

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»

Навчально-науковий інститут математики та інформаційних технологій

Кафедра інформаційних технологій та систем

Спас Денис Андрійович

**СТВОРЕННЯ ДОДАТКУ ДЛЯ ВВІМКНЕННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ
МАШИН У НАВЧАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ**

кваліфікаційна робота

здобувача вищої освіти першого (бакалаврського) рівня

освітньої програми «Комп'ютерна інженерія»

за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

Особистий підпис _____ Денис СПАС

Науковий керівник _____ Геннадій МОГИЛЬНИЙ,
кандидат технічних наук, доцент кафедри
інформаційних технологій та систем

Завідувач кафедри _____ Микола СЕМЕНОВ,
кандидат педагогічних наук, доцент
кафедри інформаційних технологій
та систем

Полтава – 2024

Міністерство освіти і науки України	
Державний заклад «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»	
Факультет (інститут)	Навчально-науковий інститут математики та інформаційних технологій <small>(повна назва)</small>
Кафедра	Інформаційних технологій та систем <small>(повна назва)</small>
Освітній ступень	Бакалавр <small>(код, назва)</small>
Напрямок підготовки	123 Комп'ютерна інженерія <small>(код, назва)</small>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІТС
М.А. Семенов

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Спасу Денису Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **Створення додатку для ввімкнення обчислювальних машин у навчальних комп'ютерних лабораторіях**

Керівник кваліфікаційної роботи **Могильний Г.А. к.т.н. доцент**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету **ВІД**

2. Строк подання студентом проекту (роботи)

3. Вихідні дані до роботи (проекту) **Розроблено додаток для**

ввімкнення обчислювальних машин в мережі навчальних комп'ютерних лабораторіях.

(визначаються кількісні або (та) якісні показники, яким повинен відповідати об'єкт розробки)

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно Розробити) **Порівняльна характеристика існуючих програмних засобів,**

дослідження умов для ввімкнення комп'ютерів.

Огляд технології wol.

Розробка програмного додатку.

Тестування додатку та аналіз недоліків.

(визначаються назви розділів або (та) перелік питань, які повинні увійти до тексту ПЗ)

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

6. Консультанти розділів проекту/роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання „_____” _____ 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Вибір теми роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми та керівника.	До 15 жовтня	
	Аналіз літературних джерел за темою роботи. Розробка та апробація методики дослідно-експериментальної роботи. Подання структури теоретичної частини роботи та плану експериментальних досліджень.	Другий тиждень листопада (10 листопада)	
	Робота над теоретичною частиною. Подання теоретичної частини роботи для першого читання науковим керівником.	До 15 грудня	
	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника. Подання теоретичної частини роботи на друге читання.	До 28 січня	
	Проведення експериментальної роботи. Поетапний аналіз та обговорення її результатів. Перевірка стану виконання роботи.	Перший тиждень березня	
	Урахування рекомендацій наукового керівника, усунення недоліків, підготовка варіанта роботи до передзахисту. Розробка презентації.	До 31 березня	
	Попередній захист роботи на кафедрі	квітень	
	Доопрацювання роботи з урахуванням рекомендацій після передзахисту. Подання роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку та рецензії	За 10 днів до державної атестації	
	Подання на кафедру остаточного варіанта роботи, переплетеного та підписаного автором, науковим керівником і рецензентом.	За 5 днів до державної атестації	

Студент

підпис

Керівник проекту (роботи)

підпис

Денис СПАС

Геннадій МОГИЛЬНИЙ

(ініціали, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Спас Д. А.

Тема: Створення додатку для ввімкнення обчислювальних машин у навчальних комп'ютерних лабораторіях.

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Установа: ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2024 р.

Бакалаврська робота містить: 62 с., 23 рис., 1 табл., 20 джерел, 4 додатка.

Об'єктом дослідження є технології мереж.

Предмет дослідження – мережева технологія ввімкнення комп'ютерів.

Мета роботи – аналіз шляхів дистанційного ввімкнення комп'ютерів та розробка додатку, що дозволяє в умовах віддаленого доступу реалізувати дистанційне включення необхідних комп'ютерів.

Результати роботи. Було проведено аналіз програм аналогів і вимоги для використання WoL. Розглянуто необхідні умови мережевої карти та мережі, а також системні налаштування BIOS та UEFI. Дуже детально було досліджено технологію WoL, а саме про чарівний пакет, кадр Ethernet, MAC-адресу та види розповсюдження сигналу. В результаті це дало змогу чітко сформулювати вимоги до додатку, визначити його основну функціональність та створити зручний інтерфейс.

Розроблений додаток пройшов декілька етапів тестування, а саме: функціональне, тест продуктивності, аналіз безпеки та перевірку на правильність виконання функцій валідації, додавання, редагування та видалення даних про комп'ютери.

Висновки. В результаті роботи було створено додаток для віддаленого ввімкнення обчислювальних машин.

Ключові слова: ПЕРСОНАЛЬНИЙ КОМП'ЮТЕР, ПК, WAKE-ON-LAN, WOL, LAN, ВІДДАЛЕНЕ ВВІМКНЕННЯ, ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ, МАГІЧНИЙ ПАКЕТ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА, ШИРОКОМОВНА АДРЕСА.

ABSTRACT

Spas Denys

Theme: Creating an application for switching on computers in computer labs..

Speciality: 123 "Computer Engineering"

Institution: Luhansk Taras Shevchenko National University (LTSNU), 2023.

Diploma work contains: 62 pages, 23 Fig., 1 Table, 20 source.

The object of research is network technologies..

The subject of the study is the network technology for switching on computers..

The aim of the work is to analyse ways to remotely switch on computers and develop an application that allows remote access to switch on the necessary computers remotely.

Results. The analyses of analogue programmes and requirements for using WoL were carried out. The necessary conditions of the network card and network, as well as the system BIOS and UEFI settings were considered. The WoL technology was studied in great detail, namely the magic packet, Ethernet frame, MAC address and types of signal propagation. As a result, we were able to clearly formulate the requirements for the application, define its main functionality and create a user-friendly interface.

The developed application has undergone several stages of testing, including functional testing, performance testing, security analysis, and verification of the correctness of the functions of validation, adding, editing, and deleting computer data.

Conclusions. As a result of the work, we have created an application for remotely switching on computers.

Keywords: PERSONAL COMPUTER, PC, WAKE-ON-LAN, WOL, LAN, REMOTE SWITCH-ON, REMOTE CONTROL, MAGIC PACKAGE, SOFTWARE, LOCAL NETWORK, BROADCAST ADDRESS.

ІТС.4КІ.0124.01-ВП
СТВОРЕННЯ ДОДАТКУ ДЛЯ ВВІМКНЕННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ
МАШИН У НАВЧАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ

[illegible]

					<p style="text-align: center; font-size: 1.2em;"><i>ІТС.4КІ.0124.01-ВП</i></p>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Спас Д.А			ВІДОМІСТЬ ПРОЕКТУ	Літ.		Арк.	Акрушів
Керівник		Могильний Г.А.						1	1
Реценз.		Козуб Ю.Г.				ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ			
Н. Контр.									
Зав. каф.		Семенов М.А..							

Міністерство освіти і науки України
Державний заклад «Луганський національний університет
імені Тараса Шевченка»
Факультет (інститут) Навчально-науковий інститут
математики та інформаційних технологій
(повна назва)
Кафедра Інформаційних технологій та систем
(повна назва)
WOL-1
(код, назва)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на виконання програмної розробки (ПР):
"СТВОРЕННЯ ДОДАТКУ ДЛЯ ВВІМКНЕННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ
МАШИН У НАВЧАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ"

ІТС.4КІ.0124.02-ТЗ

ПОГОДЖЕНО
Керівник кваліфікаційної роботи

Геннадій МОГИЛЬНИЙ

“ _____ ” 2024р

ВИКОНАВЕЦЬ
Студентка групи 4КІ

Денис СПАС

“ _____ ” 2024р

Полтава – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ	3
2. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	3
3. АЛГОРИТМ РОБОТИ ДОДАТКУ	4
4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ВИМОГИ ДО КІНЦЕВОГО ПРОДУКТУ ..	4
5. СПЕЦІАЛЬНІ ВИМОГИ	5
6. ВИМОГИ ДО МАТЕРІАЛІВ ТА КОМПЛЕКТУЮЧИХ	5
7. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ПР	5
8. ПРИЙМАННЯ	6
9. ПОРЯДОК ВНЕСЕННЯ ЗМІН ДО ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ, ЩО ЗАТВЕРДЖЕНО	6

					ІТС.4КІ.0124.02-ТЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ			Лім.	Арк.	Акрушіє
Розроб.		Спас Д.А								
Керівник		Могильний Г.А.							2	5
Реценз.		Козуб Ю.Г.						ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ		
Н. Контр.										
Зав. каф.		Семенов М.А..								

ВСТУП

1.1 Найменування: створення додатку для ввімкнення обчислювальних машин у навчальних комп'ютерних лабораторіях.

1.2 Шифр ПР: WOL-1

1.3 Підстава до виконання ПР: Підставою для виконання даної розробки є завдання на дипломний проект.

1.4 Терміни розробки:

1.4.1 Початок 30 жовтня 2023р.

1.4.2 Закінчення 5 червень 2024р.

1.5 Фінансується за рахунок коштів замовника.

1. ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

1.1. Призначення:

Програма буде застосована в навчальному процесі НН ІМІТ ЛНУ ім. Т. Шевченка.

2. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Додаток має свої технічні характеристики. Особливих вимог до мови програмування не надається. Програма повинна працювати на мінімальних технічних характеристиках комп'ютера, а саме:

- 1) Операційна система – Windows версії 10/11;
- 2) Процесор - Intel Core I3 3240;
- 3) ОЗУ – не менше 4 Гбайт;
- 4) Твердий накопичувач – не менше 64 Гбайт;
- 5) До відео карти вимог немає.

Також винесено додаткові параметри, які немало важливі для запуску та коректної роботи додатка.

А. Потрібна попередньо налаштована операційна система Windows 10/11;

					<i>ITC.4KI.0323.02-T3</i>	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- В. Підключення до локальної мережі установи;
- С. Швидкість з'єднання не менше ніж 100Мбит/с;
- Д. Для запуску та роботи додатку повинно встановити компонент NET 3.5;
- Е. Потрібен ярлик (посилання) для відкриття та розпочинання роботи додатку.

Програма повинна бути обладнана зручним та інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, повинна мати функцію вмикання одного або багатьох ПК одночасно, також повинні бути присутні функції додавання, редагування та видалення даних про комп'ютерів.

3. АЛГОРИТМ РОБОТИ ДОДАТКУ

Для коректної роботи додатку є алгоритм дій, які потрібно зробити, щоб користуватися зручно та просто. Алгоритм дій:

- I. Попередньо підготувати MAC-адреси комп'ютерів;
- II. Завантажити додаток;
- III. Запустити ярлик «WoL_exe.exe»;
- IV. Додати підготовлені MAC-адреси через спеціальне вікно програми;
- V. Перезапустити додаток;

Запустивши додаток після перезапуску, він буде повністю готовий до роботи, список доступних комп'ютерів оновиться та там з'явиться потрібні комп'ютери.

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ВИМОГИ ДО КІНЦЕВОГО ПРОДУКТУ

Вартість робіт по розробці даної ПР визначається згідно договору на розробку. Вартість запропонованих аналогів повинна забезпечити економічну доцільність їх застосування. Програма повинна працювати краще існуючих аналогів.

					<i>ITC.4KI.0323.02-T3</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. СПЕЦІАЛЬНІ ВИМОГИ

Критично важливі вимоги для існування та коректної роботи додатку:

1. Постійно зарезервовані 50 Мбайт в ОЗУ;
2. Вільне місце на твердому накопичувачі не менше 50 Мбайт;
3. Не потребує використання баз даних
4. Повинен зберігати старі та додані (нові) дані про комп'ютери;
5. Повинен мати функцію зручно редагувати та видаляти дані.

6. ВИМОГИ ДО МАТЕРІАЛІВ ТА КОМПЛЕКТУЮЧИХ

До програмного додатку вимоги відсутні.

7. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ПР.

Етапи виконання ПР можуть уточнювати згідно календарного плану робіт по узгодженню між замовником та виконавцем

№	Етапи виконання роботи	Термін виконання та обсяг робіт	звітні матеріали
1	Аналіз існуючих програмних засобів. Аналіз мережевої технології. Розробка основного модулю ввімкнення обчислювальних машин. Розробка основних вимог.	Жовтень 2023 – січень 2024	Вимоги, розроблено ТЗ та основний модуль.
2	Розробка структури. Розробка допоміжних функцій. Попереднє тестування. Коректування структури. Розробка остаточної версії програмного комплексу та його опрацювання. Остаточне тестування.	Лютий 2024 – березень 2024	Остаточна версія додатку. Результати тестування. замовника та звітна документація п.8
3	Доопрацювання окремих модулів. Розробка звітних матеріалів згідно п.8 цього ТЗ. Виявлення недоліків та напрямків подальшого розвитку додатку.	Квітень 2024 - червень 2024	Звітні матеріали згідно пункту 8.

8. ПРИЙМАННЯ

8.1. Необхідні вимоги для впровадження ПР та завершення робіт.

Оцінка результатів розробки і доцільність її продовження здійснюється замовником по представленню наступних матеріалів:

- Код програми;
- перелік файлів на резервному носії;
- стислий опис роботи роботи та опис всіх файлів, які необхідні для роботи додатку.
- перелік документів
 - Технічне завдання
 - Пояснювальна записка

8.2. Перелік звітних документів, необхідних для прийняття етапів роботи:

- стислий опис результатів етапу у вигляді анотованого звіту (для 1 та 2 етапів);
- додаток на ЕОМ замовника згідно календарного плану робіт;
- акт приймання продукції.

