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
“____” _____ 2024 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему
“Програмне забезпечення системи оптимізації мережного трафіку WAN”

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи КМ-20
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ Софієнко Д.В.
«____» _____ 2024 р.

Керівник проекту
кандидат технічних наук, доцент
_____ Минайленко Р.М.
«____» _____ 2024 р.
Рецензент _____
_____

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет *Механіко-технологічний*

Кафедра *Кібербезпеки та програмного забезпечення*

Освітній ступінь *бакалавр*

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
« 17 » січня 2024 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Софієнку Денису Володимировичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи *Програмне забезпечення системи оптимізації мережного трафіку WAN*

2. Керівник роботи *Минайленко Роман Миколайович, канд. техн. наук, доцент*
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № 133-02 від 01.04.2024 року

3. Строк подання студентом роботи до захисту *23.05.2024 р.*

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи*: Метою роботи є розробка програмного забезпечення системи оптимізації мережного трафіку WAN*

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

1. Призначення та область використання.

2.Перегляд аналогічних існуючих систем.

3. Опис і обґрунтування проектних рішень.

4. Етапи програмування системи.

5. Впровадження системи в промислову експлуатацію.

6. Висновки

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

Структурна схема системи	*1 аркуш*
Функціональна схема системи	*1 аркуш*
Діаграма процесів	*1 аркуш*
Блок-схема алгоритму роботи додатку	*2 аркуша*

7. Дата видачі завдання « 17 » січня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Строк виконання етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Примітка
1.	Аналіз існуючих систем	10.03.2024 р.	
2.	Постановка задачі, оформлення ТЗ	15.03.2024 р.	
3.	Розробка моделі компонента	20.03.2024 р.	
4.	Розробка структур даних	25.03.2024 р.	
5.	Розробка алгоритмів зв’язку та відображення	30.03.2024 р.	
6.	Програмування алгоритмів	10.04.2024 р.	
7.	Оформлення ПЗ	17.04.2024 р.	
8.	Попередній захист роботи	23.05.2024 р.	

Дата видачі завдання
« 17 » січня 2024 р.

Підпис керівника
_____ Минайленко Р.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 17 » січня 2024 р.

Підпис здобувача
_____ Софієнко Д.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Софієнко Д.В. Програмне забезпечення системи оптимізації мережного трафіку WAN. 123 Комп'ютерна інженерія. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2024.

В даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи оптимізації мережного трафіку WAN.

Метою розробки є програмне забезпечення системи оптимізації мережного трафіку WAN.

Результат роботи – програмна реалізація системи оптимізації мережного трафіку WAN.

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 з ОС Windows 10/11.

Програму розроблено в середовищі Delphi 10.4.1.

Ключові слова: комп'ютерна інженерія, оптимізація, мережний трафік, WAN

ABSTRACT

Sofiienko D.V. WAN network traffic optimization system software. 123 Computer engineering. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2024.

In this graduation thesis for the first (bachelor) level of higher education, software is developed, which is intended for the WAN network traffic optimization system.

The purpose of the development is the software of the WAN network traffic optimization system.

The result of the work is the software implementation of the WAN network traffic optimization system.

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 a PC with Windows 10/11 OS.

The program was developed in the Delphi 10.4.1 environment.

Keywords: computer engineering, optimization, network traffic, WAN

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ 2
ВСТУП..... 3
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ 5
1.1 Призначення системи..... 5
1.2 Область застосування..... 6
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ 7
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти..... 7
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування..... 11
2.3 Розгорнута постановка завдання 17
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ 19
3.1 Опис функціонування системи 19
3.2 Розробка структурної схеми..... 27
3.3 Розробка функціональної схеми 30
3.4 Розробка діаграми процесів..... 39
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ..... 41
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи..... 41
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення..... 54
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ..... 55
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ..... 60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 62

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

EOM	–	електронно-обчислювальна машина
ATM	–	Asynchronous Transfer Mode – асинхронний спосіб передачі даних
BER	–	Bit Error Rate – імовірність ушкодження одного біта
CBWFQ	–	class based weighted fair queueing
DiffServ	–	Differentiated Services – механізм який залежно від вимог до якості обслуговування записує в IP заголовки пакетів спеціальні мітки
DSCP	–	DiffServ CoSde Point
ICMP	–	Internet CoSntrol Message Protocol – міжмережний протокол управляючих повідомлень
ISP	–	Internet Service Provider – провайдер
LLQ	–	low latency queueing
MPLS-TE	–	Multiprotocol Label Switching Traffic Engineering
PQ	–	priority queueing
RIO	–	RED with Input Output
RTT	–	Round Trip Time – час між відправкою запиту та отриманням відповіді
STM	–	Synchronous Transfer Mode – синхронний спосіб передачі даних
QoS	–	Quality of Service – якість обслуговування
WFQ	–	Weighted Fair Queuing – механізм планування пакетних потоків даних
WRED	–	Weighted random early detection – взвішане значення довжини черги, у якості фактора, визначаючого ймовірність відкидання пакета

ВСТУП

Актуальність теми. Ріст вимог додатків і сервісів до пропускної здатності глобальної мережі, необхідність організації віддаленої роботи й висока вартість передачі даних змушують підприємства впроваджувати оптимізаторів WAN.

Для сучасних корпоративних мереж передачі даних характерні такі тенденції, як централізація IT-ресурсів у ЦОД, активний доступ до них мобільних користувачів, використання Інтернету або виділених каналів WAN для організації комунікацій між офісами. Консолідація, віртуалізація, хмарні обчислення, Web-сервіси, ріст числа й розмаїтості мобільних пристроїв, віддалена робота, збільшення обсягів збережена й передана даних, централізація додатків – все це змушує звернути більше пильну увагу на оптимізацію WAN.

При збільшенні завантаження каналу WAN втрати пакетів відбуваються частіше, що, у свою чергу, веде до погіршення якості роботи й збільшенню часу відгуку додатків. Нарощування пропускної здатності каналів (власн або орендованих) нерідко обходиться дорого й не завжди допомагає – затримка в мережі однаково залишається занадто великий. Іноді проблему вдається вирішити (частково або повністю) за рахунок застосування правил пріоритетного обслуговування (CoS/QoS), зміни налаштувань додатків або перегляду архітектури рішення. Більшість мереж використовуються для передачі даних, що розрізняються як по типі, так і по ступені значимості для бізнесу, тому багато організацій намагаються регулювати трафік, щоб скоротити час відгуку важливих додатків і зменшити витрати. Критичні додатки одержують гарантовану пропускну здатність і можуть працювати з максимальною продуктивністю. Звичайно вибір таких додатків і сервісів (а це можуть бути не тільки голос/відео, але й Office 365) здійснюється за допомогою засобів моніторингу мережі. Однак цих методів не завжди досить.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи оптимізації мережного трафіку WAN.

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

– Огляд існуючих систем оптимізації мережного трафіку WAN.

– Дослідження системи оптимізації мережного трафіку WAN.

– Програмна реалізація системи оптимізації мережного трафіку WAN.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі оптимізації мережного трафіку WAN.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи оптимізації мережного трафіку WAN, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

Нерідко найдійовішим і економічним рішенням виявляється застосування засобів оптимізації WAN, що дозволяє підвищити продуктивність бізнес-додатків без витрат на розширення пропускної здатності глобальних мереж. Технології оптимізації WAN впроваджуються просто й швидко, при цьому змін в архітектурі мережі не потрібно.

Щоб прискорити мережний трафік, у ЦОД і філіях компанії встановлюють спеціальні пристрої. Їх називають контролерами оптимізації WAN (WAN Optimization Controller, WOC). Ці апаратні й/або програмні рішення усувають або послабляють основні причини низької ефективності роботи додатків у глобальній мережі: обмежену пропускну здатність каналу, більшу затримку, неефективність транспортних протоколів і мережної взаємодії додатків. Деякі системи являють собою інтегровані рішення, що доповнюють функції оптимізації WAN засобами безпеки (міжмережний екран, функції IPS, VPN і захисту від Do/DDo), балансування навантаження й маршрутизації додатків.

Застосування встаткування оптимізації трафіку WAN дозволяє знизити вимоги до пропускної здатності, прискорити синхронізацію даних між основним і резервним ЦОД, а іноді використовувати Інтернет як альтернатива виділеним каналам. Принципи роботи WOC полягають у скороченні обсягу переданих додатками даних, підвищенні ефективності використання пропускної здатності каналів і її розподілу між додатками, завдяки чому швидкість роботи мережних додатків через канали WAN часом наближається до швидкості їхньої роботи в локальній мережі.

1.2 Область застосування

Устаткування WOC звичайно підключається до маршрутизаторів глобальної мережі з боку локальної мережі, функції оптимізації WAN з боку може також виконувати ПЗ на клієнтському пристрої. Крім того, оптимізація WAN може пропонуватися як хмарний сервіс. На думку аналітиків Gartner, лідерами світового ринку контролерів оптимізації WAN є Riverbed Technology і Silver Peak Systems. Компанії Ipanema Technologies, Aryaka і Vintela прилічені до «провидців», Cisco Systems – до «претендентів», а Blue Coat System, Citrix, Exinda, Circadence, Array Network, Sangler і FatPipe Networks – до нішевих гравців. На світовому ринку оптимізації WAN, оберт якого становить приблизно 3 млрд доларів, частка компанії Riverbed оцінюється в 50%. На українському ринку, мабуть, найбільш відомі продукти Riverbed, Cisco, Juniper і BlueCoat.

У числі важливих факторів, що сприяють розвитку ринку оптимізаторів WAN, – централізація даних у ЦОД, зміни в схемах резервного копіювання (включаючи реплікацію змін між площадками й резервне копіювання в хмару), мультимедійні додатки й приватні хмари. З поширенням публічних хмарних сервісів технології оптимізації WAN знаходять нові області застосування.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи оптимізації мережного трафіку WAN, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

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

V-WAN

Додаток Ciena V-WAN являє собою багатокористувальницький інструмент для інвентаризації й розподілу мережних ресурсів, що надає постачальникам послуг можливість запропонувати підприємствам, постачальникам контенту й користувачам хмарних послуг функціонал самообслуговування або автоматизовані мережні послуги з вимоги.

Мережі з комутацією пакетів

Цей портфель продуктів для пакетної передачі в корені міняє економіку бізнес-послуг Ethernet за рахунок прискорення часу окупності. Широка лінійка продуктів, розповсюджена ОС Service-Aware Operating System (SAOS) і наша уніфікована система керування OneControl дозволять спростити розгортання послуг і забезпечити належну якість надання цих послуг для ваших клієнтів.

Конвергентні пакетні оптичні рішення

Наш портфель пакетних оптичних рішень оптимізований для додатків. Він дозволяє прискорити й автоматизувати надання послуг на новому рівні експлуатаційної ефективності й стійкості мережі. Забезпечте відповідність вашої мережі вимогам завтрашнього дня відносно експонентного росту пропускної здатності, використовуючи найбільше широко представлені в рамках всієї галузі рішення 40G/100G, що підтримують масштабування до 400G на базі нашої відзначеної нагородами технології WaveLogic. Ці продукти використовуються в ряді найбільших ніздрюватих мереж по усьому світі. Вони підтримують пакетну

комутацію/комутацію OTN, забезпечуючи надійний багатопротокольний транспорт і ефективне використання смуги пропущення. Наша площина керування OneConnect дозволяє відновити будь-яку послугу в будь-який час і в будь-якій крапці мережі.

Оптичний транспорт

Цей портфель рішень для транспорту WDM надає масштабовану оптичну основу для диференціації ваших пропозицій послуг. Динамічний розподіл ресурсів смуги пропущення й стиск при передачі даних ЦОД, шифрування на швидкості передачі даних і передача цифрового відео без стиску – все це підвищить вашу конкурентоспроможність. Ви зможете запропонувати своїм клієнтам більше якісні послуги й не мають аналоги угоди про рівень обслуговування.

Agility

Agility реалізує SDN і NFV операторського класу – із кращими у своєму класі інтелектуальними мережними додатками з новими можливостями для впровадження інновацій, персоналізації й диференціювання бізнесу.

OneConnect Intelligent Control Plane

У сучасному світі телекомунікаційних мереж кінцевим користувачам потрібні дуже специфічні послуги від постачальників, що дозволяють упоратися зі зростаючим обсягом нових мобільних пристроїв, що мають унікальні додатки.

У зв'язку із цим постачальникам мережних послуг потрібний додатковий контроль над їхніми мережами, що дозволяє їм вільно змінювати профілі пропускної здатності залежно від рівнів запитів або пропозицій служби, що відповідають вимогам кінцевих користувачів. Крім того, їм потрібна мережа, що швидко адаптується до проблем, простоям, обслуговуванню й іншим змінам, які можуть негативно вплинути на продуктивність і надійність мережі.

Компанія Ciena, визнаний експерт в області рівнів керування, тепер розширила свою технологію рівнів керування з ядра мережі на загальміські, магістральні підводні мережі й мережі доступу. Використовуючи більш ніж 12-

літній досвід досліджень, випробувань і розгортання в усьому світі, OneConnect працює з OneControl Unified Management System і засобами планування компанії Ciena, забезпечуючи неперевершені переваги постачальникам мережних послуг в усьому світі.

Розширення OneConnect на декілька доменів збільшує в кілька разів швидкість розгортання послуг між доменами, стійкість мережі й економію. Рішення Ciena надають найбільшим у світі постачальникам послуг перевірені економічні переваги, а також неперевершений рівень масштабованості й надійності. Рішення OneConnect доступно в сімействах продуктів 5400, 6500 і CoreDirector FS.

Як показують результати вимірів у ході експлуатації, при розгортанні OneConnect компанії Ciena у великих мережах (більше 800 вузлів) надійність досягає неперевершеного рівня – 99,9999 % (шість дев'яток). Стабільність OneConnect знижує поточні витрати на мережу завдяки автоматичному виявленню, створенню послуг, що вимагають мінімального обслуговування, і автоматичному відновленню, а також капітальні вкладення, рятуючи від необхідності резервувати смугу пропущення для відновлення. Крім того, послуги тепер можна автоматично оптимізувати для зниження затримок, забезпечуючи відповідність строгим рівням обслуговування для фінансових додатків, для яких критично важлива швидкість.

Постачальники тепер можуть пропонувати приголомшливі нові віртуалізировані послуги, що відповідають стандартам продуктивності й конфіденційності приватних оптичних мереж, але більш економічні. Оптичні віртуальні приватні мережі (O-VPN) підвищують гнучкість і динамічність мережі, а також спрощують надання оперативних послуг, таких як трансляція по події й хмарні додатки, для постачальників послуг.

Скорочення капітальних вкладень і поточних витрат, автоматизація керування мережею для підвищення стійкості й прискорення обслуговування, розширення набору послуг і додатків для операторів мережі – ключові елементи

концепції й стратегії Ciena відносно перетворення мережі в динамічний, інтелектуальний і прибутковий ресурс.

PinPoint

Цілісність волокна може мати вирішальне значення для продуктивності мережі. Передове програмне забезпечення для аналізу характеристик оптоволокна Ciena PinPoint перетворить методи моніторингу вашої мережі, забезпечуючи інтелектуальну наочність у віддаленому режимі. Автоматично локалізуючи збої й обриви оптоволокна, PinPoint дозволяє забезпечити оперативне й точне реагування на події, що відбуваються в мережі. Кінцевий результат? Максимальна продуктивність мережі й довіра покупців.

ОС Service-Aware Operating System

На наших платформах пакетної передачі й конвергентної пакетно-оптичної передачі використовується ОС Ciena Service-Aware Operating System (SAOS). Вона забезпечує загальний пакет розширених функцій Ethernet, підвищуючи експлуатаційну ефективність у середовищі всієї мережі з дотриманням погоджених характеристик системи й послуг.

Засоби проектування й комплексного керування мережею взаємодіють для забезпечення ефективного керування всім життєвим циклом – від планування мережі до впровадження й забезпечення послуг. Повноцінне налаштування панелей, шаблони послуг і їх проактивне ізолювання гарантують швидкий доступ до найважливіших функцій системи. Крім того, і NOC, і кінцевий споживач можуть візуалізувати дані продуктивності послуг для забезпечення належного виконання умов SLA.

Уніфікована система керування OneControl

Уніфікована система керування OneControl пропонує унікальне всеосяжне рішення для керування критично важливими мережами, що проходять через границі доменів (рівень доступу, міська мережа і ядро), з безпрецедентною видимістю рівнів протоколів (WDM, оптична транспортна мережа, пакетні

послуги). Завдяки такому передовому підходу OneControl повертає операторові контроль над мережею й послугами.

Уніфікований інструмент проектування OnePlanner

OnePlanner – це передовий інструмент оптимізації й багаторівневого мережного проектування, створений з використанням великого досвіду компанії Ciena у моделюванні й плануванні площини управління рівня 1, проектуванні фотонних систем, розробці вдосконалених алгоритмів і графічного інтерфейсу користувача. Це рішення реалізоване на основі комплексної й зручної в експлуатації платформи.

Портал SLA

Хмарне рішення Ciena на базі порталу SLA дозволяє постачальникам послуг значно підвищити задоволеність кінцевих клієнтів, надаючи їм наочну візуалізацію їхніх експлуатаційних характеристик. Це сприяє збереженню клієнтської бази. Тепер кінцеві клієнти можуть самостійно діагностувати стан пакетних сервісів і перевіряти дотримання умов SLA. Установка порталу виробляється швидко й легко. Портал являє собою повністю кероване рішення Saa, не потребуючого встаткування, програмного забезпечення й додаткових інвестицій в IT.

Ethernet Services Manager

Ciena Ethernet Services Manager (ESM) являє собою інноваційну платформу операторського класу для автоматизованої активації, створення й керування службами в рамках портфеля рішень Ciena для пакетної передачі.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Embarcadero Delphi, раніше Borland Delphi і Codegear Delphi, – інтегроване середовище розробки ПЗ для Microsoft Windows, Mac OS, iOS і Android мовою Delphi (що раніше носила назву Object Pascal), створена спочатку фірмою Borland

і на даний момент приналежна й розроблювальна Embarcadero Technologies. Embarcadero Delphi є частиною пакета Embarcadero RAD Studio і поставляється в чотирьох редакціях: Community (поширюється безкоштовно й має обмежену ліцензію на використання в комерційних цілях), Professional, Enterprise і Architect.

Delphi 10.4 Sydney

Випущено 26 травня 2020 року. RAD Studio Delphi 10.4 забезпечує значно поліпшену високопродуктивну нативну підтримку Windows, кращу продуктивність розробки, миттєві підказки code completion, прискорення виконання коду із синтаксисом керованих записів, поліпшення виконання паралельних завдань на сучасних багатоядерних CPU, а також містить більш 1000 виправлень багів, поліпшення продуктивності середовища й бібліотек і багато чого крім того.

Основні можливості Delphi 10.4.1:

− Істотні розширення для Windows: поліпшення для застосунків на моніторах 4K High DPI, інтеграція з новим WebView2 на базі Chromium, використання розширених title bars, таких же, як в Office, Explorer, Google Chrome.

− Керування пам'яттю в Delphi тепер стандартизоване на всіх підтримуваних платформах – мобільних, настільних і серверних – використовучи класичну реалізацію керування пам'яттю об'єктів.

− Істотне поліпшення Delphi Code Insight (без можливого блокування IDE – в окремому процесі), що допоможе при роботі з великими проектами.

− Тип даних Delphi «record» тепер підтримуть довільні ініціалізацію, фіналізацію й операції копіювання.

− Розширена підтримка бібліотек C++: ZeroMQ, SDL2, SOCI, libSIMDpp і Nematode.

− Відладник Win 64 (на LLDB) і збирач для C++.

− Поліпшення для C++: Включена велика кількість поліпшень STL з Dinkumware.

− Підтримка Metal Driver GPU для macOS і iOS.

− Вбудований Fmxlinux.

− Компонент Twebbrowser для iOS тепер реалізований на Wkwebview API. Реалізація компонента Media Player для macOS тепер використовує Avfoundation. Реалізований заново стилізуємий FMX компонент TMemo на платформі Windows значно поліпшений і тепер має відмінну підтримку IME.

− Численні поліпшення швидкості й стабільності роботи нашої бібліотеки The Parallel Programming Library (PPL).

− Додані оновлені драйвери для FireBird, PostgreSQL і SQLite.

− Клієнтські бібліотеки HTTP і REST Client розширені застосунковими можливостями роботи з HTTPS. Також були розширені можливості підтримки Amazon AWS services

− У технологію Visual LiveBindings внесена безліч поліпшень, у тому числі швидкодії, що стосуться, застосунків на VCL і FireMonkey

RAD Studio 10.4 Короткий огляд:

– Істотні розширення для Windows. Створення застосунків, що чудово виглядають, із чіткими елементами інтерфейсу на 4k моніторах High DPI за допомогою нової гнучкої підтримки стилів елементів керування на екрані. Інтеграція із сучасними, безпечними web-технологіями від Microsoft – новим WebView2 на базі Chromium. Використання сучасних розширених title bars, таких же, як в Office, Explorer, Google Chrome, у своїх проектах. Істотні поліпшення надійності налагодження в новому відладнику для C++ Windows 64-bit.

– Зросла продуктивність розробки. Ріст продуктивності за рахунок миттєвої реакції підказок code completion у середовищі IDE. Краща сумісність із уже наявною кодовою базою, і спрощення програмування за рахунок уніфікованої архітектури керування пам'яттю. Швидке зв'язування даних і візуальних елементів за допомогою розширеної технології Visual LiveBindings з підвищеною швидкодією. Просте використання розповсюджених бібліотек C++,

наприклад, ZeroMQ, SDL2, SOCI, libSIMDpp і Nematode. Оновлена підтримка Amazon AWS cloud.

– Поліпшення швидкодії і якості. Більш 1000 поліпшень швидкодії і якості. Краща ефективність коду за допомогою нового синтаксису custom managed records. Більш швидке виконання паралельних завдань на сучасних багатоядерних CPU. Переконаєтеся в прискоренні відображення на екрані з підтримкою Metal API на macOS і iOS. Краща сумісність із уже наявною кодовою базою й спрощення програмування за рахунок уніфікованої архітектури керування пам'яттю.

Істотне поліпшення Delphi Code Insight

Як найбільше й головне поліпшення інструментів програмування Delphi за багато років, в 10.4 Delphi Code Insight реалізований через Language Server Protocol (LSP). LSP – це технологія генерації результатів для code completion, навігації й інших сервісів в окремому процесі. Це значить, що code completion і Code Insight одержать більш точні результати без блокування IDE. 10.4 забезпечує набагато більш високу продуктивність розроблювачів, які працюють із більшими проектами, що містять мільйони рядків коду.

Delphi Custom Managed Records

Ключове розширення мови Delphi: тип даних Delphi «record» тепер підтримуть довільні ініціалізацію, фіналізацію й операції копіювання. Управляйте тем, як ці структури створюються, копіюються й звільняються з допомогу вашого коду, який буде виконуватися у відповідний момент.

Це розширює потужність конструкцій records в Delphi, які використовуться щоб одержати більшу ефективність у порівнянні із класами.

Єдине керування пам'яттю

Керування пам'яттю в Delphi тепер стандартизоване на всіх підтримуваних платформах – мобільних, настільних і серверних – використовучи класичну реалізацію керування пам'яттю об'єктів.

У порівнянні з Automatic Reference Counting (ARC), це дає кращу сумісність із існучим кодом і спрощує написання компонентів, бібліотек і застосунків.

ARC модель керування пам'яттю model залишилася для керування рядками й посиланнями на тип інтерфейсу на всіх платформах. Для C++ це означає, що при створенні й звільненні Delphi-style класів в C++ використовується звичайне керування пам'яттю, як у будь-якого heap-allocated класу C++, що значно знижує складність коду.

Розширена підтримка бібліотек C++

В 10.4 ми портували багато популярних бібліотек C++ у C++Builder.

Забезпечивши оптимізовану підтримку бібліотек ZeroMQ, SDL2, SOCI, libSIMDpp і Nematode, поряд із уже підтримуваними Boost і Eigen, які можуть бути додані за допомогою менеджера пакетів Getit.

Win 64-відладник і збирач для C++

В 10.4 з'явився новий відладник C++ для Windows 64-bit. Відладник заснований на LLDB і показує значне збільшення стабільності при налагодженні 64-bit застосунків поряд з новими відладочними можливостями, такими як перегляд і інспекція типів начебто рядків C++ і Delphi, а також колекцій STL, включаючи std::vector, std::map і інших. Крім того, згенерована для застосунку відладочна інформація має інший внутрішній формат, сприяючи більш стабільному й багатому на можливості процесу налагодження, більш докладним перегляду й інспекції в debug-time.

Підвищення якості й швидкодії інструментів

- Велика кількість поліпшень STL від Dinkumware.
- Поліпшені деякі найважливіші методи й області RTL, на базі поліпшень сумісності з популярними бібліотеками C++.
- Поліпшена підтримка Cmake.
- Велика кількість виправлень для підвищення стабільності і якості.

– Відновлення Windows API – Обновлено й додали безліч декларацій API щоб добитися ще більшої інтеграції із платформою Windows.

– Загальні вдосконалення в бібліотеці доступу до БД FireDAC, включаючи оновлені драйвера для FireBird, PostgreSQL і SQLite. Вибір статичного або динамічного підключення SQLite до застосунку.

Змінені стилі VCL для High DPI

В 10.4, архітектура стилізації VCL була суттєво розширена для підтримки High DPI і 4K моніторів. Тепер усі елементи UI на формі VCL автоматично масштабуться під відповідне до монітора дозвіл для показу форми. Був оновлений API стилізації для підтримки стилів high DPI.

Кожний графічний елемент UI може бути обраний з наборів різних масштабів і масштабований до потрібного DPI, що дає чітке зображення елементів UI на всіх моніторах.

Нові High DPI стилі й стилізація окремих VCL компонент

Обновлено велике число вбудованих і преміальних VCL стилів для підтримки нового режиму стилізації High-dpi. Це дозволяє вам створювати застосунку з відмінним дизайном для всіх моніторів.

Розроблювачі VCL застосунків тепер можуть використовувати трохи VCL стилів на різних формах в одному застосунку або в різних компонентів на одній формі. Це також включає стилізацію компонентів загальною темою для платформи. Крім застосункової гнучкості використання стилів, це дозволяє використовувати нестилізуємі компоненти із зовнішніх бібліотек в VCL застосунках, що використовуть стиль.

Поліпшена кроссплатформеність

– Додана підтримка Metal Driver GPU для macOS і iOS.

– Крім підтримки останнього iOS SDK, в RAD Studio 10.4 розроблювачі можуть задовольнити нові вимоги Apple до набору стартових екранів.

– Реалізований заново стилізуємий FMX компонент TMemo на платформі Windows значно поліпшений і тепер має відмінну підтримку IME.

– Користувачам редакцій Enterprise або Architect доступна повна інтеграція Fmxlinux з IDE для створення клієнтських застосунків Linux з GUI.

– Компонент Twebbrowser для iOS тепер реалізований на Wkwebview API.

– Реалізація компонента Media Player для macOS тепер використовує Avfoundation.

Оновлений менеджер пакетів Getit

Менеджер пакетів Getit в IDE був значно вдосконалений.

Дати випуску релізів пакетів тепер видні, і можливе сортування списку по цих датах; відбір тільки встановлених пакетів, контенту, доступного тільки при наявності підписки, багато чого іншого.

Універсальний інсталятор для установки Online і Offline

В 10.4 включений новий універсальний інсталятор, який використовує технологію на базі Getit. Цей інсталятор підтримує як online, так і offline (з ISO) варіанти установки.

Тепер обоє варіанта установки дозволяють вам указати початковий набір можливостей RAD Studio для установки, наприклад, свою комбінацію мов програмування й цільових платформ, мов інтерфейсу, і додавати до нього або видаляти непотрібне в будь-який момент.

2.3 Розгорнута постановка завдання

Згідно з технічним завданням на випускну кваліфікаційну роботу за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, реалізації підлягає програмне забезпечення, яке призначено для системи оптимізації мережного трафіку WAN.

В процесі розробки випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) 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

Пропоновані постачальниками рішення застосовуються для прискорення доступу філій до віддалених даних, електронній пошті, файловим сховищам і корпоративним додаткам, які розташовані в ЦОД, що належать компаніям або арендуємих ними. Консолідація, віртуалізація, хмарні обчислення й Web-сервіси створюють додаткове навантаження на інфраструктуру глобальної мережі. Через стрімке поширення хмарних технологій і мобільних пристроїв рішення для оптимізації WAN стають особливо необхідними.

Звичайно WOC використовують алгоритми потокового стиску LZ, ефективність якого залежить від типу трафіку. Дані сторінок HTML стискуються досить добре, у той час як із зашифрованими даними це зробити неможливо. Дедупликація дозволяє скоротити обсяг переданої по мережі інформації на 65-95%.

З методами апаратного стиску комбінується кешування даних при доступі до файлових і інших ресурсів. Кешування означає, що, коли співробітник філії завантажує файл із центрального сервера, WOC зберігає локальну копію файлу й застосовує до неї зміни, синхронізуючи їх з файлом на сервері. Пристрої можуть кешувати уже передані дані й надалі передавати тільки посилання на них.

