Drawing.Size(894, 292);
            this.ControlBox = false;
            this.Controls.Add(this.stopButtonXP);
            this.Controls.Add(this.pauseButtonXP);
            this.Controls.Add(this.countGroupBox);
            this.Controls.Add(this.processPriorityGroupBox);
            this.Controls.Add(this.logGroupBox);
            this.Controls.Add(this.fileAnalyzeStatGroupBox);
            this.Controls.Add(this.processGroupBox);
            this.DoubleBuffered = true;
            this.FormBorderStyle =
System.Windows.Forms.FormBorderStyle.FixedDialog;
            this.Icon =
((System.Drawing.Icon)(resources.GetObject("$this.Icon")));
            this.MaximizeBox = false;
            this.MinimizeBox = false;
            this.Name = "ProcessForm";
            this.ShowInTaskbar = false;
            this.StartPosition =
System.Windows.Forms.FormStartPosition.CenterScreen;
            this.Text = "Обробка файлу";
            this.Load += new System.EventHandler(this.ProcessForm_Load);
            this.processPriorityGroupBox.ResumeLayout(false);
            this.processGroupBox.ResumeLayout(false);
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.ResumeLayout(false);
            this.fileAnalyzeStatGroupBox.PerformLayout();
            this.logGroupBox.ResumeLayout(false);
            this.countGroupBox.ResumeLayout(false);
            this.countGroupBox.PerformLayout();

((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.errorPictureBox)).EndInit();

((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.okPictureBox)).EndInit();
            this.ResumeLayout(false);

        }

        #endregion

        private System.Windows.Forms.GroupBox processPriorityGroupBox;
        private System.Windows.Forms.GroupBox processGroupBox;
        private System.Windows.Forms.ProgressBar processProgressBar;
        private System.Windows.Forms.GroupBox fileAnalyzeStatGroupBox;
        private System.Windows.Forms.Label percOfDamageLabel_;
        private System.Windows.Forms.Label percOfAltEccLabel_;
        private System.Windows.Forms.GroupBox logGroupBox;
        private System.Windows.Forms.GroupBox countGroupBox;
        private System.Windows.Forms.Label errorCountLabel_;
        private System.Windows.Forms.Label okCountLabel_;
        private System.Windows.Forms.ListBox logListBox;
        private System.Windows.Forms.ComboBox processPriorityComboBox;
        private System.Windows.Forms.PictureBox errorPictureBox;
        private System.Windows.Forms.PictureBox okPictureBox;
        private System.Windows.Forms.Label errorCountLabel;
        private System.Windows.Forms.Label okCountLabel;
```

```
        private System.Windows.Forms.ToolTip toolTip;
        private System.Windows.Forms.Timer closingTimer;
        private System.Windows.Forms.Label percOfAltEccLabel;
        private System.Windows.Forms.Label percOfDamageLabel;
        private PinkieControls.ButtonXP pauseButtonXP;
        private PinkieControls.ButtonXP stopButtonXP;
        private System.Windows.Forms.Timer processTimer;
    }
}
```

Файл FileAnalyzer.cs - контроль цілісності даних

```
using System;
using System.Threading;
using System.IO;

namespace Data_Center
{
    /// <summary>
    /// Клас контролю цілісності набору файлів-томів
    /// </summary>
    public class FileAnalyzer
    {
        #region Delegates

        /// <summary>
        /// Делегат відновлення прогресу контролю цілісності файлів
        /// </summary>
        public OnUpdateDoubleValueHandler OnUpdateFileAnalyzeProgress;

        /// <summary>
        /// Делегат завершення процесу контролю цілісності файлів
        /// </summary>
        public OnEventHandler OnFileAnalyzeFinish;

        /// <summary>
        /// Делегат одержання статистики ушкоджень багатотомного архіву
        /// </summary>
        public OnUpdateTwoDoubleValueHandler OnGetDamageStat;

        #endregion Delegates

        #region Public Properties & Data

        /// <summary>
        /// Булевська властивість "Файл обробляється?"
        /// </summary>
        public bool InProcessing
        {
            get
            {
                if (
                        (this.thrFileAnalyzer != null)
                    &&
                        (
                            (this.thrFileAnalyzer.ThreadState ==
ThreadState.Running)
                        ||
                            (this.thrFileAnalyzer.ThreadState ==
ThreadState.WaitSleepJoin)
                        )
                    )
                {
                    return true;

                } else
                {
                    return false;
                }
            }
        }

        /// <summary>
        /// Булевська властивість "Екземпляр класу закінчив обробку
        /// (має актуальний стан змінних-членів)?"
        /// </summary>
        public bool Finished
```

```
{
    get
    {
        // Якщо клас не зайнятий обробкою - повертаємо значення
        if (!InProcessing)
        {
            return this.finished;

        } else
        {
            return false;
        }
    }
}

/// <summary>
/// Екземпляр класу повністю закінчив обробку?
/// </summary>
private bool finished;

/// <summary>
/// Булевська властивість "Безліч файлів оброблена коректно?"
/// </summary>
public bool ProcessedOK
{
    get
    {
        // Якщо клас не зайнятий обробкою - повертаємо значення
        if (!InProcessing)
        {
            return this.processedOK;

        } else
        {
            return false;
        }
    }
}

/// <summary>
/// Обробка набору файлів зроблена коректно?
/// </summary>
private bool processedOK;

/// <summary>
/// Список порядкових номерів наявних томів
/// </summary>
public int[] VolList
{
    get
    {
        if (!InProcessing)
        {
            return this.volList;

        } else
        {
            return null;
        }
    }
}

/// <summary>
/// Вектор, що вказує на состав томів
/// </summary>
private int[] volList;

/// <summary>
/// Всі томи для відновлення коректні?
```

```
        /// </summary>
        public bool AllEccVolsOK
        {
            get
            {
                if (!InProcessing)
                {
                    return this.allEccVolsOK;

                } else
                {
                    return false;
                }
            }
        }

        /// <summary>
        /// Всі томи для відновлення коректні?
        /// </summary>
        private bool allEccVolsOK;

        /// <summary>
        /// Пріоритет процесу
        /// </summary>
        public int ThreadPriority
        {
            get
            {
                return (int)this.threadPriority;
            }

            set
            {
                if (
                        (this.thrFileAnalyzer != null)
                     &&
                        (this.thrFileAnalyzer.IsAlive)
                    )
                {
                    switch (value)
                    {
                        default:
                        case 0:
                        {
                            this.threadPriority =
System.Threading.ThreadPriority.Lowest;

                            break;
                        }

                        case 1:
                        {
                            this.threadPriority =
System.Threading.ThreadPriority.BelowNormal;

                            break;
                        }

                        case 2:
                        {
                            this.threadPriority =
System.Threading.ThreadPriority.Normal;

                            break;
                        }

                        case 3:
                        {
```

```
                            this.threadPriority =
System.Threading.ThreadPriority.AboveNormal;

                            break;
                        }

                        case 4:
                        {
                            this.threadPriority =
System.Threading.ThreadPriority.Highest;

                            break;
                        }
                    }

                    // Установлюємо обраний пріоритет процесу
                    this.thrFileAnalyzer.Priority = this.threadPriority;

                    // Дублюємо установку параметра для підконтрольного об'єкта
                    if (this.eFileIntegrityCheck != null)
                    {
                        this.eFileIntegrityCheck.ThreadPriority = value;
                    }
                }
            }
        }

        /// <summary>
        /// Пріоритет процесу контролю цілісності файлів
        /// </summary>
        private ThreadPriority threadPriority;

        /// <summary>
        /// Подія, установлювана по завершенню обробки
        /// </summary>
        public ManualResetEvent[] FinishedEvent
        {
            get
            {
                return this.finishedEvent;
            }
        }

        /// <summary>
        /// Подія, установлювана по завершенню обробки
        /// </summary>
        private ManualResetEvent[] finishedEvent;

        #endregion Public Properties & Data

        #region Data

        /// <summary>
        /// Модуль для впакування (розпакування) ім'я файлу в префіксний формат
        /// </summary>
        private FileNamer eFileNamer;

        /// <summary>
        /// Екземпляр класу контролю цілісності набору файлів
        /// </summary>
        private FileIntegrityCheck eFileIntegrityCheck;

        /// <summary>
        /// Шлях до файлів для обробки
        /// </summary>
        private String path;

        /// <summary>
        /// Ім'я файлу, якому належить безліч томів
```

```
        /// </summary>
        private String fileName;

        /// <summary>
        /// Кількість основних томів
        /// </summary>
        private int dataCount;

        /// <summary>
        /// Кількість томів для відновлення
        /// </summary>
        private int eccCount;

        /// <summary>
        /// Тип кодера коду Ріда-Соломона (по типу використовуваної матриці
кодування)
        /// </summary>
        private int codecType;

        /// <summary>
        /// Використовується швидке добування з томів (без перевірки CRC-64)?
        /// </summary>
        private bool fastExtraction;

        /// <summary>
        /// Потік контролю цілісності файлу
        /// </summary>
        private Thread thrFileAnalyzer;

        /// <summary>
        /// Подія припинення обробки файлів
        /// </summary>
        private ManualResetEvent[] exitEvent;

        /// <summary>
        /// Подія продовження обробки файлів
        /// </summary>
        private ManualResetEvent[] executeEvent;

        /// <summary>
        /// Подія "пробудження" циклу очікування
        /// </summary>
        private ManualResetEvent[] wakeUpEvent;

        #endregion Data

        #region Construction & Destruction

        /// <summary>
        /// Конструктор класу перевірки цілісності набору файлів
        /// </summary>
        public FileAnalyzer()
        {
            // Модуль для впакування (розпакування) ім'я файлу в префіксний
формат
            this.eFileNamer = new FileNamer();

            // Створюємо екземпляр класу контролю цілісності набору файлів
            this.eFileIntegrityCheck = new FileIntegrityCheck();

            // Шлях до файлів для обробки за замовчуванням порожній
            this.path = "";

            // Ініціалізуємо ім'я файлу за замовчуванням
            this.fileName = "NONAME";

            // Спочатку всі томи для відновлення вважаємо ушкодженими
            this.allEccVolsOK = false;
```

```
            // Екземпляр класу повністю закінчив обробку?
            this.finished = true;

            // Обробка зроблена коректно?
            this.processedOK = false;

            // За замовчуванням встановлюється фоновий пріоритет
            this.threadPriority = 0;

            // Ініціалізуємо подію припинення обробки файлів
            this.exitEvent = new ManualResetEvent[] { new
ManualResetEvent(false) };

            // Ініціалізуємо подію продовження обробки файлів
            this.executeEvent = new ManualResetEvent[] { new
ManualResetEvent(false) };

            // Ініціалізуємо подію "пробудження" циклу очікування
            this.wakeUpEvent = new ManualResetEvent[] { new
ManualResetEvent(false) };

            // Подія, установлювана по завершенню обробки
            this.finishedEvent = new ManualResetEvent[] { new
ManualResetEvent(true) };
        }

        #endregion Construction & Destruction

        #region Public Operations

        /// <summary>
        /// Метод запуску потоку обробки обчислення й записи CRC64 у кінець
файлів
        /// </summary>
        /// <param name="path">Шлях до файлів для обробки</param>
        /// <param name="fileName">Ім'я файлу для обробки</param>
        /// <param name="dataCount">Конфігурація кількості основних
томів</param>
        /// <param name="eccCount">Конфігурація кількості томів для
відновлення</param>
        /// <param name="codecType">Тип кодера коду Ріда-Соломона (по типу
матриці)</param>
        /// <param name="runAsSeparateThread">Запускати в окремому
потоці?</param>
        /// <returns>Булевський прапор операції</returns>
        public bool StartToWriteCRC64(String path, String fileName, int
dataCount, int eccCount, int codecType, bool runAsSeparateThread)
        {
            // Якщо потік обчислення CRC-64 працює - не дозволяємо повторний
запуск
            if (InProcessing)
            {
                return false;
            }

            // Скидаємо прапор коректності результату перед запуском потоку
            this.processedOK = false;

            // Скидаємо індикатор актуального стану змінних-членів
            this.finished = false;

            // Зберігаємо шлях до файлів для обробки
            if (path == null)
            {
                this.path = "";

            } else
            {
                // Робимо виділення шляху з "path" у випадку,
```

```
                // якщо туди було записано повне ім'я
                this.path = this.eFileNamer.GetPath(path);
            }

            if (fileName == null)
            {
                // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                this.finished = true;