Звітні матеріали подаються у вигляді звітів на папері А4.

8.3. Загальний перелік до приймання звітних документів, макетів, експериментальних зразків.

До приймання пред'являються: акт здачі-приймання продукції, акт впровадження додатку.

8.4. Тестування додатку.

Тестування виконується чотирма тестами, а саме:

- a. Функціональне тестування;
- b. Перевірка коректності валідації даних;
- c. Тестування продуктивності;
- d. Аналіз безпеки використання.

9. ПОРЯДОК ВНЕСЕННЯ ЗМІН ДО ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ, ЩО ЗАТВЕРДЖЕНО.

Дане технічне завдання може уточнюватися в процесі розробки додатку при узгодженні сторін з оформленням доповнень до ТЗ.

					ITC.4Kl.0323.02-T3	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЗ «ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»

Навчально-науковий інститут математики та
інформаційних технологій

(назва факультету, інституту)

Інформаційних технологій та систем

(назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

БАКАЛАВРА

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему:

**СТВОРЕННЯ ДОДАТКУ ДЛЯ ВВІМКНЕННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ
МАШИН У НАВЧАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ**

Виконав: студент 4 курсу, групи____
напряму підготовки (спеціальності)

123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

СПАС Д.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Могильний Г.А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Козуб Ю.Г.

(прізвище та ініціали)

Полтава – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ I ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІСНУЮЧИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ДЛЯ ВВІМКНЕННЯ КОМП'ЮТЕРІВ	6
1.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ.	6
1.2. ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ, НЕОБХІДНІ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ WoL.	13
1.3. МЕРЕЖЕВА КАРТА.	14
1.4. ОГЛЯД BIOS ТА UEFI	15
1.5. МЕРЕЖЕВІ ВИМОГИ	18
Висновки до розділу	20
РОЗДІЛ II ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ WoL	23
2.1. ОСНОВНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО WoL	24
2.2. ЧАРІВНИЙ ПАКЕТ, КАДР ETHERNET, MAC-АДРЕСА	26
2.3. Розповсюдження сигналу.	28
Висновки до розділу	32
РОЗДІЛ III РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ДОДАТКУ	35
3.1. ВИМОГИ ДО ПРОГРАМНОГО ДОДАТКУ	35
3.2. ФУНКЦІОНАЛЬНІСТЬ ПРОГРАМНОГО ДОДАТКУ	37
3.3. ОГЛЯД ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА КОМП'ЮТЕРНОГО ДОДАТКУ.	41
Висновки до розділу	43
РОЗДІЛ IV ТЕСТУВАННЯ ДОДАТКУ ТА АНАЛІЗ НЕДОЛІКІВ	45
4.1. ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ТЕСТУВАННЯ	46
4.2 ВАЛІДАЦІЯ ВВЕДЕНИХ ДАНИХ	50
4.3 ТЕСТУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ	54
4.4 АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ ВИКОРИСТАННЯ	56
Висновки до розділу	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	59
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	61
ДОДАТОКИ	63
ДОДАТОК А ЛІСТИНГ ПРОГРАМНОГО КОДУ. ОСНОВНА ФОРМА №1	63
ДОДАТОК Б ЛІСТИНГ ПРОГРАМНОГО КОДУ. ОСНОВНА ФОРМА №2	68
ДОДАТОК В ЛІСТИНГ ПРОГРАМНОГО КОДУ. ОСНОВНА ФОРМА №3	70
ДОДАТОК Д СТИСЛИЙ ОПИС ФАЙЛІВ ПРОГРАМНОГО ДОДАТКУ	72

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Спас Д.А			Зміст			Літ.	Арк.	Акрушів	
Керівник		Могильний Г.А.								2	1
Реценз.		Козуб Ю.Г.						ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ			
Н. Контр.											
Зав. каф.		Семенов М.А.									

ВСТУП

У зв'язку з воєнним станом значна кількість навчальних закладів була змушена перейти на дистанційний або гібридний формат організації навчального процесу. Під час оголошення повітряної тривоги багато студентів і викладачів змушені працювати в умовах постійного використання бомбосховищ, які забезпечують більш безпечні умови, але водночас створюють додаткові виклики для навчання. Ця ситуація вимагає перегляду та реорганізації функціонування навчальних комп'ютерних лабораторій, а також пошуку нових підходів, які дозволять забезпечити безперервне та контрольоване використання комп'ютерного обладнання.

Багато разів на день обчислювальні машини потребують ввімкнення, адже після оголошення небезпеки, усе комп'ютерне обладнання вимикається. За умови забезпечення віддаленого доступу до комп'ютерних лабораторій, однією з найважливіших задач є реалізація можливості дистанційного ввімкнення навчального комп'ютерного обладнання. [1,2] Це дозволить студентам використовувати ресурси лабораторій відповідно до розкладу занять, менше гаяти часу на ввімкнення кожного комп'ютера та зробить навчання більш зручнішим та ефективнішим. Вручну вмикати кожен комп'ютер є трудомістким і незручним процесом, а за відсутності навчально-допоміжного персоналу це стає практично неможливим.

З цієї точки зору, постає необхідність розробки інноваційних технологічних рішень, які б дозволили ефективно керувати ресурсами комп'ютерних лабораторій на відстані. Одним із таких рішень може бути створення спеціалізованого додатку, який надає можливість дистанційного ввімкнення обчислювальних машин у навчальних лабораторіях, не знаходячись безпосередньо там.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Спас Д.А			Вступ		
Керівник		Могильний Г.А.					
Реценз.		Козуб Ю.Г.					
Н. Контр.							
Зав. каф.		Семенов М.А.					
					Літ.	Арк.	Акрушів
						3	3
					ЛНУ		
					Кафедра ІТС, Гр.4КІ		

Таким чином, аналіз шляхів дистанційного ввімкнення комп'ютерів та розробка додатку, що дозволяє в умовах віддаленого доступу реалізувати дистанційне включення необхідних комп'ютерів є своєчасною та необхідною задачею яка дозволить підвистити ефективність використання комп'ютерних лабораторій та забезпечить критично важливу функціональність для навчальних закладів, що опинилися в умовах дистанційного та гібридного навчання.

Об'єктом дослідження є технології мереж.

Предмет дослідження – мережева технологія ввімкнення комп'ютерів.

Мета роботи – аналіз шляхів дистанційного ввімкнення комп'ютерів та розробка додатку, що дозволяє в умовах віддаленого доступу реалізувати дистанційне включення необхідних комп'ютерів.

Методи дослідження: комплексний аналіз із використанням комп'ютерних технологій, методи моделювання інформаційних процесів, технічний аналіз.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести порівняльну характеристику існуючих програмних засобів;
2. Дослідити умови для ввімкнення комп'ютера;
3. Огляд WoL;
4. Розробка програмного додатку;
5. Провести тестування програмного додатку та виявити неолоїки.

У першому розділі здійснено порівняльний аналіз програм WinBox, Depicus WoL, HM Software NL WoL та SolarWinds WoL, з метою виявлення їх можливостей та обмежень. Особлива увага приділена їх здатності одночасного ввімкнення декількох комп'ютерів і інтеграції з навчальними системами, що є критичним для забезпечення безперебійного навчального процесу.

Крім того, було проведено дослідження умов, необхідних для ввімкнення комп'ютерів. Розглянуто технічні вимоги та параметри, що впливають на можливість дистанційного ввімкнення, такі як налаштування BIOS/UEFI,

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

мережеві конфігурації, підтримка технології Wake-on-LAN на рівні апаратного забезпечення та програмного забезпечення. Аналізовано фактори, що можуть впливати на успішність ввімкнення комп'ютерів, включаючи мережеві обмеження та безпекові аспекти.

У другому розділі було проведено огляд технології Wake-on-LAN (WoL). Розглянуто основні принципи роботи цієї технології, її історію та еволюцію, а також технічні аспекти, що забезпечують дистанційне ввімкнення комп'ютерів. Описано структуру та формат "магічних" пакетів, необхідних для активації WoL, а також мережеві умови, за яких ця технологія може функціонувати ефективно. Крім того, розглянуто типові сценарії використання WoL у корпоративних та домашніх мережах, підкреслюючи її значення для віддаленого управління та адміністрування комп'ютерних систем.

У третьому розділі розглянуто вимоги до розробки програмного додатку для реалізації функції Wake-on-LAN, надано загальний огляд додатку, описано інтерфейс користувача та архітектуру програмного забезпечення. Було детально проаналізовано функції додатку, зокрема, відправлення WoL пакетів, перевірку валідності MAC-адрес, можливість додавати та редагувати дані у загальному списку комп'ютерів. Також були описані ключові особливості та можливості додатку, зручність його використання, а також структурована взаємодія різних компонентів програмного забезпечення для досягнення поставлених цілей.

У четвертому розділі було проведено комплексне тестування додатку. Функціональне тестування підтвердило, що додаток виконує свої основні завдання, зокрема відправлення WoL пакетів і додавання нових комп'ютерів до списку. Валідація введених даних забезпечила правильність обробки MAC-адрес, а тестування продуктивності показало, що додаток стабільно працює навіть при великих обсягах даних і під навантаженням.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

РОЗДІЛ І

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІСНУЮЧИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ДЛЯ ВВІМКНЕННЯ КОМП'ЮТЕРІВ

Подолання викликів, пов'язаних із віддаленим управлінням комп'ютерами, стає ключовим завданням у сучасному освітньому середовищі, особливо в умовах військового конфлікту. Доступ до комп'ютерних лабораторій може бути обмеженим через різні обставини, такі як обмеження на переміщення через безпекові обставини або віддалене розташування.

З метою забезпечення безперервного та ефективного навчального процесу та віддаленого доступу до обчислювальних машин варто розглянути існуючі програмні рішення, спрямовані на віддалену взаємодію з комп'ютерами, зокрема WoL засоби. Огляд цих засобів дозволить оцінити їх можливості та обмеження у контексті навчального середовища та визначити напрямки подальшого дослідження для розробки оптимального рішення.

У даному розділі було розглянуто основні популярні програмні засоби, такі як WinBox, Depicus WoL, HM Software NL WoL та SolarWinds WoL, де особлива увага приділена їх здатності одночасного ввімкнення декількох комп'ютерів, ввімкненню у заданий конкретний час, що є критичним для забезпечення безперебійного та зручного навчального процесу.

1.1. Загальна характеристика програмних засобів.

WinBox

WinBox – це спеціалізована програма для керування маршрутизатором MikroTik з функцією Wake-on-LAN (WoL). Вона надає зручний інтерфейс для роботи з RouterOS, операційною системою, яка використовується на пристроях

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ І ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІСНУЮЧИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ДЛЯ ВВІМКНЕННЯ КОМП'ЮТЕРІВ		
Розроб.		Спас Д.А.					
Керівник		Могильний Г.А.					
Реценз.		Козуб Ю.Г.					
Н. Контр.							
Зав. каф.		Семенов М.А.			Літ. Арк. Акрушів		
						6	17
					ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ		

MicroTik, дозволяючи здійснювати моніторинг та керування мережею. [3]

WinBox забезпечує комплексний підхід до управління мережею, дозволяючи адміністраторам виконувати такі дії:

Конфігурація маршрутизаторів. Налаштування параметрів мережі, включаючи налаштування IP-адрес, маршрутизацію, брандмауери та інші мережеві функції.

Моніторинг мережі. Спостереження за станом мережі в режимі реального часу, включаючи пропускну здатність, затримки, активність пристроїв та інші показники.

Управління підключеннями. Керування підключеними до мережі пристроями, включаючи додавання та видалення пристроїв, а також управління їхніми налаштуваннями.

Пробудження за сигналом. Також додаток підтримує функцію віддаленого ввімкнення комп'ютерів, коли сигнал на пробудження буде відправлений конкретному комп'ютеру рис 1.1.

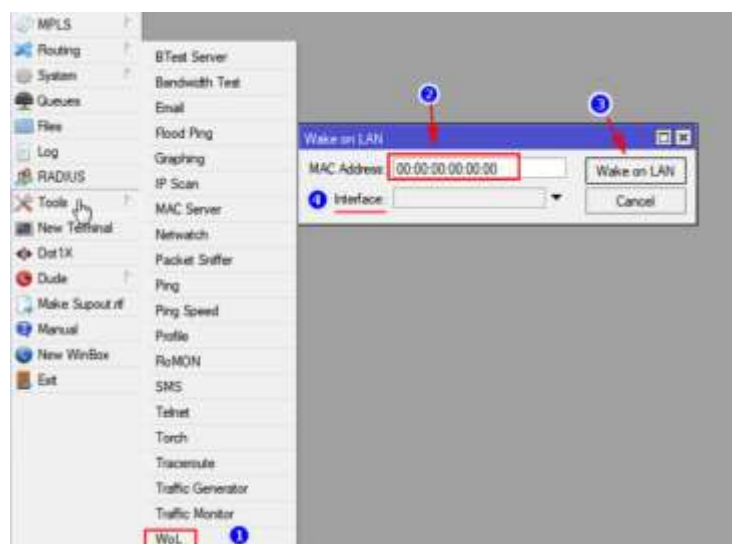


Рис. 1.1. Інтерфейс WinBox

Незважаючи на широкий спектр можливостей, WinBox має деякі недоліки:

- Відсутність підтримки одночасного ввімкнення. Програма не дозволяє одночасно ввімкнути декілька комп'ютерів, що може бути критично важливим для великих комп'ютерних лабораторій.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

- Інтерфейс користувача. Хоча WinBox надає потужні інструменти для управління мережею, його інтерфейс може бути складним для новачків і потребує певного рівня технічних знань для ефективного використання.