На рівні додатків устаткування WOC може оптимізувати протоколи CIFS, NFS, MAPI, HTTP, SSL, SRDF/A, FCIP, SMB v2 і v3, скорочуючи обсяг службових повідомлень. Ефективно оптимізується трафік Lotus Notes, SharePoint, Citrix, SQL, Oracle, СУБД Microsoft і Outlook. Оптимізації піддається також протокол TCP: для передачі підбирається найкращий розмір пакетів, а обсяг даних, що пересилаються повторно, зменшується до 98%.

Методи вибору маршрутів (шляхів) дозволяють задати конкретні маршрути для трафіку того або іншого типу. При цьому враховуються такі параметри, як продуктивність, безпека, вартість або доступність. На відміну від звичайних маршрутизаторів, у цих способах оптимізації WAN використовується інформація про додатки, який традиційне мережне встаткування звичайно не розташовує. Технологія вибору шляхів припускає ідентифікацію трафіку додатків за допомогою поглибленої перевірки пакетів (DPI). Цю функцію використовують для напрямку трафіку додатків по найкращих маршрутах і його перенапрямку при виникненні проблем із продуктивністю.

Сполучення різних методів забезпечує зниження обсягу переданих даних для окремих видів трафіку в 100 і більше раз (звичайно при пересиланні однакових або тільки відредагованих файлів, завантаженню відновлень і т.п.), а на робочих каналах відбувається 5- 6-кратне скорочення загального обсягу трафіку. Впровадження оптимізаторів WAN дозволяє підвищити ефективність використання пропускної здатності мережі, що приводить до помітного поліпшення бізнес-процесів.

Устаткування оптимізації варто розташовувати якнайближче до джерел і споживачів трафіку. WOC звичайно встановлюється в початковій і кінцевій крапках каналу (з можливістю байпаса при відмові), або оптимізуємий трафік перенаправляється на нього за допомогою політик маршрутизації (Policy Based Routing, PBR), а інший пропускається без змін. Звичайно таке встаткування встановлюють усередині корпоративної мережі до виходу трафіку за міжмережні екрани / VPN. Якщо пристрій розташувати за засобом VPN, то всі дані, що проходять через оптимізатора, виявляться зашифрованими, тому його основні можливості (пріоритезація, кешування, оптимізація протоколів) використовуватися не будуть. Шифрований трафік (як і відео) практично не піддається оптимізації традиційними методами.

Класичні оптимізатори підтримують усе більше різноманітних прикладних протоколів і мають усе більше широку функціональність: запуск на

платформі WOC віртуальних машин, взаємодія працюючих у них додатків з оптимізатором, використання оптимізаторів для моніторингу, фільтрації трафіку й т.п. Та й самі оптимізатори WAN всі частіше знаходять віртуальний форм-фактор – такі оптимізатори можна швидко створювати по запиті й запускати на віртуальних машинах. Цей форм-фактор дає дві основних переваги: гнучкість і низька вартість оптимізації трафіку. Нерідко він використовується в багатоарендному хмарному середовищу.

Вибір рішення оптимізації залежить від типу мережного трафіку. Для різнорідного трафіку застосовні різні засоби оптимізації, тому загальна оцінка ефективності WOC для конкретного випадку може виявитися некоректною. Щоб прийняти обґрунтоване рішення про впровадження таких систем, устаткування оптимізації необхідно протестувати. Наприклад, навіть WOC від ведучих вендорів погано працюють із деякими мережними протоколами. Розроблювачі WOC застосовують різні методи оптимізації, і буде потрібно визначити, які з них краще підходять для даного додатка. Крім того, варто проаналізувати, що саме краще використовувати – віртуальні або фізичні контролери оптимізації.

Найбільший ефект це встаткування дає в мережі, де дані передаються з високим ступенем повторюваності. Нерідко оптимізатори WAN установлюються на дорогих супутникових каналах, які характеризуються більшими затримками. У цьому випадку прискорення роботи додатків забезпечується не тільки засобами кешування, але й більше ефективним використанням пропускної здатності каналу.

У цей час виробники пропонують комплексний підхід до оптимізації глобальної мережі: вони прагнуть урахувати максимум вимог і реалізувати якнайбільше можливостей для підвищення ефективності роботи співробітників у філіях, прискорення бізнес-процесів і поліпшення спільної роботи. Крім того, засобу оптимізації WAN включаються в маршрутизатори, хоча, як правило, це «полегшені версії» WOC – без розширеної дедупликації й прискорення протоколів високого рівня. Таким шляхом ідуть, зокрема, Cisco і Juniper.

Розширюються й комунікаційні можливості процесорів. Наприклад, нові процесори Intel Xeon E 5-2600 v3 разом з набором мікросхем Intel Communications Chipset серії 89xx і технологією Intel Quick Assist забезпечують більше високу швидкість стиску даних, що дозволяє розроблювачам консолідувати різні комунікаційні навантаження на базі стандартизованої архітектури.

Росте інтерес до засобів звітності й контролю, пропонованим контролерами оптимізації. Вони дозволяють продемонструвати ефективність оптимізатора WAN і планувати збільшення пропускної здатності мережі. Функції виміру продуктивності додатків і користувальницьких сеансів оператори можуть задіяти як інструменти для контролю SLA. Для підвищення надійності оптимізаторів WAN використовуються кластерні конфігурації, резервування каналів або автоматичне перемикання пристрою в режим «байпас» (із прозорим пропуском трафіку) при виявленні несправності.

Багатьом фахівцям уже знайомі такі контролери оптимізації WAN, як Riverbed SteelHead CXA-5050 і CXA-555, Blue Coat Mach5 SG 300-25 і SG 900-10, Cisco Wide Area Virtualization Engine WAVE-7541, Cisco 4451-AX ISR і 2900-AX ISR, Citrix CloudBridge 2000, Silver Peak Systems VX-1000 і VX-5000, Exinda Networks 6862 і 10862, Ipanema Technologies ip|engine 1000ax і ip|engine 20ax. Розглянемо деякі з них докладніше.

Riverbed SteelHead – один з найбільш популярних оптимізаторів WAN. Він забезпечує прискорення роботи з додатками в хмарі й нерідко застосовується в компаніях з філіальною структурою. Поряд із класичним оптимізатором WAN компанія Riverbed розробила версії SteelHead Mobile для мобільних і віддалених користувачів і SteelHead Saa і SteelHead CX для хмарних середовищ.

По даним Riverbed, завдяки SteelHead Mobile доступ віддалених співробітників до файлів і додатків виконується більш ніж в 19 разів швидше. Оптимізатор регулює продуктивність мережі для забезпечення потреб сотень і тисяч віддалених користувачів і управляє політиками, які містять правила

оптимізації, застосовувані до конкретних користувачів або груп. SteelHead Saa прискорює роботу з додатками Saa на 33%, при цьому вимоги до пропускної здатності мережі скорочуються на 97%. Наприклад, SteelHead використовується для оптимізації роботи майже мільйона користувачів Microsoft Office 365. Рішення Riverbed широко застосовується в хмарах Iaa і в корпоративних віртуальних середовищах.

Riverbed SteelHead відрізняється простотою установки за рахунок автоматичного виявлення встаткування й можливістю будувати масштабовані рішення завдяки ефективному використанню кеш-пам'яті алгоритмами кешування даних. Установка й налаштування Riverbed SteelHead звичайно займає не більше 15 хв, і подальшого втручання адміністраторів практично не потрібно.

Устаткування SteelHead аналізує кожний мережний пакет, а операційна система Riverbed Optimization System (RiOS) використовує комбінацію методів для оптимізації трафіку. Дедупликація дозволяє усунути надлишкові дані, а кешування – не пересилати повторно дані, до яких часто звертаються користувачі: замість них передаються 16-байтові послідовності, по яких SteelHead може визначити, що дані вже доставлялися й доступні локально. Наприклад, якщо співробітник філії завантажує документ із центрального сервера, редагує його й відправляє назад для розсилання колегам, то SteelHead передає тільки зміни в документі, по яких потім може зібрати новий документ для розсилання.

Пристрою SteelHead компанії Riverbed оптимізують трафік на різних рівнях – від транспортного протоколу до конкретних додатків, а також використовують нові методи вибору шляхів. По даним вендора, для окремих додатків продуктивність WAN збільшується в 100 разів і більше. Для виділення трафіку додатків застосовується технологія поглибленої перевірки пакетів. Звідси – широкий спектр додатків, для яких підтримується оптимізація трафіку. Крім того, установка продуктів SteelHead допомагає оптимізувати деякі сервіси середовищ VMware vSphere або Microsoft Hyper-V, а також прискорити

архівування й реплікацію по каналах WAN. Ті ж рішення можна застосовувати для оптимізації трафіку мобільних користувачів.

Відповідно до результатів незалежного тестування, продукти Riverbed перевершують цілий ряд конкурентних рішень по продуктивності стиску й дедупликації даних, що вважаються ключовими функціями оптимізації WAN. На високому рівні в Riverbed SteelHead реалізовані й засобу керування трафіком. Системи Silver Peak серії VX (віртуальні оптимізатори) і NX теж показують високі результати по швидкості виконання стиску й дедупликації даних, однак свої кращі якості ці рішення демонструють при обміні даними між ЦОД. Продукти даних двох вендорів лідирують у тестах на продуктивність.

Серед нових інноваційних рішень можна виділити Ipanema Technologies ip|engine і Exinda Networks x800 – «контролери оптимізації наступного покоління», що відрізняються комплексністю підходу, що виходить за рамки базових функцій. Однак в Exinda, відзначають тестувальники, система керування має потребу в удосконаленні, а в Ipanema негнучкі засоби керування трафіком.

Cisco пропонує лінійку продуктів WAAS і програмне забезпечення оптимізації для маршрутизаторів ISR. Якщо як граничні маршрутизатори в корпоративній мережі застосовується встаткування ISR, то додавання оптимізаторів WAAS буде економічним рішенням і дасть цілий ряд переваг. Якщо ж мережа побудована на встаткуванні іншого вендора, варто розглянути інші варіанти оптимізації трафіку.

Базові функції Blue Coat Mach5 і Citrix Systems CloudBridge 2000 відповідають заявленим, однак експерти вказують на недостатню інтеграцію засобів керування трафіком і стиску даних в Blue Coat і обмежену функціональність CloudBridge 2000. Тим часом у тестах на оптимізацію трафіку HTTP система Blue Coat Mach5 показує найвищі результати серед рішень десятка вендорів: у мережах з високими затримками транзакції виконуються на 260% швидше. Для порівняння: устаткування серії Silver Peak VX дає поліпшення на

234% при середніх показниках 170%. Незначно уступають лідерам Riverbed SteelHead, Ipanema ip|engine, Exinda x800 і Cisco WAAS.

Citrix CloudBridge до середніх результатів не дотягає. Зате, оскільки протокол HDX розроблений компанією Citrix, її платформа CloudBridge є найбільш ефективним засобом оптимізації HDX, що випереджає за своїми показниками рішення SteelHead (див. Рисунок 8). В Citrix XenDesktop уже використовується стиск трафіку, тому Silver Peak VX підвищує продуктивність мережі із трафіком HDX лише на 11%, а Cisco WAAS, Exinda x 800-series і Riverbed SteelHead – на 2–3%. Тим часом Blue Coat Mach5 і Ipanema ip|engine у деяких випадках навіть знижують її на 2-4%. У такій ситуації краще виключити трафік Citrix XenDesktop з оптимізації.

На трафіці HTTPS у мережах з більшими затримками Blue Coat Mach5 себе виявити не вдається. Із цим завданням найкраще справляється встаткування Riverbed: у порівнянні з неоптимізованим трафіком швидкість транзакцій підвищується в тестах на 185%. Трохи гірші результати в Cisco WAAS і Silver Peak VX, а Citrix CloudBridge – серед аутсайдерів. Пристрій Ipanema і зовсім не підтримує оптимізацію HTTPS.

Таким чином, для оптимізації трафіку HTTP і HTTPS експерти рекомендують Riverbed SteelHead, а як альтернатива можна розглянути Silver Peak VX. Якщо ж потрібно оптимізувати трафік електронної пошти, то варто придивитися до встаткування компанії SilverPeak – її оптимізатори серії VX дають кращі результати в мережах з більшими й малими затримками, але в таких випадках продукти різних вендорів (Blue Coat, Citrix, Exinda, Ipanema і Riverbed) розрізняються незначно. Звичайно продуктивність підвищується на 140-166%.

Що стосується трафіку VoIP, він уже й так оптимізований кодеком, однак деякий виграш контролери WOC все-таки дозволяють одержати. Наприклад, за даними тестування, в Silver Peak VX він становить 9%, в Riverbed SteelHead – 7% при середніх показниках не більше 3%. Разом з тим установка оптимізаторів WAN може збільшити варіацію затримки, що веде до зниження якості зв'язку.

Так, у випадку застосування Silver Peak VX і Riverbed SteelHead варіація в тестових конфігураціях збільшувалася майже на 10%, тоді як Citrix CloudBridge знижував її на 16%.

У цілому при тестуванні оптимізації протоколів кращі результати показують Silver Peak VX і Riverbed SteelHead, випереджаючи Cisco WAAS, Exinda x800 і Ipanema ip|engine. Blue Coat Mach5 і Citrix CloudBridge уступали лідерам у тестах на продуктивність. По засобах керування трафіком експерти віддають перевагу Ipanema ip|engine, виділяючи також Exinda x800 і Riverbed SteelHead. Користувачі Cisco ISR можуть застосовувати функції керування трафіком, убудовані в IOS. В Blue Coat Mach5, Citrix CloudBridge 2000 і Silver Peak VX вони більше обмежені. Наприклад, Citrix CloudBridge 2000 має розвинені функції пріоритезації й застосування політик до трафіку додатків, але конкретному додатку не можна виділити гарантовану пропускну здатність.

Відповідно до заяв Citrix, її уніфікована платформа CloudBridge оптимізує роботу з додатками, розгорнутими у філіях компаній, ЦОД, публічних хмарах, у тому числі для мобільних користувачів. В останньому випадку на мобільних пристроях установлюється плагін CloudBridge. Для підвищення продуктивності додатків (зокрема, Citrix XenDesktop і XenApp, включаючи шифрований трафік) Citrix CloudBridge використовує оптимізацію протоколів і керування якістю обслуговування (QoS), а детальні звіти по використанню пропускної здатності мережі додатками допомагають мережним адміністраторам настроїти встаткування для більше ефективної роботи. CloudBridge пропонується як віртуальний або фізичний пристрій. Його можна розгортати й у багатоарендному середовищу.

По даним Citrix, CloudBridge дозволяє підтримувати вчетверо більше віртуальних робочих станцій (до 5 тис. на одну платформу) і прискорює будь-які додатки TCP, включаючи передачу файлів, системи електронної пошти, SSL, ERP, CRM, САПР, реплікацію й резервне копіювання даних, Microsoft Exchange і SharePoint. CloudBridge пропонується також для організацій з філіальною

структурою як опція до Windows Server – для прискорення DHCP, DNS, WINS, роботи з файлами й печаткою. За рахунок кешування прискорюється доступ до відеоконтенту.

CloudBridge здатний класифікувати мережний трафік по додатках і службам, управляти пропускною здатністю, контролювати затримки в мережі й перевантаження каналів. Керування й конфігурування пристроями CloudBridge здійснюється централізовано через Citrix Command Center. Якщо продуктивність опускається нижче встановленого припустимого рівня, CloudBridge сповіщає про це адміністраторові.

Маршрутизатори Cisco ISR 4451-X з ОС IOS-XE підтримують і віртуальні машини. Така ВМ може бути оптимізатор трафіку Cisco Wide Area Application Services (WAAS). Крім того, Cisco ISR передбачає ліцензію Application Experience (AX), що включає функції WAAS, керування трафіком додатків і мережної безпеки. У сполученні з утилітою автоматичного налаштування конфігурації ця ліцензія дозволяє без особливих складностей доповнити маршрутизатор 4451-X ISR засобами оптимізації мережного трафіку. Поряд з інтегрованими в IOS функціями WAAS компанія Cisco пропонує автономних оптимізаторів WAVE. У них застосовується те ж саме ПЗ, але відсутні засобу керування трафіком, які є в IOS і IOS-XE.

По можливостях аналізу й виявлення проблем у мережі експерти віддають пальму першості Riverbed SteelHead і Exinda x800. Продукти Cisco, Ipanema і Riverbed мають найбільш розвинені інструменти керування, а Riverbed лідирує ще й по простоті використання.

3.2 Розробка структурної схеми

Основне призначення оптимізаторів глобальної мережі, що інтегрують різні технології оптимізації трафіку в одному програмно-апаратному комплексі, – забезпечення швидкого відгуку корпоративних додатків у територіально

розподіленій мережі. Їхнє застосування не тільки позитивно позначається на роботі додатків, але й дозволяє істотно скоротити витрати на оренду каналів зв'язку.

По оцінках експертів, оптимізатори WAN можуть підвищити продуктивність додатків в 50 разів, причому навіть без обліку підвищення продуктивності праці при малому часі відгуку додатків вони окупаються всього за півроку завдяки економії на комунікаціях. Вимоги до пропускної здатності мережі зменшуються на 65–95%, витрати на передачу даних – приблизно на 10%, а час відгуку додатків (залежно від типу даних) – на 60–90%.

Успішне впровадження оптимізаторів WAN дозволяє зменшити число локальних додатків і сервісів, активніше використовувати хмари. Їх уважають одним із самих потужних інструмент, що міняють «економіку хмар» і інтернет-додатків. Крім того, пристрою WOC забезпечують прискорення процесів резервного копіювання/відновлення, реплікації й синхронізації баз даних. У деяких організаціях процедура резервного копіювання, що займала більше доби, тепер виконується за 2-3 р. Завдяки прискореній (до 45 разів) реплікації можна частіше робити знімки даних і значно скоротити час відновлення.

У сучасних оптимізаторах WAN уже перевірені й давно відомі методи сполучаються з новими технологіями забезпечення QoS і вибору маршрутів, що сприяє підвищенню продуктивності мереж. За рахунок дедупликації даних (з передачі виключаються повторювані блоки даних) і усунення надлишкових запитів до даних знижуються вимоги до пропускної здатності мережі. Оптимізація мережних протоколів дає можливість скоротити затримку, а ще більше зменшити її допомагає оптимізація на рівні додатків і протоколів верхнього рівня.

У контролерах оптимізації глобальних мереж традиційно застосовується цілий ряд технологій: стиск даних, кешування, оптимізація протоколів і логіки роботи додатків. Найпоширеніші методи – оптимізація з'єднань TCP з метою прискорення роботи додатків і усунення проблем через затримки в каналах WAN,

зменшення обсягу надлишкових даних, у тому числі за рахунок дедупликації, стиску й кешування даних, об'єднання пакетів (у великий пакет з одним заголовком), керування QoS за допомогою аналізу пакетів і їх пріоритезації по додатках, протоколам, IP-адресі відправника або одержувача.

Пристрою оптимізації WAN значно поліпшують якість роботи користувачів і знижують вимоги до каналів глобальної мережі. Тому в умовах обмежених бюджетів IT важливо вибирати правильне рішення, що підходить для конкретних конфігурацій, завдань і типів трафіку.

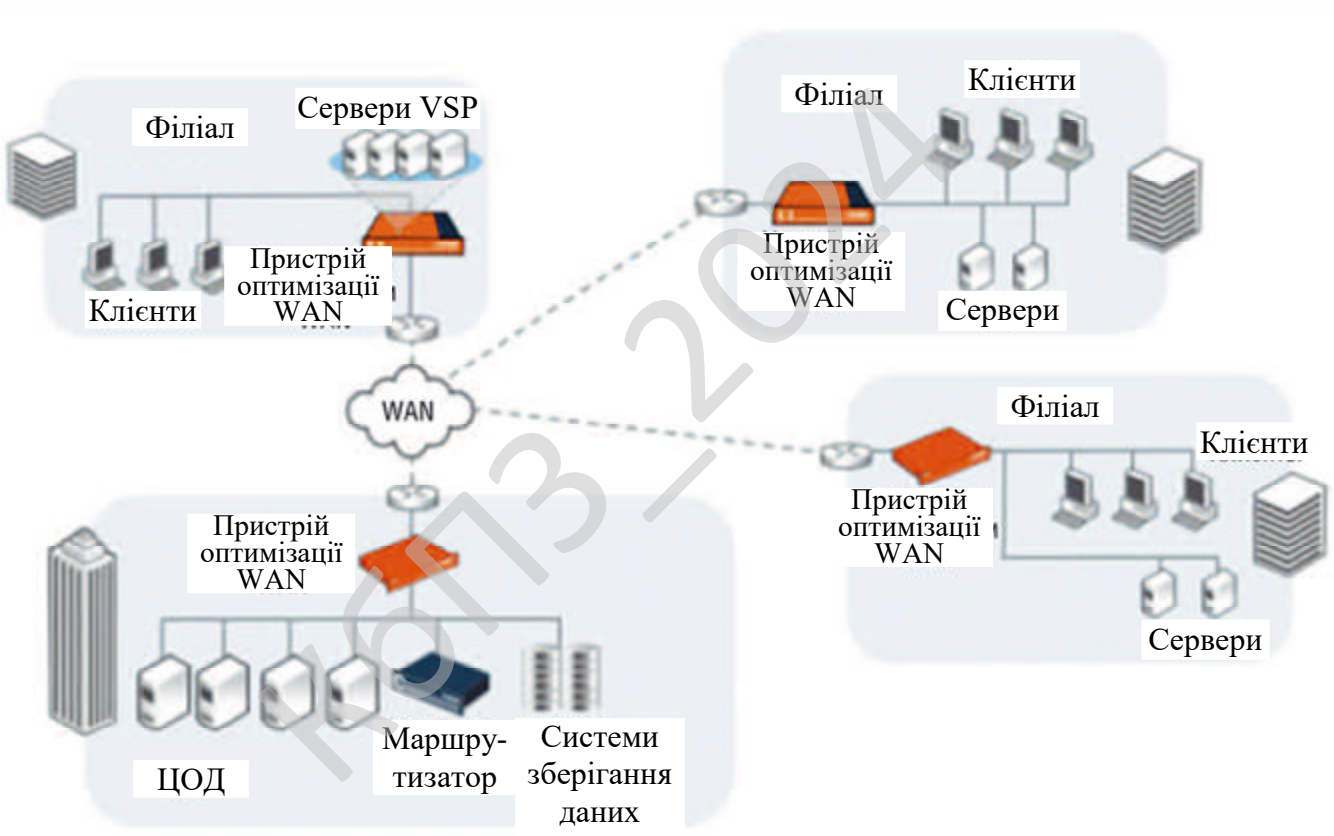

Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

Для організації взаємодії між віддаленими офісами й корпоративними ЦОД виробники оптимізаторів WAN уже багато років пропонують рішення, що забезпечують прискорення корпоративних додатків, а також віддалений доступ до файлів, електронній пошті й системам зберігання. Практичний досвід впровадження цих оптимізаторів показує їхню високу ефективність. Застосування

даного встаткування доцільно в розподілених корпоративних мережах для передачі даних по каналах WAN, прокладеним між віддаленими філіями, офісами й ЦОД. У таких випадках обсяг переданого трафіку знижується в 3-5 разів, а пікова швидкість передачі даних зростає в 100 і більше раз.

Нові розробки націлені на оптимізацію хмарних сервісів і створення більше зручних умов роботи для віддалених і мобільних співробітників. Вони відповідають зрослим вимогам до масштабованості й надійності й можуть застосовуватися як віртуальні пристрої у віртуалізованих ЦОД. З переміщенням додатків у хмари попит на оптимізацію WAN буде рости, адже продуктивність мережі стає ключовим фактором для досягнення більшої продуктивності. А віртуальні версії оптимізаторів WAN стають економічним рішенням, що не уступає по продуктивності й надійності фізичному встаткуванню.

3.3 Розробка функціональної схеми

Функціональна схема розробленої системи зображена на рисунку 3.2.

З рисунку видно, що розроблена система складається з наступних функціональних частин:

– Блок інтерфейсу користувача.

– Блок призначення пріоритетів.

– Блок організації та обслуговування черг.

– Блок управління навантаженням.

– Блок формування трафіка.

– Блок визначення параметрів QoS.

– Блок примусового завдання параметрів QoS.

– Блок моделювання завантаженості сервісу оптимізації мережного трафіку WAN.

– Блок моніторингу сервісу оптимізації мережного трафіку WAN.

– Блок дослідження можливостей механізмів WRED.

– Блок дослідження можливостей механізмів WFQ.

Розглянемо ці блоки більш детально.

Блок інтерфейсу користувача

Призначений для реалізації взаємодії користувача, або дослідника з системою.

Блок призначення пріоритетів

Нарівні з нарощуванням апаратного забезпечення мережі для реалізації QoS застосовуються й засобу типу завдання пріоритетів даних і організації черг. Маршрутизатори підтримують ці механізми протягом багатьох років, як і деякі з нових комутаторів для каналів Gigabit Ethernet. Однак ПЗ для керування мережею за заданими правилами, яких необхідно для практичного втілення цієї технології, поки не розроблено. Серед нових комутаторів такого класу можна назвати CoreBuilder 3500, CoreBuilder 9000 і SuperStack II компанії 3Com, пристрою серії Accelar фірми Bay Networks, SmartSwitch Router компанії Cabletron Systems, а також Catalyst 5000 і Catalyst 8000 виробництва Cisco.

Способи пріоритезації даних можна умовно підрозділити на явні й неявні.

При неявному призначенні пріоритетів маршрутизатор або комутатор автоматично привласнює послугам відповідні рівні, виходячи із заданих адміністратором мережі критеріїв (наприклад, типу додатка для застосовуваного протоколу передачі або адреси джерела). Кожний вхідний пакет аналізується (фільтрується) на відповідність цим критеріям. Механізм неявної пріоритезації підтримують практично всі маршрутизатори.

Деякі комутатори теж здатні задавати пріоритети, але мають обмежений набір функцій. Так, комутатори можуть забезпечувати пріоритезацію даних по типу віртуальної локальної мережі, адресі джерела або адресата, але не використовують інформацію більш високого рівня (протокол передачі або тип додатка). Розроблювальні в цей час системи керування мережею за заданими правилами дозволять реалізувати більше зроблені схеми пріоритезації даних при роботі з такими комутаторами.

При явній пріоритезації даних користувач або додаток запитує певний рівень служби, а комутатор або маршрутизатор намагається задовольнити запит. Імовірно, самим популярним механізмом явної пріоритезації стане протокол IP Precedence (протокол старшинства), що одержав другу назву IP TOS (IP Type Of Service), – один з розділів четвертої версії протоколу IP.

IP TOS резервує спеціальне поле в заголовку пакета, де можуть бути зазначені ознаки QoS, що визначають час затримки, швидкість пропущення й рівень надійності передачі пакета. Однак найдеться небагато популярних додатків – за винятком мультимедійного ПЗ, – у які реалізована підтримка протоколу IP TOS.

Зараз розробляється протокол резервування ресурсів RSVP, що передбачає більше складний, чим в IP TOS, механізм передачі від додатка до машрутизатору запиту на гарантовану якість послуг. Як і IP TOS, протокол RSVP поки не одержав широкої підтримки розроблювачів – він реалізований лише в окремих типах маршрутизаторів. Поширення RSVP стримується через те, що не вирішені деякі питання, пов'язані із сумісністю різних мереж. До того ж застосування RSVP значно збільшує навантаження на маршрутизатори й може привести до зниження швидкодії цих пристроїв.

Видимо, у доступному для огляду майбутньому неявна пріоритезація, не потребуюча серйозних обчислювальних потужностей маршрутизатора, залишиться більше популярною, чим явна. Крім того, при явному завданні пріоритетів значно ускладнюється керування мережею. Кінцеві користувачі, швидше за все, будуть набудовувати своє програмне забезпечення на запит найвищого з можливих рівнів послуг. Відповідно, адміністраторові мережі прийдеться розробляти правила керування користувачами й, можливо, навіть побудовувати служби з гарантованою якістю для кожного користувача окремо.

Блок організації та обслуговування черг

Після того як переданим по мережі даним призначені відповідні пріоритети (за допомогою явних або неявних методів), потрібно визначити порядок передачі цих даних, задавши алгоритм обслуговування черг із необхідною якістю (рівнем QoS). По суті, черги являють собою області пам'яті комутатора або маршрутизатора, у яких групуються пакети з однаковими пріоритетами передачі. Алгоритм обслуговування черги визначає порядок, у якому відбувається передача пакетів, що зберігаються в ній. Зміст застосування всіх алгоритмів зводиться до того, щоб забезпечити найкраще обслуговування трафіку з більш високим пріоритетом за умови, що й пакету з низьким пріоритетом гарантується відповідна увага.

При використанні способів завдання явних і неявних пріоритетів алгоритм обробки черг визначає порядок їхнього обслуговування. Відповідно до цього алгоритму на кожні два пакети, переданих у мережу із черги 1 (з високим пріоритетом) доводиться по одному пакету із черг 2 і 3. Пакети з однаковими пріоритетами передаються за принципом FIFO (”першим прийшов – першим вийшов”).