                // Установлюємо подію завершення обробки
                this.finishedEvent[0].Set();

                return false;
            }

            // Робимо виділення короткого ім'я файлу з "fileName" у випадку,
            // якщо туди було записано повне ім'я
            this.fileName = this.eFileNamer.GetShortFileName(fileName);

            // Перевіряємо на некоректну конфігурацію
            if (
                    (dataCount <= 0)
                 ||
                    (eccCount <= 0)
                 ||
                    ((dataCount + eccCount) >
(int)Code_Rid_Solomon_Const.MaxVolCountAlt)
                )
            {
                // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                this.finished = true;

                // Установлюємо подію завершення обробки
                this.finishedEvent[0].Set();

                return false;
            }

            // Зберігаємо кількість основних томів
            this.dataCount = dataCount;

            // Зберігаємо кількість томів для відновлення
            this.eccCount = eccCount;

            // Зберігаємо тип кодера коду Ріда-Соломона (по типу
використовуваної матриці кодування)
            this.codecType = codecType;

            // Указуємо, що потік повинен виконуватися
            this.exitEvent[0].Reset();
            this.executeEvent[0].Set();
            this.wakeUpEvent[0].Reset();
            this.finishedEvent[0].Reset();

            // Якщо зазначено, що не потрібен запуск в окремому потоці,
            // запускаємо в даному
            if (!runAsSeparateThread)
            {
                // Обчислюємо CRC-64 для кожного з файлів набору
                WriteCRC64();

                // Повертаємо результат обробки
                return this.processedOK;
            }

            // Створюємо потік обчислення й запису CRC-64...
            this.thrFileAnalyzer = new Thread(new ThreadStart(WriteCRC64));

            //...потім даємо йому ім'я...
```

```
            this.thrFileAnalyzer.Name = "FileAnalyzer.WriteCRC64()";

            //...установлюємо обраний пріоритет завдання...
            this.thrFileAnalyzer.Priority = this.threadPriority;

            //...і запускаємо його
            this.thrFileAnalyzer.Start();

            // Повідомляємо, що все нормально
            return true;
        }

        /// <summary>
        /// Метод запуску потоку обробки перевірки CRC64, записаного в кінець
        /// кожного з файлів набору, з генеруванням списку наявних томів
"volList",
        /// який буде використаний декодером для відновлення даних
        /// </summary>
        /// <param name="path">Шлях до файлів для обробки</param>
        /// <param name="fileName">Ім'я файлу для обробки</param>
        /// <param name="dataCount">Конфігурація кількості основних
томів</param>
        /// <param name="eccCount">Конфігурація кількості томів для
відновлення</param>
        /// <param name="codecType">Тип кодера коду Ріда-Соломона (по типу
матриці)</param>
        /// <param name="fastExtraction">Використовується швидке добування з
томів (без перевірки CRC-64)?</param>
        /// <param name="runAsSeparateThread">Запускати в окремому
потоці?</param>
        /// <returns>Булевський прапор операції</returns>
        public bool StartToAnalyzeCRC64(String path, String fileName, int
dataCount, int eccCount, int codecType, bool fastExtraction, bool
runAsSeparateThread)
        {
            // Якщо потік обчислення CRC-64 працює - не дозволяємо повторний
запуск
            if (InProcessing)
            {
                return false;
            }

            // Спочатку всі томи для відновлення вважаємо ушкодженими
            this.allEccVolsOK = false;

            // Скидаємо прапор коректності результату перед запуском потоку
            this.processedOK = false;

            // Скидаємо індикатор актуального стану змінних-членів
            this.finished = false;

            // Зберігаємо шлях до файлів для обробки
            if (path == null)
            {
                this.path = "";

            } else
            {
                // Робимо виділення шляху з "path" у випадку,
                // якщо туди було записано повне ім'я
                this.path = this.eFileNamer.GetPath(path);
            }

            if (fileName == null)
            {
                // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                this.finished = true;

                // Установлюємо подію завершення обробки
```

```
                this.finishedEvent[0].Set();

                return false;
            }

            // Робимо виділення короткого ім'я файлу з "fileName" у випадку,
            // якщо туди було записано повне ім'я
            this.fileName = this.eFileNamer.GetShortFileName(fileName);

            // Перевіряємо на некоректну конфігурацію
            if (
                    (dataCount <= 0)
                 ||
                    (eccCount <= 0)
                 ||
                    ((dataCount + eccCount) >
(int)Code_Rid_Solomon_Const.MaxVolCountAlt)
                )
            {
                // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                this.finished = true;

                // Установлюємо подію завершення обробки
                this.finishedEvent[0].Set();

                return false;
            }

            // Зберігаємо кількість основних томів
            this.dataCount = dataCount;

            // Зберігаємо кількість томів для відновлення
            this.eccCount = eccCount;

            // Зберігаємо тип кодека кодера коду Ріда-Соломона (по типу
використовуваної матриці кодування)
            this.codecType = codecType;

            // Використовується швидке добування з томів (без перевірки CRC-64)?
            this.fastExtraction = fastExtraction;

            // Указуємо, що потік повинен виконуватися
            this.exitEvent[0].Reset();
            this.executeEvent[0].Set();
            this.wakeUpEvent[0].Reset();
            this.finishedEvent[0].Reset();

            // Якщо зазначено, що не потрібен запуск в окремому потоці,
            // запускаємо в даному
            if (!runAsSeparateThread)
            {
                // Обчислюємо й перевіряємо CRC-64 для кожного з файлів набору
із заповненням
                // властивості VolList
                AnalyzeCRC64();

                // Повертаємо результат обробки
                return this.processedOK;
            }

            // Створюємо потік обчислення й перевірки CRC-64...
            this.thrFileAnalyzer = new Thread(new ThreadStart(AnalyzeCRC64));

            //...потім даємо йому ім'я...
            this.thrFileAnalyzer.Name = "FileAnalyzer.AnalyzeCRC64()";

            //...установлюємо обраний пріоритет завдання...
            this.thrFileAnalyzer.Priority = this.threadPriority;
```

```
            //...і запускаємо його
            this.thrFileAnalyzer.Start();

            // Повідомляємо, що все нормально
            return true;
        }

        /// <summary>
        /// Метод зупинки потоку
        /// </summary>
        public void Stop()
        {
            // Указуємо, що потік обробки більше не повинен виконуватися
            this.exitEvent[0].Set();

            // Примусово знімаємо з паузи
            this.executeEvent[0].Set();

            // Знімаємо з очікування в циклі
            this.wakeUpEvent[0].Set();
        }

        /// <summary>
        /// Постановка потоку обробки на паузу
        /// </summary>
        public void Pause()
        {
            // Ставимо на паузу
            this.executeEvent[0].Reset();

            // Знімаємо з очікування в циклі
            this.wakeUpEvent[0].Set();
        }

        /// <summary>
        /// Зняття потоку обробки з паузи
        /// </summary>
        public void Continue()
        {
            // Знімаємо обробку с паузи
            this.executeEvent[0].Set();
        }

        #endregion Public Operations

        #region Private Operations

        /// <summary>
        /// Обчислення й запис у кінець файлів значення CRC-64
        /// </summary>
        private void WriteCRC64()
        {
            // Обчислюємо значення модуля, що дозволить виводити відсоток
обробки
            // рівно при одиничному збільшенні для циклу по "i"
            int progressMod1 = (this.dataCount + this.eccCount) / 100;

            // Якщо модуль дорівнює нулю, то збільшуємо його до значення "1",
щоб
            // прогрес виводився на кожній ітерації (файл дуже маленький)
            if (progressMod1 == 0)
            {
                progressMod1 = 1;
            }

            // Піддаємо обробці всі томи
            for (int volNum = 0; volNum < (this.dataCount + this.eccCount);
volNum++)
            {
```

```
                // Зчитуємо первісне ім'я файлу
                String fileName = this.fileName;

                // Одержуємо ім'я вихідного файлу в префіксній формі
                this.eFileNamer.Pack(ref fileName, volNum, this.dataCount,
this.eccCount, this.codecType);

                // Формуємо повне ім'я файлу
                fileName = this.path + fileName;

                // Робимо обчислення CRC-64 для кожного файлу
                if (this.eFileIntegrityCheck.StartToWriteCRC64(fileName, true))
                {
                    // Цикл очікування завершення обробки файлу
                    while (true)
                    {
                        // Якщо не виявили встановленої події "executeEvent",
                        // те користувач хоче, щоб ми поставили обробку на паузу
-
                        if (!ManualResetEvent.WaitAll(this.executeEvent, 0,
false))
                        {
                            //...припиняємо роботу контрольованого алгоритму...
                            this.eFileIntegrityCheck.Pause();

                            //...програма переходить у режим сна
                            ManualResetEvent.WaitAll(this.executeEvent);

                            // А коли прокинулися, указуємо, що обробка повинна
тривати
                            this.eFileIntegrityCheck.Continue();
                        }

                        // Чекаємо кожне з перерахованих подій...
                        int eventIdx = ManualResetEvent.WaitAny(new
ManualResetEvent[] { this.wakeUpEvent[0], this.exitEvent[0],
this.eFileIntegrityCheck.FinishedEvent[0] });

                        //...якщо одержали сигнал до того, щоб прокинутися -
                        // переходимо на нову ітерацію, тому що прокидаємося
                        // перед постановкою на паузу...
                        if (eventIdx == 0)
                        {
                            //...попередньо скинувши подію, що змусила нас
прокинутися
                            this.wakeUpEvent[0].Reset();

                            continue;
                        }

                        //...якщо одержали сигнал до виходу з обробки...
                        if (eventIdx == 1)
                        {
                            //...зупиняємо контрольований алгоритм
                            this.eFileIntegrityCheck.Stop();

                            // Указуємо на те, що обробка була перервана
                            this.processedOK = false;

                            // Активуємо індикатор актуального стану змінних-
членів
                            this.finished = true;

                            // Установлюємо подію завершення обробки
                            this.finishedEvent[0].Set();

                            return;
                        }
```

```
                        //...якщо одержали сигнал про завершення обробки
вкладеним алгоритмом...
                        if (eventIdx == 2)
                        {
                            //...виходимо із циклу очікування завершення (цього
й чекали в while(true)!)
                            break;
                        }

                    } // while(true)

                } else
                {
                    // Скидаємо прапор коректності результату
                    this.processedOK = false;

                    // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                    this.finished = true;

                    // Установлюємо подію завершення обробки
                    this.finishedEvent[0].Set();

                    return;
                }

                // У зв'язку із закриттям великої кількості файлових потоків
                // необхідно дочекатися запису змін, внесених потоком
                // кодування в тіло класу. Потік уже не працює, але
                // установлена їм Булевська властивість, можливо, ще
                // "не виявилося"
                for (int i = 0; i < (int)WaitCount.MaxWaitCount; i++)
                {
                    if (!this.eFileIntegrityCheck.Finished)
                    {
                        Thread.Sleep((int)WaitTime.MinWaitTime);

                    } else
                    {
                        break;
                    }
                }

                // Якщо цикли очікування закриття файлових потоків не привели до
бажаного
                // результату - це помилка
                if (!this.eFileIntegrityCheck.ProcessedOK)
                {
                    // Указуємо на те, що обробка не була завершена коректно
                    this.processedOK = false;

                    // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                    this.finished = true;

                    // Установлюємо подію завершення обробки
                    this.finishedEvent[0].Set();

                    return;
                }

                // Виводимо прогрес обробки
                if (
                        ((volNum % progressMod1) == 0)
                     &&
                        (OnUpdateFileAnalyzeProgress != null)
                    )
                {
                    OnUpdateFileAnalyzeProgress(((double)(volNum + 1) /
(double)(this.dataCount + this.eccCount)) * 100.0);
                }
```

```
                // У випадку, якщо потрібна постановка на паузу, подію
"executeEvent"
                // буде скинуто, і будемо на паузі аж до його появи
                ManualResetEvent.WaitAll(this.executeEvent);

                // Якщо зазначено, що потрібно вийти з потоку - виходимо
                if (ManualResetEvent.WaitAll(this.exitEvent, 0, false))
                {
                    // Указуємо на те, що обробка була перервана
                    this.processedOK = false;

                    // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                    this.finished = true;

                    // Установлюємо подію завершення обробки
                    this.finishedEvent[0].Set();

                    return;
                }
            }

            // Повідомляємо про закінчення процесу обробки
            if (OnFileAnalyzeFinish != null)
            {
                OnFileAnalyzeFinish();
            }

            // Повідомляємо, що обробка пройшла коректно
            this.processedOK = true;

            // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
            this.finished = true;

            // Установлюємо подію завершення обробки
            this.finishedEvent[0].Set();
        }