Отже, програма WinBox є багатофункціональним інструментом для керування маршрутизаторами MikroTik, забезпечення віддаленого доступу до мережевих ресурсів та має можливість пробудження ПК. Проте, його обмеження у здатності автоматизувати масові ввімкнення комп'ютерів одночасно, знижують його ефективність у навчальних закладах, де така функція є необхідною для забезпечення ефективності навчального процесу.

Depicus WoL

Depicus WoL – це додаток, розроблений для віддаленого ввімкнення комп'ютерів з використанням технології Wake-on-LAN (WoL). Він дозволяє користувачам дистанційно запускати комп'ютери через Інтернет або локальну мережу, використовуючи простий і зручний інтерфейс, який зображено на рисунку 1.2. Цей інструмент особливо корисний для домашніх користувачів та малих офісів, які потребують базової функціональності віддаленого ввімкнення комп'ютерів [4].

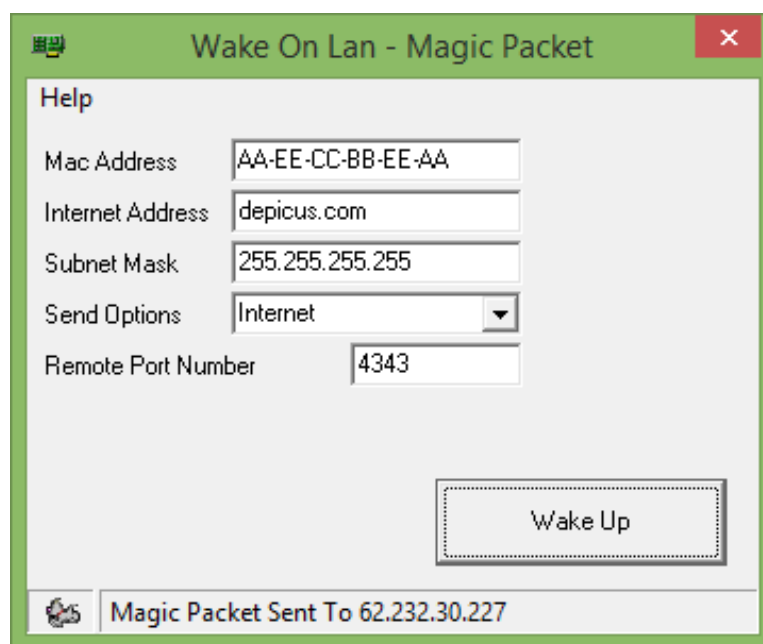


Рис. 1.2. Інтерфейс Depicus WoL

Dericus WoL надає наступні основні можливості:

1. Віддалене ввімкнення комп'ютерів. Користувачі можуть надсилати "магічний пакет" для ввімкнення комп'ютера, використовуючи його MAC-адресу. Цей пакет може бути відправлений через Інтернет або локальну мережу.

2. Інтерфейс користувача. Інструмент має простий веб-інтерфейс, який дозволяє легко вводити необхідні параметри, такі як MAC-адреса, IP-адреса та порт.

3. Налаштування роутера. Для роботи Dericus WoL необхідно налаштувати роутер, забезпечивши переадресацію портів та відповідні мережеві налаштування. Це включає налаштування маршрутизації магічних пакетів до потрібних комп'ютерів у мережі.

Dericus WoL також має свої обмеження:

- Одноразове ввімкнення. Інструмент дозволяє вмикати лише один комп'ютер одночасно. Це може бути недостатнім для навчальних закладів або офісів, де необхідно керувати великою кількістю комп'ютерів.

- Потреба в налаштуванні роутера. Для правильної роботи інструмента потрібно налаштувати роутер, що може бути складним для користувачів без технічних знань. Налаштування включають переадресацію портів та інші мережеві конфігурації.

- Обмежена функціональність. Dericus WoL надає базові функції для віддаленого ввімкнення комп'ютерів, але не має можливості, таку як планування ввімкнень.

Отже, Dericus WoL є простим та зручним додатком для віддаленого ввімкнення комп'ютерів, який добре підходить для домашнього використання або малих офісів. Однак, його обмеження, зокрема можливість ввімкнення лише одного комп'ютера одночасно та неможливість планування, роблять його менш придатним адже треба забезпечити одночасне ввімкнення багатьох пристроїв і планування ввімкнення.

HM Software NL WoL

HM Software NL WoL – це безкоштовний комп'ютерний додаток для віддаленого ввімкнення комп'ютерів, розроблений для операційної системи Windows. Додаток доступний у магазині програм Windows і сумісний лише з Windows 10. Він призначений для використання в локальних мережах і дозволяє користувачам дистанційно вмикати комп'ютери, використовуючи технологію Wake-on-LAN (WoL) [5]. Кожен пристрій має свою MAC-адресу і відображається в головному вікні інструмента. Не підтримує одночасне ввімкнення декількох комп'ютерів, але надає зручний інтерфейс для індивідуального управління пристроями. Інтерфейс додатку зображено на рисунку 1.3.

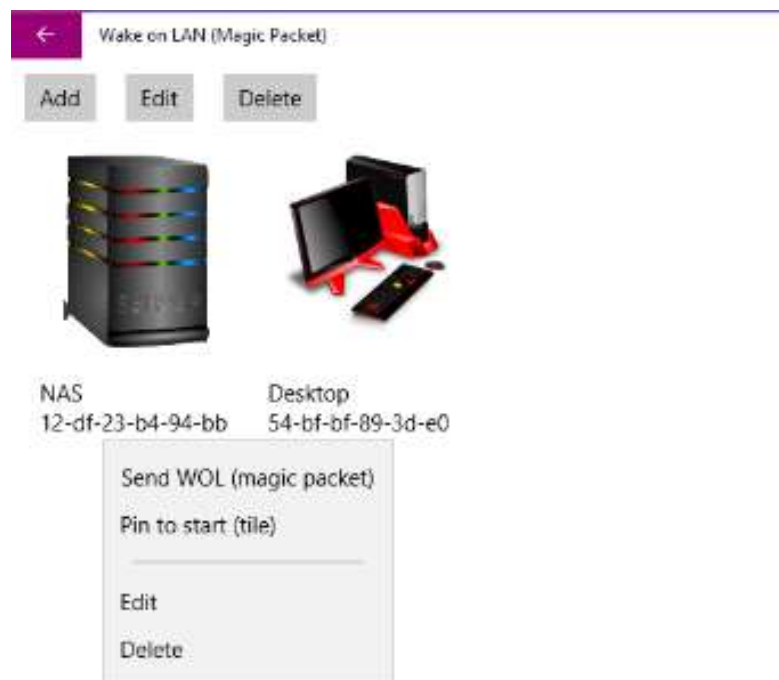


Рис. 1.3. Інтерфейс HM Software NL WoL

Основні можливості HM Software NL WoL включають:

1. Створення списку пристроїв. Користувачі можуть створити список пристроїв, які потрібно пробуджувати. Кожен пристрій має ім'я, значок і MAC-адресу, що дозволяє легко ідентифікувати і керувати комп'ютерами в мережі.

2. Веб-інтерфейс. Програма надає зручний веб-інтерфейс для керування списком пристроїв та їх пробудження. Це робить інструмент доступним навіть для користувачів без глибоких технічних знань.

3. Віддалене ввімкнення. Користувачі можуть віддалено вмикати комп'ютери, надсилаючи магічні пакети з веб-інтерфейсу програми. Це дозволяє зручно керувати комп'ютерами з будь-якого місця в локальній мережі.

HM Software NL WoL має деякі обмеження:

- Відсутність підтримки одночасного ввімкнення. Програма не дозволяє одночасно вмикати кілька комп'ютерів. Для кожного пристрою потрібно вручну надсилати магічний пакет, що може бути незручним для великих мереж.
- Сумісність лише з Windows 10. Інструмент працює тільки на операційній системі Windows 10, що обмежує його використання на пристроях з іншими версіями Windows або іншими операційними системами.
- Обмежена автоматизація. Програма не підтримує функцію автоматичного ввімкнення пристроїв за розкладом або інших розширених можливостей автоматизації.

Отже, HM Software NL WoL є корисним додатком для базового управління віддаленим ввімкненням комп'ютерів у локальних мережах, але тільки для користувачів Windows 10. Його зручний інтерфейс і можливість створення списку пристроїв роблять його доступним і простим у використанні. Однак, відсутність підтримки одночасного ввімкнення кількох комп'ютерів та обмеження щодо сумісності з іншими операційними системами знижують його ефективність у великих мережах або навчальних закладах, де необхідна більш масштабована та підходяща система управління.

SolarWinds WoL

SolarWinds Wake-On-LAN – це комп'ютерний додаток для віддаленого ввімкнення комп'ютерів, розроблений компанією SolarWinds, яка спеціалізується на створенні програмного забезпечення для управління ІТ-інфраструктурою [6]. Цей інструмент дозволяє адміністраторам мережі дистанційно вмикати комп'ютери, що перебувають у режимі сну або

вимкненому стані, надсилаючи магічні пакети через локальну мережу. Вигляд програми показано на рисунку 1.4.



Рис. 1.4. Інтерфейс SolarWinds WoL

Основні можливості SolarWinds Wake-On-LAN включають:

1. Віддалене ввімкнення комп'ютерів. Інструмент приймає MAC-адресу цільового комп'ютера і надсилає спеціально створений магічний пакет, який пробуджує пристрій.
2. Гнучкі налаштування мережі. SolarWinds WoL може працювати в різних мережевих середовищах, включаючи VLAN та різні підмережі, що робить його універсальним інструментом для управління різноманітними мережами.
3. Інтуїтивний інтерфейс користувача. Програма має простий і зрозумілий інтерфейс, що дозволяє легко налаштувати і використовувати інструмент навіть користувачам з обмеженим технічним досвідом.

SolarWinds Wake-On-LAN має декілька обмежень:

- Одноразове ввімкнення. Інструмент дозволяє вмикати лише один комп'ютер одночасно. Це означає, що для пробудження великої кількості пристроїв користувачу доведеться вручну надсилати магічний пакет для кожного комп'ютера, що може бути незручним і трудомістким процесом.
- Відсутність автоматизації. Додаток не підтримує функції автоматичного ввімкнення комп'ютерів за розкладом або групового управління,

що обмежує його ефективність у середовищах, де потрібна висока ступінь автоматизації.

- Обмежена інтеграція. Інструмент не пропонує глибокої інтеграції з іншими системами управління мережею, що може бути необхідно для більш комплексного управління IT-інфраструктурою.

SolarWinds Wake-On-LAN є зручним і ефективним інструментом для віддаленого ввімкнення комп'ютерів у локальних мережах. Його простий інтерфейс і гнучкі налаштування роблять його доступним для широкого кола користувачів. Проте обмеження щодо одночасного ввімкнення лише одного пристрою та відсутність функції планування ввімкнення комп'ютерів можуть бути недоліками у великих мережах або навчальних закладах, де потрібна можливість масового керування комп'ютерами. Для таких випадків варто розглянути додаткові або альтернативні рішення, які забезпечують більшу масштабованість та автоматизацію.

1.2. Основні параметри, необхідні для використання технології WoL.

Дослідження умов для ввімкнення комп'ютерів за допомогою WoL має важливе значення для забезпечення безперебійної роботи навчальних процесів. Це дозволяє студентам та викладачам зберігати доступ до необхідних ресурсів незалежно від місця їхнього перебування. Крім того, правильна настройка та використання WoL сприяє оптимізації енергоспоживання, зменшенню витрат на електроенергію та підвищенню загальної ефективності використання комп'ютерної техніки.

Основні параметри та налаштування, необхідні для успішного використання технології WoL, охоплюють декілька важливих аспектів:

1. **Мережева карта.** Вибір та налаштування мережевої карти, яка підтримує WoL, є ключовим кроком для забезпечення функціонування технології. Важливо переконатися, що мережеві карти комп'ютерів мають необхідну апаратну підтримку та правильно налаштовані для прийому магічних пакетів.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

2. **Мережеві вимоги.** Для ефективного використання WoL необхідно налаштувати маршрутизатори, комутатори та інші мережеві пристрої таким чином, щоб вони підтримували передавання магічних пакетів. Це може вимагати спеціального налаштування портів та портфорвардингу.

3. **Операційна система та BIOS/UEFI.** Налаштування операційної системи також відіграє важливу роль у забезпеченні роботи WoL. В операційній системі необхідно активувати підтримку WoL, налаштувати параметри енергозбереження та забезпечити сумісність драйверів мережевих карт. BIOS/UEFI - базова система вводу-виводу (BIOS) або її сучасний аналог UEFI також повинні бути налаштовані для підтримки WoL. Це включає ввімкнення відповідних опцій у налаштуваннях BIOS/UEFI, які дозволяють мережевій карті пробуджувати комп'ютер.

4. **Безпека.** Використання WoL пов'язане з певними ризиками для безпеки мережі. Необхідно вжити заходів для захисту від несанкціонованого доступу, зокрема, використовувати брандмауери, VPN та інші засоби безпеки.

Врахування цих аспектів є критично важливим для успішної реалізації технології Wake-on-LAN. У цьому розділі детально розглянуто кожен з них, надаючи рекомендації щодо налаштування та оптимізації системи для забезпечення надійної та ефективної роботи комп'ютерних лабораторій у навчальних закладах [7].

1.3. Мережева карта.