Якщо в мережі виникає перевантаження, служба черг не гарантує своєчасного досягнення пункту призначення найбільш важливими даними. Гарантується лише те, що ці пакети будуть передані раніше, ніж ті, що мають більш низький пріоритет.

Сучасні служби QoS вирішують таке завдання за рахунок резервування смуги пропущення. Кожній із черг (або їхніх груп) виділяється заздалегідь задана величина смуги пропущення, що гарантує певну смугу пропущення для черги з більш високим пріоритетом. Для критичних ситуацій, коли обсяг даних у черзі перевищує розміри смуги пропущення, в алгоритмах обслуговування звичайно передбачається передача трафіку з високим пріоритетом на смугу пропущення, “приналежну” чергам з низьким пріоритетом, і навпаки. Найпростіші алгоритми обслуговують кожну чергу за принципом FIFO. При цьому передача кадрів

великого розміру, що мають високий пріоритет, може приводити до затримок трафіку іншого додатка з настільки ж високим пріоритетом, але меншим обсягом.

У більше складних алгоритмах уживає спроба “справедливої” обробки черг. Наприклад, алгоритм рівномірного пропорційного (або зваженого) обслуговування (WFQ – Weighted Fair Queuing), розроблений компанією Cisco, підрозділяє додатки на потребуючі великої й малої ширини смуги пропущення, а сама смуга пропущення розподіляється між всіма додатками нарівно. Слід зазначити, що основні виробники маршрутизаторів самі розробляють алгоритми обслуговування черг і використовують для їхнього опису власну термінологію.

Істотним недоліком сучасних маршрутизаторів і комутаторів є те, що вони підтримують мале число черг. Найчастіше виробники організують служби QoS, що використовують чотири черги, хоча чим більше черг, тим більше різних пріоритетів можна привласнити переданим пакетам і тим “справедливіше” розподілити смугу пропущення між додатками. Наприклад, адміністратор у стані задати пріоритети таким чином, щоб перевага при передачі віддавалося пакетам, адресованим на більше віддалені вузли.

Блок управління навантаженням

Служба QoS дає можливість використовувати для керування мережею сервісу оптимізації мережного трафіку WAN два важливих механізми – керування в умовах перевантаження й запобігання перевантажень. Перший з них дозволяє кінцевій станції відразу знижувати швидкість передачі даних, коли в мережі починається втрата пакетів. У протоколах TCP/IP і SNA цей механізм підтримується вже протягом декількох років. І хоча сам по собі він не гарантує якості передачі, при його використанні разом з механізмом запобігання перевантажень результати виявляються набагато кращими. У мережах TCP/IP механізм запобігання перевантажень застосовується досить давно, але лише в останні роки він стає стандартом “де-факто” для маршрутизаторів телекомунікаційних мереж і Internet.

Стандартним способом запобігання перевантажень у мережі стало застосування механізму випадкового виділення пакетів (Random Early Detection,

RED). При заповненні черг вище певної критичної оцінки цей механізм змушує маршрутизатор вибирати із черги за випадковим законом деякі пакети й “втрачати” їх. Швидкість передачі даних станціями-відправниками знижується, що й дозволяє уникнути переповнення черги.

Механізм пропорційного випадкового виділення пакетів – WRED (Weighted RED) – можна вважати наступною, більше зробленою “версією” RED. Він передбачає, що вибір пакетів, які повинні “втратитися”, буде відбуватися з обліком їх пріоритезації згідно IP TOS.

Блок формування трафіка

Формування трафіку – це загальний термін, яким прийнято позначати різні способи маніпулювання даними для підвищення якості їхньої передачі. Один їхній таких способів – сегментація пакетів. У мережах сервісу оптимізації мережного трафіку WAN гарантовано високий рівень QoS досягається в тому числі й за рахунок малого розміру переданих пакетів (осередків – у термінології сервісу оптимізації мережного трафіку WAN). Максимальний час затримки при передачі будь-якого пакета сервісу оптимізації мережного трафіку WAN – це час передачі одного осередку.

Запозичаючи корисні механізми технології сервісу оптимізації мережного трафіку WAN, виробники маршрутизаторів і комутаторів починають забезпечувати у своїх продуктах можливість сегментації пакетів. Деякі пристрої, призначені для мереж frame relay, сегментують пакети, передані по каналах глобальних мереж, щоб гарантувати конкретний час передачі й мінімізувати затримки.

Ще один спосіб формування трафіку – його “вирівнювання”. Для таких протоколів, як наприклад, AppleTalk, характерна нерівномірна передача пакетів, що часом приводить до появи в мережі послідовностей або ланцюжків пакетів, а отже – до її перевантаження. Процедура вирівнювання трафіку дозволяє розчленувати ланцюжки шляхом розміщення пакетів у буфері перед їхньою передачею в мережу. Для забезпечення більше рівномірної передачі даних можна також вирівнювати трафік кінцевих вузлів мережі.

Блок визначення параметрів QoS

Призначений для визначення існуючих параметрів якості обслуговування (QoS). До них відносяться:

– Bandwidth (BW) – смуга пропущення, описує номінальну пропускну здатність середовища передачі інформації, визначає ширину каналу. Виміряється в bit/s (bps), kbit/s (kbps), mbit/s (mbps).

– Delay – затримка при передачі пакета.

– Jitter – коливання (варіація) затримки при передачі пакетів.

– Packet Loss – втрати пакетів. Визначає кількість пакетів, що відкидаються мережею під час передачі.

Блок примусового завдання параметрів QoS

Призначений для примусового завдання одного, або декількох параметрів якості обслуговування (QoS). До них відносяться:

– Bandwidth (BW) – смуга пропущення, описує номінальну пропускну здатність середовища передачі інформації, визначає ширину каналу. Виміряється в bit/s (bps), kbit/s (kbps), mbit/s (mbps).

– Delay – затримка при передачі пакета.

– Jitter – коливання (варіація) затримки при передачі пакетів.

– Packet Loss – втрати пакетів. Визначає кількість пакетів, що відкидаються мережею під час передачі.

Блок моделювання завантаженості сервісу оптимізації мережного трафіку WAN

Призначений для моделювання завантаженості сервісу оптимізації мережного трафіку WAN з визначеним трафіком та заданими параметрами якості обслуговування (QoS).

Блок моніторингу сервісу оптимізації мережного трафіку WAN

Призначений для аналізу поточного стану сервісу оптимізації мережного трафіку WAN.

Блок дослідження можливостей механізмів WRED

Одним з методів QoS, призначених для забезпечення необхідних вимог до

різних потоків даних – запобігання перевантажень (congestion avoidance). Він заснований на обмеженні розмір черги, сигналізуючи джерелам даних про необхідність зменшити швидкість передачі інформації (WRED – Weighted random early detection).

Блок дослідження можливостей механізмів WFQ

Другим з методів QoS, призначених для забезпечення необхідних вимог до різних потоків даних – керування перевантаженням (congestion management). Він заснований на присвоєнні квот і пріоритетів потокам, і у випадку перевантаження, потоки одержують якість, обмежену їхньою квотою й пріоритетом (WFQ – Weighted Fair Queuing).

Існує не занадто багато способів розрахунків показників QoS у сервісу оптимізації мережного трафіку WAN. Найпростіший з них – збільшення смуги пропущення сервісу оптимізації мережного трафіку WAN за рахунок нарощування апаратних можливостей устаткування сервісу оптимізації мережного трафіку WAN. Можна використовувати й такі прийоми, як завдання пріоритетів даних, організація черг, запобігання перевантажень і формування трафіку. Керування мережею за заданими правилами в перспективі повинне об'єднати всі ці способи в єдину автоматизовану систему, що буде гарантувати якість послуг абсолютно на всіх ділянках мережі.

Збільшення апаратної потужності, безсумнівно, є найбільш ефективним засобом реалізації QoS у сервісу оптимізації мережного трафіку WAN. Тиск із боку конкурентів, необхідність підвищення ефективності виробництва, поява нових технологій, що дозволяють оснащувати спеціалізовані мікросхеми (ASIC) найрізноманітнішими функціями, – все це змушує постачальників комутаційного встаткування для локальних мереж викидати на ринок усе більше швидкодіючі пристрої за цінами, порівнянним з вартістю моделей колишнього покоління.

Малоймовірно, що в доступному для огляду майбутньому даний підхід до підтримки QoS у мережах сервісу оптимізації мережного трафіку WAN перестане бути пріоритетним. Оскільки в мережах сервісу оптимізації мережного трафіку WAN вдається забезпечити гарантовану якість послуг, не прибігаючи до дорогої

модернізації усього встаткування й серйозних змін у системі керування мережею, мережні адміністратори будуть звертати увагу й на програмні засоби, що дозволяють реалізувати QoS.

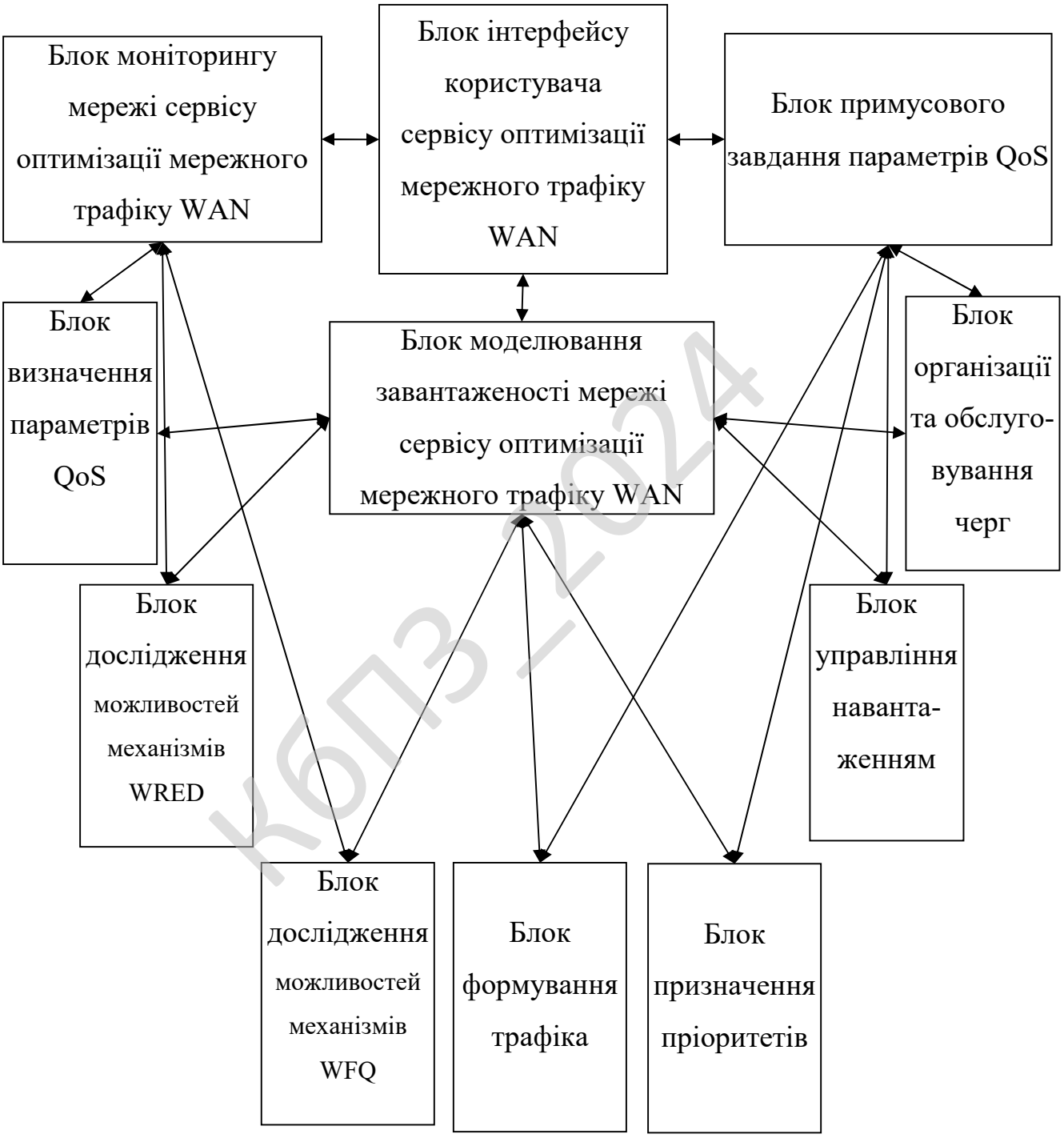

Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

Отже, найбільше поширення, швидше за все, одержить комбінований підхід. Деякі виробники висловлюються на його користь, затверджуючи, що найкраще збільшувати пропускну здатність мережі не прямо, а за рахунок інтелектуальних можливостей устаткування, що має засоби розрахунків показників QoS. Правда, виробники мережних пристроїв навряд чи можуть бути об'єктивними в цьому питанні, тому що вони зацікавлені в збуті тих самих продуктів, які підтримують гарантовану якість послуг.

У глобальних мережах нарощування апаратних потужностей використовується рідше. Звичайно, зниження вартості смуги пропущення зробило б передачу даних по глобальних мережах доступною для більше широкого кола користувачів (і навіть трохи знизило б актуальність впровадження гарантованої якості послуг). Але в найближчому майбутньому вартість смуги пропущення в глобальних мережах буде залишатися досить високою, тому й нарощування апаратної потужності не стане настільки популярним, як у мережах сервісу оптимізації мережного трафіку WAN.

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

3.4 Розробка діаграми процесів

Діаграма взаємодії процесів системи, розробленої у результаті виконання бакалаврської дипломної роботи, наведена на рисунку 3.3.

При детальному її розгляді можна побачити як саме проходе взаємодія у розробленій системі. Використовується модель проектування, графічне представлення «потоків» даних в інформаційній системі.

Діаграма взаємодії процесів використовується для візуалізації процесів обробки даних (структурне проектування). Для розробника вважається звичним спочатку креслити діаграму взаємодії процесів даних рівня контексту, завдяки чому буде показано взаємодію системи. Ця діаграма в подальшому підлягає

уточненню шляхом деталізації процесів та потоків даних з метою показати систему що розробляється.

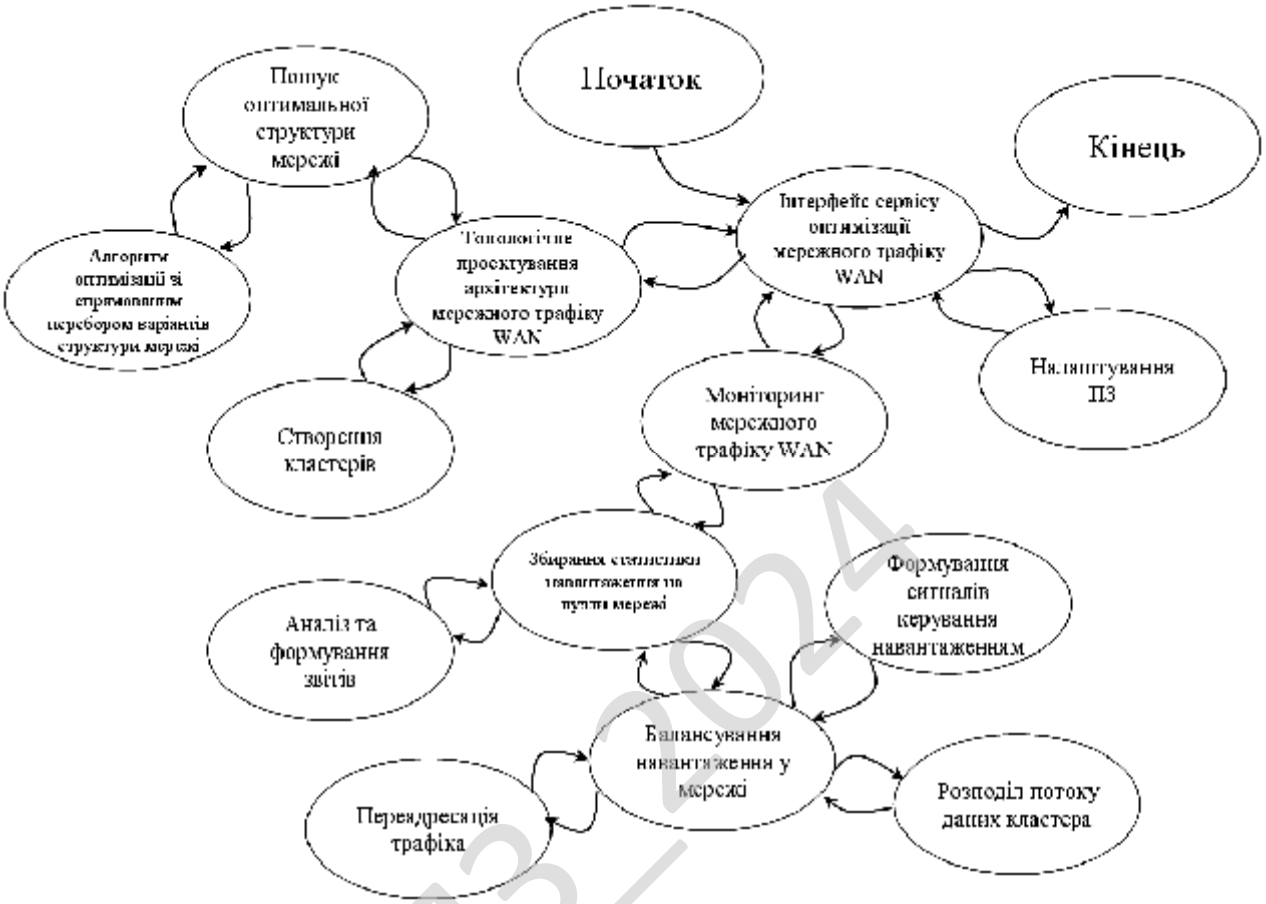

Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

Діаграми потоків даних містять чотири типи елементів:

– Процеси які являють собою трансформацію даних в рамках описуваної системи.

– Сховища даних (репозиторії).

– Зовнішні по відношенню до системи сутності.

– Потоки даних між елементами трьох попередніх типів.

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.

З яких 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.

Опис алгоритмів функціонування системи

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 було враховано, 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 сервісу оптимізації мережного трафіку WAN.

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.

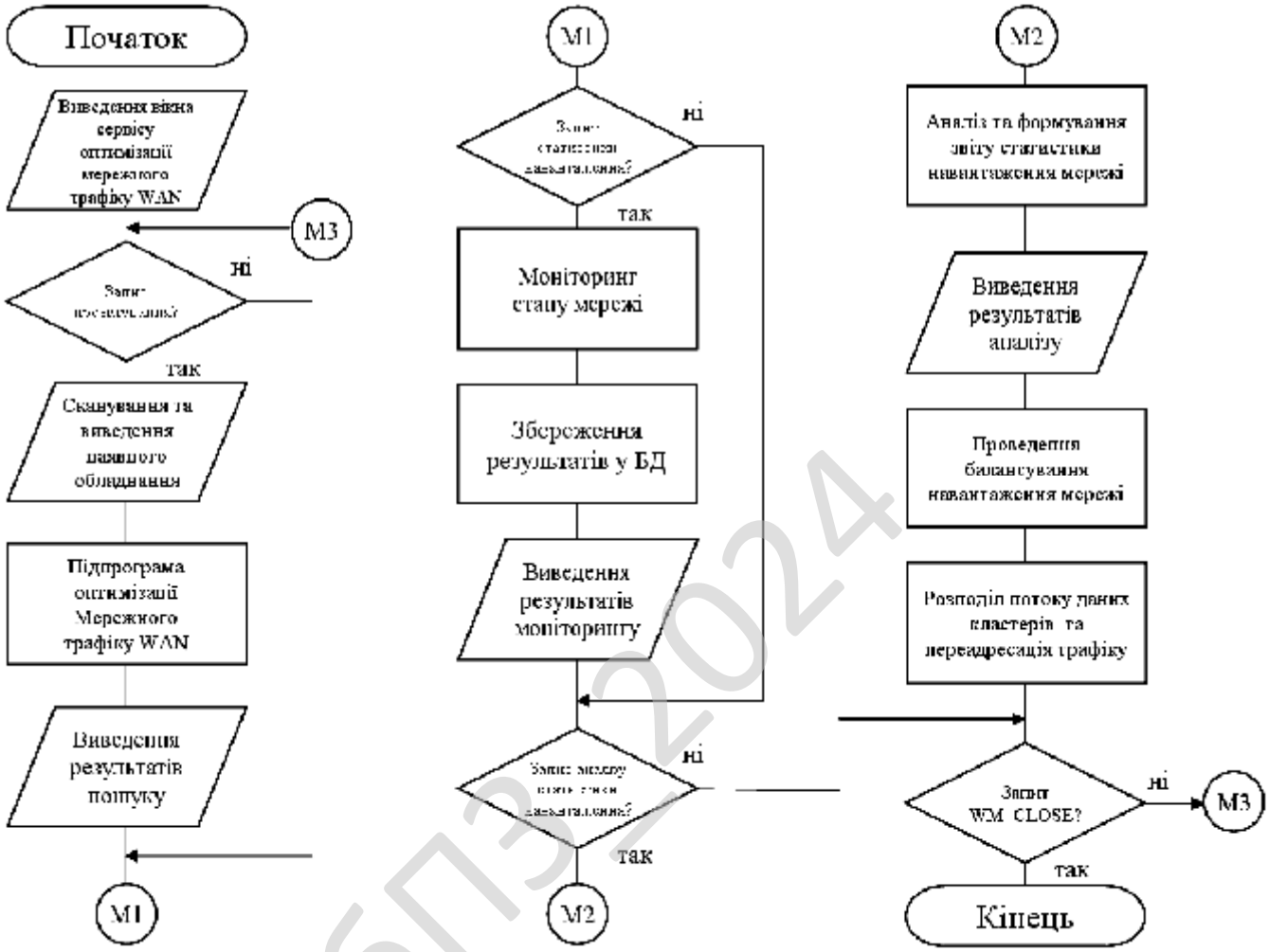

Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

Було використано підходи з використанням UML, це уніфікована мова моделювання, використовується у парадигмі об'єктно-орієнтованого програмування. Є невід'ємною частиною уніфікованого процесу розробки програмного забезпечення. UML є мовою широкого профілю, це відкритий стандарт, що використовує графічні позначення для створення абстрактної моделі системи, називаної UML-моделлю. UML був створений для визначення, візуалізації, проектування й документування в основному програмних систем.

UML не є мовою програмування, але в засобах виконання UML-моделей як інтерпретованого коду можлива кодогенерація.

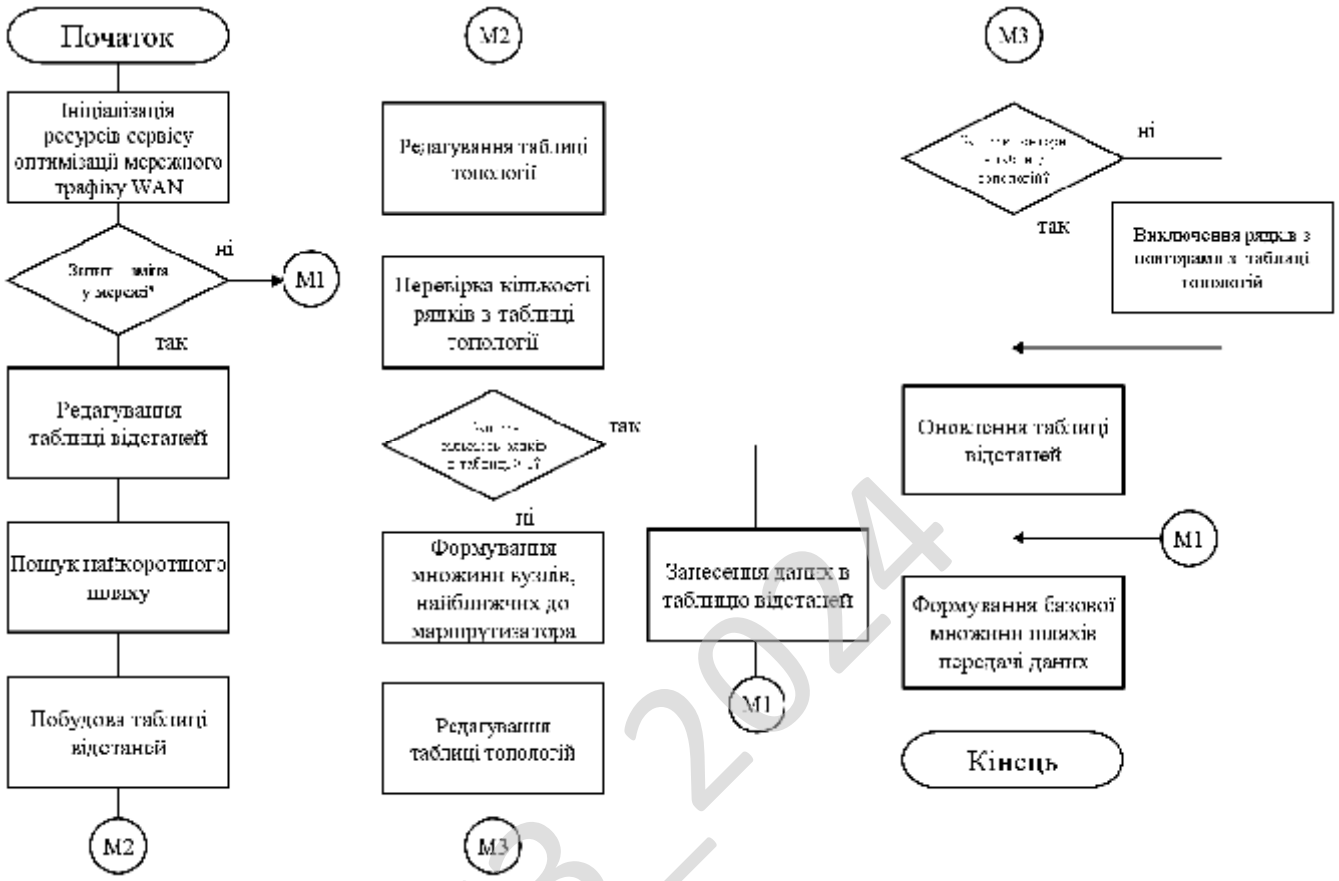

Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми

UML може бути застосовано на всіх етапах життєвого циклу аналізу бізнес-систем і розробки прикладних програм. Різні види діаграм які підтримуються UML, і найбагатший набір можливостей представлення певних аспектів системи робить UML універсальним засобом опису як програмних, так і ділових систем.

Діаграми дають можливість представити систему (як ділову, так і програмну) у такому вигляді, щоб її можна було легко перевести в програмний код. Основною причиною використання мови UML є спілкування розробників між собою.

Крім того, UML спеціально створювалася для оптимізації процесу розробки програмних систем, що дозволяє збільшити ефективність їх реалізації у кілька разів і помітно поліпшити якість кінцевого продукту.

UML прекрасно зарекомендувала себе в багатьох успішних програмних проектах. Засоби автоматичної генерації кодів дозволяють перетворювати моделі мовою UML у вихідний код об’єктно-орієнтованих мов програмування, що ще більш прискорює процес розробки. Практично усі CASE-засоби (програми автоматизації процесу аналізу і проектування) мають підтримку UML. Моделі розроблені в UML, дозволяють значно спростити процес кодування і направити зусилля програмістів безпосередньо на реалізацію системи.

Діаграми підвищують супроводжуваність проекту і полегшують розробку документації.

UML необхідний:

– Керівникам проектів, які керують розподілом завдань і контролем за проектом.

– Проектувальникам інформаційних систем які розробляють технічні завдання для програмістів.

– Бізнес-аналітикам, які досліджують реальну систему і здійснюють інжиніринг і реінжиніринг бізнесу компанії.

– Програмістам які реалізовують модулі інформаційної системи.

При модифікації системи об'єктний підхід дозволяє легко включати в систему нові об'єкти і виключати застарілі без істотної зміни її життєздатності. Використання побудованої моделі при модифікаціях системи дає можливість усунути небажані наслідки змін, оскільки вони не ламають структури системи, а тільки змінюють поведінку об'єктів.

Також при розробці бакалаврської дипломної роботи було використано наступні підходи UML: діаграма діяльності (діаграми поведінки типу); діаграма прецедентів (діаграми поведінки типу); Діаграма класів; Діаграма компонент; Діаграма об'єктів; Діаграма розгортання.

Діаграма діяльності. Це візуальне представлення графу діяльностей. Граф діяльностей є різновидом графу станів скінченного автомату, вершинами якого є певні дії, а переходи відбуваються по завершенню дій.Дія є фундаментальною одиницею 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.

Діаграма прецедентів це діаграма, на якій зображено відношення між акторами та прецедентами в системі. Також, перекладається як діаграма варіантів використання.

Діаграма прецедентів є графом, що складається з множини акторів, прецедентів (варіантів використання) обмежених границею системи (прямокутник), асоціацій між акторами та прецедентами, відношень серед прецедентів, та відношень узагальнення між акторами. Діаграми прецедентів відображають елементи моделі варіантів використання.