          /// <summary>
        /// Обчислення й перевірка значення CRC-64, записаного наприкінці файлу
        /// </summary>
        private void AnalyzeCRC64()
        {
            // Обчислюємо значення модуля, що дозволить виводити відсоток
обробки
            // рівно при одиничному збільшенні для циклу по "i"
            int progressMod1 = (this.dataCount + this.eccCount) / 100;

            // Якщо модуль дорівнює нулю, то збільшуємо його до значення "1",
щоб
            // прогрес виводився на кожній ітерації (файл дуже маленький)
            if (progressMod1 == 0)
            {
                progressMod1 = 1;
            }

            // Виділяємо пам'ять під "volList"
            this.volList = new int[this.dataCount];

            // Виділяємо пам'ять під "altEccList"
            int[] altEccList = new int[this.eccCount];

            // Індекс у масиві томів
            int volListIdx = 0;

            // Індекс у масиві томів для відновлення
            int altEccListIdx = 0;

            // Лічильник кількості ушкоджених основних томів
```

```
            int dataVolMissCount = 0;

            // Лічильник кількості знайдених томів для відновлення
            int eccVolPresentCount = 0;

            // Ім'я файлу для обробки
            String fileName;

            // Піддаємо перевірці всі основні томи
            for (int dataNum = 0; dataNum < this.dataCount; dataNum++)
            {
                // Спочатку припускаємо, що поточний том ушкоджено
                bool dataVolIsOK = false;

                // Зчитуємо первісне ім'я файлу
                fileName = this.fileName;

                // Одержуємо ім'я вихідного файлу в префіксній формі
                this.eFileNamer.Pack(ref fileName, dataNum, this.dataCount,
this.eccCount, this.codecType);

                // Формуємо повне ім'я файлу
                fileName = this.path + fileName;

                // Якщо вихідний файл існує...
                if (File.Exists(fileName))
                {
                    // Якщо не використовується швидке добування - перевіряємо
на цілісність
                    // CRC-64, інакше думаємо, що все корректно (цілісність тому
беремо
                    // по факті його наявності)
                    if (!this.fastExtraction)
                    {
                        //...- робимо його перевірку
                        if (this.eFileIntegrityCheck.StartToCheckCRC64(fileName,
true))
                        {
                            // Цикл очікування завершення обробки файлу
                            while (true)
                            {
                                // Якщо не виявили встановленої події
"executeEvent",
                                // те користувач хоче, щоб ми поставили обробку
на паузу -
                                if (!ManualResetEvent.WaitAll(this.executeEvent,
0, false))
                                {
                                    //...припиняємо роботу контрольованого
алгоритму...
                                    this.eFileIntegrityCheck.Pause();

                                    //...програма переходить у режим сна
                                    ManualResetEvent.WaitAll(this.executeEvent);

                                    // А коли прокинулися, указуємо, що обробка
повинна тривати
                                    this.eFileIntegrityCheck.Continue();
                                }

                                // Чекаємо кожне з перерахованих подій...
                                int eventIdx = ManualResetEvent.WaitAny(new
ManualResetEvent[] { this.wakeUpEvent[0], this.exitEvent[0],
this.eFileIntegrityCheck.FinishedEvent[0] });

                                //...якщо одержали сигнал до того, щоб
прокинутися -
                                // переходимо на нову ітерацію, тому що
прокидаємося
```

```
                                // перед постановкою на паузу...
                                if (eventIdx == 0)
                                {
                                    //...попередньо скинувши подію, що змусила
нас прокинутися
                                    this.wakeUpEvent[0].Reset();

                                    continue;
                                }

                                //...якщо одержали сигнал до виходу з обробки...
                                if (eventIdx == 1)
                                {
                                    //...зупиняємо контрольований алгоритм
                                    this.eFileIntegrityCheck.Stop();

                                    // Указуємо на те, що обробка була перервана
                                    this.processedOK = false;

                                    // Активуємо індикатор актуального стану
змінних-членів
                                    this.finished = true;

                                    // Установлюємо подію завершення обробки
                                    this.finishedEvent[0].Set();

                                    return;
                                }

                                //...якщо одержали сигнал про завершення обробки
вкладеним алгоритмом...
                                if (eventIdx == 2)
                                {
                                    //...виходимо із циклу очікування завершення
(цього й чекали в while(true)!)
                                    break;
                                }
                            } // while(true)

                        } else
                        {
                            // Скидаємо прапор коректності результату
                            this.processedOK = false;

                            // Активуємо індикатор актуального стану змінних-
членів
                            this.finished = true;

                            // Установлюємо подію завершення обробки
                            this.finishedEvent[0].Set();

                            return;
                        }

                        // У зв'язку із закриттям великої кількості файлових
потоків
                        // необхідно дочекатися запису змін, внесених потоком
                        // кодування в тіло класу. Потік уже не працює, але
                        // установлене їм Булевська властивість, можливо, ще
                        // "не виявилося"
                        for (int i = 0; i < (int)WaitCount.MaxWaitCount; i++)
                        {
                            if (!this.eFileIntegrityCheck.Finished)
                            {
                                Thread.Sleep((int)WaitTime.MinWaitTime);

                            } else
                            {
```

```
                                break;
                            }
                        }

                        // Указуємо, що основний том коректний
                        if (this.eFileIntegrityCheck.ProcessedOK)
                        {
                            dataVolIsOK = true;
                        }

                    } else
                    {
                        // Указуємо, що основний том коректний
                        dataVolIsOK = true;
                    }

                    // Виводимо прогрес обробки
                    if (
                            ((dataNum % progressMod1) == 0)
                     &&
                            (OnUpdateFileAnalyzeProgress != null)
                        )
                    {
                        OnUpdateFileAnalyzeProgress(((double)(dataNum + 1) /
(double)(this.dataCount + this.eccCount)) * 100.0);
                    }

                    // У випадку, якщо потрібна постановка на паузу, подію
"executeEvent"
                    // буде скинуто, і будемо на паузі аж до його появи
                    ManualResetEvent.WaitAll(this.executeEvent);

                    // Якщо зазначено, що потрібно вийти з потоку - виходимо
                    if (ManualResetEvent.WaitAll(this.exitEvent, 0, false))
                    {
                        // Указуємо на те, що обробка була перервана
                        this.processedOK = false;

                        // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                        this.finished = true;

                        // Установлюємо подію завершення обробки
                        this.finishedEvent[0].Set();

                        return;
                    }
                }

                // Якщо даний основний том не ушкоджений, записуємо його в
"volList",
                // а інакше збільшуємо лічильник ушкоджених томів і ставимо на
місце
                // номера тому значення "-1", що вкаже на необхідність
підстановки
                // тому для відновлення
                if (dataVolIsOK)
                {
                    this.volList[volListIdx++] = dataNum;

                } else
                {
                    this.volList[volListIdx++] = -1;

                    // Збільшуємо лічильник кількості ушкоджених основних томів
                    dataVolMissCount++;
                }
            }

            // Тепер, коли знаємо кількість ушкоджених основних томів,
```

```
            // потрібно просканувати всі файли для відновлення, і визначити
            // необхідну їхню частину в список томів, а "надлишок" помістити в
            // список альтренативних томів для відновлення
            for (int eccNum = this.dataCount; eccNum < (this.dataCount +
this.eccCount); eccNum++)
            {
                // Спочатку припускаємо, що поточний том ушкоджено
                bool eccVolIsOK = false;

                // Зчитуємо первісне ім'я файлу
                fileName = this.fileName;

                // Одержуємо ім'я вихідного файлу в префіксній формі
                this.eFileNamer.Pack(ref fileName, eccNum, this.dataCount,
this.eccCount, this.codecType);

                // Формуємо повне ім'я файлу
                fileName = this.path + fileName;

                // Якщо вихідний файл існує...
                if (File.Exists(fileName))
                {
                    // Якщо не використовується швидке добування - перевіряємо
на цілісність
                    // CRC-64, інакше думаємо, що все корректно (цілісність тому
беремо
                    // по факту його наявності)
                    if (!this.fastExtraction)
                    {
                        //...- робимо його перевірку
                        if (this.eFileIntegrityCheck.StartToCheckCRC64(fileName,
true))
                        {
                            // Цикл очікування завершення обробки файлу
                            while (true)
                            {
                                // Якщо не виявили встановленої події
"executeEvent",
                                // то користувач хоче, щоб ми поставили обробку
на паузу -
                                if (!ManualResetEvent.WaitAll(this.executeEvent,
0, false))
                                {
                                    //...припиняємо роботу контрольованого
алгоритму...
                                    this.eFileIntegrityCheck.Pause();

                                    //...програма переходить у режим сна
                                    ManualResetEvent.WaitAll(this.executeEvent);

                                    // А коли прокинулися, указуємо, що обробка
повинна тривати
                                    this.eFileIntegrityCheck.Continue();
                                }

                                // Чекаємо кожне з перерахованих подій...
                                int eventIdx = ManualResetEvent.WaitAny(new
ManualResetEvent[] { this.wakeUpEvent[0], this.exitEvent[0],
this.eFileIntegrityCheck.FinishedEvent[0] });

                                //...якщо одержали сигнал до того, щоб
прокинутися -
                                // переходимо на нову ітерацію, тому що
прокидаємося
                                // перед постановкою на паузу...
                                if (eventIdx == 0)
                                {
                                    //...попередньо скинувши подію, що змусила
нас прокинутися
```

```
                                this.wakeUpEvent[0].Reset();

                                continue;
                            }

                            //...якщо одержали сигнал до виходу з обробки...
                            if (eventIdx == 1)
                            {
                                //...зупиняємо контрольований алгоритм
                                this.eFileIntegrityCheck.Stop();

                                // Указуємо на те, що обробка була перервана
                                this.processedOK = false;

                                // Активуємо індикатор актуального стану
змінних-членів
                                this.finished = true;

                                // Установлюємо подію завершення обробки
                                this.finishedEvent[0].Set();

                                return;
                            }

                            //...якщо одержали сигнал про завершення обробки
вкладеним алгоритмом...
                            if (eventIdx == 2)
                            {
                                //...виходимо із циклу очікування завершення
(цього й чекали в while(true)!)
                                break;
                            }

                        } // while(true)

                    } else
                    {
                        // Скидаємо прапор коректності результату
                        this.processedOK = false;

                        // Активуємо індикатор актуального стану змінних-
членів
                        this.finished = true;

                        // Установлюємо подію завершення обробки
                        this.finishedEvent[0].Set();

                        return;
                    }

                    // У зв'язку із закриттям великої кількості файлових
потоків
                    // необхідно дочекатися запису змін, внесених потоком
                    // кодування в тіло класу. Потік уже не працює, але
                    // установлена їм Булевська властивість, можливо, ще
                    // "не виявилася"
                    for (int i = 0; i < (int)WaitCount.MaxWaitCount; i++)
                    {
                        if (!this.eFileIntegrityCheck.Finished)
                        {
                            Thread.Sleep((int)WaitTime.MinWaitTime);

                        } else
                        {
                            break;
                        }
                    }

                    // Указуємо, що том для відновлення коректний
```

```
                        if (this.eFileIntegrityCheck.ProcessedOK)
                        {
                            eccVolIsOK = true;
                        }

                    } else
                    {
                        // Указуємо, що том для відновлення коректний
                        eccVolIsOK = true;
                    }

                    // Виводимо прогрес обробки
                    if (
                            ((eccNum % progressMod1) == 0)
                         &&
                            (OnUpdateFileAnalyzeProgress != null)
                        )
                    {
                        OnUpdateFileAnalyzeProgress(((double)(eccNum + 1) /
(double)(this.dataCount + this.eccCount)) * 100.0);
                    }

                    // У випадку, якщо потрібна постановка на паузу, подію
"executeEvent"
                    // буде скинуто, і будемо на паузі аж до його появи
                    ManualResetEvent.WaitAll(this.executeEvent);

                    // Якщо зазначено, що потрібно вийти з потоку - виходимо
                    if (ManualResetEvent.WaitAll(this.exitEvent, 0, false))
                    {
                        // Указуємо на те, що обробка була перервана
                        this.processedOK = false;

                        // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                        this.finished = true;

                        // Установлюємо подію завершення обробки
                        this.finishedEvent[0].Set();

                        return;
                    }
                }

                // Якщо том для відновлення гарний...
                if (eccVolIsOK)
                {
                    //...- додаємо його в список
                    altEccList[altEccListIdx++] = eccNum;

                    // Збільшуємо лічильник кількості томів для відновлення
                    eccVolPresentCount++;