Мережева карта є ключовим компонентом комп'ютерної системи, який забезпечує зв'язок з іншими пристроями у локальній мережі (LAN) або через Інтернет [8]. Для реалізації технології Wake-on-LAN (WoL) важливо, щоб мережева карта підтримувала цю функцію і була правильно налаштована.

Типи мережевих карт

Існують різні типи мережевих карт, але не всі вони підтримують функцію WoL. Основні типи мережевих карт включають:

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

- Інтегровані мережеві карти. Вбудовані в материнську плату комп'ютера. Більшість сучасних материнських плат підтримують WoL, але перед використанням цієї функції необхідно переконатися в її наявності та ввімкненні у налаштуваннях BIOS/UEFI.

- Дискретні мережеві карти. Окремі карти, які вставляються у слот розширення материнської плати (наприклад, PCIe). Дискретні мережеві карти часто мають кращу продуктивність і додаткові функції, але для підтримки WoL необхідно переконатися, що конкретна модель карти має цю функцію.

Налаштування мережевої карти для підтримки WoL

Для того, щоб мережева карта могла приймати магічні пакети та пробуджувати комп'ютер, необхідно виконати декілька кроків:

- Перевірка підтримки WoL. Мережева карта повинна підтримувати функцію Wake-on-LAN. Це можна знайти у специфікаціях виробника або у налаштуваннях драйвера мережевої карти.

- Оновлення драйверів. Повинно бути встановлено останню версію драйвера для мережевої карти. Оновлення драйверів можуть містити покращення і виправлення, що стосуються функціонування WoL.

- BIOS/UEFI налаштування. Включення підтримки WoL у налаштуваннях BIOS/UEFI (детально описано в підрозділі 2.4).

Отже, мережева карта є важливим елементом для реалізації технології Wake-on-LAN. Вибір правильної мережевої карти, її налаштування та забезпечення підтримки WoL на рівні драйверів і програмного забезпечення є необхідними кроками для ефективного використання цієї технології. Коректне налаштування мережевої карти дозволяє забезпечити надійне і зручне дистанційне ввімкнення комп'ютерів, що є важливим для організації ефективної роботи.

1.4. Огляд BIOS та UEFI

BIOS (англ. Basic Input/Output System — базова система введення/виведення) у IBM PC-сумісних комп'ютерах — тип firmware, що зберігається у постійній пам'яті і виконує початкову ініціалізацію машини після

її увімкнення, а також надає спеціальні точки входу для сервісних процедур, що можуть використовуватися операційною системою. У сучасних комп'ютерах BIOS виконує ініціалізацію і тестування апаратних компонентів, і виконує початкове завантаження операційної системи шляхом читання і запуску програми-завантажника з носія інформації (наприклад, жорсткого диска) [9].

UEFI (англ. Unified Extensible Firmware Interface — інтерфейс розширюваної «прошивки») — інтерфейс між операційною системою і мікропрограмами, які керують низькорівневими функціями комп'ютерного обладнання. Основне призначення UEFI: коректно ініціалізувати обладнання при увімкненні системи та передати управління завантажувачу операційної системи. UEFI призначений для заміни BIOS — інтерфейсу, який традиційно використовується всіма IBM PC-сумісними персональними комп'ютерами.

Перша специфікація UEFI (тоді ще просто «EFI») була розроблена компанією Intel, пізніше від першої назви відмовилися й остання версія стандарту має назву Unified Extensible Firmware Interface (UEFI) [10].

BIOS (Basic Input/Output System) та UEFI (Unified Extensible Firmware Interface) є критично важливими компонентами комп'ютерних систем, які відповідають за початкове завантаження та налаштування апаратних ресурсів. Вони також відіграють ключову роль у забезпеченні підтримки технології Wake-on-LAN (WoL).

Основні функції BIOS та UEFI

1) Ініціалізація апаратних компонентів: BIOS та UEFI виконують початкову перевірку та налаштування всіх апаратних компонентів системи, включаючи процесор, пам'ять, жорсткі диски та периферійні пристрої.

2) Завантаження операційної системи: Після завершення ініціалізації апаратури, BIOS або UEFI передають управління завантажувачу операційної системи.

3) Налаштування системних параметрів: Користувачі можуть змінювати різноманітні системні налаштування, включаючи порядок

завантаження, параметри енергозбереження та інші функції, через інтерфейс BIOS або UEFI.

Для забезпечення функціонування WoL необхідно налаштувати відповідні параметри у BIOS або UEFI. Розглянемо детальніше кроки, необхідні для активації цієї функції.

Налаштування BIOS

I. Вхід до BIOS:

- Для входу до BIOS необхідно натиснути відповідну клавішу під час завантаження комп'ютера. Зазвичай це клавіша Delete, F2, F10 або Esc. Інформація про необхідну клавішу часто відображається на екрані під час запуску системи.

II. Активація функції Wake-on-LAN:

- Power Management: Перейдіть до розділу "Power Management" або подібного. У цьому розділі знайдіть параметр "Wake-on-LAN" або "Power On By PCI/PCIe Device".
- Enable WoL: Ввімкніть параметр, щоб дозволити пробудження системи через мережевий сигнал.
- Збереження змін: Після внесення змін збережіть їх та вийдіть з BIOS. Це можна зробити, обравши опцію "Save and Exit". [9]

Налаштування UEFI

1. Вхід до UEFI:

- Для входу до UEFI необхідно натиснути відповідну клавішу під час завантаження комп'ютера, як і у випадку з BIOS. Додатково можна увійти до UEFI з операційної системи (наприклад, через параметри Windows 10).

2. Активація функції Wake-on-LAN:

- Advanced Settings: Перейдіть до розділу "Advanced Settings" або подібного. Зазвичай параметри налаштування WoL знаходяться у

підрозділі, пов'язаному з налаштуваннями мережевих карт або енергозбереження.

- Wake-on-LAN: Знайдіть параметр "Wake-on-LAN", "Wake on PCI-E", або "Network Boot" і ввімкніть його.
- MAC Address Pass Through: Деякі системи потребують ввімкнення параметру "MAC Address Pass Through" для коректної роботи WoL.
- Збереження змін: Після внесення змін збережіть їх та вийдіть з UEFI. Зазвичай це можна зробити через опцію "Save Changes and Exit". [10]

Правильне налаштування BIOS та UEFI є основною запорукою успіху функціонування Wake-on-LAN. Включення необхідних параметрів, таких як Wake-on-LAN або Power On By PCI/PCIe Device, дозволяє мережевій карті приймати магічні пакети та пробуджувати комп'ютер з віддаленого стану. Забезпечення відповідних налаштувань у BIOS/UEFI та драйверах операційної системи гарантує надійну роботу WoL, що є важливим для організації ефективного і безперервного навчального процесу в умовах віддаленого доступу до комп'ютерних лабораторій.

1.5. Мережеві вимоги

Для успішного використання технології Wake-on-LAN (WoL) необхідно забезпечити відповідні налаштування не лише на рівні комп'ютерного обладнання, а й на рівні мережевої інфраструктури. Це включає налаштування маршрутизаторів, комутаторів, портів та мережевих протоколів. Розглянемо детальніше кожен з цих аспектів.

Налаштування маршрутизаторів і комутаторів

Маршрутизатори (роутери):

а. Портфорвардинг. Для передачі магічного пакету з зовнішньої мережі до локальної мережі необхідно налаштувати портфорвардинг на маршрутизаторі. Зазвичай використовується порт UDP 7 або 9 для WoL.

б. Широкомовні (broadcast) повідомлення. Багато маршрутизаторів блокують широкомовні пакети з зовнішніх мереж з метою безпеки. Необхідно

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

переконалися, що маршрутизатор підтримує пересилання широкомовних пакетів у локальну мережу.

с. Налаштування статичної IP-адреси. Комп'ютери, які необхідно пробуджувати за допомогою WoL, повинні мати статичні IP-адреси або зарезервовані IP-адреси на маршрутизаторі.

Комутатори (світчі):

а) Підтримка WoL: Переконайтеся, що комутатори у вашій мережі підтримують передачу магічних пакетів. Деякі комутатори можуть блокувати такі пакети за замовчуванням.

б) Налаштування VLAN: Якщо у вашій мережі використовується VLAN, необхідно забезпечити налаштування таким чином, щоб магічні пакети могли передаватися між різними VLAN.

Роль портів і портфорвардингу

Для коректної роботи WoL необхідно налаштувати порти і портфорвардинг на маршрутизаторі:

- Порти UDP 7 і 9. Найчастіше використовується UDP-порт 7 або 9 для передачі магічного пакету. Потрібно налаштувати маршрутизатор на пересилання пакетів, що приходять на ці порти, до внутрішньої мережі.

- Портфорвардинг. Налаштування портфорвардингу забезпечує пересилання пакетів з зовнішньої мережі до локальної. Наприклад, якщо комп'ютер знаходиться за NAT, необхідно створити правило портфорвардингу на маршрутизаторі для відповідного порту.

- Широкомовні адреси. Для забезпечення роботи WoL у локальній мережі магічні пакети зазвичай відправляються на широкомовну адресу (наприклад, 192.168.1.255 для мережі 192.168.1.0/24).

Вимоги до мережевого протоколу та IP-адресації

1. Мережевий протокол:

- UDP (User Datagram Protocol): WoL використовує UDP для відправки магічного пакету. UDP дозволяє передавати пакети без встановлення з'єднання, що підходить для швидкої і легкої передачі широкомовних пакетів.

					ITC.4K1.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

- IPv4 і IPv6: Технологія WoL переважно використовується з IPv4, але деякі сучасні мережеві пристрої підтримують також IPv6. У випадку використання IPv6, необхідно переконатися, що маршрутизатори та комутатори підтримують ширококомвні пакети у цьому протоколі.

2. IP-адресація:

- Статичні IP-адреси: Комп'ютери, які потрібно пробуджувати за допомогою WoL, повинні мати статичні IP-адреси або зарезервовані DHCP-адреси, щоб бути завжди доступними за однією IP-адресою.

- Резервування адрес: На маршрутизаторі можна налаштувати резервування IP-адрес для певних MAC-адрес, щоб забезпечити постійну доступність комп'ютерів за однією і тією ж IP-адресою.

Вимоги до магічних пакетів

А. Формат магічного пакету. Магічний пакет складається з 6 байтів 0xFF, за якими йдуть 16 повторень MAC-адреси цільового комп'ютера. Цей пакет надсилається ширококомвно або до конкретної адреси.

В. Широкомвна адреса. Пакети повинні надсилатися на ширококомвну адресу мережі, щоб бути прийнятими всіма пристроями у мережі.

С. Сумісність з мережевими картами. Мережева карта повинна бути налаштована на прийом магічних пакетів у режимі очікування або сну.

Забезпечення правильних мережових вимог є ключовим фактором для успішної реалізації технології Wake-on-LAN. Врахування всіх необхідних налаштувань на рівні маршрутизаторів, комутаторів, портів та IP-адресації дозволяє забезпечити надійну і ефективну роботу WoL, що є важливим для організації безперебійного навчального процесу в сучасних умовах.

Висновки до розділу

У розділі наведено порівняльну характеристику існуючих комп'ютерних додатків та програм для віддаленого ввімкнення комп'ютерів за допомогою технології Wake-on-LAN.

					<i>ITC.4K1.0124.03-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Було досліджено, що існуючі додатки мають функцію віддаленого ввімкнення комп'ютера, додавання нових комп'ютерів у списки та збереження їх дані для зручності та користування ними у майбутньому, зручний інтерфейс. Для забезпечення зручності та багатофункціональності треба, щоб комп'ютерний додаток також мав функцію ввімкнення багатьох комп'ютерів одночасно.

Було розглянуто основні умови та налаштування, необхідні для успішного використання технології Wake-on-LAN. Детально досліджено ключові компоненти, які відіграють важливу роль у забезпеченні функціонування WoL: мережевих картах, мережевій інфраструктурі (маршрутизаторах і комутаторах), а також BIOS та UEFI.

Для ефективного використання WoL мережеві карти повинні підтримувати цю функцію і бути налаштовані таким чином, щоб приймати магічні пакети. Це включає в себе налаштування драйверів у операційній системі, які дозволяють мережевій карті залишатися активною, навіть, у режимі сну або коли комп'ютер вимкнено.

Встановлено, що налаштування BIOS та UEFI є критичним для забезпечення функціонування WoL. У BIOS або UEFI необхідно активувати функцію Wake-on-LAN у розділах налаштування Power Management. Важливо також налаштувати параметри енергозбереження, щоб мережеві карти отримували живлення у режимі сну або вимкненому стані. Деякі параметри, які обмежують живлення (наприклад, ErP Support), можуть потребувати вимкнення для коректної роботи WoL.

Крім того, з'ясовано, що мережева інфраструктура повинна бути налаштована для підтримки WoL. Це означає, що маршрутизатори мають бути здатні перенаправляти магічні пакети на правильні порти (зазвичай UDP 7 і 9). Крім того, комутатори повинні підтримувати широкомовні пакети, щоб забезпечити доставку магічних пакетів до цільових комп'ютерів. Використання статичних IP-адрес або DHCP-резервування також може сприяти стабільній роботі WoL.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Для забезпечення надійної роботи комп'ютерної інфраструктури важливо підходити до налаштування WoL комплексно. Це включає координацію налаштувань на рівні апаратного забезпечення, мережевої інфраструктури та системного програмного забезпечення. Тільки при дотриманні всіх необхідних умов можна гарантувати стабільне та ефективне використання WoL.