Суть даної діаграми полягає в наступному: проектована система представляється у вигляді безлічі сутностей чи акторів, що взаємодіють із системою за допомогою так званих варіантів використання. Варіант використання (use case) використовують для описання послуг, які система надає актору. Іншими словами, кожен варіант використання визначає деякий набір дій, який виконує система при діалозі з актором.

При цьому нічого не говориться про те, яким чином буде реалізована взаємодія акторів із системою.

У мові UML є кілька стандартних видів відношень між акторами і варіантами використання:

– асоціації (association relationship);

– включення (include relationship);

– розширення (extend relationship);

– узагальнення (generalization relationship).

При цьому загальні властивості варіантів використання можуть бути представлені трьома різними способами, а саме – за допомогою відношень включення, розширення і узагальнення.

Відношення асоціації – одне з фундаментальних понять у мові UML і в тій чи іншій мірі використовується при побудові всіх графічних моделей систем у формі канонічних діаграм.

Включення (include) у мові UML – це різновид відношення залежності між базовим варіантом використання і його спеціальним випадком. При цьому відношенням залежності (dependency) є таке відношення між двома елементами моделі, при якому зміна одного елемента (незалежного) приводить до зміни іншого елемента (залежного).

Відношення розширення (extend) визначає взаємозв'язок базового варіанта використання з іншим варіантом використання, функціональна поведінка якого задіюється базовим не завжди, а тільки при виконанні додаткових умов.

Діаграма класів це статичне представлення структури моделі. Відображає статичні (декларативні) елементи, такі як: класи, типи даних, їх зміст та відношення.

Діаграма класів, також, може містити позначення для пакетів та може містити позначення для вкладених пакетів. Також, діаграма класів може містити позначення деяких елементів поведінки, однак їх динаміка розкривається в інших типах діаграм.

Діаграма класів (class diagram) служить для представлення статичної структури моделі системи в термінології класів об'єктно-орієнтованого програмування. На цій діаграмі показують класи, інтерфейси, об'єкти й кооперації, а також їхні відносини.

В UML існують наступні типи зв'язків які використовуються у діаграмі класів: Асоціації; Агрегація; Композиція.

Асоціації це якщо між двома класами визначена асоціація, то можна переміщатися від об'єктів одного класу до об'єктів іншого. Цілком припустимі випадки, коли обидва кінці асоціації відносяться до одного і того ж класу. Це означає, що з об'єктом деякого класу дозволено зв'язати інші об'єкти з того ж класу. Асоціація, що зв'язує два класи, називається бінарної. Можна, хоча це рідко буває необхідним, створювати асоціації, що зв'язують відразу кілька класів. Графічно асоціація зображується у вигляді лінії, що з'єднує клас сам з собою або з іншими класами.

Асоціації може бути присвоєно ім'я, яке описує природу відносини. Зазвичай ім'я асоціації не вказується, якщо тільки ви не хочете явно задати для неї рольові імена або у вашій моделі настільки багато асоціацій, що виникає необхідність посилатися на них і відрізняти один від одного. Ім'я буде особливо корисним, якщо між одними і тими ж класами існує кілька різних асоціацій.

Клас, що бере участь в асоціації, грає в ній деяку роль. По суті, це "обличчя", яким клас, що знаходиться на одній стороні асоціації, звернений до класу з іншого її боку. Можна явно позначити роль, яку клас грає в асоціації.

Часто при моделюванні буває важливо вказати, скільки об'єктів може бути пов'язано допомогою одного примірника асоціації. Це число називається кратністю (Multiplicity) ролі асоціації та записується або як вираз, значенням якого є діапазон значень, або в явному вигляді.

Вказуючи кратність на одному кінці асоціації, ви тим самим говорите, що на цьому кінці саме стільки об'єктів повинно відповідати кожному об'єкту на протилежному кінці. Кратність можна задати рівною одиниці (1), можна вказати

діапазон: "нуль або одиниця" (0..1), "багато" (0 .. *), "одиниця або більше" (1 .. *). Дозволяється також вказувати певне число (наприклад, 3). За допомогою списку можна задати і більш складні кратності, наприклад 0. . 1, 3..4, 6 .. *, що означає "будь-яке число об'єктів, крім 2 і 5".

Агрегація це проста асоціація між двома класами відображає структурний відношення між рівноправними сутностями, коли обидва класу знаходяться на одному концептуальному рівні і ні один не є більш важливим, ніж інший. Але іноді доводиться моделювати відношення типу «частина/ціле», в якому один з класів має більш високий ранг (ціле) і складається з декількох менших за рангом (частин).

Ставлення такого типу називають агрегацією; воно зараховане до відносин типу «має» (з урахуванням того, що об'єкт-ціле має кілька об'єктів-частин). Агрегація є окремим випадком асоціації і зображується у вигляді простої асоціації з незафарбованим ромбом з боку «цілого». Графічно агрегація представляється порожнім ромбом на блоці класу, і лінією, яка від цього ромба до міститься класу.

Композиція це більш суворий варіант агрегації. Відома також як агрегація за значенням.

Композиція має жорстку залежність часу існування екземплярів класу контейнера та примірників містяться класів. Якщо контейнер буде знищений, то весь його вміст буде також знищено. Графічно представляється як і агрегація, але з зафарбовані ромбиком.

Діаграма компонент в UML це діаграма, на якій відображаються компоненти, залежності та зв'язки між ними.

Діаграма компонент відображає залежності між компонентами програмного забезпечення, включаючи компоненти вихідних кодів, бінарні компоненти, та компоненти, що можуть виконуватись.

Модуль програмного забезпечення може бути представлено в якості компоненти. Деякі компоненти існують під час компіляції, деякі – під час компонування, а деякі під час роботи програми.

Діаграма компонент відображає лише структурні характеристики, для відображення окремих екземплярів компонент слід використовувати діаграму розгортування.

Компоненти об'єднуються разом використовуючи структурні зв'язки (assembly connector) щоб об'єднати інтерфейси двох компонент. Це ілюструє зв'язок типу «клієнт-сервер».

Структурна взаємодія – «зв'язок двох компонент, який передбачає, що один з них надає послуги, потрібні іншому компоненту».

При використанні діаграми компонент щоб показати внутрішню структуру компонента, клієнтські та серверні інтерфейси можуть утворювати пряме з'єднання з внутрішніми. Таке з'єднання називається з'єднанням делегації.

Діаграма об'єктів в UML це діаграма, що відображає об'єкти та їх зв'язки в певний момент часу. Діаграма об'єктів може розглядатись як окремий випадок діаграми класів, на якій можуть бути представлені як класи, так і екземпляри (об'єкти) класів. Схожою за змістом є діаграма взаємодії (collaboration diagram).

Діаграми об'єктів не мають власної нотації. Оскільки діаграми класів можуть відображати об'єкти, то діаграма класів, на якій відображено лише об'єкти, та не відображено класи, може вважатись діаграмою об'єктів.

Діаграма об'єктів відображає об'єкти та зв'язки в певний момент роботи програми. Об'єкти можуть містити інформацію про власні значення а не про описання. Для відображення загальних шаблонів об'єктів та зв'язків, що можуть багаторазово створюватись під час роботи програми, слід використовувати діаграму взаємодії, яка може відображати характеристики об'єктів та зв'язків. Екземпляр діаграми взаємодії створює діаграму об'єктів.

Діаграма об'єктів не відображає еволюцію системи під час роботи. Натомість, слід використовувати діаграми взаємодії з повідомленнями, або діаграми послідовності.

Діаграма розгортання (deployment diagram) це діаграма в UML, на якій відображаються обчислювальні вузли під час роботи програми, компоненти, та

об'єкти, що виконуються на цих вузлах. Компоненти відповідають представленню робочих екземплярів одиниць коду. Компоненти, що не мають представлення під час роботи програми на таких діаграмах не відображаються; натомість, їх можна відобразити на діаграмах компонент. Діаграма розгортання відображає робочі екземпляри компонент, а діаграма компонент, натомість, відображає зв'язки між типами компонент.

Опис функцій ПЗ проектування архітектури мереж.

```
procedure TForm1.CClick(Sender: TObject);
var
// об’ява змінних
 N: TNetworkNeighborhood;
 List: TStringList;
 i, j: Integer;
 ListViewItem: TListItem;
 WorkgroupNode, ComputerNode: TTreeNode;
Begin
// початок
 Screen.Cursor:=crHourGlass;
 try
// Ініціалізація об’ єктів та сканування мережі
  N:=TNetworkNeighborhood.Create;
  try
// Отримання списку всіх комп’ ютерів в мережі
   Memo1.Lines.Clear;
   N.ListComputers(Memo1.Lines);
// Отримання списку всіх робочих груп і комп’ ютерів в мережі,
// відсортованих в алфавітному порядку
   List:=TStringList.Create;
   ListView1.Items.Clear;
   try
    N.ListNetwork(List);
    for i:=0 to List.Count - 1 do begin
     ListViewItem:=ListView1.Items.Add;
     ListViewItem.Caption:=List[i];
     ListViewItem.ImageIndex:=Integer(List.Objects[i]);
    end;
   finally
    List.Free;
   end;
```

```
// Побудова дерева робочих груп і комп’ ютерів в мережі
   TreeView1.Items.Clear;
   for i:=0 to N.Count – 1 do begin
    WorkgroupNode:=TreeView1.Items.Add(nil, N[i]);
    WorkgroupNode.ImageIndex:=1;
    WorkgroupNode.SelectedIndex:=1;
    for j:=0 to (N.Objects[i] as TStrings).Count – 1 do begin
     ComputerNode:=TreeView1.Items.AddChild(WorkgroupNode,
                  (N.Objects[i] as TStrings).Strings[j]);
     ComputerNode.ImageIndex:=0;
    end;
   end;
// Отримання IP адрес комп’ ютерів
  GetIPAddresses(N, Memo2.Lines);
  finally
   N.Free;
  end;
  TreeView1.FullExpand;
 finally
  Screen.Cursor:=crDefault;
 end;
end;
```

Визначимо типи даних та константи, які потрібні для роботи програмного забезпечення.

```
const
  WellKnownPorts: array[1..32] of TWellKnownPort
= (
 ( Prt: 0; Srv:  ‘ RESRVED’  ),
{Зарезервовано}
    ( Prt: 7; Srv:   ‘ ECHO   ‘  ),
{Пінгування    }
    ( Prt: 9; Srv:   ‘ DISCARD’  ),
    ( Prt: 13; Srv:  ‘ DAYTIME’  ),
    ( Prt: 17; Srv:  ‘ QOTD   ‘  ),
{Показчик на день}
    ( Prt: 19; Srv:  ‘ CHARGEN’  ),
{Генератор символів}
    ( Prt: 20; Srv:  ‘ FTPDATA’  ),
{ Протокол File Transfer Protocol – дані}
    ( Prt: 21; Srv:  ‘ FTPCTRL’  ),
{ Протокол File Transfer Protocol – управління}
```

```
    ( Prt: 22; Srv:  ' SSH    '  ),
    ( Prt: 23; Srv:  ' TELNET '  ),
    ( Prt: 25; Srv:  ' SMTP   '  ),
{ Протокол Simple Mail Transfer Protocol}
    ( Prt: 37; Srv:  ' TIME   '  ),
{ Протокол Time Protocol }
    ( Prt: 43; Srv:  ' WHOIS  '  ),
{ WHO IS сервіс  }
    ( Prt: 53; Srv:  ' DNS    '  ),
{ Domain Name Service }
    ( Prt: 67; Srv:  ' BOOTPS '  ),
{ BOOTP сервер }
    ( Prt: 68; Srv:  ' BOOTPC '  ),
{ BOOTP клієнт }
    ( Prt: 69; Srv:  ' TFTP   '  ),
{ Стандартний  FTP  }
    ( Prt: 70; Srv:  ' GOPHER '  ),
{ Протокол Gopher       }
    ( Prt: 79; Srv:  ' FINGER '  ),
{ Протокол Finger       }
    ( Prt: 80; Srv:  ' HTTP   '  ),
{ Протокол HTTP         }
    ( Prt: 88; Srv:  ' KERBROS'  ),
{ Протокол Kerberos     }
    ( Prt: 109; Srv: ' POP2   '  ),
{ Протокол Post Office Protocol Version 2 }
    ( Prt: 110; Srv: ' POP3   '  ),
{ Протокол Post Office Protocol Version 3 }
    ( Prt: 111; Srv: ' SUN_RPC'  ),
{ SUN віддалений виклик функцій }
    ( Prt: 119; Srv: ' NNTP   '  ),
{ Протокол Network News Transfer Protocol }
    ( Prt: 123; Srv: ' NTP    '  ),
{ Протокол Network Time protocol          }
    ( Prt: 135; Srv: ' DCOMRPC'  ),
{ Локальний сервісе              }
    ( Prt: 137; Srv: ' NBNAME '  ),
{ NETBIOS сервіс імен          }
    ( Prt: 138; Srv: ' NBDGRAM'  ),
{ NETBIOS сервіс датаграм     }
    ( Prt: 139; Srv: ' NBSESS '  ),
{ NETBIOS сервіс сесій        }
```

```
    ( Prt: 143; Srv: ' IMAP    ' ),
{ Протокол Internet Message Access Protocol }
    ( Prt: 161; Srv: ' SNMP    ' ),
{ Протокол Simple Netw. Management Protocol }
    ( Prt: 169; Srv: ' SEND    ' )
    );
const
  ICMP_ERROR_BASE = 11000;
IcmpErr : array[1..22] of string =
(
 ' IP_BUFFER_TOO_SMALL' ,' IP_DEST_NET_UNREACHABLE' , ' IP_DEST_HOST_UNREACHABLE',
' IP_PROTOCOL_UNREACHABLE' , ' IP_DEST_PORT_UNREACHABLE' , ' IP_NO_RESOURCES' ,
 ' IP_BAD_OPTION' ,' IP_HARDWARE_ERROR' , ' IP_PACKET_TOO_BIG' ,
' IP_REQUEST_TIMED_OUT' , ' IP_BAD_REQUEST' ,' IP_BAD_ROUTE' ,
' IP_TTL_EXPIRED_TRANSIT' , ' IP_TTL_EXPIRED_REASSEM' ,
' IP_PARAMETER_PROBLEM' , ' IP_SOURCE_QUENCH' ,
 ' IP_OPTION_TOO_BIG' , ' IP_BAD_DESTINATION' ,' IP_ADDRESS_DELETED' ,
 ' IP_SPEC_MTU_CHANGE' , ' IP_MTU_CHANGE' , ' IP_UNLOAD'
);
ARPEntryType  : array[1..4] of string = ( ' Інший' , ' Несправний' ,
 ' Динамічний' , ' Статичний');
TCPConnState  :
array[1..12] of string =
 ( ' CLOSED' , ' READ' , ' SYN_SENT' ,
    ' SYN_RCVD' , ' ESTABLISHED' , ' FIN_WAIT1' ,
    ' FIN_WAIT2' , ' WAIT' , ' CLOSING' ,
    ' LAST_ACK' , ' WAIT' , ' DELETE_TCB'    );
TCPToAlgo     : array[1..4] of string =
    ( ' Const.Timeout' , ' MIL-STD-1778' ,
    ' Van Jacobson' , ' Other'  );
  IPForwTypes   : array[1..4] of string =
    ( ' other' , ' invalid' , ' local' , ' remote'  );
  IPForwProtos  : array[1..18] of string =
    ( ' OTHER' , ' LOCAL' , ' NETMGMT' , ' ICMP' , ' EGP' ,
    ' GGP' , ' HELO' , ' RIP' , ' IS_IS' , ' ES_IS' ,
    ' CISCO' , ' BBN' , ' OSPF' , ' BGP' , ' BOOTP' ,
    ' AUTO_STAT' , ' STATIC' , ' NOT_DOD'  );
type
// для IpHlpNetworkParams
  TNetworkParams = record
    HostName: string ;
    DomainName: string ;
```

```
    CurrentDnsServer: string ;
    DnsServerTot: integer ;
    EnableProxy: UINT;
    EnableDNS: UINT;
  end;
  TIfRows = array of TMibIfRow ;
// динамічний масив колонок
```

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Для захисту розробленого програмного забезпечення запропоновано використовувати алгоритм Khufu. Khufu – це 64-бітовий блоковий шифр. 64-бітовий відкритий тест спочатку розщеплюється на дві 32-бітові половини, *L* і *R*. Над обома половинами й певними частинами ключа виконується операція XOR. Потім, аналогічно DES, результати проходять деяку послідовність раундів. У кожному раунді молодший значущий байт *L* використовується як вхід S-блоку. У кожного S-блоку 8 вхідних біт і 32 вихідних біта. Далі обраний в S-блоці 32-бітовий елемент піддається операції XOR з *R*. Потім *L* циклічно зрушується на число, кратним восьми биткам, *L* і *R* міняються місцями, і раунд завершується. Сам S-блок не статичний, він міняється кожні вісім раундів. Нарешті, по закінченні останнього раунду, над *L* і *R* виконується операція XOR з іншими частинами ключа, і половини поєднуються, утворюючи блок шифртексту.

Хоча частини ключа використовуються для операції XOR із блоком шифрування на початку й кінці виконання алгоритму, головне призначення ключа – генерація S-блоків. Ці S-блоки секретні, по суті, це частина ключа. Повний розмір ключа алгоритму Khufu дорівнює 512 біт (64 байт), алгоритм надає спосіб генерації S-блоків по ключу.

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

На рисунку 5.1 зображено інтерфейс програмного забезпечення, розробленого у результаті виконання бакалаврської дипломної роботи.

Розроблене програмне забезпечення сервісу оптимізації мережного трафіку WAN складається з наступних функціональних блоків:

– Навігаційне меню: Файл; Кластер; Хост; Параметри; Довідка.

– Підрозділу представлення мережних даних у ієрархічному вигляді.

– Підвікна виведення поточних з’єднань.

– Вікна виведення результату роботи системи.

– Навігаційного меню яке викликається натисканням правої клавіші маніпулятора миші.

– Функціональних кнопок ПЗ.

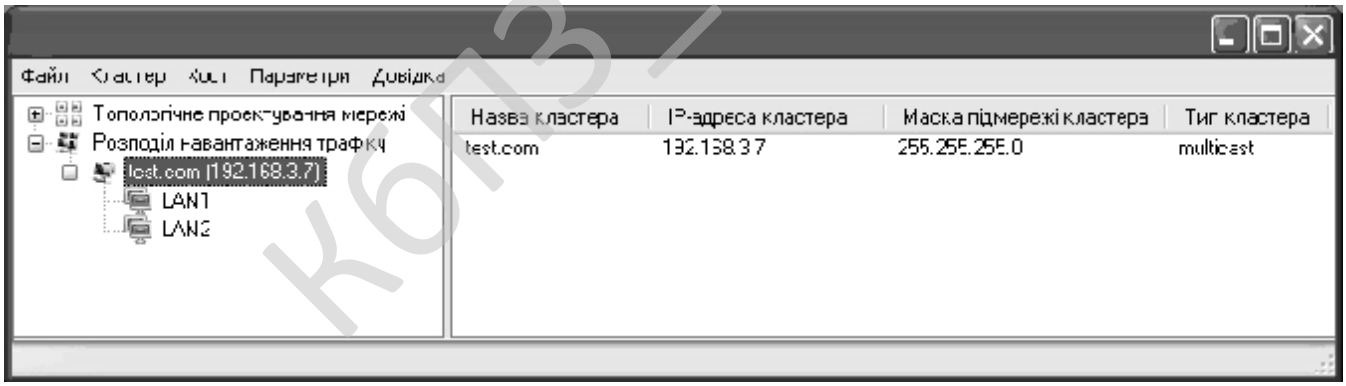

Рисунок 5.1 – Головне вікно розробленого ПЗ

Для перегляду короткої довідки про програму слід натиснути на основному вікні кнопку авторського права, після чого на екрані з’явиться вікно показане на рисунку 5.2.

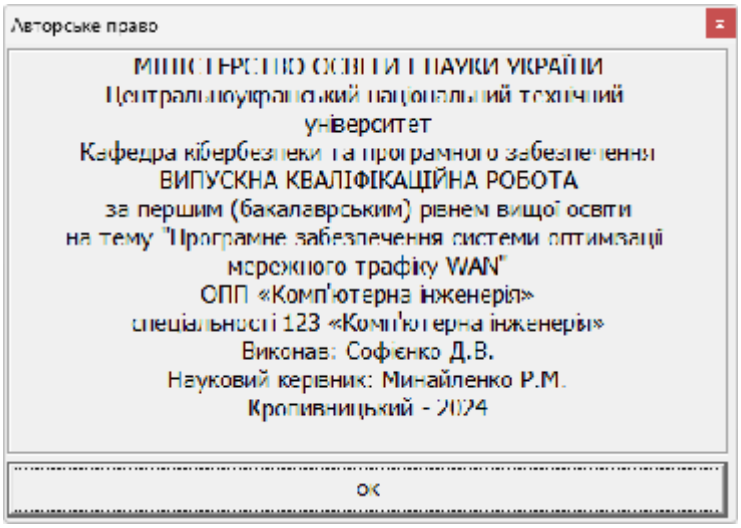

Рисунок 5.2 – Вікно розробника ПЗ

Під час роботи над програмою було проведено тестування програмного забезпечення, тобто технічне дослідження, призначене для виявлення інформації про якість продукту відносно контексту, в якому воно має використовуватись.

Тестування включає як процес пошуку помилок або інших дефектів, так і випробування програмних складових з метою їх оцінки.

Проводилась оцінка:

– відповідності поставленим вимогам;

– правильна відповідь для усіх можливих вхідних даних;

– виконання функцій за прийнятний час;

– практичність;

– сумісність з ОС та стороннім ПЗ.

Оскільки число можливих тестів для програмних компонент практично нескінченне, тому стратегія тестування полягала в тому, щоб провести всі можливі тести з урахуванням наявного часу та ресурсів.

Як результат ПЗ тестувалось стандартним виконанням програми з метою виявлення помилок або інших дефектів.

Проводилось тестування форматом чорної скриньки. Основне місце програми тестів «чорної скриньки» – інтерфейс ПЗ. Відомі: функції програми. Досліджується: робота кожної функції на всій області визначення.

Ці тести демонструють:

– Як виконуються функції програми.

– Як приймаються вихідні дані.

– Як виробляються результати.

– Як зберігається цілісність зовнішньої інформації.

При тестуванні «чорної скриньки» розглядаються системні характеристики програм, ігнорується їхня внутрішня логічна структура. Вичерпне тестування, як правило, неможливе.

Наприклад, якщо в програмі 10 вхідних величин і кожна приймає по 10 значень, то кількість тестових варіантів становитиме 10^10. Тестування «чорної скриньки» не реагує на багато особливостей програмних помилок.

Тестування «чорної скриньки» (функціональне тестування) дозволяє отримати комбінації вхідних даних, які забезпечують повну перевірку всіх функціональних вимог до програми.

Програмний виріб тут розглядається як «чорна скринька», чию поведінку можна визначити тільки дослідженням його входів та відповідних виходів. При такому підході бажано мати:

– Набір, утворений такими вхідними даними, які призводять до аномалій у поведінці програми (назвемо його ІТс).

– Набір, утворений такими вхідними даними, які демонструють дефекти програми (назвемо його ОТ).

Будь-який спосіб тестування «чорної скриньки» повинен:

– Виявити такі вхідні дані, які з високою ймовірністю належать набору ІТс;

– Сформулювати такі очікувані результати, які з високою імовірністю є елементами набору ОТ.

Принцип «чорної скриньки» не альтернативний принципу «білої скриньки». Скоріше це доповнює підхід, який виявляє інший клас помилок.

Тестування «чорної скриньки» забезпечує пошук наступних категорій помилок:

– Некоректних чи відсутніх функцій;

– Помилок інтерфейсу;

– Помилок у зовнішніх структурах даних або в доступі до зовнішньої бази даних;

– Помилок характеристик (необхідна ємність пам'яті і т.д.);

– Помилок ініціалізації та завершення.

Обрано умови розповсюдження – proprietary software.

Програмне забезпечення, на яке зберігаються як немайнові, так і майнові авторські права. Отримавши або придбавши таке програмне забезпечення, користувач отримує обмежені права користування ним: може бути заборонено або закрито доступ до коду (вивчення), внесення змін, тиражування, розповсюдження та перепродаж.

Програмне забезпечення вважається власницьким, якщо наявне хоча б одне з перелічених обмежень.

Найчастіше основним методом захисту майнових прав на власницьке ПЗ, поза ліцензійною угодою, власник обирає закриття сирцевого коду, захищаючи свій продукт від модифікації і вбудовуючи системи обмеження користування через авторизацію. Таке програмне забезпечення називається закритим.

Проте, код власницького продукту може бути і відкритим, але власник може обмежити права користувача умовами користувацької ліцензії.

Власницьке програмне забезпечення та комерційне програмне забезпечення не є синонімами – власницьким може бути і безплатне (тобто, некомерційне) програмне забезпечення.

На противагу власницькому ПЗ існує вільне програмне забезпечення, автори і власники якого дозволяють вивчати, модифікувати і поширювати свій продукт.

Саме визначення власницького програмного забезпечення виникло в результаті діяльності громадського руху вільного програмного забезпечення (представленого

Фондом вільного програмного забезпечення та іншими організаціями) і осмислення умов свободи користування програмами.

Визначенням власницького програмного забезпечення є не невідповідність хоча б одній з базових умов вільного програмного забезпечення.

Сама назва власницьке ПЗ підкреслює визначальне значення власника у способі використання і можливостях розвитку цього програмного забезпечення.

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи оптимізації мережного трафіку WAN.

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

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

– Був проведений огляд існуючих систем оптимізації мережного трафіку WAN.

– Досліджена система оптимізації мережного трафіку WAN.

– На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи оптимізації мережного трафіку WAN.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання оптимізації мережного трафіку WAN.

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 Delphi 10.4.1. Дана мова програмування дозволяє найбільш ефективно обробляти дані призначені для системи оптимізації мережного трафіку WAN. 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 Khufu.

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.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Е. Таненбаум, Д. Уезеролл «Комп'ютерні мережі». – [5-е вид.]. – 2016. – 960 с.

2. Wendell Odom. «CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 1». Cisco Press. 2020. – 848 p.

3. Wendell Odom. «CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 2 Premium Edition eBook and Practice Test». Cisco Press. 2020. – 624 p.

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

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

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

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

8. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 106-115.

9. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.

10. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchev, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings,* Volume 3530, 2023, pp. 256-265.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

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

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

27. 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.

28. 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.

29. 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.

30. 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.

31. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». *Підводні технології,* 2024, № 13, с. 28-35.

32. 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.

33. 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.

34. 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.

35. 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.

36. 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.

37. 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

38. 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.

39. 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.

40. 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.

41. 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.

42. 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.

43. 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.

44. 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).

45. 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

46. 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.

47. 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.

48. 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.

49. 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.

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

51. 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.

52. 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.

Додаток А
(обов’язковий)

Технічне завдання

Зміст

1 Найменування та область застосування.....2
2 Підстава для розробки.....2
3 Мета та призначення розробки.....2
4 Джерела розробки.....2
5 Технічні вимоги.....2
5.1 Вміст проекту.....2
5.2 Показники призначення.....3
5.3 Вимоги до функціональних характеристик.....3
5.4 Вимоги до архітектури.....3
5.5 Вимоги до надійності.....3
5.6 Умови експлуатації.....4
5.7 Вимоги до складу та параметрів технічних засобів.....4
5.8 Вимоги до інформаційної і програмної сумісності.....4
5.8.1 Обладнання.....4
5.8.2 Мова програмування.....4
5.8.3 Вхідні дані.....5
5.8.4 Вихідні дані.....5
6 Вимоги до програмної документації.....5
7 Перелік документів, що розробляються.....5
8 Етапи розробки.....6
9 Порядок контролю та приймання.....6

1 Найменування та область застосування

Це технічне завдання розповсюджується на розробку системи оптимізації мережного трафіку WAN.

2 Підстава для розробки

Підставою для розробки служить завдання на випускну кваліфікаційну роботу за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, видане на кафедрі кібербезпеки та програмного забезпечення (нак. № 133-02 від 01.04.2024 року).

3 Мета та призначення розробки

Метою випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти є розробка програмного забезпечення системи оптимізації мережного трафіку WAN.

4 Джерела розробки

Джерелом цієї випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) 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;

– розробка програми, що реалізує спроектовані алгоритми роботи системи.

5.2 Показники призначення

Система повинна забезпечувати:

– системи оптимізації мережного трафіку WAN;

– 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, 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 Delphi 10.4.1.

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 Перелік документів, що розробляються

- Структурна схема системи – 1 аркуш.
- Функціональна схема системи – 1 аркуш.
- Діаграма процесів – 1 аркуш.
- Блок-схема алгоритму роботи програми – 2 аркуша.
- Пояснювальна записка – 68 аркушів.

8 Етапи розробки

8.1 Збір і обробка інформації по темі випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти. Постановка задачі на виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти (складання ТЗ).

8.2 Проведення досліджень або експериментальних робіт для уточнення основних положень випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

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

8.4 Побудова схем взаємодії даних.

8.5 Створення прототипу ПЗ.

8.6 Віднаходження ПЗ, аналіз отриманих результатів.

8.7 Оформлення пояснювальної записки і виконання робіт по графічній частині.