                } else
                {
                    //...а інакше вказуємо, що том ушкоджено
                    altEccList[altEccListIdx++] = -1;
                }
            }

            // Якщо значення лічильника кількості коректних томів для
відновлення збігається
            // зі значенням лічильника томів для відновлення конфігурації - всі
томи для
            // відновлення є неушкодженими
            if (eccVolPresentCount == this.eccCount)
            {
                this.allEccVolsOK = true;
            }
```

```
            // Виводимо статистику ушкоджень
            if (OnGetDamageStat != null)
            {
                // Обчислюємо загальний відсоток ушкоджень (суму ушкоджень
                // основних томів і томів для відновлення ділимо на загальну
кількість томів)
                double percOfDamage = ((double)(dataVolMissCount +
(this.eccCount - eccVolPresentCount)) / (double)(this.dataCount +
this.eccCount)) * 100;

                // Обчислюємо відсоток "" альтернативних томів, щовижили, для
відновлення
                // Альтернативні томи - це спочатку ті томи, які не планується
використовувати для відновлення
                double percOfAltEcc = ((double)(eccVolPresentCount -
dataVolMissCount) / (double)this.eccCount) * 100;

                // Виводимо статистику ушкоджень
                OnGetDamageStat(percOfDamage, percOfAltEcc);
            }

            // Якщо немає ушкоджених основних томів, просто виходимо
            if (dataVolMissCount == 0)
            {
                // Повідомляємо про закінчення процесу обробки
                if (OnFileAnalyzeFinish != null)
                {
                    OnFileAnalyzeFinish();
                }

                // Указуємо на те, що дані не ушкоджені
                this.processedOK = true;

                // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                this.finished = true;

                // Установлюємо подію завершення обробки
                this.finishedEvent[0].Set();

                return;
            }

            // Якщо ми не зможемо відновити ушкодження...
            if (eccVolPresentCount < dataVolMissCount)
            {
                //...указуємо на те, що дані не можуть бути відновлені
                this.processedOK = false;

                // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                this.finished = true;

                // Установлюємо подію завершення обробки
                this.finishedEvent[0].Set();

                return;
            }

            // Переміщаємося на початок списку альтернативних томів для
відновлення
            altEccListIdx = 0;

            // Тепер пробігаємося по вектору "volList", і замість кожного зі
значень "-1"
            // підставляємо чергове значення зі знайденого діапазону
            for (int i = 0; i < this.dataCount; i++)
            {
                if (this.volList[i] == -1)
                {
                    // Пробігаємося по векторі томів для відновлення,
```

```
                    // зупиняючись на коректному томі для відновлення
                    while (altEccList[altEccListIdx] == -1)
                    {
                        altEccListIdx++;
                    }

                    // Підставляємо на місце ушкодженого основного тому
                    // том для відновлення,...
                    this.volList[i] = altEccList[altEccListIdx];

                    //...забираючи використаний том зі списку альтернативних
                    altEccList[altEccListIdx] = -1;
                }
            }

            // Повідомляємо про закінчення процесу обробки
            if (OnFileAnalyzeFinish != null)
            {
                OnFileAnalyzeFinish();
            }

            // Повідомляємо, що обробка пройшла коректно
            this.processedOK = true;

            // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
            this.finished = true;

            // Установлюємо подію завершення обробки
            this.finishedEvent[0].Set();
        }

        #endregion Private Operations
    }
}
```

Файл MainForm.cs - головне вікно програми

```
namespace Data_Center
{
    partial class MainForm
    {
        /// <summary>
        ///
        /// </summary>
        private System.ComponentModel.IContainer components = null;

        /// <summary>
        ///
        /// </summary>
        /// <param name="disposing">правда, якщо керуючі ресурси повині бути
розташовані, неправда в іншому випадку.</param>
        protected override void Dispose(bool disposing)
        {
            if (disposing && (components != null))
            {
                components.Dispose();
            }
            base.Dispose(disposing);
        }

        #region Windows Form Designer generated code

        /// <summary>
        /// Викликаємо метод для підтримки інтерфейсу
        /// </summary>
        private void InitializeComponent()
        {
            this.components = new System.ComponentModel.Container();
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode1 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("");
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode2 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("Documents and Settings", 18, 20, new
System.Windows.Forms.TreeNode[] {
            treeNode1});
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode3 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("");
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode4 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("Завантаження", 18, 20, new
System.Windows.Forms.TreeNode[] {
            treeNode3});
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode5 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("");
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode6 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("Program Files", 18, 20, new
System.Windows.Forms.TreeNode[] {
            treeNode5});
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode7 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("");
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode8 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("RapidDriver", 18, 20, new
System.Windows.Forms.TreeNode[] {
            treeNode7});
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode9 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("");
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode10 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("Server", 18, 20, new
System.Windows.Forms.TreeNode[] {
            treeNode9});
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode11 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("");
```

```
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode12 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("WINDOWS", 18, 20, new
System.Windows.Forms.TreeNode[] {
            treeNode11});
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode13 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("");
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode14 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("WINDOWS.0", 18, 20, new
System.Windows.Forms.TreeNode[] {
            treeNode13});
            System.Windows.Forms.TreeNode treeNode15 = new
System.Windows.Forms.TreeNode("SYSTEM2 (C:)", 23, 24, new
System.Windows.Forms.TreeNode[] {
            treeNode2,
            treeNode4,
            treeNode6,
            treeNode8,
            treeNode10,
            treeNode12,
            treeNode14});
            System.ComponentModel.ComponentResourceManager resources = new
System.ComponentModel.ComponentResourceManager(typeof(MainForm));
            this.menuStrip = new System.Windows.Forms.MenuStrip();
            this.fileToolStripMenuItem = new
System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem();
            this.instrumentToolStripMenuItem = new
System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem();
            this.adjustmentToolStripMenuItem = new
System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem();
            this.encodingfilterToolStripMenuItem = new
System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem();
            this.quickextractionToolStripMenuItem = new
System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem();
            this.helpToolStripMenuItem = new
System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem();
            this.separatorToolStripMenuItem = new
System.Windows.Forms.ToolStripSeparator();
            this.aboutToolStripMenuItem = new
System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem();
            this.coderConfigGroupBox = new System.Windows.Forms.GroupBox();
            this.redundancyGroupBox = new System.Windows.Forms.GroupBox();
            this.redundancyMacTrackBar = new
EConTech.Windows.MACUI.MACTrackBar();
            this.allVolCountGroupBox = new System.Windows.Forms.GroupBox();
            this.allVolCountMacTrackBar = new
EConTech.Windows.MACUI.MACTrackBar();
            this.toolTip = new System.Windows.Forms.ToolTip(this.components);
            this.browser = new FileBrowser.Browser();
            this.repairButton = new System.Windows.Forms.Button();
            this.testButton = new System.Windows.Forms.Button();
            this.recoverButton = new System.Windows.Forms.Button();
            this.protectButton = new System.Windows.Forms.Button();
            this.exitToolStripMenuItem = new
System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem();
            this.testspeedToolStripMenuItem = new
System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem();
            this.menuStrip.SuspendLayout();
            this.coderConfigGroupBox.SuspendLayout();
            this.redundancyGroupBox.SuspendLayout();
            this.allVolCountGroupBox.SuspendLayout();
            this.SuspendLayout();
            //
            // menuStrip
            //
            this.menuStrip.Items.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
            this.fileToolStripMenuItem,
            this.instrumentToolStripMenuItem,
            this.adjustmentToolStripMenuItem,
```

```
            this.helpToolStripMenuItem});
            this.menuStrip.LayoutStyle =
System.Windows.Forms.ToolStripLayoutStyle.Flow;
            this.menuStrip.Location = new System.Drawing.Point(0, 0);
            this.menuStrip.Name = "menuStrip";
            this.menuStrip.Size = new System.Drawing.Size(986, 21);
            this.menuStrip.TabIndex = 0;
            this.menuStrip.Text = "menuStrip";
            //
            // fileToolStripMenuItem
            //
            this.fileToolStripMenuItem.DropDownItems.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
            this.exitToolStripMenuItem});
            this.fileToolStripMenuItem.Name = "файлToolStripMenuItem";
            this.fileToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(45, 17);
            this.fileToolStripMenuItem.Text = "Файл";
            //
            // instrumentsToolStripMenuItem
            //
            this.instrumentToolStripMenuItem.DropDownItems.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
            this.testspeedToolStripMenuItem});
            this.instrumentToolStripMenuItem.Name =
"instrumentsToolStripMenuItem";
            this.instrumentToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(82,
17);
            this.instrumentToolStripMenuItem.Text = "Інструменти";
            //
            // adjustmentToolStripMenuItem
            //
            this.adjustmentToolStripMenuItem.DropDownItems.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
            this.encodingfilterToolStripMenuItem,
            this.quickextractionToolStripMenuItem});
            this.adjustmentToolStripMenuItem.Name =
"adjustmentToolStripMenuItem";
            this.adjustmentToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(74,
17);
            this.adjustmentToolStripMenuItem.Text = "Параметри";
            //
            // encodingfilterToolStripMenuItem
            //
            this.encodingfilterToolStripMenuItem.ImageScaling =
System.Windows.Forms.ToolStripItemImageScaling.None;
            this.encodingfilterToolStripMenuItem.Name =
"encodingfilterToolStripMenuItem";
            this.encodingfilterToolStripMenuItem.Size = new
System.Drawing.Size(216, 22);
            this.encodingfilterToolStripMenuItem.Text = "Шифруючий фільтр";
            this.encodingfilterToolStripMenuItem.Click += new
System.EventHandler(this.encodingfilterToolStripMenuItem_Click);
            //
            // helpToolStripMenuItem
            //
            this.helpToolStripMenuItem.DropDownItems.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
            this.separatorToolStripMenuItem,
            this.aboutToolStripMenuItem});
            this.helpToolStripMenuItem.Name = "helpToolStripMenuItem";
            this.helpToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(60, 17);
            this.helpToolStripMenuItem.Text = "Довідка";
            //
            // separatorToolStripMenuItem
            //
            this.separatorToolStripMenuItem.Name = "separatorToolStripMenuItem";
            this.separatorToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(163,
6);
            //
```

```
            // aboutToolStripMenuItem
            //
            this.aboutToolStripMenuItem.Name = "aboutToolStripMenuItem";
            this.aboutToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(166, 22);
            this.aboutToolStripMenuItem.Text = "Про програму...";
            this.aboutToolStripMenuItem.Click += new
System.EventHandler(this.aboutToolStripMenuItem_Click);
            //
            // coderConfigGroupBox
            //
            this.coderConfigGroupBox.Controls.Add(this.redundancyGroupBox);
            this.coderConfigGroupBox.Controls.Add(this.allVolCountGroupBox);
            this.coderConfigGroupBox.FlatStyle =
System.Windows.Forms.FlatStyle.Flat;
            this.coderConfigGroupBox.Location = new System.Drawing.Point(414,
26);
            this.coderConfigGroupBox.Name = "coderConfigGroupBox";
            this.coderConfigGroupBox.Size = new System.Drawing.Size(561, 98);
            this.coderConfigGroupBox.TabIndex = 5;
            this.coderConfigGroupBox.TabStop = false;
            this.coderConfigGroupBox.Text = "Конфігурація системи";
            //
            // redundancyGroupBox
            //
            this.redundancyGroupBox.Controls.Add(this.redundancyMacTrackBar);
            this.redundancyGroupBox.FlatStyle =
System.Windows.Forms.FlatStyle.Flat;
            this.redundancyGroupBox.Location = new System.Drawing.Point(286,
21);
            this.redundancyGroupBox.Name = "redundancyGroupBox";
            this.redundancyGroupBox.Size = new System.Drawing.Size(264, 65);
            this.redundancyGroupBox.TabIndex = 4;
            this.redundancyGroupBox.TabStop = false;
            this.redundancyGroupBox.Text = "Надлишковість кодування";
            //
            // allVolCountGroupBox
            //
            this.allVolCountGroupBox.Controls.Add(this.allVolCountMacTrackBar);
            this.allVolCountGroupBox.FlatStyle =
System.Windows.Forms.FlatStyle.Flat;
            this.allVolCountGroupBox.Location = new System.Drawing.Point(12,
21);
            this.allVolCountGroupBox.Name = "allVolCountGroupBox";
            this.allVolCountGroupBox.Size = new System.Drawing.Size(264, 65);
            this.allVolCountGroupBox.TabIndex = 3;
            this.allVolCountGroupBox.TabStop = false;
            this.allVolCountGroupBox.Text = "Довжина коду";
            //
            // toolTip
            //
            this.toolTip.AutomaticDelay = 2000;
            this.toolTip.AutoPopDelay = 20000;
            this.toolTip.InitialDelay = 2000;
            this.toolTip.ReshowDelay = 1000;
            //
            // redundancyMacTrackBar
            //
            this.redundancyMacTrackBar.BackColor =
System.Drawing.Color.Transparent;
            this.redundancyMacTrackBar.BorderColor =
System.Drawing.SystemColors.ActiveBorder;
            this.redundancyMacTrackBar.Font = new System.Drawing.Font("Verdana",
8.25F, System.Drawing.FontStyle.Bold, System.Drawing.GraphicsUnit.Point,
((byte)(0)));
            this.redundancyMacTrackBar.ForeColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(123)))), ((int)(((byte)(125)))),
((int)(((byte)(123)))));
            this.redundancyMacTrackBar.IndentHeight = 6;
```