Правильне налаштування мережевих карт, маршрутизаторів, комутаторів, BIOS та UEFI забезпечує можливість віддаленого керування та пробудження комп'ютерів, що є особливо важливим в умовах дистанційного та гібридного навчання. Такий підхід дозволяє забезпечити безперервний доступ до комп'ютерів, підвищити ефективність використання комп'ютерних лабораторій і сприяти безперебійній роботі освітніх процесів.

Загалом, комплексний підхід до налаштування WoL не лише покращує функціонування комп'ютерної інфраструктури, але й підвищує рівень її надійності та зручності для користувачів, що робить цей підхід критично важливим у сучасних умовах.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

РОЗДІЛ II

ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ WoL

Однією з ключових технологій, яка дозволяє ефективно керувати комп'ютерними системами віддалено, є Wake-on-LAN (WoL). Ця технологія дозволяє адміністраторам мереж та користувачам дистанційно пробуджувати комп'ютери, які знаходяться у стані сну або вимкненому стані, що значно підвищує ефективність використання мережевих ресурсів та знижує витрати на енергоспоживання [7].

Значення та важливість WoL у сучасних комп'ютерних мережах не можна переоцінити. Технологія WoL дозволяє вирішувати безліч задач, пов'язаних з адмініструванням та підтримкою мереж. Вона забезпечує можливість централізованого керування великою кількістю комп'ютерів, що особливо актуально для навчальних закладів, корпоративних мереж і дата-центрів. Завдяки WoL зменшується час простою систем, що покращує продуктивність роботи та забезпечує безперебійний доступ до необхідних ресурсів.

Основні цілі цього розділу полягають у детальному розгляді технології WoL, її основних принципів та компонентів. Ми розглянемо, як працює WoL, які компоненти необхідні для її функціонування, а також особливості передачі так званих чарівних пакетів. Також ми розглянемо структуру Ethernet-кадру та роль MAC-адреси у технології WoL, проаналізуємо варіанти розповсюдження чарівних пакетів через різні мережі.

Цей розділ структурований таким чином, щоб забезпечити глибоке розуміння всіх аспектів технології WoL. Спочатку ми детально розглянемо основи WoL, потім перейдемо до вивчення чарівних пакетів та їх взаємозв'язку з Ethernet-кадрами і MAC-адресами.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ III РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ		
Розроб.		Спас Д.А					
Керівник		Могильний Г.А.					
Реценз.		Козуб Ю.Г.					
Н. Контр.							
Зав. каф.		Семенов М.А.					
					Лім.	Арк.	Акрушів
						23	12
					ЛНУ		
					Кафедра ІТС, Гр.4КІ		

Після цього ми зосередимося на варіантах розповсюдження чарівних пакетів та викликах, які можуть виникати під час їх передачі. Нарешті, ми розглянемо додаткові аспекти, які впливають на ефективність та безпеку використання WoL у сучасних комп'ютерних мережах.

Таким чином, розділ 3 спрямований на всебічне вивчення технології Wake-on-LAN, її значення для сучасних мереж та основних параметрів, необхідних для її успішного використання.

2.1. Основна інформація про WoL

Технологія Wake-on-LAN була розроблена в середині 1990-х років і стала одним з перших рішень для дистанційного керування комп'ютерами. Її розробка була ініційована компаніями AMD та Hewlett-Packard у рамках проекту Magic Packet Technology. Основна мета полягала у створенні способу пробудження комп'ютерів на відстані, що дозволило б знизити витрати на енергоспоживання та покращити управління комп'ютерними ресурсами [7].

З часом WoL стала популярною у корпоративних мережах, де вона використовувалася для централізованого управління великими парками комп'ютерів. Це дозволяло адміністраторам мереж дистанційно запускати оновлення, проводити технічне обслуговування або підготовку систем без необхідності фізичної присутності біля кожного пристрою.

Застосування WoL в сучасних умовах охоплює не лише корпоративні мережі, але й домашні комп'ютери та навчальні заклади. В умовах дистанційного та гібридного навчання ця технологія дозволяє студентам та викладачам ефективно використовувати комп'ютерні ресурси, навіть коли фізичний доступ до обладнання обмежений. Крім того, WoL активно використовується в дата-центрах та сервісних компаніях для управління серверами та іншими мережевими пристроями.

Wake-on-LAN (WOL; в перекладі з англ. — «Пробудження по сигналу з локальної мережі») — технологія, що дозволяє віддалено включити комп'ютер за допомогою відправки через локальну мережу спеціальної послідовності байтів

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

— пакету даних (так званого 'magic packet' — «магічного пакету»). Цей пакет може бути вставлений в пакети будь-яких стандартних протоколів вищих рівнів, наприклад, UDP або IPX [11].

Основний принцип роботи WoL полягає у використанні мережевої карти комп'ютера, яка здатна отримувати магічні пакети навіть тоді, коли комп'ютер знаходиться у вимкненому стані або в режимі сну.

Коли комп'ютер знаходиться в стані сну або вимкнений, його мережева карта залишається частково активною і постійно прослуховує мережу на наявність чарівного пакету. Цей пакет містить спеціальну послідовність байтів, включаючи багаторазове повторення MAC-адреси цільового комп'ютера. Після отримання цього пакету мережева карта активує живлення комп'ютера, і той завантажується.

Основні етапи роботи WoL:

I. Прослуховування мережі. У стані сну мережева карта комп'ютера прослуховує мережу на наявність чарівного пакету.

II. Отримання чарівного пакету. Мережева карта отримує пакет з правильною послідовністю байтів (MAC-адреса цільового комп'ютера) та ініціює процес пробудження.

III. Пробудження комп'ютера. Після отримання правильного пакету мережева карта надсилає сигнал блоку живлення активує живлення системи, і комп'ютер завантажується.

Отже, технологія WoL є важливим інструментом для віддаленого управління комп'ютерами, що дозволяє забезпечити їхню ефективну роботу, знизити енергоспоживання та покращити адміністрування мережевих ресурсів. Вона продовжує залишатися актуальною і затребуваною в умовах сучасних комп'ютерних мереж.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2.2. Чарівний пакет, кадр Ethernet, MAC-адреса

Опис чарівних пакетів та їх роль у функціонуванні WoL

Чарівні пакети, або Magic Packets, є основним механізмом, за допомогою якого реалізується технологія Wake-on-LAN (WoL). Ці пакети використовуються для дистанційного пробудження комп'ютера, який знаходиться у режимі сну або вимкнений. Чарівний пакет є спеціально сконструйованим мережевим повідомленням, яке містить унікальну послідовність байтів, що дозволяє мережевій карті комп'ютера розпізнати його і ініціювати процес пробудження.

Роль чарівних пакетів у функціонуванні WoL полягає в наступному:

- Виявлення стану комп'ютера. Коли комп'ютер знаходиться у вимкненому стані або режимі сну, його мережева карта залишається активною та прослуховує мережу на наявність чарівного пакету.
- Активізація пробудження. При отриманні чарівного пакету мережева карта ідентифікує пакет за унікальною структурою і, якщо всі умови дотримано, ініціює процес пробудження комп'ютера.

Чарівний пакет має специфічну структуру, яка включає:

- Преамбула: 6 байтів, заповнених значенням 0xFF. Ця частина слугує для синхронізації.
- MAC-адреса: 16 повторів MAC-адреси цільового комп'ютера [12]

Наприклад, якщо MAC-адреса цільового комп'ютера дорівнює 01:23:45:67:89, чарівний пакет буде виглядати наступним чином:

«FF FF FF FF FF FF 01 23 45 67 89 AB 01 23 45 67 89 AB 01 23 45 67 89 AB...» (16 разів повторюється MAC-адреса).

Ця структура дозволяє мережевій карті легко розпізнати пакет та відрізнити його від інших мережових пакетів.

Поняття Ethernet-кадру та його структура

Ethernet-кадр є основною одиницею даних в Ethernet-мережах, що використовується для передачі даних між пристроями в локальній мережі. Кожен Ethernet-кадр містить кілька полів:

- 1) Преамбула: Використовується для синхронізації приймача.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

- 2) MAC-адреса призначення: Адреса пристрою, якому призначений кадр.
- 3) MAC-адреса відправника: Адреса пристрою, який відправив кадр.
- 4) Тип/Довжина: Вказує тип протоколу верхнього рівня або довжину поля даних.
- 5) Поле даних: Безпосередньо містить корисну інформацію або навантаження.
- 6) Контрольна сума кадру (FCS): Використовується для перевірки помилок.

Чарівний пакет передається у вигляді Ethernet-кадру. Коли комп'ютер знаходиться у стані сну або вимкнений, його мережева карта прослуховує мережу на наявність чарівного пакету у складі Ethernet-кадру. При отриманні кадру з правильною структурою чарівного пакету, мережева карта надсилає сигнал материнській платі, а та в свою чергу - блоку живленню пробудження комп'ютера. Таким чином, Ethernet-кадр є транспортним засобом для доставки чарівного пакету до цільового комп'ютера.

Опис і структура MAC-адреси

MAC-адреса (Media Access Control address) є унікальним ідентифікатором мережевого інтерфейсу, який використовується для комунікації в межах фізичної мережі. MAC-адреса складається з 48 біт (6 байт) і зазвичай записується у шістнадцятковому форматі, наприклад, AA:FF:12:34:56.

MAC-адреса поділяється на дві частини:

- Перші три байти (24 біти): Ідентифікатор організації (OUI), призначений виробнику мережевого обладнання.
- Останні три байти (24 біти): Унікальний ідентифікатор, присвоєний пристрою виробником [12].

MAC-адреса є ключовим компонентом у функціонуванні технології WoL, оскільки вона використовується для ідентифікації цільового комп'ютера, який необхідно пробудити. В чарівному пакеті MAC-адреса цільового комп'ютера повторюється 16 разів, що дозволяє мережевій карті легко ідентифікувати пакет

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

та ініціювати пробудження. Без правильного налаштування MAC-адреси технологія WoL не зможе функціонувати належним чином.

Отже, розуміння ролі і структури MAC-адреси, а також взаємозв'язку Ethernet-кадру з чарівним пакетом, є критично важливим для успішного використання технології Wake-on-LAN у сучасних комп'ютерних мережах

2.3. Розповсюдження сигналу.

WoL реалізується за допомогою спеціально розробленого кадру, званого магічним пакетом, який відправляється з головного комп'ютера всім комп'ютерам у мережі, зокрема тому, який потрібно розбудити. Принцип розповсюдження сигналу зображено на рисунку 2.1.

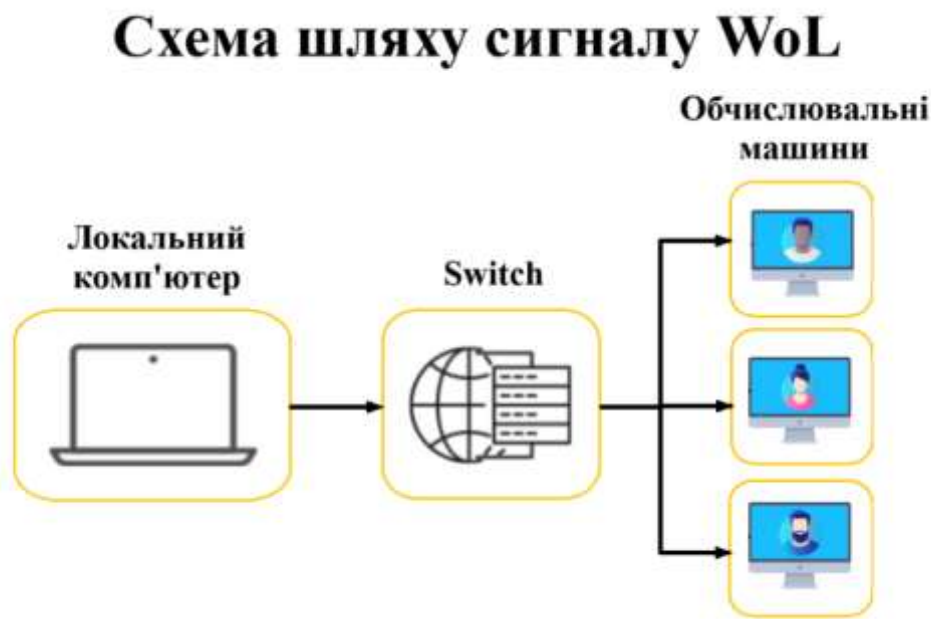


Рис. 2.1. Схема шляху сигналу WoL

Розповсюдження чарівних пакетів, необхідних для технології Wake-on-LAN (WoL), може відбуватися через різні типи мереж. Кожен з цих типів мереж має свої особливості, виклики та обмеження, які впливають на ефективність роботи WoL. У таблиці 2.1 наведено основні способи розповсюдження сигналу.

Таблиця 2.1 Способи розповсюдження сигналу

Варіант розповсюдження	Опис
1. Локальна мережа (LAN)	Сигнал WOL надсилається через широкомовну IP-адресу (зазвичай 255.255.255.255) за допомогою протоколу UDP на порт 9. Усі пристрої в мережі, включаючи цільовий комп'ютер, отримують цей пакет і перевіряють, чи відповідає MAC-адреса цільового комп'ютера отриманій інформації.
2. Віддалена мережа (WAN)	Якщо комп'ютер, який має бути увімкнений, знаходиться за межами локальної мережі, сигнал WOL може бути надісланий через Інтернет. Для цього необхідно налаштувати маршрутизатор або фаєрвол таким чином, щоб пересилати пакети WOL до цільової локальної мережі.
3. Хмарні сервіси	Деякі хмарні сервіси та програми для керування комп'ютерами можуть надавати функціональність WOL. Це дозволяє користувачам керувати своїми пристроями через Інтернет без необхідності складних налаштувань мережі.
4. VPN (Virtual Private Network)	Якщо користувач підключений до локальної мережі за допомогою VPN, він може надсилати пакети WOL через захищене з'єднання VPN. Це дозволяє керувати комп'ютерами у мережі навіть з віддалених місць.