9 Порядок контролю та приймання

9.1 Подання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти на попередній захист 23.05.2024 р.

9.2 Подання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти на захист 5.06.2024 р.

Додаток Б

(обов’язковий)

Міністерство освіти і науки України

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник випускної кваліфікаційної роботи за

першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

_____ Минайленко Р.М.

Програмне забезпечення системи оптимізації мережного трафіку WAN

Лістинг програми

Код документу 12

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

Загальна кількість аркушів: 49

Літера: РП

Кропивницький – 2024 року

Файл Main.pas основної програми

```
unit Main;

interface

// опис бібліотек

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, ComCtrls, Stat,
  ShellAPI, ShlObj, ImgList, TCP_IP, About;

//опис типів

type
  TMainForm = class(TForm)
    gbxShares: TGroupBox;
    lbxShares: TListBox;
    gbxSessions: TGroupBox;
    lvSessions: TListView;
    bvlSessions: TBevel;
    gbxFiles: TGroupBox;
    btnGetShares: TButton;
    btnCloseShares: TButton;
    btnAddShares: TButton;
    btnCloseSession: TButton;
    btnGetSessions: TButton;
    bvlTopSessions: TBevel;
    plButtonFiles: TPanel;
    btnGetFiles: TButton;
    btnCloseFile: TButton;
    bvlLeftFiles: TBevel;
    plFiles: TPanel;
    lvFiles: TListView;
    bvlTopFiles: TBevel;
    gbxTraffic: TGroupBox;
    lvTraffic: TListView;
    bvlTraffic: TBevel;
    tmrTraffic: TTimer;
    Button1: TButton;
    rgScope: TRadioGroup;
    GroupBox1: TGroupBox;
    cbUsageAll: TCheckBox;
    cbUsageConnectable: TCheckBox;
    cbUsageContainer: TCheckBox;
    GroupBox2: TGroupBox;
    cbTypeAny: TCheckBox;
    cbTypeDisk: TCheckBox;
    cbTypePrint: TCheckBox;
    Net_NGN_Tree: TTreeView;
    ImageList1: TImageList;
    Button2: TButton;
    Button3: TButton;
    Button4: TButton;
    function  IsNT(var Value: Boolean): Boolean;
    procedure btnGetSharesClick(Sender: TObject);
    procedure btnCloseSharesClick(Sender: TObject);
    function  SelectDirectory: String;
    procedure btnAddSharesClick(Sender: TObject);
    function  CardinalToTimeStr(Value:Cardinal):String;
    procedure btnGetSessionsClick(Sender: TObject);
    procedure btnCloseSessionClick(Sender: TObject);
    procedure btnGetFilesClick(Sender: TObject);
    procedure btnCloseFileClick(Sender: TObject);
    procedure tmrTrafficTimer(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
```

```
    procedure Net_NGN_TreeCustomDrawItem(Sender: TCustomTreeView;
      Node: TTreeNode; State: TCustomDrawState; var DefaultDraw: Boolean);
    procedure Net_NGN_TreeDblClick(Sender: TObject);
    procedure Net_NGN_TreeGetImageIndex(Sender: TObject; Node: TTreeNode);
    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button3Click(Sender: TObject);

//опис типів та записів


  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
    SessionCloseKey: array [0..512] of SmallInt;
    procedure Open_Do_Close_Enum(const ParentNode: TTreeNode;
         ResScope, ResType, ResUsage: DWORD; const Net_NGN_ContainerToOpen:
PNet_NGN_Resource);
  //  function OpenEnum(const Net_NGN_ContainerToOpen: PNet_NGN_Resource;
 //        ResScope, ResType, ResUsage: DWORD): THandle;
 //   function EnumResources(const ParentNode: TTreeNode;
  //       ResScope, ResType, ResUsage: DWORD; hNet_NGN_Enum: THandle): UINT;
  end;

type
 TShareInfo2 = packed record
  shi2_net_NGN_name : PWChar;
  shi2_type: DWORD;
  shi2_remark :PWChar;
  shi2_permissions: DWORD;
  shi2_max_uses : DWORD;
  shi2_current_uses : DWORD;
  shi2_path : PWChar;
  shi2_passwd : PWChar;
 end;
 PShareInfo2 = ^ TShareInfo2;
 TShareInfo2Array = array [0..512] of TShareInfo2;
 PShareInfo2Array = ^ TShareInfo2Array;

type
 TShareInfo50 = packed record
  shi50_net_NGN_name : array [0..12] of Char;
  shi50_type : Byte;
  shi50_flags : Word;
  shi50_remark : PChar;
  shi50_path : PChar;
  shi50_rw_password : array [0..8] of Char;
  shi50_ro_password : array [0..8] of Char;
 end;

type
 TSessionInfo502 = packed record
   Sesi502_cname: PWideChar;
   Sesi502_username: PWideChar;
   Sesi502_num_opens: DWORD;
   Sesi502_time: DWORD;
   Sesi502_idle_time: DWORD;
   Sesi502_user_flags: DWORD;
   Sesi502_cltype_name: PWideChar;
   Sesi502_transport: PWideChar;
 End;
 PSessionInfo502 = ^TSessionInfo502;
 TSessionInfo502Array = array[0..512] of TSessionInfo502;
 PSessionInfo502Array = ^TSessionInfo502Array;

type
 TSessionInfo50 = packed record
   Sesi50_cname       : PChar;
```

```
    Sesi50_username    : PChar;
    sesi50_key         : Cardinal;
    sesi50_num_conns   : Word;
    sesi50_num_opens   : Word;
    sesi50_time        : Cardinal;
    sesi50_idle_time   : Cardinal;
    sesi50_protocol    : Byte;
    pad1               : Byte;
  end;

type
  TFileInfo3 = packed record
    fi3_id          : DWORD;
    fi3_permissions : DWORD;
    fi3_num_locks   : DWORD;
    fi3_pathname    : PWChar;
    fi3_username    : PWChar;
  end;
  PFileInfo3 = ^TFileInfo3;
  TFileInfo3Array = array[0..512] of TFileInfo3;
  PFileInfo3Array = ^TFileInfo3Array;

type
  TFileInfo50 = packed record
    fi50_id          : Cardinal;
    fi50_permissions : WORD;
    fi50_num_locks   : WORD;
    fi50_pathname    : PChar;
    fi50_username    : PChar;
    fi50_sharename   : PChar;
  end;

type
   TMibIfRow = packed record
     wszName            : array[0..255] of WideChar;
     dwIndex            : DWORD;
     dwType             : DWORD;
     dwMtu              : DWORD;
     dwSpeed            : DWORD;
     dwPhysAddrLen      : DWORD;
     bPhysAddr          : array[0..7] of Byte;
     dwAdminStatus      : DWORD;
     dwOperStatus       : DWORD;
     dwLastChange       : DWORD;
     dwInOctets         : DWORD;
     dwInUcastPkts      : DWORD;
     dwInNUCastPkts     : DWORD;
     dwInDiscards       : DWORD;
     dwInErrors         : DWORD;
     dwInUnknownProtos  : DWORD;
     dwOutOctets        : DWORD;
     dwOutUCastPkts     : DWORD;
     dwOutNUCastPkts    : DWORD;
     dwOutDiscards      : DWORD;
     dwOutErrors        : DWORD;
     dwOutQLen          : DWORD;
     dwDescrLen         : DWORD;
     bDescr             : array[0..255] of Char;
   end;
   TMibIfArray = array [0..512] of TMibIfRow;
   PMibIfRow = ^TMibIfRow;
   PMibIfArray = ^TMibIfArray;

type
  TMibIfTable = packed record
    dwNumEntries     : DWORD;
    Table            : TMibIfArray;
  end;
  PMibIfTable = ^TMibIfTable;
```

```
var
Net_NGN_ShareEnumNT:function (     servername:PWChar;
                          level:DWORD;
                          bufptr:Pointer;
                          prefmaxlen:DWORD;
                          entriesread,
                          totalentries,
                          resume_handle:LPDWORD): DWORD; stdcall;

var
Net_NGN_ShareEnum:function ( pszServer   : PChar;
                        sLevel           : Cardinal;
                        pbBuffer    : Pchar;
                        cbBuffer    : Cardinal;
                        pcEntriesRead,
                        pcTotalAvail: Pointer):DWORD; stdcall;

var
Net_NGN_ShareDelNT:function (servername: PWideChar;
                        net_NGN_name: PWideChar;
                        reserved: DWORD): LongInt; stdcall;

var
Net_NGN_ShareDel:function (  pszServer,
                        pszNet_NGN_Name:PChar;
                        usReserved:Word): DWORD; stdcall;

var
Net_NGN_ShareAddNT: function(servername: PWideChar;
                        level: DWORD;
                        buf: Pointer;
                        parm_err: LPDWORD): DWORD; stdcall;

var
Net_NGN_ShareAdd: function ( pszServer:Pchar;
                        sLevel:Cardinal;
                        pbBuffer:PChar;
                        cbBuffer:Word):DWORD; stdcall;

Var
Net_NGN_SessionEnumNT:function(servername,
                        UncClientName,
                        username:PWChar;
                        level:DWORD;
                        bufptr:Pointer;
                        prefmaxlen:DWORD;
                        entriesread,
                        totalentries,
                        resume_handle:LPDWORD):DWORD; stdcall;

var
Net_NGN_SessionEnum:function(pszServer:PChar;
                        sLevel: DWORD;
                        pbBuffer:Pointer;
                        cbBuffer:DWORD;
                        pcEntriesRead,
                        pcTotalAvial:Pointer):integer; stdcall;

var
Net_NGN_SessionDelNT:function(ServerName,
                        UncClientName,
                        username:PWChar):DWORD; stdcall;

var
Net_NGN_SessionDel:function( pszServer:PChar;
                        pszClientName: PChar;
                        sReserved: SmallInt):DWORD; stdcall;

var
```

```
Net_NGN_FileEnumNT:function(  servername,
                        basepath,
                        username:PWChar;
                        level:DWORD;
                        bufptr:Pointer;
                        prefmaxlen:DWORD;
                        entriesread,
                        totalentries,
                        resume_handle:LPDWORD):DWORD; stdcall;

var
Net_NGN_FileEnum:function(     pszServer,
                        pszBasePath:PChar;
                        sLevel:DWORD;
                        pbBuffer:Pointer;
                        cbBuffer:DWORD;
                        pcEntriesRead,
                        pcTotalAvail:pointer):integer; stdcall;

var
Net_NGN_FileClose:function(   ServerName:PWideChar;
                        FileId:DWORD):DWORD; stdcall;

var
Net_NGN_FileClose2:function(  pszServer:PChar;
                        ulFileId:LongWord):DWORD; stdcall;

var
GetIfTable:function(    pIfTable    : PMibIfTable;
                        pdwSize     : PULONG;
                        bOrder      : Boolean ): DWORD; stdcall;

var
  MainForm: TMainForm;

implementation

{$R *.dfm}

{ TMainForm }

//////////////////////////
//
//  Спочатку нам потрібно визначиться, під якою системою ми працюємо,
// щоб довідатися яку частину коду (для NT чи ні) використовувати в цей момент.
// Для цього напишемо невелику функцію, що і буде визначати тип системи.
//

function TMainForm.IsNT(var Value: Boolean): Boolean;
var Ver: TOSVersionInfo;
    BRes: Boolean;
begin
  Ver.dwOSVersionInfoSize := SizeOf(TOSVersionInfo);
  BRes := GetVersionEx(Ver);
  if not BRes then   //Перевірка
  begin
    Result := False; //Інформація не отримана
    Exit;            //ідемо
  end else
    Result := True;  //Інформація отримана

  case Ver.dwPlatformId of //визначаємося
    VER_PLATFORM_WIN32_NT       : Value := True;  //Windows NT тьа вище -
підходить
    VER_PLATFORM_WIN32_WINDOWS  : Value := False; //Windows 9 x-Me- підходить
    VER_PLATFORM_WIN32s         : Result := False //Windows 3.x- не підходить
  end;
end;
```

```
////////////////////////////
//
//  Одержання всіх відкритих загальних ресурсів досліджуємої мережі
//

procedure TMainForm.btnGetSharesClick(Sender: TObject);
var
  i:Integer;
  FLibHandle : THandle;
  ShareNT : PShareInfo2Array;     //<= Змінні
  entriesread,totalentries:DWORD; //<= для Windows NT
  Share : array [0..512] of TShareInfo50; //<= Змінні
  pcEntriesRead,pcTotalAvail:Word;        //<= для Windows 9 x-Me
  OS: Boolean;
begin
  lbxShares.Items.Clear;
  if not IsNT(OS) then Close; //Визначаємо тип системи

  if OS then begin  //Код для NT
    FLibHandle := LoadLibrary(' NET_NGN_API32.DLL' ); //Завантажуємо бібліотеку
    if FLibHandle = 0 then Exit;
    //Зв' язуємо функцію
    @Net_NGN_ShareEnumNT := GetProcAddress(FLibHandle,' Net_NGN_ShareEnum' );
    if not Assigned(Net_NGN_ShareEnumNT) then //Перевірка
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
    ShareNT := nil; //Очищаємо покажчик на масив структур
    //Виклик функції
    if Net_NGN_ShareEnumNT(nil,2,@ShareNT,DWORD(-1),
                      @entriesread,@totalentries,nil) <> 0 then
    begin  //Якщо виклик невдалий вивантажуємо бібліотеку
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
    if entriesread > 0 then //Обробка результатів
    for i:= 0 to entriesread- 1 do
      lbxShares.Items.Add(String(ShareNT^[i].shi2_net_NGN_name));
  end else begin //Код для 9 x-me
    FLibHandle := LoadLibrary(' SVRAPI.DLL' ); //Завантажуємо бібліотеку
    if FLibHandle = 0 then Exit;
    //Зв' язуємо функцію
    @Net_NGN_ShareEnum := GetProcAddress(FLibHandle,' Net_NGN_ShareEnum' );
    if not Assigned(Net_NGN_ShareEnum) then //Перевірка
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
    //Виклик функції
    if Net_NGN_ShareEnum(nil,50,@Share,SizeOf(Share),
                @pcEntriesRead,@pcTotalAvail)<> 0 then
    begin  //Якщо виклик невдалий вивантажуємо бібліотеку
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
    if pcEntriesRead > 0 then //Обробка результатів
    for i:= 0 to pcEntriesRead- 1 do
      lbxShares.Items.Add(String(Share[i].shi50_net_NGN_name));
  end;
  FreeLibrary(FLibHandle); //Не забуваємо вивантажити бібліотеку
end;

////////////////////////////
//
//  Закриття загального ресурсу
//
```

```
procedure TMainForm.btnCloseSharesClick(Sender: TObject);
var
  OS:Boolean;
  FLibHandle : THandle;
  Name9x:array [0..12] of Char;
  NameNT:PWChar;
  i:Integer;
  ShareName: String;
begin
  if not IsNT(OS) then Close; //Визначаємо тип системи

  if lbxShares.Items.Count = 0 then Exit;
  for i:= 0 to lbxShares.Items.Count-1 do
    if lbxShares.Selected[i] then Break;  //Шукаємо обраний елемент
  if not lbxShares.Selected[i] then Exit; //Якщо не знайдений ідемо
  ShareName := lbxShares.Items.Strings[i];

  if OS then begin //Код для NT
    FLibHandle := LoadLibrary(' NET_NGN_API32.DLL' );
    if FLibHandle = 0 then Exit;
    @Net_NGN_ShareDelNT := GetProcAddress(FLibHandle,' Net_NGN_ShareDel' );
    if not Assigned(Net_NGN_ShareDelNT) then //Перевірка
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
    i:= SizeOf(WideChar)*256;
    GetMem(NameNT,i);  //Виділяємо пам' ять під змінну
    StringToWideChar(ShareName,NameNT,i); //Перетворимо в PWideChar
    Net_NGN_ShareDelNT(nil,NameNT,0);   //Видаляємо ресурс
    FreeMem(NameNT);  //Звільняємо пам' ять
  end else begin  //Код для 9 x-ме
    FLibHandle := LoadLibrary(' SVRAPI.DLL' );
    if FLibHandle = 0 then Exit;
    @Net_NGN_ShareDel := GetProcAddress(FLibHandle,' Net_NGN_ShareDel' );
    if not Assigned(Net_NGN_ShareDel) then //Перевірка
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
    FillChar(Name9x, SizeOf(Name9x), #0); //Очищаємо масив
    move(ShareName[1],Name9x[0],Length(ShareName)); //Заповнюємо масив
    Net_NGN_ShareDel(nil,@Name9x,0); //Видаляємо ресурс
  end;
  FreeLibrary(FLibHandle);
end;

////////////////////////////
//
//  Показ діалогу вибору директорії
//

function TMainForm.SelectDirectory: String;
var
  lpItemID : PItemIDList;
  BrowseInfo : TBrowseInfo;
  DisplayName : array[0..MAX_PATH] of Char;
  TempPath : array[0..MAX_PATH] of Char;
begin
  FillChar(BrowseInfo, sizeof(TBrowseInfo), #0);
  BrowseInfo.hwndOwner := Handle;
  BrowseInfo.pszDisplayName := @DisplayName;
  BrowseInfo.lpszTitle := ' Specify a directory' ;
  BrowseInfo.ulFlags := BIF_RETURNONLYFSDIRS;
  lpItemID := SHBrowseForFolder(BrowseInfo);
  if Assigned(lpItemId) then begin
    SHGetPathFromIDList(lpItemID, TempPath);
    GlobalFreePtr(lpItemID);
  end else Result := ' ' ;
```

```
  Result := String(TempPath);
end;

////////////////////////////
//
//  Додавання загального ресурсу
//

procedure TMainForm.btnAddSharesClick(Sender: TObject);
const
  STYPE_DISKTREE = 0;
  ACCESS_ALL =  258;
  SHI50F_FULL = 258;
var
  FLibHandle : THandle;
  Share9x : TShareInfo50;
  ShareNT : TShareInfo2;
  TmpDir, TmpName: String;
  TmpDirNT, TmpNameNT: PWChar;
  OS: Boolean;
  TmpLength: Integer;
begin
  TmpDir := SelectDirectory; //Визначаємо шлях до наступного ресурсу
  TmpName := InputBox(' Share name' ,' Enter name' , ' Test' ); //Визначаємо ім'
я під яким він буде видний у мережі
  if TmpDir = ' '  then Exit;

  if not IsNT(OS) then Close; //З' ясовуємо тип системи

  if OS then begin //Код для NT
    FLibHandle := LoadLibrary(' NET_NGN_API32.DLL' );
    if FLibHandle = 0 then Exit;
    @Net_NGN_ShareAddNT := GetProcAddress(FLibHandle,' Net_NGN_ShareAdd' );
    if not Assigned(Net_NGN_ShareAddNT) then
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
    TmpLength := SizeOF(WideChar)*256; //Визначаємо необхідний розмір

    GetMem(TmpNameNT, TmpLength); //Конвертуємо в PWChar
    StringToWideChar(TmpName, TmpNameNT, TmpLength);
    ShareNT.shi2_net_NGN_name := TmpNameNT; //Ім' я

    ShareNT.shi2_type := STYPE_DISKTREE; //Тип ресурсу
    ShareNT.shi2_remark := ' ' ; //Коментар
    ShareNT.shi2_permissions := ACCESS_ALL; //Доступ
    ShareNT.shi2_max_uses := DWORD(-1); // Кількість максим. підключ.
    ShareNT.shi2_current_uses := 0; // Кількість тік підкл.

    GetMem(TmpDirNT, TmpLength);
    StringToWideChar(TmpDir, TmpDirNT, TmpLength);
    ShareNT.shi2_path := TmpDirNT; //Шлях до ресурсу

    ShareNT.shi2_passwd := ' ' ; //Пароль

    Net_NGN_ShareAddNT(nil,2,@ShareNT, nil); //Додаємо ресурс
    FreeMem (TmpNameNT); //звільняємо пам' ять
    FreeMem (TmpDirNT);
  end else begin
    FLibHandle := LoadLibrary(' SVRAPI.DLL' );
    if FLibHandle = 0 then Exit;
    @Net_NGN_ShareAdd := GetProcAddress(FLibHandle,' Net_NGN_ShareAdd' );
    if not Assigned(Net_NGN_ShareAdd) then
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
```

```
    FillChar(Share9x.shi50_net_NGN_name, SizeOf(Share9x.shi50_net_NGN_name),
#0);
    move(TmpName[1],Share9x.shi50_net_NGN_name[0],Length(TmpName)); //Ім' я
    Share9x.shi50_type := STYPE_DISKTREE; //Тип ресурсу
    Share9x.shi50_flags := SHI50F_FULL; //Доступ
    FillChar(Share9x.shi50_remark,
      SizeOf(Share9x.shi50_remark), #0); //Коментар
    FillChar(Share9x.shi50_path,
      SizeOf(Share9x.shi50_path), #0);
    Share9x.shi50_path := PAnsiChar(TmpDir); //Шлях до ресурсу
    FillChar(Share9x.shi50_rw_password,
      SizeOf(Share9x.shi50_rw_password), #0); //Пароль повного доступу
    FillChar(Share9x.shi50_ro_password,
      SizeOf(Share9x.shi50_ro_password), #0); //Пароль для читання
    Net_NGN_ShareAdd(nil,50,@Share9x,SizeOf(Share9x));
  end;
  FreeLibrary(FLibHandle);
end;

////////////////////////////
//
//  Помітьте що активний і неактивний час сесій буде даватися нам
//  у вигляді кіл-ті секунд (тип Cardinal). Напишемо невелику
//  функцію, задача якої буде перетворювати кількість секунд у більше
//  звичну форму відображення.
//

function TMainForm.CardinalToTimeStr(Value: Cardinal): String;
var d,h,m,s: Real;
begin
    d:=0;
    h:=0;
    m:=0;
    s:=Value;
    if s > 59 then begin
        m:=int(s / 60);
        s:= s-s-(m*60);
    end;
    if m > 59 then begin
        h:=int(m/60);
        m:= m-m-(h*60);
    end;
    if h > 23 then begin
        d:=int(h/24);
        h:= h-h-(d*24);
    end;
    Result:=' ' ;
    if (d>0) then Result:=Result+floattostr(d)+'  d. ' ;
    if (h<9) then Result:=Result+' 0' +floattostr(h)+' :'  else
Result:=Result+floattostr(h)+' :' ;
    if (m<9) then Result:=Result+' 0' +floattostr(m)+' :'  else
Result:=Result+floattostr(m)+' :' ;
    if (s<9) then Result:=Result+' 0' +floattostr(s)     else
Result:=Result+floattostr(s);
end;

////////////////////////////
//
//  Одержання списку сесій досліджуємої мережі сервісу оптимізації мережного
трафіку WAN
//

procedure TMainForm.btnGetSessionsClick(Sender: TObject);
var
  OS: Boolean;
  FLibHandle : THandle;
  SessionInfo50: array [0..512] of TSessionInfo50;
  SessionInfo502 : PSessionInfo502Array;
  TotalEntries,EntriesReadNT: DWORD;
```

```
  EntriesRead,TotalAvial: Word;
  i:integer;
begin
  lvSessions.Items.Clear;

  if not IsNT(OS) then Close; //З’ ясовуємо тип системи

  if OS then begin  //Код для NT
    FLibHandle := LoadLibrary(‘ NET_NGN_API32.DLL’ );
    if FLibHandle = 0 then Exit;
    @Net_NGN_SessionEnumNT := GetProcAddress(FLibHandle, ‘ Net_NGN_SessionEnum’
);
    if not Assigned(Net_NGN_SessionEnumNT) then
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
    SessionInfo502 := nil;
    if Net_NGN_SessionEnumNT(nil,nil,nil,502,@SessionInfo502,DWORD(-
1),@entriesreadNT, @totalentries, nil)=0 then
    for i:=0 to EntriesReadNT-1 do
    begin
      with lvSessions.Items.Add do  //Заповнення даними зі структури
      begin
        Caption := string(SessionInfo502^[i].sesi502_cname); //Ім’ я комп’ ютера
        SubItems.Add(SessionInfo502^[i].sesi502_username);   //Ім’ я користувача
        SubItems.Add(IntToStr(SessionInfo502^[i].sesi502_num_opens));
//Відкритих ресурсів
        SubItems.Add(CardinalToTimeStr(SessionInfo502^[i].Sesi502_Time)); //Час
активний
        SubItems.Add(CardinalToTimeStr(SessionInfo502^[i].sesi502_idle_time));
//Час не активний
      end;
    end;
  end else begin //Код для Windows 9 x-Me
   FLibHandle := LoadLibrary(‘ SVRAPI.DLL’ );
   if FLibHandle = 0 then Exit;
   @Net_NGN_SessionEnum := GetProcAddress(FLibHandle, ‘ Net_NGN_SessionEnum’ );
    if not Assigned(Net_NGN_SessionEnum) then
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
   if Net_NGN_SessionEnum
(nil,50,@SessionInfo50,SizeOf(SessionInfo50),@EntriesRead,@TotalAvial) = 0 then
   for i:=0 to EntriesRead-1 do
   begin
      with lvSessions.Items.Add do  //Заповнення даними зі структури
      begin
        Caption := string(SessionInfo50[i].Sesi50_cname); //Ім’ я комп’ ютера
досліджуємої мережі сервісу оптимізації мережного трафіку WAN
        SubItems.Add(SessionInfo50[i].Sesi50_username);   //Ім’ я користувача
        SubItems.Add(IntToStr(SessionInfo50[i].sesi50_num_opens)); //Відкритих
ресурсів
        SubItems.Add(CardinalToTimeStr(SessionInfo50[i].Sesi50_Time)); //Час
активний
        SubItems.Add(CardinalToTimeStr(SessionInfo50[i].sesi50_idle_time));
//Час не активний
        SessionCloseKey[i]:= SessionInfo50[i].sesi50_key; //Унікальний
ідентифікатор для закриття
      end;
   end;
 end;
 FreeLibrary(FLibHandle);
end;

////////////////////////////
//
//  Завершення обраної сесії
```

```
//

procedure TMainForm.btnCloseSessionClick(Sender: TObject);
var
  OS: Boolean;
  FLibHandle : THandle;
  CNameNT: PWideChar;
  CName9x: PAnsiChar;
  Key:SmallInt;
  i: Integer;
begin
  if not IsNT(OS) then Close; //З' ясовуємо тип системи

  if not Assigned(lvSessions.Selected) then Exit;
  i:= lvSessions.Selected.Index; //Визначаємо номер обраної сесії

  if OS then begin
    FLibHandle := LoadLibrary(' NET_NGN_API32.DLL' );
    if FLibHandle = 0 then Exit;
    @Net_NGN_SessionDelNT := GetProcAddress(FLibHandle, ' Net_NGN_SessionDel' );
    if not Assigned(Net_NGN_SessionDelNT) then
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
    //Перетворимо дані в необхідний вид
    CNameNT := PWChar(WideString(' \\' +lvSessions.Items.Item[i].Caption));
    Net_NGN_SessionDelNT(nil,CNameNT,nil);
  end else begin
    FLibHandle := LoadLibrary(' SVRAPI.DLL' );
    if FLibHandle = 0 then Exit;
    @Net_NGN_SessionDel := GetProcAddress(FLibHandle, ' Net_NGN_SessionDel' );
    if not Assigned(Net_NGN_SessionDel) then
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
    //Перетворимо дані в необхідний вид
    CName9x := PAnsiChar(lvSessions.Items.Item[i].Caption);
    key := SessionCloseKey[i]; //Беремо ключ із масиву
    Net_NGN_SessionDel(nil,CName9x,Key);
  end;
  FreeLibrary(FLibHandle);
end;

//////////////////////////
//
//  Одержання списку відкритих файлів досліджуємої мережі сервісу оптимізації
мережного трафіку WAN
//

procedure TMainForm.btnGetFilesClick(Sender: TObject);
var
  OS: Boolean;
  FLibHandle : THandle;
  FileInfoNT: PFileInfo3Array;
  FileInfo9x: array [0..512] of TFileInfo50;
  TotalEntries,EntriesReadNT: DWORD;
  EntriesRead,TotalAvial: Word;
  i:integer;
begin
  lvfiles.Items.Clear;

  if not IsNT(OS) then Close; //З' ясовуємо тип системи

  if OS then begin  //Код для NT
    FLibHandle := LoadLibrary(' NET_NGN_API32.DLL' );
    if FLibHandle = 0 then Exit;
    @Net_NGN_FileEnumNT := GetProcAddress(FLibHandle, ' Net_NGN_FileEnum' );
```

```
    if not Assigned(Net_NGN_FileEnumNT) then
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
    FileInfoNT := nil;
    if Net_NGN_FileEnumNT(nil,nil,nil,3,@FileInfoNT,DWORD(-1),@entriesreadNT,
@totalentries, nil)=0 then
    for i:=0 to EntriesReadNT-1 do
    begin
      with lvFiles.Items.Add do  //Заповнення даними зі структури
      begin
        Caption := string(IntToStr(FileInfoNT^[i].fi3_id)); //Ідентифікатор
        SubItems.Add(FileInfoNT^[i].fi3_pathname);   //Шлях до файлу
        SubItems.Add(FileInfoNT^[i].fi3_username);   //Ім' я користувача
      end;
    end;
  end else begin //Код для Windows 9 x-Me
   FLibHandle := LoadLibrary(' SVRAPI.DLL' );
   if FLibHandle = 0 then Exit;
   @Net_NGN_FileEnum := GetProcAddress(FLibHandle, ' Net_NGN_FileEnum' );
    if not Assigned(Net_NGN_FileEnum) then
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Exit;
    end;
   if Net_NGN_FileEnum (nil,
nil,50,@FileInfo9x,SizeOf(FileInfo9x),@EntriesRead,@TotalAvial)= 0 then
   for i:=0 to EntriesRead-1 do
   begin
      with lvFiles.Items.Add do  //Заповнення даними зі структури
      begin
        Caption := string(IntToStr(FileInfo9x[i].fi50_id)); //Ідентифікатор
        SubItems.Add(FileInfo9x[i].fi50_pathname); //Шлях до файлу
        SubItems.Add(FileInfo9x[i].fi50_username); //Ім' я користувача
      end;
   end;
 end;
 FreeLibrary(FLibHandle);
end;

//////////////////////////
//
//  Закриття файлу
//

procedure TMainForm.btnCloseFileClick(Sender: TObject);
var
  OS: Boolean;
  FLibHandle : THandle;
  i: Integer;
begin
  if not IsNT(OS) then Close; //З' ясовуємо тип системи

  if not Assigned(lvFiles.Selected) then Exit;
  i:= lvFiles.Selected.Index; //Визначаємо номер обраного файлу

  if OS then begin //Код для NT
    FLibHandle := LoadLibrary(' NET_NGN_API32.DLL' );
    if FLibHandle = 0 then Exit;
    @Net_NGN_FileClose := GetProcAddress(FLibHandle, ' Net_NGN_FileClose' );
    if not Assigned(Net_NGN_FileClose) then
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Close;
    end;
    Net_NGN_FileClose(nil,StrToInt(lvFiles.Items.Item[i].Caption));//Закриваємо
файл
  end else begin //Код для Windows 9 x-Me
```

```
    FLibHandle := LoadLibrary(' SVRAPI.DLL' );
    if FLibHandle = 0 then Exit;
    @Net_NGN_FileClose2 := GetProcAddress(FLibHandle, ' Net_NGN_FileClose2' );
    if not Assigned(Net_NGN_FileClose2) then
    begin
      FreeLibrary(FLibHandle);
      Close;
    end;
    Net_NGN_FileClose2(nil,StrToInt(lvFiles.Items.Item[i].Caption));
  end;
  FreeLibrary(FLibHandle);
end;

////////////////////////////
//
//  Визначаємо вхідний / вихідний трафік досліджуємої мережі сервісу оптимізації
мережного трафіку WAN
//

procedure TMainForm.tmrTrafficTimer(Sender: TObject);
  // Допоміжна функція, що перетворить MAC адресу до "нормального" виду
  //Визначаємо спеціальний тип, щоб можна було передати у функцію масив
  type TMAC = array [0..7] of Byte;
  //Як перше значення масив, друге значення, розмір даних у масиві
  function GetMAC(Value: TMAC; Length: DWORD): String;
  var
    i: Integer;
  begin
    if Length = 0 then Result := '  00-00-00'  else
    begin
      Result := ' ' ;
      for i:= 0 to Length-2 do
        Result := Result + IntToHex(Value[i],2)+' -' ;
      Result := Result + IntToHex(Value[ Length-1],2);
    end;
  end;

//Сама процедура
var
  FLibHandle : THandle;
  Table: TMibIfTable;
  i : integer;
  Size   : integer;
begin
  tmrTraffic.Enabled := false; //Припиняємо таймер
  lvTraffic.Items.BeginUpdate;
  lvTraffic.Items.Clear;  //Очищаємо список
  FLibHandle := LoadLibrary(' IPHLPAPI.DLL' ); //Завантажуємо бібліотеку
  if FLibHandle = 0 then Exit;
  @GetIfTable := GetProcAddress(FLibHandle, ' GetIfTable' );
  if not Assigned(GetIfTable) then
  begin
    FreeLibrary(FLibHandle);
    Close;
  end;

  Size := SizeOf(Table);
  if GetIfTable(@Table, @Size, false ) = 0 then //Виконуємо функцію
    for i:= 0 to Table.dwNumEntries-1 do begin
      with lvTraffic.Items.Add do begin //Виводимо результати
        Caption := String(Table.Table[i].bDescr); //Найменування інтерфейсу
        SubItems.Add(GetMAC(TMAC(Table.Table[i].bPhysAddr),
          Table.Table[i].dwPhysAddrLen)); //MAC адреса
        SubItems.Add(IntToStr(Table.Table[i].dwInOctets)); //Усього прийнято
байт з досліджуємої мережі сервісу оптимізації мережного трафіку WAN
        SubItems.Add(IntToStr(Table.Table[i].dwOutOctets)); //Усього відправлено
байт у досліджуєму мережу сервісу оптимізації мережного трафіку WAN
      end;
    end;
```

```
  lvTraffic.Items.EndUpdate;
  FreeLibrary(FLibHandle);
  tmrTraffic.Enabled := true; //Не забуваємо активувати таймер
end;


 function OpenEnum(const Net_NGN_ContainerToOpen: PNet_NGN_Resource; ResScope,
ResType, ResUsage: DWORD): THandle;
var
 hNet_NGN_Enum: THandle;
begin
 Result:=0;
 if (NO_ERROR<>WNet_NGN_OpenEnum(ResScope, ResType, ResUsage,
                                 Net_NGN_ContainerToOpen, hNet_NGN_Enum))
 then ShowMessage(‘ Помилка!’ )
 else Result:=hNet_NGN_Enum;
end;

function EnumResources(const ParentNode: TTreeNode;
ResScope, ResType, ResUsage: DWORD; hNet_NGN_Enum: THandle): UINT;
 function ShowResource(const ParentNode: TTreeNode; Res: TNet_NGN_Resource):
TTreeNode;
  begin
   Result:=MainForm.Net_NGN_Tree.Items.AddChild(ParentNode,
string(Res.lpRemoteName));
  end;

const
 RESOURCE_BUF_ENTRIES = 2000;

var
 ResourceBuffer: array[1..RESOURCE_BUF_ENTRIES] of TNet_NGN_Resource;
 i, ResourceBuf, EntriesToGet: dword;
 NewNode: TTreeNode;
begin
 Result:=0;
 while true do
  begin
   ResourceBuf:=sizeof(ResourceBuffer);
   EntriesToGet:=RESOURCE_BUF_ENTRIES;
   if (NO_ERROR<>WNet_NGN_EnumResource(hNet_NGN_Enum, EntriesToGet,
                                 @ResourceBuffer, ResourceBuf))
   then
    begin
     case GetLastError() of
      NO_ERROR:  // проход буферу без перемикання
      Break;
      ERROR_NO_MORE_ITEMS:
          // Повертає 0 у тому випадку, коли останов
          // RESOURCE_BUF_ENTRIES дані на попередньому виклику, щоб
          // WNet_NGN_EnumResource, та були точно
          // RESOURCE_BUF_ENTRIES дані в запису на момент
          // попереднього виклику
      Exit;
      else ShowMessage(Помилка!’ );
      Result:=1;
      Exit;
     end;
    end;
   for i:=1 to EntriesToGet do
    begin
     NewNode:=ShowResource(ParentNode, ResourceBuffer[i]);
     if (ResourceBuffer[i].dwUsage and RESOURCEUSAGE_CONTAINER)<>0
     then MainForm.Open_Do_Close_Enum(NewNode, ResScope, ResType, ResUsage,
@ResourceBuffer[i]);
     Application.ProcessMessages;
    end;
  end;
end;
```

```
procedure TMainForm.Open_Do_Close_Enum(const ParentNode: TTreeNode; ResScope,
ResType, ResUsage: DWORD; const Net_NGN_ContainerToOpen: PNet_NGN_Resource);
var
 hNet_NGN_Enum: THandle;
begin
 hNet_NGN_Enum:=OpenEnum(Net_NGN_ContainerToOpen, ResScope, ResType, ResUsage);
 if (hNet_NGN_Enum=0)
 then Exit;
 EnumResources(ParentNode, ResScope, ResType, ResUsage, hNet_NGN_Enum);
 if (NO_ERROR<>WNet_NGN_CloseEnum(hNet_NGN_Enum))
 then ShowMessage(‘ WNet_NGN_CloseEnum Помилка’ );
end;

procedure TMainForm.Button1Click(Sender: TObject);
var
 ResScope, ResType, ResUsage: dword;
begin
 Button1.Caption:=‘ Пошук мережних ресурсів. Чекайте...’ ;
 Button1.Enabled:=false;
 //
 Net_NGN_Tree.Items.Clear;
 case rgScope.ItemIndex of
  1: ResScope:=RESOURCE_GLOBALNET_NGN_;
  2: ResScope:=RESOURCE_REMEMBERED;
  else ResScope:=RESOURCE_CONNECTED;
 end;
 ResType:=0;
 if cbTypeAny.Checked
 then ResType:=ResType or RESOURCETYPE_ANY;
 if cbTypeDisk.Checked
 then ResType:=ResType or RESOURCETYPE_DISK;
 if cbTypePrint.Checked
 then ResType:=ResType or RESOURCETYPE_PRINT;
 ResUsage:=0;
 if cbUsageConnectable.Checked
 then ResUsage:=ResUsage or RESOURCEUSAGE_CONNECTABLE;
 if cbUsageContainer.Checked
 then ResUsage:=ResUsage or RESOURCEUSAGE_CONTAINER;
 Open_Do_Close_Enum(Net_NGN_Tree.Items.Add(nil, ‘ Net_NGN_work Resources’ ),
                                ResScope, ResType, ResUsage, nil);
 //
 Button1.Caption:=‘ Обновити список ресурсів’ ;
 Button1.Enabled:=true;

end;

procedure TMainForm.Net_NGN_TreeCustomDrawItem(Sender: TCustomTreeView;
  Node: TTreeNode; State: TCustomDrawState; var DefaultDraw: Boolean);
begin
if cdsSelected in State
 then Sender.Canvas.Font.Style:=Sender.Canvas.Font.Style+[fsUnderline];
end;

procedure TMainForm.Net_NGN_TreeDblClick(Sender: TObject);
begin
ShellExecute(0,’ open’ ,PChar(Net_NGN_Tree.Selected.Text),’ ‘ ,’ ‘ ,SW_SHOW);
end;

procedure TMainForm.Net_NGN_TreeGetImageIndex(Sender: TObject; Node: TTreeNode);
begin
 if Node.HasChildren
 then Node.ImageIndex:=1
 else Node.ImageIndex:=0;
end;

procedure TMainForm.Button4Click(Sender: TObject);
begin
Form1.Show;
```

```
end;

procedure TMainForm.Button2Click(Sender: TObject);
begin
Form2.Show;
end;

procedure TMainForm.Button3Click(Sender: TObject);
begin
Form3.Show;
end;

end.
```