```
            this.redundancyMacTrackBar.Location = new System.Drawing.Point(6,
24);
            this.redundancyMacTrackBar.Maximum = 199;
            this.redundancyMacTrackBar.Minimum = 0;
            this.redundancyMacTrackBar.Name = "redundancyMacTrackBar";
            this.redundancyMacTrackBar.Size = new System.Drawing.Size(252, 28);
            this.redundancyMacTrackBar.TabIndex = 6;
            this.redundancyMacTrackBar.TextTickStyle =
System.Windows.Forms.TickStyle.None;
            this.redundancyMacTrackBar.TickColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(148)))), ((int)(((byte)(146)))),
((int)(((byte)(148)))));
            this.redundancyMacTrackBar.TickHeight = 4;
            this.redundancyMacTrackBar.TickStyle =
System.Windows.Forms.TickStyle.None;
            this.redundancyMacTrackBar.TrackerColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(24)))), ((int)(((byte)(130)))),
((int)(((byte)(198)))));
            this.redundancyMacTrackBar.TrackerSize = new System.Drawing.Size(10,
16);
            this.redundancyMacTrackBar.TrackLineColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(90)))), ((int)(((byte)(93)))),
((int)(((byte)(90)))));
            this.redundancyMacTrackBar.TrackLineHeight = 3;
            this.redundancyMacTrackBar.Value = 19;
            this.redundancyMacTrackBar.ValueChanged += new
EConTech.Windows.MACUI.ValueChangedHandler(this.redundancyMacTrackBar_ValueChang
ed);
            this.redundancyMacTrackBar.MouseUp += new
System.Windows.Forms.MouseEventHandler(this.redundancyMacTrackBar_MouseUp);
            //
            // allVolCountMacTrackBar
            //
            this.allVolCountMacTrackBar.BackColor =
System.Drawing.Color.Transparent;
            this.allVolCountMacTrackBar.BorderColor =
System.Drawing.SystemColors.ActiveBorder;
            this.allVolCountMacTrackBar.Font = new
System.Drawing.Font("Verdana", 8.25F, System.Drawing.FontStyle.Bold,
System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(0)));
            this.allVolCountMacTrackBar.ForeColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(123)))), ((int)(((byte)(125)))),
((int)(((byte)(123)))));
            this.allVolCountMacTrackBar.IndentHeight = 6;
            this.allVolCountMacTrackBar.Location = new System.Drawing.Point(6,
24);
            this.allVolCountMacTrackBar.Maximum = 15;
            this.allVolCountMacTrackBar.Minimum = 0;
            this.allVolCountMacTrackBar.Name = "allVolCountMacTrackBar";
            this.allVolCountMacTrackBar.Size = new System.Drawing.Size(252, 28);
            this.allVolCountMacTrackBar.TabIndex = 5;
            this.allVolCountMacTrackBar.TextTickStyle =
System.Windows.Forms.TickStyle.None;
            this.allVolCountMacTrackBar.TickColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(148)))), ((int)(((byte)(146)))),
((int)(((byte)(148)))));
            this.allVolCountMacTrackBar.TickHeight = 4;
            this.allVolCountMacTrackBar.TickStyle =
System.Windows.Forms.TickStyle.None;
            this.allVolCountMacTrackBar.TrackerColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(24)))), ((int)(((byte)(130)))),
((int)(((byte)(198)))));
            this.allVolCountMacTrackBar.TrackerSize = new
System.Drawing.Size(10, 16);
            this.allVolCountMacTrackBar.TrackLineColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(90)))), ((int)(((byte)(93)))),
((int)(((byte)(90)))));
            this.allVolCountMacTrackBar.TrackLineHeight = 3;
            this.allVolCountMacTrackBar.Value = 2;
```

```
            this.allVolCountMacTrackBar.ValueChanged += new
EConTech.Windows.MACUI.ValueChangedHandler(this.allVolCountMacTrackBar_ValueChan
ged);
            this.allVolCountMacTrackBar.MouseUp += new
System.Windows.Forms.MouseEventHandler(this.allVolCountMacTrackBar_MouseUp);
            //
            // browser
            //
            this.browser.AutoValidate =
System.Windows.Forms.AutoValidate.EnablePreventFocusChange;
            this.browser.ListViewMode = System.Windows.Forms.View.List;
            this.browser.Location = new System.Drawing.Point(12, 131);
            this.browser.Name = "browser";
            treeNode1.Name = "";
            treeNode1.Text = "";
            treeNode2.ImageIndex = 18;
            treeNode2.Name = "backreg";
            treeNode2.SelectedImageIndex = 20;
            treeNode2.Text = "backreg";
            treeNode3.Name = "";
            treeNode3.Text = "";
            treeNode4.ImageIndex = 18;
            treeNode4.Name = "";
            treeNode4.SelectedImageIndex = 20;
            treeNode4.Text = "Code_Rid_Solomon_";
            treeNode5.Name = "";
            treeNode5.Text = "";
            treeNode6.ImageIndex = 18;
            treeNode6.Name = "Documents and Settings";
            treeNode6.SelectedImageIndex = 20;
            treeNode6.Text = "Documents and Settings";
            treeNode7.Name = "";
            treeNode7.Text = "";
            treeNode8.ImageIndex = 18;
            treeNode8.Name = "Завантаження";
            treeNode8.SelectedImageIndex = 20;
            treeNode8.Text = "Завантаження";
            treeNode9.Name = "";
            treeNode9.Text = "";
            treeNode10.ImageIndex = 18;
            treeNode10.Name = "Inprise";
            treeNode10.SelectedImageIndex = 20;
            treeNode10.Text = "Inprise";
            treeNode11.Name = "";
            treeNode11.Text = "";
            treeNode12.ImageIndex = 18;
            treeNode12.Name = "Program Files";
            treeNode12.SelectedImageIndex = 20;
            treeNode12.Text = "Program Files";
            treeNode13.ImageIndex = 33;
            treeNode13.Name = "Recycled";
            treeNode13.SelectedImageIndex = 34;
            treeNode13.Text = "Recycled";
            treeNode14.ImageIndex = 18;
            treeNode14.Name = "КОРЗИНА";
            treeNode14.SelectedImageIndex = 20;
            treeNode14.Text = "КОРЗИНА";
            treeNode15.ImageIndex = 18;
            treeNode15.Name = "Системна інформація";
            treeNode15.SelectedImageIndex = 20;
            treeNode15.Text = "Системна інформація";
            treeNode16.ImageIndex = 18;
            treeNode16.Name = "temp";
            treeNode16.SelectedImageIndex = 20;
            treeNode16.Text = "temp";
            treeNode17.Name = "";
            treeNode17.Text = "";
            treeNode18.ImageIndex = 18;
            treeNode18.Name = "WINDOWS";
```

```
            treeNode18.SelectedImageIndex = 20;
            treeNode18.Text = "WINDOWS";
            treeNode19.ImageIndex = 23;
            treeNode19.Name = "Локальный диск (C:)";
            treeNode19.SelectedImageIndex = 24;
            treeNode19.Text = "Локальный диск (C:)";
            this.browser.SelectedNode = treeNode19;
            this.browser.ShowFoldersButton = false;
            this.browser.ShowNavigationBar = false;
            this.browser.Size = new System.Drawing.Size(962, 432);
            this.browser.SplitterDistance = 398;
            this.browser.StartUpDirectoryOther = "C:\\";
            this.browser.TabIndex = 0;
            this.browser.Load += new System.EventHandler(this.browser_Load);
            //
            // testButton
            //
            this.testButton.FlatStyle = System.Windows.Forms.FlatStyle.Popup;
            this.testButton.Image =
global::RecoveryData.Properties.Resources.table_sql_view32451;
            this.testButton.ImageAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.TopCenter;
            this.testButton.Location = new System.Drawing.Point(111, 27);
            this.testButton.Name = "testButton";
            this.testButton.Size = new System.Drawing.Size(100, 97);
            this.testButton.TabIndex = 4;
            this.testButton.Text = "Перевірка цілісності";
            this.testButton.TextAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.BottomCenter;
            this.testButton.UseVisualStyleBackColor = true;
            this.testButton.Click += new
System.EventHandler(this.testButton_Click);
            //
            // repairButton
            //
            this.repairButton.FlatStyle = System.Windows.Forms.FlatStyle.Popup;
            this.repairButton.Image =
global::RecoveryData.Properties.Resources.medical_bag465471;
            this.repairButton.ImageAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.TopCenter;
            this.repairButton.Location = new System.Drawing.Point(210, 27);
            this.repairButton.Name = "repairButton";
            this.repairButton.Size = new System.Drawing.Size(100, 97);
            this.repairButton.TabIndex = 3;
            this.repairButton.Text = "Відновлення цілісності";
            this.repairButton.TextAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.BottomCenter;
            this.repairButton.UseVisualStyleBackColor = true;
            this.repairButton.Click += new
System.EventHandler(this.repairButton_Click);
            //
            // recoverButton
            //
            this.recoverButton.FlatStyle = System.Windows.Forms.FlatStyle.Popup;
            this.recoverButton.Image =
global::RecoveryData.Properties.Resources.redo6786987;
            this.recoverButton.ImageAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.TopCenter;
            this.recoverButton.Location = new System.Drawing.Point(309, 27);
            this.recoverButton.Name = "recoverButton";
            this.recoverButton.Size = new System.Drawing.Size(100, 97);
            this.recoverButton.TabIndex = 2;
            this.recoverButton.Text = "Читання даних з диску";
            this.recoverButton.TextAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.BottomCenter;
            this.recoverButton.UseVisualStyleBackColor = true;
            this.recoverButton.Click += new
System.EventHandler(this.recoverButton_Click);
            //
```

```
            // protectButton
            //
            this.protectButton.BackColor = System.Drawing.SystemColors.Control;
            this.protectButton.FlatStyle = System.Windows.Forms.FlatStyle.Popup;
            this.protectButton.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans
Serif", 8.25F, System.Drawing.FontStyle.Regular,
System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(204)));
            this.protectButton.Image =
global::RecoveryData.Properties.Resources.Database_1_64x64e65768;
            this.protectButton.ImageAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.TopCenter;
            this.protectButton.Location = new System.Drawing.Point(12, 27);
            this.protectButton.Name = "protectButton";
            this.protectButton.Size = new System.Drawing.Size(100, 97);
            this.protectButton.TabIndex = 1;
            this.protectButton.Text = "Запис даних на диск";
            this.protectButton.TextAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.BottomCenter;
            this.protectButton.UseVisualStyleBackColor = false;
            this.protectButton.Click += new
System.EventHandler(this.protectButton_Click);
            //
            // ToolStripMenuItem
            //
            this.ToolStripMenuItem.Image =
global::RecoveryData.Properties.Resources.Exit;
            this.ToolStripMenuItem.Name = "ToolStripMenuItem";
            this.ToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(152, 22);
            this.ToolStripMenuItem.Text = "Вихід";
            this.ToolStripMenuItem.Click += new
System.EventHandler(this.выходToolStripMenuItem_Click);
            //
            // ToolStripMenuItem
            //
            this.тестБыстродействияToolStripMenuItem.Image =
global::RecoveryData.Properties.Resources.StartBenchmark;
            this.тестБыстродействияToolStripMenuItem.ImageScaling =
System.Windows.Forms.ToolStripItemImageScaling.None;
            this.ToolStripMenuItem.Name = "ToolStripMenuItem";
            this.ToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(161, 22);
            this.ToolStripMenuItem.Text = "Тест швидкодії";
            this.ToolStripMenuItem.Click += new
System.EventHandler(this.тестБыстродействияToolStripMenuItem_Click);
            //
            // MainForm
            //
            this.AutoScaleDimensions = new System.Drawing.SizeF(6F, 13F);
            this.AutoScaleMode = System.Windows.Forms.AutoScaleMode.Font;
            this.ClientSize = new System.Drawing.Size(986, 576);
            this.Controls.Add(this.coderConfigGroupBox);
            this.Controls.Add(this.testButton);
            this.Controls.Add(this.repairButton);
            this.Controls.Add(this.recoverButton);
            this.Controls.Add(this.protectButton);
            this.Controls.Add(this.browser);
            this.Controls.Add(this.menuStrip);
            this.FormBorderStyle =
System.Windows.Forms.FormBorderStyle.FixedDialog;
            this.Icon =
((System.Drawing.Icon)(resources.GetObject("$this.Icon")));
            this.MainMenuStrip = this.menuStrip;
            this.MaximizeBox = false;
            this.Name = "MainForm";
            this.StartPosition =
System.Windows.Forms.FormStartPosition.CenterScreen;
            this.Text = "Підвищення надійності зберігання даних на носіях
інформації";
            this.Load += new System.EventHandler(this.MainForm_Load);
```