Локальна мережа (LAN)

Локальна мережа - це група з декількох пристроїв, які об'єднані між собою через мережу і фактично знаходяться на одній території. З'єднання по локальній мережі дарує злагоджену роботу на певній території, але потрібно врахувати, що

при такому варіанті підключення будівлі повинні знаходитися на відстані не більше одного кілометра один від одного. У випадку, якщо пристрої в різних містах або навіть країнах, для їх об'єднання вдаються до побудови глобальних мереж (WAN) [13].

У локальних мережах (LAN) чарівні пакети передаються безпосередньо через Ethernet або Wi-Fi з використанням широкомовної або спрямованої адресації.

Методи передачі:

- Широкомовна адресація (Broadcast): Пакет надсилається на широкомовну адресу мережі, що дозволяє всім пристроям у сегменті мережі отримувати його. Зазвичай використовується адреса 255.255.255.255.
- Спрямована адресація (Unicast): Пакет надсилається безпосередньо на MAC-адресу цільового комп'ютера.

Можуть виникати деякі проблеми. У великих мережах широкомовлення може спричинити значне навантаження на мережу, що може призвести до зниження продуктивності. Деякі маршрутизатори можуть блокувати широкомовні пакети за замовчуванням, що потребує додаткового налаштування.

Віддалена мережа (WAN)

Глобальна обчислювальна мережа (ГВС або WAN - World Area NetWork) - мережа, що з'єднує комп'ютери, віддалені географічно на великі відстані один від одного. Відрізняється від локальної мережі більш протяжними комунікаціями (супутниковими, кабельними та ін.) Глобальна мережа об'єднує локальні мережі.

WAN (World Area Network) - глобальна мережа, що покриває великі географічні регіони, що включають у себе як локальні мережі, так і інші телекомунікаційні мережі і пристрої. Приклад WAN - мережі з комутацією пакетів (Frame relay), через яку можуть "розмовляти" між собою різні комп'ютерні мережі [14].

Для розповсюдження чарівних пакетів через віддалені мережі (WAN) часто використовуються методи перенаправлення пакетів через маршрутизатори або проксі-сервери.

Методи передачі:

- Проксі-сервери: Використання проксі-серверів для прийому чарівного пакету та його перенаправлення на цільовий комп'ютер у локальній мережі.

- Маршрутизація: Налаштування маршрутизаторів для перенаправлення чарівних пакетів через тунелі або за допомогою VPN.

Можуть бути деякі обмеження. Потрібні складні налаштування маршрутизаторів та проксі-серверів для коректної передачі пакетів. Передача чарівних пакетів через публічні мережі може бути менш безпечною без додаткових заходів захисту.

Хмарні сервіси

Хмарні сервіси – це програмне-апаратне рішення, що служить компаніям фундаментом для розміщення їхньої ІТ-інфраструктури. Хмарні провайдери організовують на базі обраних платформ хмарні сервіси, які надалі здаються в оренду бізнесу. Таке рішення забезпечує користувачам по всьому світу доступ до високопродуктивних ресурсів для створення власних інфраструктур [15].

Хмарні сервіси пропонують централізовані платформи для керування і розповсюдження чарівних пакетів.

Методи передачі:

- Інтегровані сервіси: Використання хмарних платформ, які забезпечують керування WoL через веб-інтерфейси або API.

- Сервіси автоматизації: Використання хмарних сервісів автоматизації, таких як Microsoft Azure або AWS, для налаштування та відправлення чарівних пакетів.

Можуть бути деякі виклики. Для роботи хмарних сервісів необхідне стабільне інтернет-з'єднання. Захист даних та контроль доступу до хмарних сервісів є критичними для запобігання несанкціонованого доступу.

VPN (Virtual Private Network)

VPN (Віртуальна приватна мережа) – це просте програмне забезпечення, створене для захисту вашої конфіденційності в Інтернеті та ускладнення життя хакерам за рахунок анонімізації вашого трафіку та розташування. Але ви також можете використовувати його для багатьох інших цілей, таких як швидкий та безпечний перегляд та багато іншого [16].

Використання VPN дозволяє створювати захищені канали для передачі даних між віддаленими мережами, що включає передачу чарівних пакетів.

Методи передачі:

- **VPN-тунелі:** Створення VPN-тунелів між віддаленими мережами для забезпечення безпечного доступу до локальних мережевих ресурсів і передачі чарівних пакетів.
- **Розширення локальної мережі:** Використання VPN для розширення локальної мережі на віддалені локації, дозволяючи передачу чарівних пакетів так, як це робиться в LAN.

Можуть виникати деякі складності. Налаштування VPN-серверів та клієнтів може бути складним та вимагати технічних знань. Використання VPN може знижувати продуктивність мережі через шифрування та обробку даних.

Таким чином, для ефективного використання технології Wake-on-LAN необхідно враховувати особливості різних типів мереж та налаштувань. Кожен метод передачі чарівних пакетів має свої переваги і недоліки, які потрібно враховувати при впровадженні WoL у конкретних умовах.

Висновки до розділу

У цьому розділі детально розглянуто технологію Wake-on-LAN (WoL), її основні принципи роботи та ключові елементи, які забезпечують її функціонування. Технологія WoL є важливим інструментом для сучасних комп'ютерних мереж, що дозволяє здійснювати віддалене ввімкнення комп'ютерів за допомогою спеціальних мережевих сигналів, відомих як чарівні пакети.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Основні аспекти, які ми розглянули, включають різні ключові елементи. Перш за все, ми проаналізували принципи роботи WoL, історію її розвитку та основні застосування. Важливим є те, що ця технологія дозволяє значно спростити управління комп'ютерними мережами, забезпечуючи можливість дистанційного доступу до обчислювальних машин.

Чарівні пакети є ключовим елементом технології WoL. Ми детально розглянули структуру чарівного пакету та його роль у функціонуванні WoL. Крім того, ми з'ясували, що Ethernet-кадр є базовою одиницею передачі даних у мережі, який забезпечує передачу чарівних пакетів. Структура Ethernet-кадру була детально розглянута, включаючи його заголовок та дані.

MAC-адреса є унікальним ідентифікатором мережевого пристрою, який використовується для адресації в локальній мережі. Ми розглянули її структуру та важливість у контексті технології WoL. Також було розглянуто різні способи передачі чарівних пакетів через локальні (LAN), віддалені (WAN) мережі, хмарні сервіси та VPN. Кожен з цих способів має свої переваги та обмеження, які впливають на ефективність використання WoL.

Також було досліджено, що технологія Wake-on-LAN має велике значення для віддаленого управління комп'ютерами, оскільки вона дозволяє адміністраторам мереж здійснювати контроль над обчислювальними ресурсами, навіть коли вони знаходяться у вимкненому стані. Це забезпечує зручність, ефективність та гнучкість в управлінні мережами, особливо у випадках, коли фізичний доступ до комп'ютерів обмежений.

Перспективи розвитку технології WoL включають інтеграцію з сучасними хмарними платформами, поліпшення безпеки передачі даних та розширення функціональних можливостей для підтримки нових мережевих стандартів. Подальший розвиток WoL сприятиме підвищенню продуктивності та надійності комп'ютерних мереж, що робить цю технологію ще більш важливою для сучасної IT-інфраструктури.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таким чином, дослідження технології Wake-on-LAN та її впровадження в сучасні мережі є важливим кроком до забезпечення ефективного та надійного віддаленого управління комп'ютерними системами.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

РОЗДІЛ III

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ДОДАТКУ

Розробка програмного додатку для реалізації WoL має важливе значення з кількох причин. По-перше, це забезпечує зручність та гнучкість в управлінні комп'ютерами, що дозволяє адміністраторам мереж ефективно використовувати свій час та ресурси. По-друге, такий додаток дозволяє знизити енергоспоживання, оскільки комп'ютери можуть залишатися вимкненими у ті періоди, коли вони не використовуються, і вмикатися лише при необхідності. Це особливо актуально для великих мереж, де управління енергоспоживанням може призвести до значної економії.

Мета цієї роботи полягає у аналізі шляхів дистанційного ввімкнення комп'ютерів та розробці додатку, що дозволяє в умовах віддаленого доступу реалізувати дистанційне включення необхідних комп'ютерів. Таким чином, даний розділ присвячений опису процесу створення програмного додатку для Wake-on-LAN, його архітектури, функціональності та особливостей реалізації.

3.1. Вимоги до програмного додатку

Перед розробкою програмного додатку для реалізації функції Wake-on-LAN (WoL) було проведено детальний аналіз потреб користувачів, технічних обмежень та подібних програмних додатків. Це дозволило сформулювати чіткі вимоги до майбутнього продукту, що забезпечать його функціональність, зручність та надійність. Нижче розглянуто основні вимоги до програмного додатку.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ III Розробка програмного додатку		
Розроб.		Спас Д.А					
Керівник		Могильний Г.А.					
Реценз.		Козуб Ю.Г.					
Н. Контр.							
Зав. каф.		Семенов М.А.					
					Літ.	Арк.	Акрушіє
						35	10
					ЛНУ		
					Кафедра ІТС, Гр.4КІ		

1. Додаток повинен працювати на операційній системі Windows.

Оскільки більшість корпоративних та домашніх користувачів використовують операційну систему Windows, важливо, щоб додаток був сумісним саме з цією платформою. Це забезпечить максимальне охоплення користувачів та відповідатиме їхнім звичкам та технічним можливостям.

2. Зручний інтерфейс.

Інтерфейс додатку повинен бути простим і інтуїтивно зрозумілим. Потрібно, щоб користувачі могли легко знайти та використовувати всі необхідні функції без необхідності вивчення складних інструкцій. Інтерфейс повинен мати зрозумілі кнопки та поля для введення даних, а також надавати підказки та повідомлення про помилки.

3. Ввімкнення комп'ютерів через LAN.

Основна функція додатку полягає у можливості ввімкнення комп'ютерів, що знаходяться в локальній мережі (LAN), шляхом відправлення спеціальних мережевих пакетів (WoL пакетів) [20]. Це дозволить дистанційно керувати станом комп'ютерів, що знаходяться у сплячому або вимкненому стані, але підключені до мережі.

4. Можливість додавати нові комп'ютери.

Користувачі повинні мати можливість легко додавати нові комп'ютери до списку, вводячи їхні назви та MAC-адреси. Цей процес має бути максимально спрощеним і зрозумілим, щоб уникнути помилок при введенні даних.

5. Збереження даних та управління списком комп'ютерів.

Додаток повинен зберігати дані про комп'ютери, такі як їхні назви та MAC-адреси, для полегшення подальшого доступу до них. Повинна бути можливість легко додавати, редагувати та видаляти записи у цьому списку. Дані повинні зберігатися локально на комп'ютері користувача та бути доступними після перезапуску додатку.

6. Можливість ввімкнення одного або декількох комп'ютерів одночасно.

Додаток повинен дозволяти вибирати один або кілька комп'ютерів зі списку для відправлення WoL пакетів. Це дуже важливо для ефективного

керування великою кількістю комп'ютерів у корпоративному середовищі або для домашнього використання, коли необхідно ввімкнути кілька пристроїв одночасно [19].

7. Валідація введених даних

Додаток повинен перевіряти правильність введених MAC-адрес, щоб уникнути помилок при відправленні WoL пакетів. Це допоможе зменшити кількість можливих проблем та забезпечить надійну роботу додатку.

8. Легкість налаштування та використання

Додаток має бути легким у встановленні та налаштуванні, не вимагати від користувачів спеціальних знань або навичок. Користувачі повинні мати можливість швидко встановити додаток і почати його використовувати без необхідності звертатися до технічної підтримки.

9. Відмовостійкість та стабільність роботи

Програмний додаток має бути стабільним та відмовостійким. У разі виникнення помилок користувачі повинні отримувати зрозумілі повідомлення з рекомендаціями щодо подальших дій. Це забезпечить надійну роботу додатку в різних умовах [20].

Таким чином, у даному підрозділі було описано всі основні вимоги до програмного додатку для ввімкнення обчислювальних машин у навчальних комп'ютерних лабораторіях. Виконання цих вимог забезпечить функціональність, зручність використання та надійність розробленого продукту.

3.2. Функціональність програмного додатку

Програмний додаток для Wake-on-LAN (WoL) розроблений для забезпечення дистанційного ввімкнення комп'ютерів через локальну мережу. Основне призначення додатку полягає у наданні користувачам можливості швидко та зручно ввімкнути один або декілька комп'ютерів, що знаходяться в локальній мережі, з використанням спеціальних мережевих пакетів, відомих як "чарівні" пакети (Magic Packets). Додаток дозволяє зберігати інформацію про

комп'ютери, управління списком комп'ютерів та забезпечує простий і зрозумілий інтерфейс користувача.

Основні функціональні можливості додатку включають:

I. Відправлення WoL пакетів для ввімкнення комп'ютерів.

Функція відправлення WoL (Wake-on-LAN) пакетів дозволяє додатку дистанційно вмикати комп'ютери в локальній мережі. Реалізація відбувається в коді форми №1 (Додаток А). Це здійснюється за допомогою "чарівних" пакетів, які містять MAC-адресу цільового комп'ютера. Реалізація в коді показана на рисунку 3.1.