Основна програма

Файл QoS_for_NGN.dpr основної програми

```
program QoS_for_NGN;

uses
  Forms,
  Main in ' Main.pas'  {MainForm},
  About in ' About.pas'  {Form1},
  TCP_IP in ' TCP_IP.pas'  {Form2},
  Stat in ' Stat.pas'  {Form3};

{$R *.res}

begin
  Application.Initialize;
  Application.CreateForm(TMainForm, MainForm);
  Application.CreateForm(TForm1, Form1);
  Application.CreateForm(TForm2, Form2);
  Application.CreateForm(TForm3, Form3);
  Application.Run;
end.
```

Файл IPHLPAPI.pas- обробка API функцій

```
unit IPHLPAPI;

interface
uses
  Windows, winsock;

const
  VERSION       = ' 1.5' ;

//------- Заголовок з Microsoft IPTYPES.H-H-----------------

const
  ANY_SIZE      = 1;
  MAX_ADAPTER_DESCRIPTION_LENGTH = 128; // arb.
  MAX_ADAPTER_NAME_LENGTH = 256; // змінна
  MAX_ADAPTER_ADDRESS_LENGTH = 8; // змінна
  DEFAULT_MINIMUM_ENTITIES = 32; // змінна
  MAX_HOSTNAME_LEN = 128; // змінна
  MAX_DOMAIN_NAME_LEN = 128; // змінна
  MAX_SCOPE_ID_LEN = 256; // змінна

 // Вузлові типи ( NET_NGN_BIOS)
  BROADCAST_NODETYPE = 1;
  PEER_TO_PEER_NODETYPE = 2;
  MIXED_NODETYPE = 4;
  HYBRID_NODETYPE = 8;

  NET_NGN_BIOSTypes  : array[0..8] of string[20] =
    ( ' Невизначений' , ' Передача' , ' Рівень до рівня' , ' ' , '
Змішаний' , ' ' , ' ' , ' ' , ' Гібрід'
      );

 // Типи адаптеру
{ v1.4-> 1.5
  IF_OTHER_ADAPTERTYPE = 0;
  IF_ETHERNET_NGN__ADAPTERTYPE = 1;
  IF_TOKEN_RING_ADAPTERTYPE = 2;
  IF_FDDI_ADAPTERTYPE = 3;
  IF_PPP_ADAPTERTYPE = 4;
  IF_LOOPBACK_ADAPTERTYPE = 5;
  IF_SLIP_ADAPTERTYPE = 6;

Знайдено у ipifcons.h :
#define MIB_IF_TYPE_OTHER               1
#define MIB_IF_TYPE_ETHERNET_NGN_            6
#define MIB_IF_TYPE_TOKENRING           9
#define MIB_IF_TYPE_FDDI                15
#define MIB_IF_TYPE_PPP                 23
#define MIB_IF_TYPE_LOOPBACK            24
#define MIB_IF_TYPE_SLIP                28
}
  IF_OTHER_ADAPTERTYPE = 1;
  IF_ETHERNET_NGN__ADAPTERTYPE = 6;
  IF_TOKEN_RING_ADAPTERTYPE = 9;
  IF_FDDI_ADAPTERTYPE = 15;
  IF_PPP_ADAPTERTYPE = 23;
  IF_LOOPBACK_ADAPTERTYPE = 24;
  IF_SLIP_ADAPTERTYPE = 28;

//  AdaptTypes    : array[0..6] of string[10] =
//    ( ' інший' , ' ethernet_NGN_' , ' tokenring' , ' FDDI' , ' PPP' , '
loopback' , ' SLIP'  );
  AdaptTypes    : array[1..28] of string[10] =
```

```
          ( ' інший' , ' ' , ' ' , ' ' , ' ' , ' ethernet_NGN_' , ' ' , ' ' , '
tokenring' ,
           ' ' , ' ' , ' ' , ' ' , ' ' , ' FDDI' , ' ' , ' ' , ' ' , ' ' , ' ' ,
' ' , ' ' , ' PPP' ,
           ' loopback' , ' ' , ' ' , ' ' , ' SLIP'  );
      // Кінець змін в типі адаптерів

      //-------для інших MS заготовочних файлів-------------------

        MAX_INTERFACE_NAME_LEN = 256; { mrapi.h }
        MAXLEN_PHYSADDR = 8; { iprtrmib.h }
        MAXLEN_IFDESCR = 256; {-"--     }

      //-----------------------------------

      type
        TMacAddress = array[1..MAX_ADAPTER_ADDRESS_LENGTH] of byte;

      //---IP адресні структури-------------------------

        PTIP_ADDRESS_STRING = ^TIP_ADDRESS_STRING;
        TIP_ADDRESS_STRING = array[0..15] of char; //  IP рядок
        //
        PTIP_ADDR_STRING = ^TIP_ADDR_STRING;
        TIP_ADDR_STRING = packed record // для використання у зв' язних списках
          Next: PTIP_ADDR_STRING;
          IpAddress: TIP_ADDRESS_STRING;
          IpMask: TIP_ADDRESS_STRING;
          Context: DWORD;
        end;

      //-----Fixed Info структура---------------------

        PTFixedInfo = ^TFixedInfo;
        TFixedInfo = packed record
          HostName: array[1..MAX_HOSTNAME_LEN + 4] of char;    // дані
          DomainName: array[1..MAX_DOMAIN_NAME_LEN + 4] of char;   // дані
          CurrentDNSServer: PTIP_ADDR_STRING;
          DNSServerList: TIP_ADDR_STRING;
          NodeType: UINT;
          ScopeID: array[1..MAX_SCOPE_ID_LEN + 4] of char;   // дані
          EnableRouting: UINT;
          EnableProxy: UINT;
          EnableDNS: UINT;
        end;

      //-----структура мережного інтерфейсу досліджуємої мережі сервісу
оптимізації мережного трафіку WAN-----------------------

      ////////////////////////
      //
//
      // Наступне є діючими станами для WAN да LAN інтерфейсів. //
      // Порядок станів створений для визначення. Для      //
      // стану >= CONNECTED можливо передавати дані зразу. Стан >= DISCONNECTED
//
      // може передавати деякі дані. Стан < DISCONNECTED може   //
      // не передавати дані.
//
      // карта з поміткою UNREACHABLE якщо DIM викликає InterfaceUnreachable для
//
      // причин. Крім невдачі з'єднання.                                  //
      //
//
      // NON_OPERATIONAL- Перевірка для LAN інтерфейсу. Позначає карту що не
працює       //
      //                       або не з'єднується з картою.        //
      // UNREACHABLE- Перевірка WAN інтерфейсів . Позначає, що віддалений сайт
//
```

```
      //                      не з'єднується за потрібний час.
//
      // DISCONNECTED- Перевірка WAN інтерфейсів . Позначає, що віддалений сайт
//
      //                      не з'єднується.
      //
      // CONNECTING- Перевірка WAN інтерфейсів . Означає спробу з'єднання     //
      //                      з сайтом, якого немає.              //
      // CONNECTED- Перевірка WAN інтерфейсів . Позначає, що віддалений сайт
//
      //                      з'єднується.
//
      // OPERATIONAL- Перевірка LAN Interfaces. Позначає карту підключену //
      //                      в праці.                                    //
      //
//
      // Усі дії користувачів записуються до  MIB-II значення    //
      // можуть бути використовані                                        //
      //
//
      ////////////////////////

      const
      // дані додані до ipifcons.h
        IF_OPER_STATUS_NON_OPERATIONAL = 0 ;
        IF_OPER_STATUS_UNREACHABLE = 1 ;
        IF_OPER_STATUS_DISCONNECTED = 2 ;
        IF_OPER_STATUS_CONNECTING = 3 ;
        IF_OPER_STATUS_CONNECTED = 4 ;
        IF_OPER_STATUS_OPERATIONAL = 5 ;

        MIB_IF_TYPE_OTHER = 1 ;
        MIB_IF_TYPE_ETHERNET_NGN_ = 6 ;
        MIB_IF_TYPE_TOKENRING = 9 ;
        MIB_IF_TYPE_FDDI = 15 ;
        MIB_IF_TYPE_PPP = 23 ;
        MIB_IF_TYPE_LOOPBACK = 24 ;
        MIB_IF_TYPE_SLIP = 28 ;

        MIB_IF_ADMIN_STATUS_UP = 1 ;
        MIB_IF_ADMIN_STATUS_DOWN = 2 ;
        MIB_IF_ADMIN_STATUS_TESTING = 3 ;

        MIB_IF_OPER_STATUS_NON_OPERATIONAL = 0 ;
        MIB_IF_OPER_STATUS_UNREACHABLE = 1 ;
        MIB_IF_OPER_STATUS_DISCONNECTED = 2 ;
        MIB_IF_OPER_STATUS_CONNECTING = 3 ;
        MIB_IF_OPER_STATUS_CONNECTED = 4 ;
        MIB_IF_OPER_STATUS_OPERATIONAL = 5 ;

      type
        PTMibIfRow = ^TMibIfRow;
        TMibIfRow = packed record
          wszName: array[1..MAX_INTERFACE_NAME_LEN] of WCHAR;
          dwIndex: DWORD;
          dwType: DWORD;       // дивись MIB_IF_TYPE
          dwMTU: DWORD;
          dwSpeed: DWORD;
          dwPhysAddrLen: DWORD;
          bPhysAddr: array[1..MAXLEN_PHYSADDR] of byte;
          dwAdminStatus: DWORD;    // дивись MIB_IF_ADMIN_STATUS
          dwOperStatus: DWORD;     // дивись MIB_IF_OPER_STATUS
          dwLastChange: DWORD;
          dwInOctets: DWORD;
          dwInUcastPkts: DWORD;
          dwInNUCastPkts: DWORD;
          dwInDiscards: DWORD;
          dwInErrors: DWORD;
          dwInUnknownProtos: DWORD;
```

```
          dwOutOctets: DWORD;
          dwOutUCastPkts: DWORD;
          dwOutNUCastPkts: DWORD;
          dwOutDiscards: DWORD;
          dwOutErrors: DWORD;
          dwOutQLen: DWORD;
          dwDescrLen: DWORD;
          bDescr: array[1..MAXLEN_IFDESCR] of char; //byte;
        end;

       //
        PTMibIfTable = ^TMIBIfTable;
        TMibIfTable = packed record
          dwNumEntries: DWORD;
          Table: array[0..ANY_SIZE- 1] of TMibIfRow;
        end;

      //---ADAPTER INFO структура-----------------------

        PTIP_ADAPTER_INFO = ^TIP_ADAPTER_INFO;
        TIP_ADAPTER_INFO = packed record
          Next: PTIP_ADAPTER_INFO;
          ComboIndex: DWORD;
          AdapterName: array[1..MAX_ADAPTER_NAME_LENGTH + 4] of char;       //
дані
          Description: array[1..MAX_ADAPTER_DESCRIPTION_LENGTH + 4] of char;
// дані
          AddressLength: UINT;
          Address: array[1..MAX_ADAPTER_ADDRESS_LENGTH] of byte;      // дані
          Index: DWORD;
          aType: UINT;
          DHCPEnabled: UINT;
          CurrentIPAddress: PTIP_ADDR_STRING;
          IPAddressList: TIP_ADDR_STRING;
          GatewayList: TIP_ADDR_STRING;
          DHCPServer: TIP_ADDR_STRING;
          HaveWINS: BOOL;
          PrimaryWINSServer: TIP_ADDR_STRING;
          SecondaryWINSServer: TIP_ADDR_STRING;
          LeaseObtained: LongInt ; // UNIX час, секунди з 1970
          LeaseExpires: LongInt;   // UNIX час, секунди з 1970
          SpareStuff: array [1..200] of char ;   // дані- простір для списку IP
адрес досліджуємої мережі сервісу оптимізації мережного трафіку WAN
        end;

      //--------TCP структура---------------------

        PTMibTCPRow = ^TMibTCPRow;
        TMibTCPRow = packed record
          dwState: DWORD;
          dwLocalAddr: DWORD;
          dwLocalPort: DWORD;
          dwRemoteAddr: DWORD;
          dwRemotePort: DWORD;
        end;
        //
        PTMibTCPTable = ^TMibTCPTable;
        TMibTCPTable = packed record
          dwNumEntries: DWORD;
          Table: array[0..0] of TMibTCPRow;
        end;
        //
        PTMibTCPStats = ^TMibTCPStats;
        TMibTCPStats = packed record
          dwRTOAlgorithm: DWORD;
          dwRTOMin: DWORD;
          dwRTOMax: DWORD;
          dwMaxConn: DWORD;
          dwActiveOpens: DWORD;
```

```
    dwPassiveOpens: DWORD;
    dwAttemptFails: DWORD;
    dwEstabResets: DWORD;
    dwCurrEstab: DWORD;
    dwInSegs: DWORD;
    dwOutSegs: DWORD;
    dwRetransSegs: DWORD;
    dwInErrs: DWORD;
    dwOutRsts: DWORD;
    dwNumConns: DWORD;
  end;

//-----UDP СТРУКТУРА -------------------------

  PTMibUDPRow = ^TMibUDPRow;
  TMibUDPRow = packed record
    dwLocalAddr: DWORD;
    dwLocalPort: DWORD;
  end;
 //
  PTMibUDPTable = ^TMIBUDPTable;
  TMIBUDPTable = packed record
    dwNumEntries: DWORD;
    UDPTable: array[0..ANY_SIZE- 1] of TMibUDPRow;
  end;
 //
  PTMibUdpStats = ^TMIBUdpStats;
  TMIBUdpStats = packed record
    dwInDatagrams: DWORD;
    dwNoPorts: DWORD;
    dwInErrors: DWORD;
    dwOutDatagrams: DWORD;
    dwNumAddrs: DWORD;
  end;

//------IP СТРУКТУРА ----------------------

 //
  PTMibIPNet_NGN_Row = ^TMibIPNet_NGN_Row;
  TMibIPNet_NGN_Row = packed record
    dwIndex: DWord;
    dwPhysAddrLen: DWord;
    bPhysAddr: TMACAddress;
    dwAddr: DWord;
    dwType: DWord;
  end;
  //
  PTMibIPNet_NGN_Table = ^TMibIPNet_NGN_Table;
  TMibIPNet_NGN_Table = packed record
    dwNumEntries: DWORD;
    Table: array[0..ANY_SIZE- 1] of TMibIPNet_NGN_Row;
  end;
  //
  PTMibIPStats = ^TMibIPStats;
  TMibIPStats = packed record
    dwForwarding: DWORD;
    dwDefaultTTL: DWORD;
    dwInReceives: DWORD;
    dwInHdrErrors: DWORD;
    dwInAddrErrors: DWORD;
    dwForwDatagrams: DWORD;
    dwInUnknownProtos: DWORD;
    dwInDiscards: DWORD;
    dwInDelivers: DWORD;
    dwOutRequests: DWORD;
    dwRoutingDiscards: DWORD;
    dwOutDiscards: DWORD;
    dwOutNoRoutes: DWORD;
    dwReasmTimeOut: DWORD;
```

```
    dwReasmReqds: DWORD;
    dwReasmOKs: DWORD;
    dwReasmFails: DWORD;
    dwFragOKs: DWORD;
    dwFragFails: DWORD;
    dwFragCreates: DWORD;
    dwNumIf: DWORD;
    dwNumAddr: DWORD;
    dwNumRoutes: DWORD;
  end;
  //
  PTMibIPAddrRow = ^TMibIPAddrRow;
  TMibIPAddrRow = packed record
    dwAddr: DWORD;
    dwIndex: DWORD;
    dwMask: DWORD;
    dwBCastAddr: DWORD;
    dwReasmSize: DWORD;
    Unused1,
    Unused2: WORD;
  end;
  //
  PTMibIPAddrTable = ^TMibIPAddrTable;
  TMibIPAddrTable = packed record
    dwNumEntries: DWORD;
    Table: array[0..ANY_SIZE- 1] of TMibIPAddrRow;
  end;

  //
  PTMibIPForwardRow = ^TMibIPForwardRow;
  TMibIPForwardRow = packed record
    dwForwardDest: DWORD;
    dwForwardMask: DWORD;
    dwForwardPolicy: DWORD;
    dwForwardNextHop: DWORD;
    dwForwardIFIndex: DWORD;
    dwForwardType: DWORD;
    dwForwardProto: DWORD;
    dwForwardAge: DWORD;
    dwForwardNextHopAS: DWORD;
    dwForwardMetric1: DWORD;
    dwForwardMetric2: DWORD;
    dwForwardMetric3: DWORD;
    dwForwardMetric4: DWORD;
    dwForwardMetric5: DWORD;
  end;
  //
  PTMibIPForwardTable = ^TMibIPForwardTable;
  TMibIPForwardTable = packed record
    dwNumEntries: DWORD;
    Table: array[0..ANY_SIZE- 1] of TMibIPForwardRow;
  end;

//---- ICMP-СТРУКТУРА ------------------------

  PTMibICMPStats = ^TMibICMPStats;
  TMibICMPStats = packed record
    dwMsgs: DWORD;
    dwErrors: DWORD;
    dwDestUnreachs: DWORD;
    dwTimeEcxcds: DWORD;
    dwParmProbs: DWORD;
    dwSrcQuenchs: DWORD;
    dwRedirects: DWORD;
    dwEchos: DWORD;
    dwEchoReps: DWORD;
    dwTimeStamps: DWORD;
    dwTimeStampReps: DWORD;
    dwAddrMasks: DWORD;
```

```
        dwAddrReps: DWORD;
      end;

      PTMibICMPInfo = ^TMibICMPInfo;
      TMibICMPInfo = packed record
        InStats: TMibICMPStats;
        OutStats: TMibICMPStats;
      end;

    //---------імпорт до IPHLPAPI.DLL------------------

    var

    GetAdaptersInfo: function ( pAdapterInfo: PTIP_ADAPTER_INFO;
      pOutBufLen: PULONG ): DWORD; stdcall;

    GetNet_NGN_workParams: function ( FixedInfo: PTFixedInfo; pOutPutLen:
PULONG ):
            DWORD; stdcall;

    GetTcpTable: function ( pTCPTable: PTMibTCPTable; pDWSize: PDWORD;
      bOrder: BOOL ): DWORD; stdcall;

    GetTcpStatistics: function ( pStats: PTMibTCPStats ): DWORD; stdcall;

    GetUdpTable: function ( pUdpTable: PTMibUDPTable; pDWSize: PDWORD;
     bOrder: BOOL ): DWORD; stdcall;

    GetUdpStatistics: function ( pStats: PTMibUdpStats ): DWORD; stdcall;

    GetIpStatistics: function ( pStats: PTMibIPStats ): DWORD; stdcall;

    GetIpNet_NGN_Table: function ( pIpNet_NGN_Table: PTMibIPNet_NGN_Table;
      pdwSize: PULONG;  bOrder: BOOL ): DWORD; stdcall;

    GetIpAddrTable: function ( pIpAddrTable: PTMibIPAddrTable;
      pdwSize: PULONG; bOrder: BOOL ): DWORD; stdcall;

    GetIpForwardTable: function ( pIPForwardTable: PTMibIPForwardTable;
      pdwSize: PULONG; bOrder: BOOL ): DWORD; stdCall;

    GetIcmpStatistics: function ( pStats: PTMibICMPInfo ): DWORD; stdCall;

    GetRTTAndHopCount: function ( DestIPAddress: DWORD; HopCount: PULONG;
      MaxHops: ULONG; RTT: PULONG ): BOOL; stdCall;

    GetIfTable: function ( pIfTable: PTMibIfTable; pdwSize: PULONG;
      bOrder: boolean ): DWORD; stdCall;

    GetIfEntry: function ( pIfRow: PTMibIfRow ): DWORD; stdCall;

    // попередження – недокументована функція, можливі помилки при
використанні
    GetFriendlyIfIndex: function (var IfIndex: DWORD): DWORD; stdcall;


    const
        IpHlpDLL = ' IPHLPAPI.DLL' ;
    var
        IpHlpModule: THandle;

        function LoadIpHlp: Boolean;

    implementation

    function LoadIpHlp: Boolean;
    begin
        Result := True;
        if IpHlpModule <> 0 then Exit;
```

```
      // відкрити DLL
          IpHlpModule := LoadLibrary (IpHlpDLL);
          if IpHlpModule = 0 then
          begin
              Result := false;
              exit ;
          end ;
          GetAdaptersInfo := GetProcAddress (IpHlpModule, ' GetAdaptersInfo' ) ;
          GetNet_NGN_workParams := GetProcAddress (IpHlpModule, '
GetNet_NGN_workParams' ) ;
          GetTcpTable := GetProcAddress (IpHlpModule, ' GetTcpTable' ) ;
          GetTcpStatistics := GetProcAddress (IpHlpModule, ' GetTcpStatistics' )
;
          GetUdpTable := GetProcAddress (IpHlpModule, ' GetUdpTable' ) ;
          GetUdpStatistics := GetProcAddress (IpHlpModule, ' GetUdpStatistics' )
;
          GetIpStatistics := GetProcAddress (IpHlpModule, ' GetIpStatistics' ) ;
          GetIpNet_NGN_Table := GetProcAddress (IpHlpModule, '
GetIpNet_NGN_Table' ) ;
          GetIpAddrTable := GetProcAddress (IpHlpModule, ' GetIpAddrTable' ) ;
          GetIpForwardTable := GetProcAddress (IpHlpModule, ' GetIpForwardTable'
) ;
          GetIcmpStatistics := GetProcAddress (IpHlpModule, ' GetIcmpStatistics'
) ;
          GetRTTAndHopCount := GetProcAddress (IpHlpModule, ' GetRTTAndHopCount'
) ;
          GetIfTable := GetProcAddress (IpHlpModule, ' GetIfTable' ) ;
          GetIfEntry := GetProcAddress (IpHlpModule, ' GetIfEntry' ) ;
          GetFriendlyIfIndex := GetProcAddress (IpHlpModule, '
GetFriendlyIfIndex' ) ;
      end;

      initialization
          IpHlpModule := 0 ;
      finalization
          if IpHlpModule <> 0 then
          begin
              FreeLibrary (IpHlpModule) ;
              IpHlpModule := 0 ;
          end ;

      end.
```