```
            this.FormClosing += new
System.Windows.Forms.FormClosingEventHandler(this.MainForm_FormClosing);
            this.menuStrip.ResumeLayout(false);
            this.menuStrip.PerformLayout();
            this.coderConfigGroupBox.ResumeLayout(false);
            this.redundancyGroupBox.ResumeLayout(false);
            this.redundancyGroupBox.PerformLayout();
            this.allVolCountGroupBox.ResumeLayout(false);
            this.allVolCountGroupBox.PerformLayout();
            this.ResumeLayout(false);
            this.PerformLayout();

        }

        #endregion

        private System.Windows.Forms.MenuStrip menuStrip;
        private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem ToolStripMenuItem;
        private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem ToolStripMenuItem;
        private System.Windows.Forms.Button protectButton;
        private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem ToolStripMenuItem;
        private System.Windows.Forms.ToolStripSeparator
separatorToolStripMenuItem;
        private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem ToolStripMenuItem;
        private System.Windows.Forms.Button repairButton;
        private System.Windows.Forms.Button testButton;
        private System.Windows.Forms.GroupBox coderConfigGroupBox;
        private System.Windows.Forms.GroupBox redundancyGroupBox;
        private System.Windows.Forms.GroupBox allVolCountGroupBox;
        private EConTech.Windows.MACUI.MACTrackBar allVolCountMacTrackBar;
        private EConTech.Windows.MACUI.MACTrackBar redundancyMacTrackBar;
        private System.Windows.Forms.ToolTip toolTip;
        private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem ToolStripMenuItem;
        private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem ToolStripMenuItem;
        internal FileBrowser.Browser browser;
        private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem ToolStripMenuItem;
        private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem ToolStripMenuItem;
        private System.Windows.Forms.Button recoverButton;
    }
}
```

Файл Code_Rid_Solomon_Decoder.cs - декодер коду Ріда-Соломона

```
using System;
using System.Threading;

namespace Data_Center
{
    /// <summary>
    /// Клас декодера коду Ріда-Соломона
    /// </summary>
    public class Code_Rid_Solomon_Decoder : Code_Rid_Solomon_Base
    {
        #region Data

        // Масив булевських ознак "рядок матриці "FLog" тривіальна?"
        private bool[] FLogRowIsTrivial;

        // Список порядкових номерів наявних томів (нумерація з нуля)
        private int[] volList;

        #endregion Data

        #region Construction & Destruction

        /// <summary>
        /// Конструктор декодера за замовчуванням
        /// </summary>
        public Code_Rid_Solomon_Decoder()
        {
            // Створюємо об'єкт класу роботи з елементами поля Галуа
            this.eGF16 = new GF16();
        }

        /// <summary>
        /// Базовий конструктор декодера
        /// </summary>
        /// <param name="dataCount">Кількість основних томів</param>
        /// <param name="eccCount">Кількість томів для відновлення</param>
        /// <param name="volList">Список порядкових номерів наявних
томів</param>
        public Code_Rid_Solomon_Decoder(int dataCount, int eccCount, int[]
volList)
        {
            // Установка конфігурації кодера
            SetConfig(dataCount, eccCount, volList,
(int)Code_Rid_Solomon_Type.Alternative);

            // Створюємо об'єкт класу роботи з елементами поля Галуа
            this.eGF16 = new GF16();
        }

        /// <summary>
        /// Розширений конструктор декодера
        /// </summary>
        /// <param name="dataCount">Кількість основних томів</param>
        /// <param name="eccCount">Кількість томів для відновлення</param>
        /// <param name="volList">Список порядкових номерів наявних
томів</param>
        /// <param name="codecType">Тип кодера коду Ріда-Соломона (по типу
матриці)</param>
        public Code_Rid_Solomon_Decoder(int dataCount, int eccCount, int[]
volList, int codecType)
        {
            // Установка конфігурації кодера
            SetConfig(dataCount, eccCount, volList, codecType);

            // Створюємо об'єкт класу роботи з елементами поля Галуа
```

```
            this.eGF16 = new GF16();
        }

        #endregion Construction & Destruction

        #region Public Operations

        /// <summary>
        /// Установка конфігурації декодера
        /// </summary>
        /// <param name="dataCount">Кількість основних томів</param>
        /// <param name="eccCount">Кількість томів для відновлення</param>
        /// <param name="volList">Список порядкових номерів наявних
томів</param>
        /// <param name="codecType">Тип кодека кодера коду Ріда-Соломона (по
типу матриці)</param>
        /// <returns>Булевський прапор операції установки конфігурації</returns>
        public bool SetConfig(int dataCount, int eccCount, int[] volList, int
codecType)
        {
            int maxVolCount;

            // Установлюємо константи, що відповідають обраному режиму
            if (codecType == (int)Code_Rid_Solomon_Type.Dispersal)
            {
                maxVolCount = (int)Code_Rid_Solomon_Const.MaxVolCountDisp;

            } else
            {
                maxVolCount = (int)Code_Rid_Solomon_Const.MaxVolCountAlt;
            }

            // Перевіряємо конфігурацію на коректність
            if (
                    (dataCount > 0)
                 &&
                    (eccCount > 0)
                 &&
                    ((dataCount + eccCount) <= maxVolCount)
                 &&
                    (volList.Length >= dataCount)
                )
            {
                // Якщо основна конфігурація змінилася - сповіщаємо про це
                if (
                        (dataCount != this.n)
                     ||
                        (eccCount != this.m)
                     ||
                        (codecType != this.eCode_Rid_Solomon_Type)
                    )
                {
                    this.mainConfigChanged = true;
                }

                // Зберігаємо конфігурацію
                this.n = dataCount;
                this.m = eccCount;
                this.eCode_Rid_Solomon_Type = codecType;

                // Також перераховуємо кількість ітерацій всіх стадій підготовки
                double n = this.n;
                double m = this.m;

                // Нормалізуємо значення для розрахунку, щоб уникнути
переповнення змінних
                NormalizeNM(ref n, ref m);
```

```
                // Кількість ітерацій, що відслідковуються прогресом, на першій
стадії
                // залежить від типу використовуваної матриці
                if (this.eCode_Rid_Solomon_Type ==
(int)Code_Rid_Solomon_Type.Alternative)
                {
                    this.iterOfFirstStage = m;

                } else
                {
                    this.iterOfFirstStage = ((n * m) * n) + (n * ((n + m) + (n *
(n + m))));
                }

                this.iterOfSecondStage = (n * (((n - 1) * (n - 1)) + (n * n)));

                // Виділяємо пам'ять під масив булевських ознак "рядок матриці
"FLog" тривіальна?"
                this.FLogRowIsTrivial = new bool[dataCount];

                // Зберігаємо список наявних томів
                this.volList = volList;

                this.configIsOK = true;

            } else
            {
                //...указуємо на помилку конфігурації
                this.configIsOK = false;
            }

            return this.configIsOK;
        }

        /// <summary>
        /// Метод множення матриці кодування на вхідний прологарифмований вектор
        /// </summary>
        /// <param name="dataEccLog">Прологарифмований вхідний вектор (дані +
ecc)</param>
        /// <param name="data">Вихідний вектор (відновлені вихідні дані)</param>
        /// <returns>Булевський прапор результату операції</returns>
        public bool Process(int[] dataEccLog, ref int[] data)
        {
            // Якщо кодер зконфігуровано некоректно, обробка неможлива!
            if (!this.configIsOK)
            {
                return false;
            }

            // Копіюємо покажчик на масив експонент для скорочення часу обігу
            int[] GF16Exp = this.eGF16.GFExpTable;

            // Обчислення результату множення матриці на вектор
            for (int i = 0; i < this.n; i++)
            {
                // Якщо поточний рядок матриці не є тривіальної, робимо обробку
                if (!this.FLogRowIsTrivial[i])
                {
                    int mulSum = 0;     // Сума добутку рядка матриці на
стовпець
                    int i_n = i * this.n; // Зсув у масиві до елементів i-ой
рядка

                    for (int j = 0; j < this.n; j++)
                    {
                        mulSum ^= GF16Exp[this.FLog[i_n + j] + dataEccLog[j]];
                    }

                    data[i] = mulSum;
```

```
                } else
                {
                    data[i] = GF16Exp[dataEccLog[i]];
                }
            }

            return true;
        }

        #endregion Public Operations

        #region Private Operations

        /// <summary>
        /// Пошук матриці, зворотної до "FLog", методом Жорданових виключень
        /// (Дана модифікація методу може використовуватися тільки в тих
випадках,
        /// коли (-a) = (a), тому що через непотрібність пропущена стадія зміни
елементів),
        /// крім того, відсутній пошук ненульового розв'язного елемента (у
випадку
        /// роботи з матрицею Вандермонда наявність нуля на діагоналі - збій
кодека,
        /// тому ситуація з виявленням нуля сприймається винятково як помилка
        /// </summary>
        /// <returns>Булевський прапор результату операції</returns>
        private bool FInv()
        {
            // Обчислюємо розподіл відсотків ітерацій по стадіях для
            // коректної обробки відсотків
            double allStageIter   = this.iterOfFirstStage +
this.iterOfSecondStage;
            int percOfFirstStage  = (int)((100.0 * this.iterOfFirstStage)  /
allStageIter);
            int percOfSecondStage = (int)((100.0 * this.iterOfSecondStage) /
allStageIter);

            // Дана стадія повинна займати хоча б один відсоток
            // (для коректності розрахунків)
            if (percOfSecondStage == 0)
            {
                percOfSecondStage = 1;
            }

            // Обчислюємо значення модуля, що дозволить виводити відсоток
обробки
            // рівно при одиничному збільшенні для циклу по "k"
            int progressMod1 = this.n / percOfSecondStage;

            // Якщо модуль дорівнює нулю, то збільшуємо його до значення "1",
щоб
            // прогрес виводився на кожній ітерації
            if (progressMod1 == 0)
            {
                progressMod1 = 1;
            }

            // Цикл вибору розв'язного елемента "pivot"
            for (int k = 0; k < this.n; ++k)
            {
                // Якщо даний рядок тривіальна - просто переходимо на нову
ітерацію
                if (this.FLogRowIsTrivial[k])
                {
                    continue;
                }

                // Зсув у масиві до елементів k-ой рядка
```

```
                int k_n = k * this.n;

                // Індекс розв'язного елемента
                int pivotIdx = k_n + k;

                // Витягаємо розв'язний елемент
                int pivot = this.FLog[pivotIdx];

                // Якщо розв'язний елемент дорівнює нулю - матриця не має
зворотної
                if (pivot == 0)
                {
                    //...указуємо на помилку конфігурації
                    this.configIsOK = false;

                    // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                    this.finished = true;

                    // Установлюємо подію завершення обробки
                    this.finishedEvent[0].Set();

                    return false;
                }

                // Після добування розв'язного елемента поміщаємо на його місце
"1"
                this.FLog[pivotIdx] = 1;

                // Працюємо з рядками...
                for (int i = 0; i < this.n; i++)
                {
                    // Якщо перебуваємо на рядку розв'язного елемента -
переходимо
                    // на нову ітерацію
                    if (i == k)
                    {
                        continue;
                    }

                    // Зсув у масиві до елементів i-ой рядка
                    int i_n = i * this.n;

                    // Працюємо зі стовпцями...
                    for (int j = 0; j < this.n; j++)
                    {
                        // Якщо перебуваємо на стовпці розв'язного елемента -
переходимо
                        // на нову ітерацію...
                        if (j == k)
                        {
                            continue;
                        }