Основні кроки реалізації такі:

- Формування пакету. Чарівний пакет складається з 6 байтів, заповнених значенням 0xFF, і 16-кратного повторення MAC-адреси цільового комп'ютера.
- Відправлення пакету. Пакет надсилається по мережі через UDP (User Datagram Protocol) на широкомовну адресу мережі.

```
private bool SendWakeOnLan(string MacAddress)
{
    try
    {
        // Перевірка довжини MAC-адреси
        if (string.IsNullOrEmpty(MacAddress) || MacAddress.Length != 12)
        {
            throw new ArgumentException("MAC-адреса має бути 12 шістнадцяткових символів.");
        }

        // розділяємо MAC-адрес на байти
        byte[] MacBytes = new byte[6];
        for (int i = 0; i < 6; i++)
        {
            MacBytes[i] = Convert.ToByte(MacAddress.Substring(i * 2, 2), 16);
        }

        // формуємо пакет Wake-on-LAN
        byte[] MagicPacket = new byte[6 + 16 * 6];
        for (int i = 0; i < 6; i++)
        {
            MagicPacket[i] = 0xFF;
        }
        for (int i = 6; i < MagicPacket.Length; i += 6)
        {
            MacBytes.CopyTo(MagicPacket, i);
        }

        // відправляємо пакет Wake-on-LAN на широкомовну IP-адресу
        using (UdpClient client = new UdpClient())
        {
            client.Send(MagicPacket, MagicPacket.Length, new IPEndPoint(IPAddress.Parse(IPinstitut), PORT)); // по сети от роутера
            client.Send(MagicPacket, MagicPacket.Length, new IPEndPoint(IPAddress.Parse(IPinstitut1), PORT)); // по сети от роутера
            client.Send(MagicPacket, MagicPacket.Length, new IPEndPoint(IPAddress.Broadcast, PORT)); // до роутера
        }
        return true; // позначення успіху
    }
}
```

Рис. 3.1. Функція відправлення пакетів

II. Збереження даних про комп'ютери, включаючи їх назви та MAC-адреси.

Додаток зберігає дані про комп'ютери у текстовому файлі. Реалізація відбувається в коді форми №3 (Додаток В). Зберігання в текстовому файлі забезпечує постійний доступ до необхідної інформації навіть після перезапуску додатку та робить функціонування зручнішим та простішим. Блок коду, який це реалізує, зображений на рисунку 3.2.

Основні кроки реалізації:

- Завантаження даних. При завантаженні додатку, він читає дані з файлу та відображає їх у вигляді таблиці в інтерфейсі користувача.
- Збереження даних. Коли користувач додає або редагує дані про комп'ютери, зміни зберігаються у файлі.

```
См. код: 1
private void LoadData()
{
    if (File.Exists(filePath))
    {
        table = new DataTable();
        table.Columns.Add("Computer Name");
        table.Columns.Add("MAC Address");

        string[] lines = File.ReadAllLines(filePath);
        for (int i = 0; i < lines.Length; i += 2)
        {
            string computerName = lines[i];
            string macAddress = lines[i + 1];
            table.Rows.Add(computerName, macAddress);
        }

        dataGridView1.DataSource = table;
    }
    else
    {
        MessageBox.Show("Файл не знайдено");
    }
}

См. код: 1
private void SaveData()
{
    if (table != null)
    {
        using (StreamWriter writer = new StreamWriter(filePath))
        {
            foreach (DataRow row in table.Rows)
            {
                writer.WriteLine(row["Computer Name"]);
                writer.WriteLine(row["MAC Address"]);
            }
        }
    }
}
```

Рис. 3.1. Робота з даними

III. Можливість додавання, редагування та видалення записів у списку комп'ютерів.

Ця функціональність дозволяє користувачам керувати списком комп'ютерів безпосередньо з інтерфейсу додатку. Реалізація відбувається в коді форми №2 (Додаток Б).

Основні кроки реалізації:

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

- Додавання запису. При натисканні кнопки "Додати" відкривається форма для введення назви комп'ютера та його MAC-адреси.
- Редагування запису. Користувач може вибрати комп'ютер зі списку та натиснути кнопку "Редагувати", щоб змінити інформацію.
- Видалення запису. Користувач може видалити комп'ютер зі списку, вибравши його та натиснувши кнопку "Видалити".

IV. Ввімкнення одного або декількох комп'ютерів одночасно.

Додаток дозволяє користувачам вибирати один або декілька комп'ютерів зі списку для одночасного ввімкнення. Реалізація відбувається в кодї форми №1 (Додаток А).

Основні кроки реалізації:

- Вибір комп'ютерів. Користувач може вибрати один або декілька комп'ютерів зі списку.
- Відправлення пакетів. Після вибору комп'ютерів, користувач натискає кнопку для відправлення WoL пакетів. Додаток відправляє чарівні пакети до всіх вибраних комп'ютерів.

V. Перевірка валідності введених MAC-адрес для забезпечення коректної роботи.

Для забезпечення коректної роботи додатку, введені MAC-адреси перевіряються на відповідність правильному формату. Реалізація відбувається в кодї форми №2 (Додаток А) та форми №3 (Додаток Б).

Основні кроки реалізації:

- Валідація формату. MAC-адреса перевіряється за допомогою регулярного виразу, який дозволяє тільки правильні формати (наприклад, "XX:XX:XX:XX:XX" або "XX-XX-XX-XX-XX-XX").

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

- Відхилення некоректних адрес. Якщо введена MAC-адреса не відповідає правильному формату, користувач отримує повідомлення про помилку, і додаток не дозволяє зберегти некоректну адресу [19].

Отже, було досліджено основні функції та завдання для комп'ютерного додатку, які повинні бути (рис 3.2).



Рис. 3.2. Функціонал програми

Код додатку (Додаток А, Додаток Б, Додаток В) має чотири класи, багато полів та методів. Для зображення структури додатку було розроблено детальну діаграму класів розробленого додатку(рис 3.3).

3.3. Огляд інтерфейсу користувача комп'ютерного додатку.

Інтерфейс користувача, показаний на рисунку 3.4, був розроблений з урахуванням зручності та акцентом на простоту та інтуїтивність.

Основні елементи інтерфейсу включають:

- 1) Адреси. Користувачі можуть вибирати комп'ютери зі списку для відправлення WoL пакетів.
- 2) Кнопки управління: включають кнопки для додавання нового комп'ютера, редагування існуючого запису, видалення запису, та відправлення WoL пакетів.

3) Форма додавання/редагування комп'ютера: вікно для введення назви комп'ютера та його MAC-адреси. Додаток перевіряє правильність введеної MAC-адреси для уникнення помилок.

4) Повідомлення та підказки: додаток надає зрозумілі повідомлення про успішне виконання операцій або про помилки, що сталися під час роботи.

Такий підхід до інтерфейсу забезпечує легкість у використанні додатку навіть для користувачів без спеціальних технічних знань.

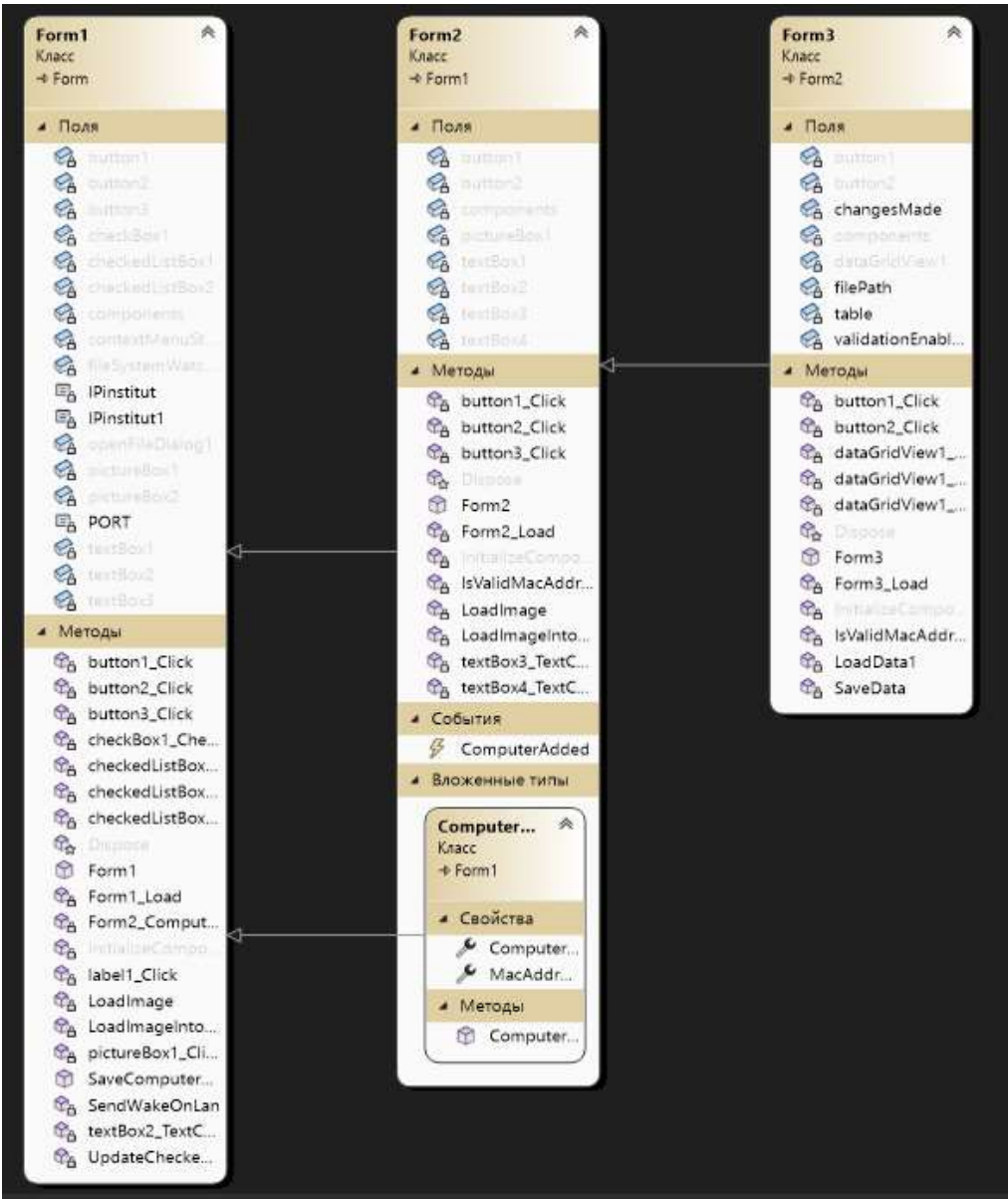


Рис. 3.3. Діаграма класів додатку

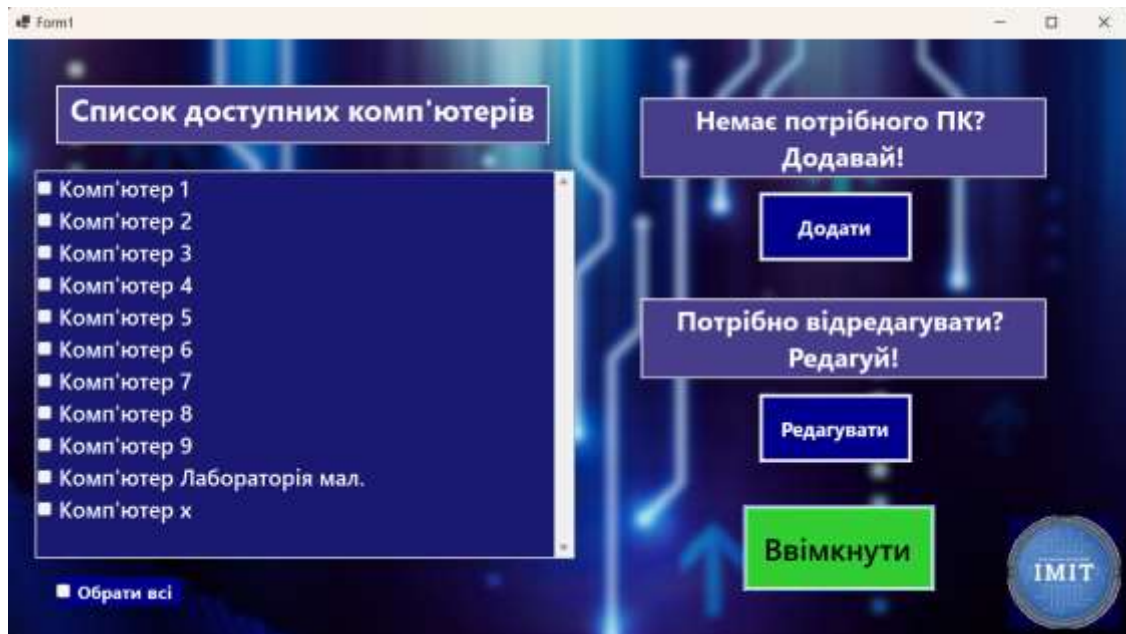


Рис. 3.4. Головний інтерфейс

Для того, щоб запустити додаток не застосовуючи відкладку Visual Studio, можна скопіювати та винести папку з програмними компонентами, наприклад, на робочий стіл. Далі, зробивши посилання (ярлик) на WoL_exe.exe, можна буде дуже просто, зручно та швидко запускати додаток.

Отже, був розроблений додаток, який складається з основного кер модуля та допоміжних файлів (Додаток Д).

Висновки до розділу

У цьому розділі було детально розглянуто програмний додаток для Wake-on-LAN (WoL), який дозволяє дистанційно вмикати комп'ютери в локальній мережі. Основні аспекти, які було охоплено, включають вимоги до програмного забезпечення, загальний огляд додатку, його інтерфейс користувача та архітектуру.