Файл IPHelper.pas- функції роботи з IP-протоколом

```
unit IPHelper;


interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Dialogs, IpHlpApi;

const
  NULL_IP       = '   0.0.  0.0' ;

//---перетворення добре відомих номерів портів до імен сервісів--------

type
  TWellKnownPort = record
    Prt: DWORD;
    Srv: string[20];
  end;


const
    // тільки найбільш популярні сервіси...
  WellKnownPorts: array[1..32] of TWellKnownPort
  = (
//    ( Prt: 0; Srv:   ' RESRVED'  ),     {Зарезервовано}
    ( Prt: 7; Srv:   ' ECHO   '  ),     {Ping    }
    ( Prt: 9; Srv:   ' DISCARD'  ),
    ( Prt: 13; Srv:  ' DAYTIME'  ),
    ( Prt: 17; Srv:  ' QOTD   '  ),     {Показчик на день}
    ( Prt: 19; Srv:  ' CHARGEN'  ),     {Генератор символів}
    ( Prt: 20; Srv:  ' FTPDATA'  ),     { File Transfer Protocol- дані}
    ( Prt: 21; Srv:  ' FTPCTRL'  ),     { File Transfer Protocol- управління}
    ( Prt: 22; Srv:  ' SSH    '  ),
    ( Prt: 23; Srv:  ' TELNET_NGN_ '  ),
    ( Prt: 25; Srv:  ' SMTP   '  ),     { Simple Mail Transfer Protocol}
    ( Prt: 37; Srv:  ' TIME   '  ),     { Часовий протокол }
    ( Prt: 43; Srv:  ' WHOIS  '  ),     { Сервіс – Кто це  }
    ( Prt: 53; Srv:  ' DNS    '  ),     { Domain Name Service }
    ( Prt: 67; Srv:  ' BOOTPS '  ),     { BOOTP Сервер }
    ( Prt: 68; Srv:  ' BOOTPC '  ),     { BOOTP Кієнт }
    ( Prt: 69; Srv:  ' TFTP   '  ),     { стандартний  FTP  }
    ( Prt: 70; Srv:  ' GOPHER '  ),     { Протокол Gopher       }
    ( Prt: 79; Srv:  ' FINGER '  ),     { Протокол Finger       }
    ( Prt: 80; Srv:  ' HTTP   '  ),     { Протокол HTTP         }
    ( Prt: 88; Srv:  ' KERBROS'  ),     { Протокол Kerberos     }
    ( Prt: 109; Srv: ' POP2   '  ),     { Протокол Post Office Protocol Version
2 }
    ( Prt: 110; Srv: ' POP3   '  ),     { Протокол Post Office Protocol Version
3 }
    ( Prt: 111; Srv: ' SUN_RPC'  ),     { Протокол SUN Remote Procedure Call }
    ( Prt: 119; Srv: ' NNTP   '  ),     { Протокол Net_NGN_work News Transfer
Protocol }
    ( Prt: 123; Srv: ' NTP    '  ),     { Протокол Net_NGN_work Time protocol
}
    ( Prt: 135; Srv: ' DCOMRPC'  ),     { Протокол Location Service
}
    ( Prt: 137; Srv: ' NBNAME '  ),     { NET_NGN_BIOS сервіс імен          }
    ( Prt: 138; Srv: ' NBDGRAM'  ),     { NET_NGN_BIOS сервіс датаграм     }
    ( Prt: 139; Srv: ' NBSESS '  ),     { NET_NGN_BIOS сервіс сесій        }
    ( Prt: 143; Srv: ' IMAP   '  ),     { Протокол Internet_NGN_ Message Access
Protocol }
    ( Prt: 161; Srv: ' SNMP   '  ),     { Протокол Simple Net_NGN_w. Management
Protocol }
    ( Prt: 169; Srv: ' SEND   '  )
```

```
    );


//------перетворення ICMP кодів помилок до рядків-------------

const
  ICMP_ERROR_BASE = 11000;
  IcmpErr : array[1..22] of string =
  (
   ' IP_BUFFER_TOO_SMALL' ,' IP_DEST_NET_NGN__UNREACHABLE' , '
IP_DEST_HOST_UNREACHABLE' ,
   ' IP_PROTOCOL_UNREACHABLE' , ' IP_DEST_PORT_UNREACHABLE' , ' IP_NO_RESOURCES'
,
   ' IP_BAD_OPTION' ,' IP_HARDWARE_ПОМИЛКА' , ' IP_PACKET_TOO_BIG' , '
IP_REQUEST_TIMED_OUT' ,
   ' IP_BAD_REQUEST' ,' IP_BAD_ROUTE' , ' IP_TTL_EXPIRED_TRANSIT' ,
   ' IP_TTL_EXPIRED_REASSEM' ,' IP_PARAMETER_PROBLEM' , ' IP_SOURCE_QUENCH' ,
   ' IP_OPTION_TOO_BIG' , ' IP_BAD_DESTINATION' ,' IP_ADDRESS_DELETED' ,
   ' IP_SPEC_MTU_CHANGE' , ' IP_MTU_CHANGE' , ' IP_UNLOAD'
  );


//-----Перетворення різних перерахованих величин у рядки---------

  ARPEntryType  : array[1..4] of string = ( ' інший' , ' неправильний' ,
    ' динамічний' , ' статичний'
    );
  TCPConnState  :
    array[1..12] of string =
    ( ' closed' , ' listening' , ' syn_sent' ,
    ' syn_rcvd' , ' established' , ' fin_wait1' ,
    ' fin_wait2' , ' close_wait' , ' closing' ,
    ' last_ack' , ' time_wait' , ' delete_tcb'
    );

  TCPToAlgo     : array[1..4] of string =
    ( ' Const.Timeout' , '  MIL-STD-1778' ,
    ' Van Jacobson' , ' інший' );

  IPForwTypes   : array[1..4] of string =
    ( ' інший' , ' invalid' , ' local' , ' remote'  );

  IPForwProtos  : array[1..18] of string =
    ( ' інший' , ' LOCAL' , ' NET_NGN_MGMT' , ' ICMP' , ' EGP' ,
    ' GGP' , ' HELO' , ' RIP' , ' IS_IS' , ' ES_IS' ,
    ' CISCO' , ' BBN' , ' OSPF' , ' BGP' , ' BOOTP' ,
    ' AUTO_STAT' , ' STATIC' , ' NOT_DOD'  );

type

// для IpHlpNet_NGN_workParams
  TNet_NGN_workParams = record
    HostName: string ;
    DomainName: string ;
    CurrentDnsServer: string ;
    DnsServerTot: integer ;
    DnsServerNames: array [0..9] of string ;
    NodeType: UINT;
    ScopeID: string ;
    EnableRouting: UINT;
    EnableProxy: UINT;
    EnableDNS: UINT;
  end;

  TIfRows = array of TMibIfRow ; // динамічний масив колонок

// для IpHlpAdaptersInfo
  TAdaptorInfo = record
    AdapterName: string ;
```

```
    Description: string ;
    MacAddress: string ;
    Index: DWORD;
    aType: UINT;
    DHCPEnabled: UINT;
    CurrIPAddress: string ;
    CurrIPMask: string ;
    IPAddressTot: integer ;
    IPAddressList: array of string ;
    IPMaskList: array of string ;
    GatewayTot: integer ;
    GatewayList: array of string ;
    DHCPTot: integer ;
    DHCPServer: array of string ;
    HaveWINS: BOOL;
    PrimWINSTot: integer ;
    PrimWINSServer: array of string ;
    SecWINSTot: integer ;
    SecWINSServer: array of string ;
    LeaseObtained: LongInt ; // UNIX час, секунди з 1970
    LeaseExpires: LongInt;   // UNIX час, секунди з 1970
  end ;

  TAdaptorRows = array of TAdaptorInfo ;


//--------експортуємі дані---------------------

function IpHlpAdaptersInfo(var AdpTot: integer;var AdpRows: TAdaptorRows):
integer ;
procedure Get_AdaptersInfo( List: TStrings );
function IpHlpNet_NGN_workParams (var Net_NGN_workParams: TNet_NGN_workParams):
integer ;
procedure Get_Net_NGN_workParams( List: TStrings );
procedure Get_ARPTable( List: TStrings );
procedure Get_TCPTable( List: TStrings );
procedure Get_TCPStatistics( List: TStrings );
function IpHlpTCPStatistics (var TCPStats: TMibTCPStats): integer ;
procedure Get_UDPTable( List: TStrings );
procedure Get_UDPStatistics( List: TStrings );
function IpHlpUdpStatistics (UdpStats: TMibUDPStats): integer ;
procedure Get_IPAddrTable( List: TStrings );
procedure Get_IPForwardTable( List: TStrings );
procedure Get_IPStatistics( List: TStrings );
function IpHlpIPStatistics (var IPStats: TMibIPStats): integer ;
function Get_RTTAndHopCount( IPAddr: DWORD; MaxHops: Longint;
  var RTT: longint; var HopCount: longint ): integer;
procedure Get_ICMPStats( ICMPIn, ICMPOut: TStrings );
function IpHlpIfTable(var IfTot: integer; var IfRows: TIfRows): integer ;
procedure Get_IfTable( List: TStrings );
function IpHlpIfEntry(Index: integer; var IfRow: TMibIfRow): integer ;
procedure Get_RecentDestIPs( List: TStrings );

// функції перетворення
function MacAddr2Str( MacAddr: TMacAddress; size: integer ): string;
function IpAddr2Str( IPAddr: DWORD ): string;
function Str2IpAddr( IPStr: string ): DWORD;
function Port2Str( nwoPort: DWORD ): string;
function Port2Wrd( nwoPort: DWORD ): DWORD;
function Port2Svc( Port: DWORD ): string;
function ICMPErr2Str( ICMPErrCode: DWORD) : string;

implementation

var
  RecentIPs     : TStringList;
```

```
//-------Основні функції----------------------

{ отримання наступного "токена" з рядка }
function NextToken( var s: string; Separator: char ): string;
var
  Sep_Pos       : byte;
begin
  Result := ' ' ;
  if length( s ) > 0 then begin
    Sep_Pos := pos( Separator, s );
    if Sep_Pos > 0 then begin
      Result := copy( s, 1, Pred( Sep_Pos ) );
      Delete( s, 1, Sep_Pos );
    end
    else begin
      Result := s;
      s := ' ' ;
    end;
  end;
end;

//-----------------------------------
{ перетворення числового MAC-адреса  до ww-xx-yy-zz рядка }
function MacAddr2Str( MacAddr: TMacAddress; size: integer ): string;
var
  i             : integer;
begin
  if Size = 0 then
  begin
    Result := '  00-00-00' ;
    EXIT;
  end
  else Result := ' ' ;
  //
  for i := 1 to Size do
    Result := Result + IntToHex( MacAddr[i], 2) + ' -' ;
  Delete( Result, Length( Result ), 1 );
end;

//-----------------------------------
{ перетворення IP-адреси в мережний байт типу DWORD }
function IpAddr2Str( IPAddr: DWORD ): string;
var
  i           : integer;
begin
  Result := ' ' ;
  for i := 1 to 4 do
  begin
    Result := Result + Format( ' %3d.' , [IPAddr and $FF] );
    IPAddr := IPAddr shr 8;
  end;
  Delete( Result, Length( Result ), 1 );
end;

//-----------------------------------
{ перетворення крапкової десяткової IP-адреси в мережний байт типу DWORD}
function Str2IpAddr( IPStr: string ): DWORD;
var
  i             : integer;
  Num           : DWORD;
begin
  Result := 0;
  for i := 1 to 4 do
  try
    Num := ( StrToInt( NextToken( IPStr, ' .'  ) ) ) shl 24;
    Result := ( Result shr 8 ) or Num;
  except
    Result := 0;
  end;
```

```
end;

//-----------------------------------
{ перетворення номеру порту в мережний байт типу DWORD }
function Port2Wrd( nwoPort: DWORD ): DWORD;
begin
  Result := Swap( WORD( nwoPort ) );
end;

//-----------------------------------
{ перетворення номеру порту в мережний байт типу string }
function Port2Str( nwoPort: DWORD ): string;
begin
  Result := IntToStr( Port2Wrd( nwoPort ) );
end;

//-----------------------------------
{ перетворення номеру порту в сервіс ID }
function Port2Svc( Port: DWORD ): string;
var
  i             : integer;
begin
  Result := Format( ' %4d' , [Port] ); // у випадку, якщо порт не знайдено
  for i := Low( WellKnownPorts ) to High( WellKnownPorts ) do
    if Port = WellKnownPorts[i].Prt then
    begin
      Result := WellKnownPorts[i].Srv;
      BREAK;
    end;
end;

//-----------------------------------
{ голона частина, фіксація мережний параметрів досліджуємої мережі для оцінки
якості обслуговування (QoS_for_NGN)}

procedure Get_Net_NGN_workParams( List: TStrings );
var
    Net_NGN_workParams: TNet_NGN_workParams ;
    I, ErrorCode: integer ;
begin
    if not Assigned( List ) then EXIT;
    List.Clear;
    ErrorCode := IpHlpNet_NGN_workParams (Net_NGN_workParams) ;
    if ErrorCode <> 0 then
    begin
        List.Add (SysErrorMessage (ErrorCode));
        exit;
    end ;
    with Net_NGN_workParams do
    begin
        List.Add( ' Ім'я хосту          : '  + HostName );
        List.Add( ' Домен            : '  + DomainName );
        List.Add( ' NET_NGN_BIOS тип : '  + NET_NGN_BIOSTypes[NodeType] );
        List.Add( ' DHCP область        : '  + ScopeID );
        List.Add( ' ROUTING визначено   : '  + IntToStr( EnableRouting ) );
        List.Add( ' PROXY   визначено   : '  + IntToStr( EnableProxy ) );
        List.Add( ' DNS     визначено   : '  + IntToStr( EnableDNS ) );
        if DnsServerTot <> 0 then
        begin
            for I := 0 to Pred (DnsServerTot) do
                List.Add( ' DNS адреса серверу   : '  + DnsServerNames [I] ) ;
        end ;
    end ;
end ;

//-------------------------------------//
function IpHlpNet_NGN_workParams (var Net_NGN_workParams: TNet_NGN_workParams):
integer ;
```

```
var
  FixedInfo     : PTFixedInfo;         // дані
  InfoSize      : Longint;
  PDnsServer    : PTIP_ADDR_STRING ;   // дані
begin
    InfoSize := 0 ;   // дані
    result := ERROR_NOT_SUPPORTED ;
    if NOT LoadIpHlp then exit ;
    result := GetNet_NGN_workParams( Nil, @InfoSize );  // дані
    if result <> ERROR_BUFFER_OVERFLOW then exit ; // дані
    GetMem (FixedInfo, InfoSize) ;                    // дані
    try
    result := GetNet_NGN_workParams( FixedInfo, @InfoSize );   // дані
    if result <> ERROR_SUCCESS then exit ;
    Net_NGN_workParams.DnsServerTot := 0 ;
    with FixedInfo^ do
    begin
        Net_NGN_workParams.HostName := trim (HostName) ;
        Net_NGN_workParams.DomainName := trim (DomainName) ;
        Net_NGN_workParams.ScopeId := trim (ScopeID) ;
        Net_NGN_workParams.NodeType := NodeType ;
        Net_NGN_workParams.EnableRouting := EnableRouting ;
        Net_NGN_workParams.EnableProxy := EnableProxy ;
        Net_NGN_workParams.EnableDNS := EnableDNS ;
        Net_NGN_workParams.DnsServerNames [0] := DNSServerList.IPAddress ;  //
дані
        if Net_NGN_workParams.DnsServerNames [0] <> ' ' then
                                    Net_NGN_workParams.DnsServerTot := 1 ;
        PDnsServer := DnsServerList.Next;
        while PDnsServer <> Nil do
        begin
            Net_NGN_workParams.DnsServerNames [Net_NGN_workParams.DnsServerTot]
:=
                                    PDnsServer^.IPAddress ;  // дані
            inc (Net_NGN_workParams.DnsServerTot) ;
            if Net_NGN_workParams.DnsServerTot >=
                          Length (Net_NGN_workParams.DnsServerNames) then exit
;
            PDnsServer := PDnsServer.Next ;
        end;
    end ;
    finally
       FreeMem (FixedInfo) ;                    // дані
    end ;
end;

//-----------------------------------

function ICMPErr2Str( ICMPErrCode: DWORD) : string;
begin
   Result := ' UnknownError : '  + IntToStr( ICMPErrCode );
   dec( ICMPErrCode, ICMP_ERROR_BASE );
   if ICMPErrCode in [Low(ICMpErr)..High(ICMPErr)] then
     Result := ICMPErr[ ICMPErrCode];
end;


//-----------------------------------

// включення байтів у/з для кожного адаптера

function IpHlpIfTable(var IfTot: integer; var IfRows: TIfRows): integer ;
var
  I,
  TableSize   : integer;
  pBuf, pNext : PChar;
begin
  result := ERROR_NOT_SUPPORTED ;
  if NOT LoadIpHlp then exit ;
```

```
  SetLength (IfRows, 0) ;
  IfTot := 0 ; // дані
  TableSize := 0;
   // перший виклик: необхідно отримати розмір пам' яті
  result := GetIfTable (Nil, @TableSize, false) ;  // дані
  if result <> ERROR_INSUFFICIENT_BUFFER then exit ;
  GetMem( pBuf, TableSize );
  try
      FillChar (pBuf^, TableSize, #0);  // очищаємо буфер з  W98 не беремо
крапку таблиці
      result := GetIfTable (PTMibIfTable (pBuf), @TableSize, false) ;
      if result <> NO_ERROR then exit ;
      IfTot := PTMibIfTable (pBuf)^.dwNumEntries ;
      if IfTot = 0 then exit ;
      SetLength (IfRows, IfTot) ;
      pNext := pBuf + SizeOf(IfTot) ;
      for i := 0 to Pred (IfTot) do
      begin
         IfRows [i] := PTMibIfRow (pNext )^ ;
         inc (pNext, SizeOf (TMibIfRow)) ;
      end;
  finally
      FreeMem (pBuf) ;
  end ;
end;

procedure Get_IfTable( List: TStrings );
var
  IfRows        : TIfRows ;
  Error, I      : integer;
  NumEntries    : integer;
  sDescr, sIfName: string ;
begin
  if not Assigned( List ) then EXIT;
  List.Clear;
  SetLength (IfRows, 0) ;
  Error := IpHlpIfTable (NumEntries, IfRows) ;
  if (Error <> 0) then
      List.Add( SysErrorMessage( GetLastError ) )
  else if NumEntries = 0 then
      List.Add( ' данних немає '  )
  else
  begin
      for I := 0 to Pred (NumEntries) do
      begin
          with IfRows [I] do
          begin
             if wszName [1] = #0 then
                 sIfName := ' '
             else
                 sIfName := WideCharToString (@wszName) ;  // конвертуємо Юнікод
до рядка
             sIfName := trim (sIfName) ;
             sDescr := bDescr ;
             sDescr := trim (sDescr);
             List.Add (Format (
               ' %0.8x |%3d | %16s |%8d |%12d |%2d |%2d |%10d |%10d | %-s| %-s'
,
               [dwIndex, dwType, MacAddr2Str( TMacAddress( bPhysAddr ),
               dwPhysAddrLen ), dwMTU, dwSpeed, dwAdminStatus,
               dwOPerStatus, Int64 (dwInOctets), Int64 (dwOutOctets),  //
конвертуємо до 32-біт
               sIfName, sDescr] )  // дані, додані в/з
               );
          end;
      end ;
  end ;
  SetLength (IfRows, 0) ;  // вільна пам' ять
end ;
```

```
function IpHlpIfEntry(Index: integer; var IfRow: TMibIfRow): integer ;
begin
  result := ERROR_NOT_SUPPORTED ;
  if NOT LoadIpHlp then exit ;
  FillChar (IfRow, SizeOf (TMibIfRow), #0);  // очищаємо буфер з  W98 не беремо
  IfRow.dwIndex := Index ;
  result := GetIfEntry (@IfRow) ;
end ;

//-----------------------------------
{ інформація про інстальовані адаптери }

function IpHlpAdaptersInfo(var AdpTot: integer; var AdpRows: TAdaptorRows):
integer ;
var
  BufLen        : DWORD;
  AdapterInfo   : PTIP_ADAPTER_INFO;
  PIpAddr       : PTIP_ADDR_STRING;
  PBuf          : PCHAR ;
  I             : integer ;
begin
  SetLength (AdpRows, 4) ;
  AdpTot := 0 ;
  BufLen := 0 ;
  result := GetAdaptersInfo( Nil, @BufLen );
  if (result <> ERROR_INSUFFICIENT_BUFFER) and (result = NO_ERROR) then exit ;
  GetMem( pBuf, BufLen );
  try
      FillChar (pBuf^, BufLen, #0);  // очищуємо буфер
      result := GetAdaptersInfo( PTIP_ADAPTER_INFO (PBuf), @BufLen );
      if result = NO_ERROR then
      begin
         AdapterInfo := PTIP_ADAPTER_INFO (PBuf) ;
         while ( AdapterInfo <> nil ) do
         begin
            AdpRows [AdpTot].IPAddressTot := 0 ;
            SetLength (AdpRows [AdpTot].IPAddressList, 2) ;
            SetLength (AdpRows [AdpTot].IPMaskList, 2) ;
            AdpRows [AdpTot].GatewayTot := 0 ;
            SetLength (AdpRows [AdpTot].GatewayList, 2) ;
            AdpRows [AdpTot].DHCPTot := 0 ;
            SetLength (AdpRows [AdpTot].DHCPServer, 2) ;
            AdpRows [AdpTot].PrimWINSTot := 0 ;
            SetLength (AdpRows [AdpTot].PrimWINSServer, 2) ;
            AdpRows [AdpTot].SecWINSTot := 0 ;
            SetLength (AdpRows [AdpTot].SecWINSServer, 2) ;
            AdpRows [AdpTot].CurrIPAddress := NULL_IP;
            AdpRows [AdpTot].CurrIPMask := NULL_IP;
            AdpRows [AdpTot].AdapterName := Trim( string(
AdapterInfo^.AdapterName ) );
            AdpRows [AdpTot].Description := Trim( string(
AdapterInfo^.Description ) );
            AdpRows [AdpTot].MacAddress := MacAddr2Str( TMacAddress(
                                  AdapterInfo^.Address ),
AdapterInfo^.AddressLength ) ;
            AdpRows [AdpTot].Index := AdapterInfo^.Index ;
            AdpRows [AdpTot].aType := AdapterInfo^.aType ;
            AdpRows [AdpTot].DHCPEnabled := AdapterInfo^.DHCPEnabled ;
            if AdapterInfo^.CurrentIPAddress <> Nil then
            begin
                AdpRows [AdpTot].CurrIPAddress :=
AdapterInfo^.CurrentIPAddress.IpAddress ;
                AdpRows [AdpTot].CurrIPMask :=
AdapterInfo^.CurrentIPAddress.IpMask ;
            end ;

        // беремо список IP адрес та конвертуємо в IPAddressList
            I := 0 ;
```

```
        PIpAddr := @AdapterInfo^.IPAddressList ;
        while (PIpAddr <> Nil) do
        begin
            AdpRows [AdpTot].IPAddressList [I] := PIpAddr.IpAddress ;
            AdpRows [AdpTot].IPMaskList [I] := PIpAddr.IpMask ;
            PIpAddr := PIpAddr.Next ;
            inc (I) ;
            if Length (AdpRows [AdpTot].IPAddressList) <= I then
            begin
                 SetLength (AdpRows [AdpTot].IPAddressList, I -2) ;
                 SetLength (AdpRows [AdpTot].IPMaskList, I -2) ;
            end ;
        end ;
        AdpRows [AdpTot].IPAddressTot := I ;

    // беремо список IP адрес для GatewayList
        I := 0 ;
        PIpAddr := @AdapterInfo^.GatewayList ;
        while (PIpAddr <> Nil) do
        begin
            AdpRows [AdpTot].GatewayList [I] := PIpAddr.IpAddress ;
            PIpAddr := PIpAddr.Next ;
            inc (I) ;
            if Length (AdpRows [AdpTot].GatewayList) <= I then
                        SetLength (AdpRows [AdpTot].GatewayList, I -2) ;
        end ;
        AdpRows [AdpTot].GatewayTot := I ;

    // беремо список IP адрес для  GatewayList
        I := 0 ;
        PIpAddr := @AdapterInfo^.DHCPServer ;
        while (PIpAddr <> Nil) do
        begin
            AdpRows [AdpTot].DHCPServer [I] := PIpAddr.IpAddress ;
            PIpAddr := PIpAddr.Next ;
            inc (I) ;
            if Length (AdpRows [AdpTot].DHCPServer) <= I then
                        SetLength (AdpRows [AdpTot].DHCPServer, I -2) ;
        end ;
        AdpRows [AdpTot].DHCPTot := I ;

    // беремо список IP адрес для PrimaryWINSServer
        I := 0 ;
        PIpAddr := @AdapterInfo^.PrimaryWINSServer ;
        while (PIpAddr <> Nil) do
        begin
            AdpRows [AdpTot].PrimWINSServer [I] := PIpAddr.IpAddress ;
            PIpAddr := PIpAddr.Next ;
            inc (I) ;
            if Length (AdpRows [AdpTot].PrimWINSServer) <= I then
                        SetLength (AdpRows [AdpTot].PrimWINSServer, I -2) ;
        end ;
        AdpRows [AdpTot].PrimWINSTot := I ;

    // беремо список IP адрес для SecondaryWINSServer
        I := 0 ;
        PIpAddr := @AdapterInfo^.SecondaryWINSServer ;
        while (PIpAddr <> Nil) do
        begin
            AdpRows [AdpTot].SecWINSServer [I] := PIpAddr.IpAddress ;
            PIpAddr := PIpAddr.Next ;
            inc (I) ;
            if Length (AdpRows [AdpTot].SecWINSServer) <= I then
                        SetLength (AdpRows [AdpTot].SecWINSServer, I -2) ;
        end ;
        AdpRows [AdpTot].SecWINSTot := I ;

        AdpRows [AdpTot].LeaseObtained := AdapterInfo^.LeaseObtained ;
        AdpRows [AdpTot].LeaseExpires := AdapterInfo^.LeaseExpires ;
```

```
            inc (AdpTot) ;
            if Length (AdpRows) <= AdpTot then
                          SetLength (AdpRows, AdpTot -2) ;  // більше пам' яті
            AdapterInfo := AdapterInfo^.Next;
          end ;
          SetLength (AdpRows, AdpTot) ;
      end ;
  finally
      FreeMem( pBuf );
  end ;
end ;

procedure Get_AdaptersInfo( List: TStrings );
var
  AdpTot: integer;
  AdpRows: TAdaptorRows ;
  Error: DWORD ;
  I: integer ;
  //J: integer ;
  //S: string ;        id.
begin
  if not Assigned( List ) then EXIT;
  List.Clear;
  SetLength (AdpRows, 0) ;
  AdpTot := 0 ;
  Error := IpHlpAdaptersInfo(AdpTot, AdpRows) ;
  if (Error <> 0) then
      List.Add( SysErrorMessage( GetLastError ) )
  else if AdpTot = 0 then
      List.Add( ' данних немає '  )
  else
  begin
      for I := 0 to Pred (AdpTot) do
      begin
        with AdpRows [I] do
        begin
            //List.Add(AdapterName + ' |'  + Description ); // jpt : не
використовується
            List.Add( Format(' %8.8x | %6s | %16s | %2d | %16s | %16s | %16s' ,
                [Index, AdaptTypes[aType], MacAddress, DHCPEnabled,
                GatewayList [0], DHCPServer [0], PrimWINSServer [0]] ) );
            {if IPAddressTot <> 0 then    // jpt : не використовується
            begin
                S := ' '  ;
                for J := 0 to Pred (IPAddressTot) do
                        S := S + IPAddressList [J] + ' /'  + IPMaskList [J] + '
| '  ;
                List.Add(IntToStr (IPAddressTot) + '  IP Addresse(s): '  + S);
            end ;
            List.Add( '   '  ); }
        end ;
      end ;
  end ;
  SetLength (AdpRows, 0) ;
end ;

//-----------------------------------
{  моніторимо  час  доступу  до  IP  досліджуємої  мережі  для  оцінки  якості
обслуговування (QoS_for_NGN)}
function Get_RTTAndHopCount( IPAddr: DWORD; MaxHops: Longint; var RTT: Longint;
  var HopCount: Longint ): integer;
begin
  if not GetRTTAndHopCount( IPAddr, @HopCount, MaxHops, @RTT ) then
  begin
    Result := GetLastError;
    RTT :=-1; // Расположення BAD_HOST_NAME,etc...
    HopCount :=-1;
  end
```

```
  else
    Result := NO_ERROR;
end;

//-----------------------------------
{ ARP-таблиця включає відношення між віддаленим IP та віддаленим MAC-адресом.
}
procedure Get_ARPTable( List: TStrings );
var
  IPNet_NGN_Row      : TMibIPNet_NGN_Row;
  TableSize     : DWORD;
  NumEntries    : DWORD;
  ErrorCode     : DWORD;
  i             : integer;
  pBuf          : PChar;
begin
  if not Assigned( List ) then EXIT;
  List.Clear;
  // перший виклик: беремо довжину таблиці
  TableSize := 0;
  ErrorCode := GetIPNet_NGN_Table( Nil, @TableSize, false );   // дані
  //
  if ErrorCode = ERROR_NO_DATA then
  begin
    List.Add( '  ARP-кеш пустий.'  );
    EXIT;
  end;
  // беремо таблицю
  GetMem( pBuf, TableSize );
  NumEntries := 0 ;
  try
  ErrorCode := GetIpNet_NGN_Table( PTMIBIPNet_NGN_Table( pBuf ), @TableSize,
false );
  if ErrorCode = NO_ERROR then
  begin
    NumEntries := PTMIBIPNet_NGN_Table( pBuf )^.dwNumEntries;
    if NumEntries > 0 then
    begin
      inc( pBuf, SizeOf( DWORD ) ); // беремо розмір останьої таблиці
      for i := 1 to NumEntries do
      begin
        IPNet_NGN_Row := PTMIBIPNet_NGN_Row( PBuf )^;
        with IPNet_NGN_Row do
          List.Add( Format( ' %8x | %12s | %16s | %10s' ,
                            [dwIndex, MacAddr2Str( bPhysAddr, dwPhysAddrLen ),
                            IPAddr2Str( dwAddr ), ARPEntryType[dwType]
                            ]));
        inc( pBuf, SizeOf( IPNet_NGN_Row ) );
      end;
    end
    else
      List.Add( '  ARP-кеш пустий.'  );
  end
  else
    List.Add( SysErrorMessage( ErrorCode ) );

  // необхідно відновити показник!
  finally
      dec( pBuf, SizeOf( DWORD ) + NumEntries -SizeOf( IPNet_NGN_Row ) );
      FreeMem( pBuf );
  end ;
end;


//-----------------------------------
procedure Get_TCPTable( List: TStrings );
var
  TCPRow        : TMIBTCPRow;
  i,
```

```
    NumEntries  : integer;
  TableSize     : DWORD;
  ErrorCode     : DWORD;
  DestIP        : string;
  pBuf          : PChar;
begin
  if not Assigned( List ) then EXIT;
  List.Clear;
  RecentIPs.Clear;
  // перший виклик: беремо довжину таблиці
  TableSize := 0;
  NumEntries := 0 ;
  ErrorCode := GetTCPTable(Nil, @TableSize, false );  // дані
  if Errorcode <> ERROR_INSUFFICIENT_BUFFER then
    EXIT;

  // беремо розмір пам' яті, викликаємо знову
  GetMem( pBuf, TableSize );
  // беремо таблицю
  ErrorCode := GetTCPTable( PTMIBTCPTable( pBuf ), @TableSize, false );
  if ErrorCode = NO_ERROR then
  begin

    NumEntries := PTMIBTCPTable( pBuf )^.dwNumEntries;
    if NumEntries > 0 then
    begin
      inc( pBuf, SizeOf( DWORD ) ); // беремо розмір останьої таблиці
      for i := 1 to NumEntries do
      begin
        TCPRow := PTMIBTCPRow( pBuf )^; // беремо останій запис
        with TCPRow do
        begin
          if dwRemoteAddr = 0 then
            dwRemotePort := 0;
          DestIP := IPAddr2Str( dwRemoteAddr );
          List.Add(
            Format( ' %15s : %-7s | %15s : %-7s | %-16s' ,
            [IpAddr2Str( dwLocalAddr ),
            Port2Svc( Port2Wrd( dwLocalPort ) ),
              DestIP,
              Port2Svc( Port2Wrd( dwRemotePort ) ),
              TCPConnState[dwState]
              ] ) );
         //
            if (not ( dwRemoteAddr = 0 ))
            and ( RecentIps.IndexOf(DestIP) =-1 ) then
               RecentIPs.Add( DestIP );
        end;
        inc( pBuf, SizeOf( TMIBTCPRow ) );
      end;
    end;
  end
  else
    List.Add( SyserrorMessage( ErrorCode ) );
  dec( pBuf, SizeOf( DWORD ) + NumEntries -SizeOf( TMibTCPRow ) );
  FreeMem( pBuf );
end;

//-----------------------------------
procedure Get_TCPStatistics( List: TStrings );
var
  TCPStats      : TMibTCPStats;
  ErrorCode     : DWORD;
begin
  if not Assigned( List ) then EXIT;
  List.Clear;
  if NOT LoadIpHlp then exit ;
  ErrorCode := GetTCPStatistics( @TCPStats );
  if ErrorCode = NO_ERROR then
```

```
    with TCPStats do
    begin
      List.Add( ' Алгоритм повторної передачі : '  + TCPToAlgo[dwRTOAlgorithm]
);
      List.Add( ' Мінімальний час виходу         : '  + IntToStr( dwRTOMin ) + '
ms'  );
      List.Add( ' Максимальний час виходу        : '  + IntToStr( dwRTOMax ) +
'  ms'  );
      List.Add( ' Максимальне число підключень : '  + IntToStr( dwRTOAlgorithm )
);
      List.Add( ' Активні підключення            : '  + IntToStr( dwActiveOpens
) );
      List.Add( ' пасивні підключення           : '  + IntToStr( dwPassiveOpens
) );
      List.Add( ' Невдала спроба відкриття     : '  + IntToStr( dwAttemptFails )
);
      List.Add( ' Скидання встановленого підключення  : '  + IntToStr(
dwEstabResets ) );
      List.Add( ' Поточне встановлене підключення.: '  + IntToStr( dwCurrEstab )
);
      List.Add( ' Отримані сегменти        : '  + IntToStr( dwInSegs ) );
      List.Add( ' Передані сегменти            : '  + IntToStr( dwOutSegs ) );
      List.Add( ' Перепідключені сегменти   : '  + IntToStr( dwReTransSegs ) );
      List.Add( ' помилка входу          : '  + IntToStr( dwInErrs ) );
      List.Add( ' Перезавантаження вихідних          : '  + IntToStr( dwOutRsts
) );
      List.Add( ' Совокупні зв' язки    : '  + IntToStr( dwNumConns ) );
    end
  else
    List.Add( SyserrorMessage( ErrorCode ) );
end;

function IpHlpTCPStatistics (var TCPStats: TMibTCPStats): integer ;
begin
    result := ERROR_NOT_SUPPORTED ;
    if NOT LoadIpHlp then exit ;
    result := GetTCPStatistics( @TCPStats );
end;

//-----------------------------------
procedure Get_UDPTable( List: TStrings );
var
  UDPRow        : TMIBUDPRow;
  i,
    NumEntries  : integer;
  TableSize     : DWORD;
  ErrorCode     : DWORD;
  pBuf          : PChar;
begin
  if not Assigned( List ) then EXIT;
  List.Clear;

  // перший виклик: беремо довжину таблиці
  TableSize := 0;
  NumEntries := 0 ;
  ErrorCode := GetUDPTable(Nil, @TableSize, false );
  if Errorcode <> ERROR_INSUFFICIENT_BUFFER then
    EXIT;

  // виділяємо пам' ять, викликаємо знову
  GetMem( pBuf, TableSize );

  // беремо таблицю
  ErrorCode := GetUDPTable( PTMIBUDPTable( pBuf ), @TableSize, false );
  if ErrorCode = NO_ERROR then
  begin
    NumEntries := PTMIBUDPTable( pBuf )^.dwNumEntries;
    if NumEntries > 0 then
    begin
```

```
      inc( pBuf, SizeOf( DWORD ) ); // беремо розмір останьої таблиці
      for i := 1 to NumEntries do
      begin
        UDPRow := PTMIBUDPRow( pBuf )^; // беремо останій запис
        with UDPRow do
          List.Add( Format( ' %15s : %-6s' ,
            [IpAddr2Str( dwLocalAddr ),
            Port2Svc( Port2Wrd( dwLocalPort ) )
              ] ) );
        inc( pBuf, SizeOf( TMIBUDPRow ) );
      end;
    end
    else
      List.Add( ' немає даних.'  );
  end
  else
    List.Add( SyserrorMessage( ErrorCode ) );
  dec( pBuf, SizeOf( DWORD ) + NumEntries -SizeOf( TMibUDPRow ) );
  FreeMem( pBuf );
end;

//-----------------------------------
procedure Get_IPAddrTable( List: TStrings );
var
  IPAddrRow     : TMibIPAddrRow;
  TableSize     : DWORD;
  ErrorCode     : DWORD;
  i             : integer;
  pBuf          : PChar;
  NumEntries    : DWORD;
begin
  if not Assigned( List ) then EXIT;
  List.Clear;
  TableSize := 0; ;
  NumEntries := 0 ;
  // перший виклик: беремо довжину таблиці
  ErrorCode := GetIpAddrTable(Nil, @TableSize, true );  // дані
  if Errorcode <> ERROR_INSUFFICIENT_BUFFER then
    EXIT;

  GetMem( pBuf, TableSize );
  // беремо таблицю
  ErrorCode := GetIpAddrTable( PTMibIPAddrTable( pBuf ), @TableSize, true );
  if ErrorCode = NO_ERROR then
  begin
    NumEntries := PTMibIPAddrTable( pBuf )^.dwNumEntries;
    if NumEntries > 0 then
    begin
      inc( pBuf, SizeOf( DWORD ) );
      for i := 1 to NumEntries do
      begin
        IPAddrRow := PTMIBIPAddrRow( pBuf )^;
        with IPAddrRow do
          List.Add( Format( ' %8.8x | %15s | %15s | %15s | %8.8d' ,
            [dwIndex,
            IPAddr2Str( dwAddr ),
              IPAddr2Str( dwMask ),
              IPAddr2Str( dwBCastAddr ),
              dwReasmSize
              ] ) );
        inc( pBuf, SizeOf( TMIBIPAddrRow ) );
      end;
    end
    else
      List.Add( ' немає даних.'  );
  end
  else
    List.Add( SysErrorMessage( ErrorCode ) );
```

```
  // відновлюємо показчик!
  dec( pBuf, SizeOf( DWORD ) + NumEntries -SizeOf( IPAddrRow ) );
  FreeMem( pBuf );
end;

//-----------------------------------
{ отримуємо дані з таблиці маршрутизації досліджуємої мережі для оцінки якості
обслуговування (QoS_for_NGN); }
procedure Get_IPForwardTable( List: TStrings );
var
  IPForwRow     : TMibIPForwardRow;
  TableSize     : DWORD;
  ErrorCode     : DWORD;
  i             : integer;
  pBuf          : PChar;
  NumEntries    : DWORD;
begin

  if not Assigned( List ) then EXIT;
  List.Clear;
  TableSize := 0;

  // перший виклик: беремо довжину таблиці
  NumEntries := 0 ;
  ErrorCode := GetIpForwardTable(Nil, @TableSize, true);
  if Errorcode <> ERROR_INSUFFICIENT_BUFFER then
    EXIT;

  // беремо таблицю
  GetMem( pBuf, TableSize );
  ErrorCode := GetIpForwardTable( PTMibIPForwardTable( pBuf ), @TableSize,
true);
  if ErrorCode = NO_ERROR then
  begin
    NumEntries := PTMibIPForwardTable( pBuf )^.dwNumEntries;
    if NumEntries > 0 then
    begin
      inc( pBuf, SizeOf( DWORD ) );
      for i := 1 to NumEntries do
      begin
        IPForwRow := PTMibIPForwardRow( pBuf )^;
        with IPForwRow do
        begin
          if (dwForwardType < 1)
          or (dwForwardType > 4) then
                  dwForwardType := 1 ;   // дані
          List.Add( Format(
            ' %15s | %15s | %15s | %8.8x | %7s |   %5.5d |  %7s |   %2.2d' ,
            [IPAddr2Str( dwForwardDest ),
            IPAddr2Str( dwForwardMask ),
              IPAddr2Str( dwForwardNextHop ),
              dwForwardIFIndex,
              IPForwTypes[dwForwardType],
              dwForwardNextHopAS,
              IPForwProtos[dwForwardProto],
              dwForwardMetric1
              ] ) );
        end ;
        inc( pBuf, SizeOf( TMibIPForwardRow ) );
      end;
    end
    else
      List.Add( ' немає даних.'  );
  end
  else
    List.Add( SysErrorMessage( ErrorCode ) );
  dec( pBuf, SizeOf( DWORD ) + NumEntries -SizeOf( TMibIPForwardRow ) );
  FreeMem( pBuf );
end;
```

```
//-----------------------------------
procedure Get_IPStatistics( List: TStrings );
var
  IPStats       : TMibIPStats;
  ErrorCode     : integer;
begin
  if not Assigned( List ) then EXIT;
  if NOT LoadIpHlp then exit ;
  ErrorCode := GetIPStatistics( @IPStats );
  if ErrorCode = NO_ERROR then
  begin
    List.Clear;
    with IPStats do
    begin
      if dwForwarding = 1 then
        List.add( ' Розблокована пересилка      : '  + ' так'  )
      else
        List.add(' Розблокована пересилка      : '  + ' ні'  );
      List.add( ' Любий TTL             : '  + inttostr( dwDefaultTTL ) );
      List.add( ' Датаграмма прийнята     : '  + inttostr( dwInReceives ) );
      List.add( ' Помилка заголовку      (In)  : '  + inttostr( dwInHdrErrors )
);
      List.add( ' Помилка адреси    (In)  : '  + inttostr( dwInAddrErrors ) );
      List.add( ' Датаграма переслана     : '  + inttostr( dwForwDatagrams ) );
// дані
      List.add( ' Невизначений протокол (In)  : '  + inttostr( dwInUnknownProtos
) );
      List.add( ' Датаграмма відмовлена     : '  + inttostr( dwInDiscards ) );
      List.add( ' Датаграма встановлена    : '  + inttostr( dwInDelivers ) );
      List.add( ' Зовнішній запрос          : '  + inttostr( dwOutRequests )
);
      List.add( ' Маршрутизація не виконана     : '  + inttostr(
dwRoutingDiscards ) );
      List.add( ' Немає маршрутів        (Out)  : '  + inttostr( dwOutNoRoutes )
);
      List.add( ' Перебраний час     : '  + inttostr( dwReasmTimeOut ) );
      List.add( ' Запит перебору     : '  + inttostr( dwReasmReqds ) );
      List.add( ' Повний перебор : '  + inttostr( dwReasmOKs ) );
      List.add( ' Помилка перебору     : '  + inttostr( dwReasmFails ) );
      List.add( ' Повна фрагментація: '  + inttostr( dwFragOKs ) );
      List.add( ' Помилка фрагментації   : '  + inttostr( dwFragFails ) );
      List.add( ' Датаграмма фрагментована    : '  + inttostr( dwFRagCreates )
);
      List.add( ' Кількість інтерфейсів    : '  + inttostr( dwNumIf ) );
      List.add( ' Кількість IP-адрес  : '  + inttostr( dwNumAddr ) );
      List.add( ' Маршрут в таблиці маршрутизатора  : '  + inttostr( dwNumRoutes
) );
    end;
  end
  else
    List.Add( SysErrorMessage( ErrorCode ) );
end;

function IpHlpIPStatistics (var IPStats: TMibIPStats): integer ;      // дані
begin
    result := ERROR_NOT_SUPPORTED ;
    if NOT LoadIpHlp then exit ;
    result := GetIPStatistics( @IPStats );
end ;

//-----------------------------------
procedure Get_UdpStatistics( List: TStrings );
var
  UdpStats      : TMibUDPStats;
  ErrorCode     : integer;
begin
  if not Assigned( List ) then EXIT;
  ErrorCode := GetUDPStatistics( @UdpStats );
```

```
  if ErrorCode = NO_ERROR then
  begin
    List.Clear;
    with UDPStats do
    begin
      List.add( ' Датаграми (In)    : '  + inttostr( dwInDatagrams ) );
      List.add( '  Датаграми (Out)   : '  + inttostr( dwOutDatagrams ) );
      List.add( ' Немає портів         : '  + inttostr( dwNoPorts ) );
      List.add( ' Помилка    (In)    : '  + inttostr( dwInErrors ) );
      List.add( ' UDP список портів  : '  + inttostr( dwNumAddrs ) );
    end;
  end
  else
    List.Add( SysErrorMessage( ErrorCode ) );
end;

//-------------------------------------*//
function IpHlpUdpStatistics (UdpStats: TMibUDPStats): integer ;     // дані
begin
    result := ERROR_NOT_SUPPORTED ;
    if NOT LoadIpHlp then exit ;
    result := GetUDPStatistics (@UdpStats) ;
end ;

//-----------------------------------
procedure Get_ICMPStats( ICMPIn, ICMPOut: TStrings );
var
  ErrorCode     : DWORD;
  ICMPStats     : PTMibICMPInfo;
begin
  if ( ICMPIn = nil ) or ( ICMPOut = nil ) then EXIT;
  ICMPIn.Clear;
  ICMPOut.Clear;
  New( ICMPStats );
  ErrorCode := GetICMPStatistics( ICMPStats );
  if ErrorCode = NO_ERROR then
  begin
    with ICMPStats.InStats do
    begin
      ICMPIn.Add( '  Прийнято повідомлень    : '  + IntToStr( dwMsgs ) );
      ICMPIn.Add( ' Помилка                : '  + IntToStr( dwErrors ) );
      ICMPIn.Add( ' Розташування недосягенно    : '  + IntToStr( dwDestUnreachs
) );
      ICMPIn.Add( ' Час перевищений        : '  + IntToStr( dwTimeEcxcds ) );
      ICMPIn.Add( ' Проблеми з параметрами      : '  + IntToStr( dwParmProbs )
);
      ICMPIn.Add( ' Джерело відключено        : '  + IntToStr( dwSrcQuenchs ) );
      ICMPIn.Add( ' Перенаправлено            : '  + IntToStr( dwRedirects ) );
      ICMPIn.Add( ' Ехо запит        : '  + IntToStr( dwEchos ) );
      ICMPIn.Add( ' Ехо відповідь          : '  + IntToStr( dwEchoReps ) );
      ICMPIn.Add( ' Запит мітки часу   : '  + IntToStr( dwTimeStamps ) );
      ICMPIn.Add( ' Відповідь мітки часу    : '  + IntToStr( dwTimeStampReps )
);
      ICMPIn.Add( ' Запит маски адрес : '  + IntToStr( dwAddrMasks ) );
      ICMPIn.Add( ' Відповідь маски адрес   : '  + IntToStr( dwAddrReps ) );
    end;
     //
    with ICMPStats.OutStats do
    begin
      ICMPOut.Add( ' Повідомлення вдправлено        : '  + IntToStr( dwMsgs ) );
      ICMPOut.Add( 'Помилка                : '  + IntToStr( dwErrors ) );
      ICMPOut.Add( 'Розташування недосягенно    : '  + IntToStr( dwDestUnreachs
) );
      ICMPOut.Add( 'Час перевищений        : '  + IntToStr( dwTimeEcxcds ) );
      ICMPOut.Add( 'Проблеми з параметрами      : '  + IntToStr( dwParmProbs )
);
      ICMPOut.Add( 'Джерело відключено        : '  + IntToStr( dwSrcQuenchs ) );
      ICMPOut.Add( 'Перенаправлено            : '  + IntToStr( dwRedirects ) );
      ICMPOut.Add( 'Ехо запит        : '  + IntToStr( dwEchos ) );
```

```
      ICMPOut.Add( 'Ехо відповідь          : '  + IntToStr( dwEchoReps ) );
      ICMPOut.Add( 'Запит мітки часу    : '  + IntToStr( dwTimeStamps ) );
      ICMPOut.Add( 'Відповідь мітки часу    : '  + IntToStr( dwTimeStampReps )
);
      ICMPOut.Add( 'Запит маски адрес: '  + IntToStr( dwAddrMasks ) );
      ICMPOut.Add( 'Відповідь маски адрес   : '  + IntToStr( dwAddrReps ) );
    end;
  end
  else
    IcmpIn.Add( SysErrorMessage( ErrorCode ) );
  Dispose( ICMPStats );
end;

//-----------------------------------
procedure Get_RecentDestIPs( List: TStrings );
begin
  if Assigned( List ) then
    List.Assign( RecentIPs )
end;

initialization

  RecentIPs := TStringList.Create;

finalization

  RecentIPs.Free;

end.
```