                        int idx = i_n + j;

                        //...а інакше робимо необхідні дії над матрицею:
                        // "A[i,j] = A[i,j] * pivot + A[i,k] * A[k,j]"
                        this.FLog[idx] = this.eGF16.Mul(this.FLog[idx], pivot) ^
this.eGF16.Mul(this.FLog[i_n + k], this.FLog[k_n + j]);
                    }
                }

                // Розподіл матриці на розв'язний елемент заміняємо множенням на
зворотний
                int pivotInv = this.eGF16.Inv(pivot);

                for (int i = 0; i < this.n; i++)
                {
                    // Зсув у масиві до елементів i-ой рядка
```

```
                    int i_n = (i * this.n);

                    for (int j = 0; j < this.n; j++)
                    {
                        int idx = i_n + j;

                        this.FLog[idx] = this.eGF16.Mul(this.FLog[idx],
pivotInv);
                    }
                }

                // Якщо є передплата на делегата відновлення прогресу -...
                if (
                        ((k % progressMod1) == 0)
                     &&
                        (OnUpdateCode_Rid_Solomon_MatrixFormingProgress != null)
                   )
                {
                    //...виводимо дані
                    OnUpdateCode_Rid_Solomon_MatrixFormingProgress((((double)(k
+ 1) / (double)this.n) * percOfSecondStage) + percOfFirstStage);
                }

                // У випадку, якщо потрібна постановка на паузу, подію
"executeEvent"
                // буде скинуто, і будемо на паузі аж до його появи
                ManualResetEvent.WaitAll(this.executeEvent);

                // Якщо зазначено, що потрібно вийти з потоку - виходимо
                if (ManualResetEvent.WaitAll(this.exitEvent, 0, false))
                {
                    // Указуємо, що декодер зконфігуровано некоректно
                    this.configIsOK = false;

                    // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                    this.finished = true;

                    // Установлюємо подію завершення обробки
                    this.finishedEvent[0].Set();

                    return false;
                }
            }

            return true;
        }

        /// <summary>
        /// Обчислення логарифмів значень інвертованої матриці
        /// <summary>
        private void LogFCalc()
        {
            // Працюємо з рядками...
            for (int i = 0; i < this.n; i++)
            {
                // Зсув у масиві до елементів і-ой рядка
                int i_n = i * this.n;

                // Працюємо зі стовпцями...
                for (int j = 0; j < this.n; j++)
                {
                    int idx = i_n + j;

                    this.FLog[idx] = this.eGF16.Log(this.FLog[idx]);
                }
            }
        }

        /// <summary>
```

```
        /// Заповнення матриці "FLog" (матриці декодера) даними
        /// </summary>
        protected override void FillFLog()
        {
            // Якщо довжина вектора наявних томів менше кількості,
            // необхідного для відновлення...
            if (this.volList.Length < this.n)
            {
                //...указуємо на помилку конфігурації
                this.configIsOK = false;

                // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                this.finished = true;

                // Установлюємо подію завершення обробки
                this.finishedEvent[0].Set();

                return;
            }

            // Виділяємо пам'ять під матрицю "FLog"
            this.FLog = new int[this.n * this.n];

            // Вектор лічильників всіх томів...
            int[] allVolCount = new int[this.n + this.m];

            //...і вектор ecc-томів для "затикання" пробілів, створених
            // загубленими основними томами
            int[] eccVolToFix = new int[this.m];

            // Лічильник кількості стертих основних томів
            int dataVolMissCount = this.n;

            // Ініціалізуємо масив лічильників всіх томів
            for (int i = 0; i < (this.n + this.m); i++)
            {
                allVolCount[i] = 0;
            }

            // Проводимо аналіз складу представлених томів на предмет наявності
основних
            for (int i = 0; i < this.n; i++)
            {
                // Обчислюємо номер поточного тому
                int currVol = Math.Abs(this.volList[i]);

                // Якщо номер тому відповідає припустимому діапазону
                if (currVol < (this.n + this.m))
                {
                    ++allVolCount[currVol];

                    // Якщо поточний том є основним, фіксуємо даний факт
                    if (currVol < this.n)
                    {
                        ---idataVolMissCount;
                    }

                } else
                {
                    // Указуємо на помилку конфігурації
                    this.configIsOK = false;

                    // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                    this.finished = true;

                    // Установлюємо подію завершення обробки
                    this.finishedEvent[0].Set();

                    return;
```

```
                }
            }

            // Перевіряємо лічильники томів на помилкове дублювання
            for (int i = 0; i < (this.n + this.m); i++)
            {
                // Якщо деякий том був зазначений більш ніж один раз...
                if (allVolCount[i] > 1)
                {
                    //...указуємо на помилку конфігурації
                    this.configIsOK = false;

                    // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                    this.finished = true;

                    // Установлюємо подію завершення обробки
                    this.finishedEvent[0].Set();

                    return;
                }
            }

            // Якщо перевірка на несуперечність не виявила проблем, починаємо
            // формувати матрицю "FLog"

            // Якщо основна конфігурація змінилася...
            if (this.mainConfigChanged)
            {
                if (this.eCode_Rid_Solomon_Type ==
(int)Code_Rid_Solomon_Type.Dispersal)
                {
                    //...робимо формування дисперсної матриці "D"
                    if (!MakeDispersalMatrix())
                    {
                        // Указуємо, що кодер зконфігуровано некоректно
                        this.configIsOK = false;

                        // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                        this.finished = true;

                        // Установлюємо подію завершення обробки
                        this.finishedEvent[0].Set();

                        return;
                    }

                } else
                {
                    //...робимо формування альтернативного заповнення матриці
"A"
                    if (!MakeAlternativeMatrix())
                    {
                        // Указуємо, що кодер зконфігуровано некоректно
                        this.configIsOK = false;

                        // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                        this.finished = true;

                        // Установлюємо подію завершення обробки
                        this.finishedEvent[0].Set();

                        return;
                    }
                }

                //...і скидаємо прапор
                this.mainConfigChanged = false;
            }
```

```
            // Для кожного загубленого основного тому шукаємо том для
відновлення
            for (int i = 0, j = 0; i < dataVolMissCount; i++)
            {
                // Рухаємося за списком томів доти, поки не знайдемо том для
                // відновлення для затикання "дірки" (основні томи мають номера
                // менше this.n (при нумерації з нуля!))
                while (this.volList[j] < this.n)
                {
                    j++;
                }

                // Зберігаємо номер тому для заміни загубленого основного тому
                eccVolToFix[i] = this.volList[j];

                j++; // j++ дозволяє перейти до наступного пошуку
            }

            // Працюємо по рядках матриці (в ідеалі, всі рядки повинні
заповнюватися
            // рядками з одиницею на головній діагоналі, що відповідає
відсутності
            // ушкоджень, але allVolCount укаже, якими є справи з наявністю
томів)
            for (int i = 0, e = 0; i < this.n; i++)
            {
                // Індекс рядка з дисперсної матриці, що буде поміщена в матрицю
кодування
                int DRowIdx;

                // Зсув у масиві до елементів i-ой рядка
                int i_n = i * this.n;

                // Якщо основний том відсутній, формуємо рядок матриці
Вандермонда
                if (allVolCount[i] == 0)
                {
                    // Обчислюємо номер рядка матриці Вандермонда, яку потрібно
вставити
                    // на місце даного рядка формованої матриці "FLog"
                    DRowIdx = eccVolToFix[e++];

                    // Указуємо, що даний рядок матриці "FLog" не тривіальна
                    this.FLogRowIsTrivial[i] = false;

                } else
                {
                    // Формуємо в матриці "FLog" нульовий рядок з одиницею на
головній діагоналі
                    // (відповідає наявному основному той)
                    DRowIdx = i;

                    // Указуємо, що даний рядок матриці "FLog" тривіальна
                    this.FLogRowIsTrivial[i] = true;
                }

                // Залежно від типу декодера беремо дані з відповідного масиву
                // (у ньому втримуються як рядки матриці Вандермонда, так і
"тривіальні" рядки,
                //  утримуючі нулі і єдиний елемент "1" на головній діагоналі)
                if (this.eCode_Rid_Solomon_Type ==
(int)Code_Rid_Solomon_Type.Dispersal)
                {
                    int bs = DRowIdx * this.n;

                    // Формування рядка в матриці кодування
                    // ("тривіальні" рядки вже втримуються в матриці "D", вони
вийшли
```

```
                    // "автоматично" на попередньому етапі обробки
MakeDispersal())
                    for (int j = 0; j < this.n; j++)
                    {
                        this.FLog[i_n + j] = this.D[bs + j];
                    }

                } else
                {
                    // Якщо це потрібно - формуємо "тривіальну" рядок...
                    if (this.FLogRowIsTrivial[i])
                    {
                        for (int j = 0; j < this.n; j++)
                        {
                            this.FLog[i_n + j] = 0;
                        }

                        this.FLog[i_n + i] = 1;

                    } else
                    {
                        int bs = (DRowIdx - this.n) * this.n;

                        //...а, інакше, беремо рядок матриці Вандермонда
                        for (int j = 0; j < this.n; j++)
                        {
                            this.FLog[i_n + j] = this.A[bs + j];
                        }
                    }
                }

                // У випадку, якщо потрібна постановка на паузу, подію
"executeEvent"
                // буде скинуто, і будемо на паузі аж до його появи
                ManualResetEvent.WaitAll(this.executeEvent);

                // Якщо зазначено, що потрібно вийти з потоку - виходимо
                if (ManualResetEvent.WaitAll(this.exitEvent, 0, false))
                {
                    //...указуємо на помилку конфігурації
                    this.configIsOK = false;

                    // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                    this.finished = true;

                    // Установлюємо подію завершення обробки
                    this.finishedEvent[0].Set();

                    return;
                }
            }

            // Знаходимо зворотну матрицю для "FLog"
            if (!FInv())
            {
                // Указуємо, що кодер зконфігуровано некоректно
                this.configIsOK = false;

                // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                this.finished = true;

                // Установлюємо подію завершення обробки
                this.finishedEvent[0].Set();

                return;
            }

            // Обчислюємо логарифми елементів інвертованої матриці
            LogFCalc();
```

```
            // Якщо є передплата на делегата завершення...
            if (OnCode_Rid_Solomon_MatrixFormingFinish != null)
            {
                //...повідомляємо, що екземпляр класу готовий до роботи
                OnCode_Rid_Solomon_MatrixFormingFinish();
            }

            // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
            this.finished = true;

            // Установлюємо подію завершення обробки
            this.finishedEvent[0].Set();
        }

        #endregion Private Operations

        #region Public Properties

        /// <summary>
        /// Список порядкових номерів наявних томів
        /// </summary>
        public int[] VolList
        {
            get
            {
                if (!InProcessing)
                {
                    return this.volList;

                } else
                {
                    return null;
                }
            }
        }

        #endregion Public Properties
    }
}
```

Файл Code_Rid_Solomon_Encoder.cs - кодер коду Ріда-Соломона

```
using System;
using System.Threading;

namespace Data_Center
{
    /// <summary>
    /// Клас кодера коду Ріда-Соломона
    /// </summary>
    public class Code_Rid_Solomon_Encoder : Code_Rid_Solomon_Base
    {
        #region Construction & Destruction

        /// <summary>
        /// Конструктор кодера за замовчуванням
        /// </summary>
        public Code_Rid_Solomon_Encoder()
        {
            // Створюємо об'єкт класу роботи з елементами поля Галуа
            this.eGF16 = new GF16();
        }

        /// <summary>
        /// Базовий конструктор кодера
        /// </summary>
        /// <param name="dataCount">Кількість основних томів</param>
        /// <param name="eccCount">Кількість томів для відновлення</param>
        public Code_Rid_Solomon_Encoder(int dataCount, int eccCount)
        {
            // Установка конфігурації кодера
            SetConfig(dataCount, eccCount,
(int)Code_Rid_Solomon_Type.Alternative);

            // Створюємо об'єкт класу роботи з елементами поля Галуа
            this.eGF16 = new GF16();
        }

        /// <summary>
        /// Розширений конструктор кодера
        /// </summary>
        /// <param name="dataCount">Кількість основних томів</param>
        /// <param name="eccCount">Кількість томів для відновлення</param>
        /// <param name="codecType">Тип кодера коду Ріда-Соломона (по типу
матриці)</param>
        public Code_Rid_Solomon_Encoder(int dataCount, int eccCount, int
codecType)
        {
            // Установка конфігурації кодера
            SetConfig(dataCount, eccCount, codecType);

            // Створюємо об'єкт класу роботи з елементами поля Галуа
            this.eGF16 = new GF16();
        }

        #endregion Construction & Destruction

        #region Public Operations

        /// <summary>
        /// Установка конфігурації кодера
        /// </summary>
        /// <param name="dataCount">Кількість основних томів</param>
        /// <param name="eccCount">Кількість томів для відновлення</param>
        /// <param name="codecType">Тип кодека кодера коду Ріда-Соломона (по
типу матриці)</param>
        /// <returns>Булевський прапор операції установки конфігурації</returns>
```

```
        public bool SetConfig(int dataCount, int eccCount, int codecType)
        {
            int maxVolCount;

            // Установлюємо константи, що відповідають обраному режиму
            if (codecType == (int)Code_Rid_Solomon_Type.Dispersal)
            {
                maxVolCount = (int)Code_Rid_Solomon_Const.MaxVolCountDisp;

            } else
            {
                maxVolCount = (int)Code_Rid_Solomon_Const.MaxVolCountAlt;
            }

            // Перевіряємо конфігурацію на коректність
            if (
                    (dataCount > 0)
                 &&
                    (eccCount > 0)
                 &&
                    ((dataCount + eccCount) <= maxVolCount)
                )
            {
                // Якщо основна конфігурація змінилася - сповіщаємо про це
                if (
                        (dataCount != this.n)
                     ||
                        (eccCount != this.m)
                     ||
                        (codecType != this.eCode_Rid_Solomon_Type)
                    )
                {
                    this.mainConfigChanged = true;
                }

                // Зберігаємо конфігурацію
                this.n = dataCount;
                this.m = eccCount;
                this.eCode_Rid_Solomon_Type = codecType;

                // Також перераховуємо кількість ітерацій всіх стадій підготовки
                double n = this.n;
                double m = this.m;

                // Нормалізуємо значення для розрахунку, щоб уникнути
переповнення змінних
                NormalizeNM(ref n, ref m);

                // Кількість ітерацій на першій стадії залежить від типу
використовуваної матриці
                if (this.eCode_Rid_Solomon_Type ==
(int)Code_Rid_Solomon_Type.Alternative)
                {
                    this.iterOfFirstStage = m;

                } else
                {
                    this.iterOfFirstStage = ((n * m) * n) + (n * ((n + m) + (n *
(n + m))));
                }

                this.iterOfSecondStage = 0; // У кодери немає інвертування
матриці

                this.configIsOK = true;

            } else
            {
                //...указуємо на помилку конфігурації
```

```
                this.configIsOK = false;
            }

            return this.configIsOK;
        }

        /// <summary>
        /// Метод множення матриці кодування на вхідний прологарифмований вектор
        /// </summary>
        /// <param name="dataLog">Прологарифмований вхідний вектор (вихідні
дані)</param>
        /// <param name="ecc">Вихідний вектор (надлишкові дані)</param>
        /// <returns>Булевський прапор результату операції</returns>
        public bool Process(int[] dataLog, ref int[] ecc)
        {
            // Якщо кодер зконфігуровано некоректно, обробка неможлива!
            if (!this.configIsOK)
            {
                return false;
            }

            // Копіюємо покажчик на масив експонент для скорочення часу обігу
            int[] GF16Exp = this.eGF16.GFExpTable;

            // Обчислення результату множення матриці на вектор
            for (int i = 0; i < this.m; i++)
            {
                int mulSum = 0;         // Сума добутку рядка матриці на
стовпець
                int i_n = i * this.n;   // Зсув у масиві до елементів i-ой рядка

                for (int j = 0; j < this.n; j++)
                {
                    mulSum ^= GF16Exp[this.FLog[i_n + j] + dataLog[j]];
                }

                ecc[i] = mulSum;
            }

            return true;
        }

        #endregion Public Operations

        #region Private Operations

        /// <summary>
        /// Заповнення матриці Вандермонда даними
        /// </summary>
        protected override void FillFLog()
        {
            // Якщо основна конфігурація змінилася...
            if (this.mainConfigChanged)
            {
                if (this.eCode_Rid_Solomon_Type ==
(int)Code_Rid_Solomon_Type.Dispersal)
                {
                    //...робимо формування дисперсної матриці "D"
                    if (!MakeDispersalMatrix())
                    {
                        // Указуємо, що кодер зконфігуровано некоректно
                        this.configIsOK = false;

                        // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                        this.finished = true;

                        // Установлюємо подію завершення обробки
                        this.finishedEvent[0].Set();
```

```
                        return;
                    }

                } else
                {
                    //...робимо формування альтернативного заповнення матриці
"A"
                    if (!MakeAlternativeMatrix())
                    {
                        // Указуємо, що кодер зконфігуровано некоректно
                        this.configIsOK = false;

                        // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                        this.finished = true;

                        // Установлюємо подію завершення обробки
                        this.finishedEvent[0].Set();

                        return;
                    }
                }

                // Виділяємо пам'ять під матрицю "FLog"
                this.FLog = new int[this.m * this.n];

                // Заповнюємо матрицю кодування
                for (int i = 0; i < this.m; i++)
                {
                    // Зсув у масиві до елементів i-ой рядка
                    int i_n = i * this.n;

                    // Залежно від типу кодера беремо дані з відповідного масиву
                    if (this.eCode_Rid_Solomon_Type ==
(int)Code_Rid_Solomon_Type.Dispersal)
                    {
                        // Формування рядка в матриці кодування
                        for (int j = 0; j < this.n; j++)
                        {
                            // У матрицю кодування поміщаємо логарифми її
вихідних елементів
                            // (для прискорення множення матриці на вектор)
                            this.FLog[i_n + j] = this.eGF16.Log(this.D[((this.n
+ i) * this.n) + j]);
                        }

                    } else
                    {
                        // Формування рядка в матриці кодування
                        for (int j = 0; j < this.n; j++)
                        {
                            int idx = i_n + j;

                            // У матрицю кодування поміщаємо логарифми її
вихідних елементів
                            // (для прискорення множення матриці на вектор)
                            this.FLog[idx] = this.eGF16.Log(this.A[idx]);
                        }
                    }

                    // У випадку, якщо потрібна постановка на паузу, подію
"executeEvent"
                    // буде скинуто, і будемо на паузі аж до його появи
                    ManualResetEvent.WaitAll(this.executeEvent);

                    // Якщо зазначено, що потрібно вийти з потоку - виходимо
                    if (ManualResetEvent.WaitAll(this.exitEvent, 0, false))
                    {
                        // Указуємо, що кодер зконфігуровано некоректно
                        this.configIsOK = false;
```

```
                        // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
                        this.finished = true;

                        // Установлюємо подію завершення обробки
                        this.finishedEvent[0].Set();

                        return;
                    }
                }

                // Якщо є передплата на делегата завершення...
                if (OnCode_Rid_Solomon_MatrixFormingFinish != null)
                {
                    //...повідомляємо, що екземпляр класу готовий до роботи
                    OnCode_Rid_Solomon_MatrixFormingFinish();
                }

                //...і скидаємо прапор
                this.mainConfigChanged = false;
            }

            // Якщо є передплата на делегата завершення...
            if (OnCode_Rid_Solomon_MatrixFormingFinish != null)
            {
                //...повідомляємо, що екземпляр класу готовий до роботи
                OnCode_Rid_Solomon_MatrixFormingFinish();
            }

            // Активуємо індикатор актуального стану змінних-членів
            this.finished = true;

            // Установлюємо подію завершення обробки
            this.finishedEvent[0].Set();
        }

        #endregion Private Operations
    }
}
```

Файл About.cs - вікно довідки про програму

```
namespace RecoveryData
{
    partial class AboutForm
    {
        /// <summary>
        /// Необхідні змінні розробника.
        /// </summary>
        private System.ComponentModel.IContainer components = null;

        /// <summary>
        /// Clean up any resources being used.
        /// </summary>
        /// <param name="disposing">true якщо керуючі ресурси повинні бути
розташовані, у іншому випадку  false.</param>
        protected override void Dispose(bool disposing)
        {
            if (disposing && (components != null))
            {
                components.Dispose();
            }
            base.Dispose(disposing);
        }

        #region Windows Form Designer generated code

        /// <summary>
        /// Необхідний метод для підтримки розробника - не модифікується
        /// зміст цього метода використовується редактором коду.
        /// </summary>
        private void InitializeComponent()
        {
            this.components = new System.ComponentModel.Container();
            this.developersListBoxdevelopersListBox = new
System.Windows.Forms.ListBox();
            this.Code_Rid_Solomon_IconTimer = new
System.Windows.Forms.Timer(this.components);
            this.okButtonXP = new PinkieControls.ButtonXP();
            this.SuspendLayout();
            //
            // developersListBoxdevelopersListBox
            //
            this.developersListBoxdevelopersListBox.BackColor =
System.Drawing.SystemColors.Control;
            this.developersListBoxdevelopersListBox.BorderStyle =
System.Windows.Forms.BorderStyle.None;
            this.developersListBoxdevelopersListBox.FormattingEnabled = true;
            this.developersListBoxdevelopersListBox.Items.AddRange(new object[]
{
            "МАГІСТРСЬКА ДИПЛОМНА РОБОТА",
            "",
            "На тему:",
            "",
            " Дослідження та програмна реалізація системи управління
віртуалізованими хмарними центрами обробки даних",
            "",
            "",
            "Керівник: Кислун О.А.",
            "",
            "Розробив: студент Івандюк Віктор Васильович",
            "                  гр. КІ-22М-2",
            "",
            "м. Кропивницький 2023"});
            this.developersListBoxdevelopersListBox.Location = new
System.Drawing.Point(11, 6);
            this.developersListBoxdevelopersListBox.Name =
"developersListBoxdevelopersListBox";
```

```
            this.developersListBoxdevelopersListBox.SelectionMode =
System.Windows.Forms.SelectionMode.None;
            this.developersListBoxdevelopersListBox.Size = new
System.Drawing.Size(330, 182);
            this.developersListBoxdevelopersListBox.TabIndex = 0;
            this.developersListBoxdevelopersListBox.TabStop = false;
            this.developersListBoxdevelopersListBox.SelectedIndexChanged += new
System.EventHandler(this.developersListBoxdevelopersListBox_SelectedIndexChanged
);
            //
            // Code_Rid_Solomon_IconTimer
            //
            this.Code_Rid_Solomon_IconTimer.Interval = 40;
            this.Code_Rid_Solomon_IconTimer.Tick += new
System.EventHandler(this.Code_Rid_Solomon_IconTimer_Tick);
            //
            // okButtonXP
            //
            this.okButtonXP.BackColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(0)))), ((int)(((byte)(236)))),
((int)(((byte)(233)))), ((int)(((byte)(216)))));
            this.okButtonXP.DefaultScheme = true;
            this.okButtonXP.DialogResult =
System.Windows.Forms.DialogResult.None;
            this.okButtonXP.Hint = "";
            this.okButtonXP.Location = new System.Drawing.Point(266, 177);
            this.okButtonXP.Name = "okButtonXP";
            this.okButtonXP.Scheme = PinkieControls.ButtonXP.Schemes.Blue;
            this.okButtonXP.Size = new System.Drawing.Size(75, 23);
            this.okButtonXP.TabIndex = 0;
            this.okButtonXP.Text = "OK";
            this.okButtonXP.Click += new
System.EventHandler(this.okButtonXP_Click);
            //
            // AboutForm
            //
            this.AutoScaleDimensions = new System.Drawing.SizeF(6F, 13F);
            this.AutoScaleMode = System.Windows.Forms.AutoScaleMode.Font;
            this.ClientSize = new System.Drawing.Size(350, 212);
            this.Controls.Add(this.okButtonXP);
            this.Controls.Add(this.developersListBoxdevelopersListBox);
            this.FormBorderStyle =
System.Windows.Forms.FormBorderStyle.FixedDialog;
            this.MaximizeBox = false;
            this.MinimizeBox = false;
            this.Name = "AboutForm";
            this.ShowInTaskbar = false;
            this.StartPosition =
System.Windows.Forms.FormStartPosition.CenterParent;
            this.Text = "Про програму...";
            this.Load += new System.EventHandler(this.AboutForm_Load);
            this.FormClosing += new
System.Windows.Forms.FormClosingEventHandler(this.AboutForm_FormClosing);
            this.ResumeLayout(false);

        }

        #endregion

        private System.Windows.Forms.ListBox developersListBoxdevelopersListBox;
        private System.Windows.Forms.Timer Code_Rid_Solomon_IconTimer;
        private PinkieControls.ButtonXP okButtonXP;

    }
}
```