Файл TCP_IP.pas- монітор TCP/IP з'єднань досліджуємої мережі NGN для оцінки якості обслуговування (QoS_for_NGN)

```
unit TCP_IP;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, IPHelper, IpHlpApi, Buttons;

type
  TForm2 = class(TForm)
    StaticText2: TStaticText;
    StaticText3: TStaticText;
    TCPMemo: TMemo;
    UDPMemo: TMemo;
    Timer1: TTimer;
    cbTimer: TCheckBox;
    btRTTI: TSpeedButton;
    SpeedButton1: TSpeedButton;
    edtRTTI: TEdit;
    procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton1Click(Sender: TObject);
    procedure btRTTIClick(Sender: TObject);
    procedure cbRecentIPsClick(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
      procedure DOIpStuff;
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form2: TForm2;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm2.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
  if cbTimer.State = cbCHECKED then
 begin
   Timer1.Enabled := false;
   DoIPStuff;
   Timer1.Enabled := true;
 end;
end;

procedure TForm2.DOIpStuff;
begin

  Get_TCPTable( TCPMemo.Lines );
  Get_UDPTable( UDPMemo.Lines );

end;

procedure TForm2.SpeedButton1Click(Sender: TObject);
begin
  Speedbutton1.Enabled := false;
  DoIPStuff;
  Speedbutton1.Enabled := true;
end;

procedure TForm2.btRTTIClick(Sender: TObject);
```

```
var
  IPadr         : dword;
  Rtt, HopCount : longint;
  Res           : integer;
begin
  btRTTI.Enabled := false;
  Screen.Cursor := crHOURGLASS;
  IPadr := Str2IPAddr( edtRTTI.Text );
  Res := Get_RTTAndHopCount( IPadr, 128, RTT, HopCount );
  if Res = NO_ERROR then
    ShowMessage( ' Час запиту '
      + inttostr( rtt ) + ' ms, '
      + inttostr( HopCount )
      + ' hops to : ' + edtRTTI.Text
      )
  else
    ShowMessage( ' Відбулася помилка:' + #13
                 + ICMPErr2Str( Res ) ) ;
  btRTTI.Enabled := true;
  Screen.Cursor := crDEFAULT;

end;

procedure TForm2.cbRecentIPsClick(Sender: TObject);
begin
//edtRTTI.Text := cbRecentIPs.Items[cbRecentIPs.ItemIndex];
end;

procedure TForm2.FormCreate(Sender: TObject);
begin

  if LoadIpHlp then
  begin
      DOIpStuff;
      Timer1.Enabled := true;
  end
  else
      ShowMessage( ' Інтернет помічник DLL не є доступним, або не підтримується'
) ;
end;

end.
```

Файл Stat.pas- статистика мережі NGN для оцінки якості обслуговування (QoS_for_NGN)

```
unit Stat;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, IPHelper, IpHlpApi, Buttons;

type
  TForm3 = class(TForm)
    StaticText7: TStaticText;
    TCPStatMemo: TMemo;
    StaticText5: TStaticText;
    IPStatsMemo: TMemo;
    StaticText12: TStaticText;
    ICMPInMemo: TMemo;
    ICMPOutMemo: TMemo;
    StaticText4: TStaticText;
    UDPStatsMemo: TMemo;
    Timer1: TTimer;
    cbTimer: TCheckBox;
    btRTTI: TSpeedButton;
    edtRTTI: TEdit;
    procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
    procedure btRTTIClick(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
     procedure DOIpStuff;
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form3: TForm3;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm3.DOIpStuff;
begin

  Get_TCPStatistics( TCPStatMemo.Lines );
  Get_IPStatistics( IPStatsMemo.Lines );
  Get_UDPStatistics( UDPStatsMemo.Lines );
  Get_ICMPStats( ICMPInMemo.Lines, ICMPOutMemo.Lines );

end;

procedure TForm3.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
  if cbTimer.State = cbCHECKED then
 begin
   Timer1.Enabled := false;
   DoIPStuff;
   Timer1.Enabled := true;
 end;
end;

procedure TForm3.btRTTIClick(Sender: TObject);
var
  IPadr         : dword;
  Rtt, HopCount : longint;
```

```
  Res           : integer;
begin
  btRTTI.Enabled := false;
  Screen.Cursor := crHOURGLASS;
  IPadr := Str2IPAddr( edtRTTI.Text );
  Res := Get_RTTAndHopCount( IPadr, 128, RTT, HopCount );
  if Res = NO_ERROR then
    ShowMessage( ' Час запиту '
      + inttostr( rtt ) + ' ms, '
      + inttostr( HopCount )
      + ' hops to : ' + edtRTTI.Text
      )
  else
    ShowMessage( ' Помилка:' + #13
                 + ICMPErr2Str( Res ) ) ;
  btRTTI.Enabled := true;
  Screen.Cursor := crDEFAULT;

end;

procedure TForm3.FormCreate(Sender: TObject);
begin

  if LoadIpHlp then
  begin
      DOIpStuff;
      Timer1.Enabled := true;
  end
  else
      ShowMessage( 'Інтернет помічник DLL не є доступним, або не підтримується'
) ;
end;

end.
```

Файл About.pas - довідка

```
unit About;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label7: TLabel;
    Label8: TLabel;
    Label9: TLabel;
    Button1: TButton;
    Image2: TImage;
    Image1: TImage;
    Image3: TImage;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
Form1.Close;
end;

end.
```