Спочатку було визначено основні функціональні та нефункціональні вимоги до програмного забезпечення. Додаток повинен працювати на операційній системі Windows і мати зручний інтерфейс. Він забезпечує можливість ввімкнення комп'ютерів через LAN вручну та через можливості планування (шедуллера), збереження даних та управління списком комп'ютерів.

Крім того, додаток дозволяє ввімкнути один або декілька комп'ютерів одночасно, а також додавати нові комп'ютери до списку.

Загальний огляд програмного додатку включає опис основної функціональності, такої як відправлення WoL пакетів для дистанційного ввімкнення комп'ютерів. Ключові можливості додатку включають збереження даних про комп'ютери, керування списком комп'ютерів та одночасне ввімкнення кількох комп'ютерів, як самостійно, так і з функцією планування часу відправки сигналу.

Інтерфейс користувача був розроблений таким чином, щоб бути інтуїтивно зрозумілим. Головне вікно містить таблицю комп'ютерів та кнопки управління, що забезпечує зручність використання додатку. Структура інтерфейсу є чіткою, а повідомлення про успішні дії або помилки допомагають користувачам легко орієнтуватися у додатку.

Архітектура програмного додатку включає основні компоненти, такі як головна форма, форми для додавання та редагування комп'ютерів, а також функціональні модулі для відправлення WoL пакетів, збереження даних та перевірки валідності MAC-адрес. Взаємодія між різними частинами додатку була спланована так, щоб забезпечити координацію для досягнення поставлених завдань.

Результатом цієї роботи стало створення надійного та ефективного додатку, який відповідає усім вимогам, поставленим на початку проекту. Додаток забезпечує користувачів зручним інструментом для дистанційного ввімкнення комп'ютерів у локальній мережі, полегшує управління комп'ютерами та сприяє ефективній організації роботи в умовах віддаленого доступу. Висока функціональність та простота використання роблять цей додаток корисним рішенням для адміністративного управління комп'ютерними системами в організаціях.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

РОЗДІЛ IV

ТЕСТУВАННЯ ДОДАТКУ ТА АНАЛІЗ НЕДОЛІКІВ

Тестування програмного забезпечення є невід'ємною частиною процесу розробки, забезпечуючи якість, надійність та стабільність кінцевого продукту. Особливо важливо тестувати додатки, які виконують критично важливі функції, такі як управління комп'ютерами в мережі. Тестування допомагає виявити потенційні помилки на ранніх етапах розробки та недоліки у кінці проектування, забезпечуючи тим самим безперебійну роботу додатку в реальних умовах експлуатації.

Метою тестування програмного додатку для Wake-on-LAN є перевірка його здатності ефективно та безпечно здійснювати дистанційне ввімкнення комп'ютерів через мережу. Це включає в себе перевірку функціональності відправлення WoL пакетів, правильність обробки введених користувачем даних, зручність користувацького інтерфейсу, а також продуктивність та стабільність роботи додатку. Успішне тестування гарантує, що додаток відповідає всім вимогам, є зручним у використанні і здатним надійно виконувати поставлені задачі.

Загальний підхід до тестування додатку включає кілька ключових етапів. Спершу проводиться функціональне тестування, щоб перевірити основні можливості додатку, такі як відправлення магічних пакетів та управління списком комп'ютерів. Далі здійснюється валідація введених даних, зокрема перевірка правильності формату MAC-адрес та обробка некоректних даних. Важливим аспектом є тестування інтерфейсу користувача, яке оцінює зручність використання та правильність взаємодії з елементами інтерфейсу. Нарешті, проводиться тестування продуктивності, щоб оцінити швидкодію додатку та його стабільність під навантаженням.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ IV ТЕСТУВАННЯ ДОДАТКУ ТА АНАЛІЗ НЕДОЛІКІВ		
Розроб.		Спас Д.А					
Керівник		Могильний Г.А.					
Реценз.		Козуб Ю.Г.					
Н. Контр.							
Зав. каф.		Семенов М.А.					
					Лім.	Арк.	Акрушіє
						45	14
					ЛНУ		
					Кафедра ІТС, Гр.4КІ		

В процесі тестування використовуються як автоматизовані, так і ручні методи, що дозволяє охопити всі аспекти роботи додатку. Тестування проводиться на різних етапах розробки, щоб забезпечити своєчасне виявлення та усунення проблем. В результаті цього процесу ми отримуємо додаток, який не лише відповідає технічним вимогам, але й забезпечує високий рівень задоволення користувачів.

4.1. Функціональне тестування

Функціональне тестування є ключовим етапом у забезпеченні якості програмного додатку [18]. Воно охоплює перевірку основної функціональності додатку, зокрема здатності відправляти WoL пакети та управління списком комп'ютерів. У цьому підрозділі розглянемо процес перевірки основної функціональності, тестування відправлення магічних пакетів та можливості додавання нових комп'ютерів до списку та можливість їх редагувати та видаляти дані про них.

Для перевірки можливості дистанційного ввімкнення комп'ютерів через мережу за допомогою WoL пакетів, результат якої показано на рисунку 4.1, було виконано наступні дії:

1. Запуск додатку на операційній системі Windows. Додаток запускається без помилок на операційній системі Windows та стабільно працює.
2. Ініціалізація. Було помітна коректність ініціалізації інтерфейсу користувача, включаючи завантаження списку комп'ютерів з файлу.
3. Інтерактивність. Робота основних елементів інтерфейсу, таких як кнопки, текстові поля та таблиці була коректна.
4. Тестування відправлення WoL пакетів. Відправлення WoL пакетів є основною функцією додатку, яка дозволяє дистанційно ввімкнути комп'ютер в мережі.

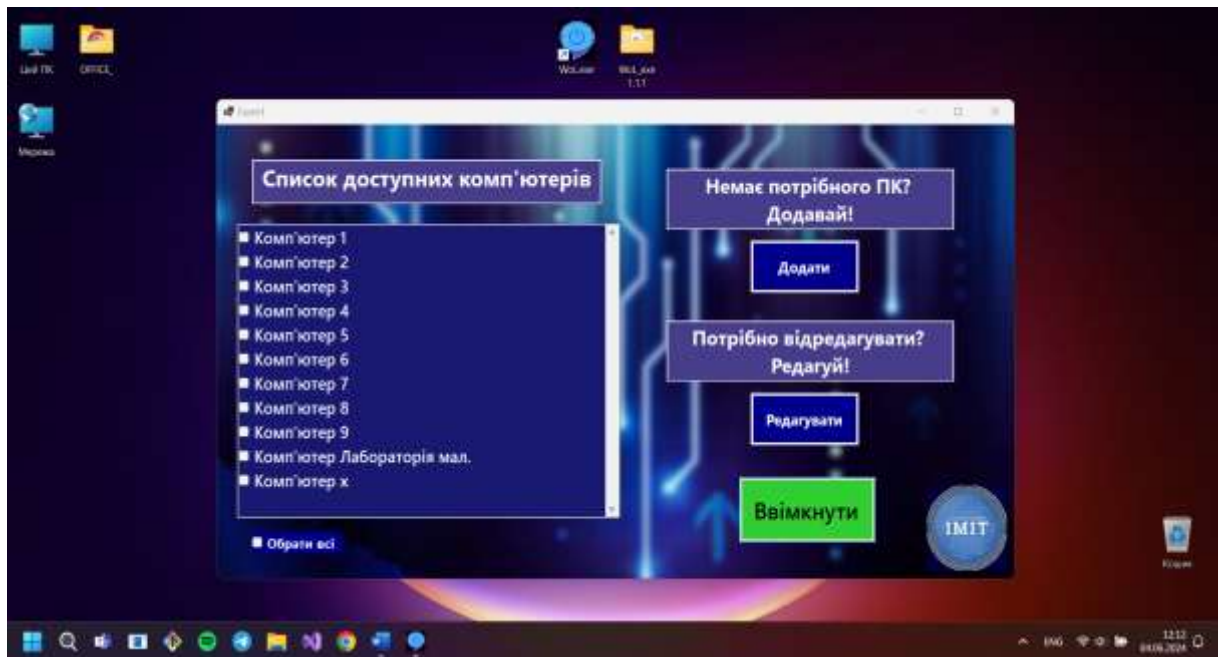


Рис. 4.1. Робота, ініціалізація та інтерактивність додатку на операційній системі Windows 11

Для тестування цієї функції було проведено наступні дії:

1) Введення назв та MAC-адрес нових ПК (рисунок 4.2). Перевірка, що користувач може ввести MAC-адресу в потрібному форматі. Після додавання нової інформації про нові комп'ютери, потрібно перезапустити додаток. На рисунках 4.3, 4.4 показано, що після перезапуску, додавання нових даних відбулося успішно та вони почали відображатися в головному списку.

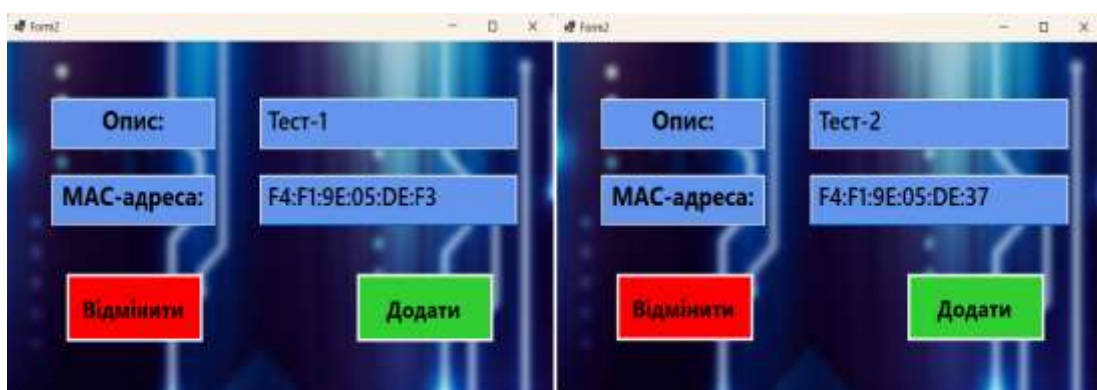


Рис. 4.2. Додавання нових ПК

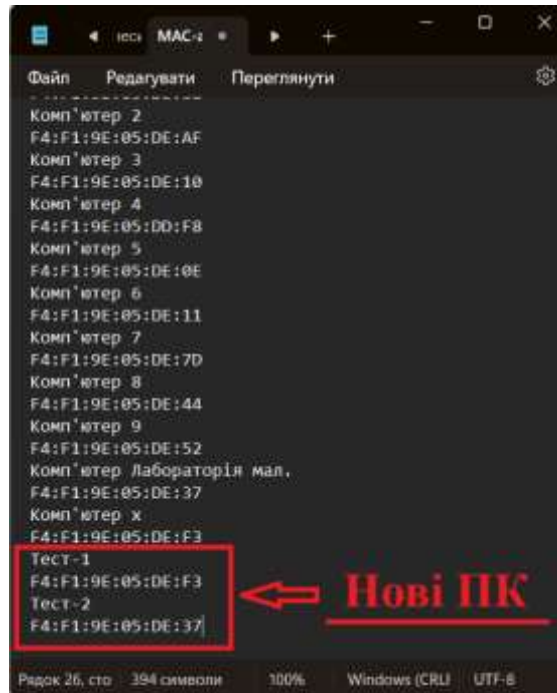


Рис. 4.3. Відображення нових даних про ПК у загальному списку даних

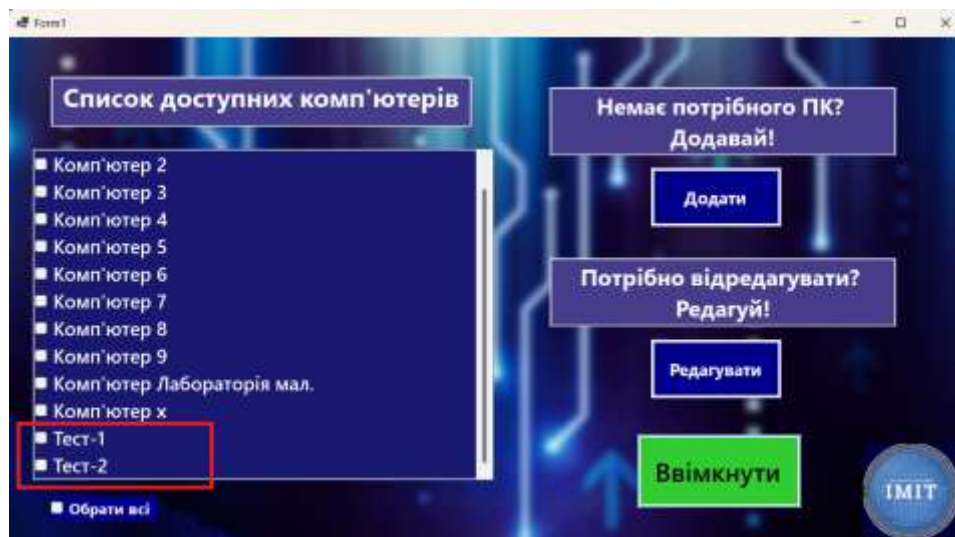


Рис. 4.4. Відображення нових ПК у загальному списку комп'ютерів у програмі

2) Відправка WoL пакетів та реакція комп'ютерів. Тестування можливості відправлення WoL пакетів на вказані MAC-адреси. Щоб перевірити коректність роботи програми та відправки магічних пакетів, було встановлено зв'язок з кількома комп'ютерами в мережі. Була проведена успішна спроба відправки магічних пакетів (WoL сигналів) (рисунк 4.5), комп'ютери правильно реагують на отримані WoL пакети та були успішно пробуджені.

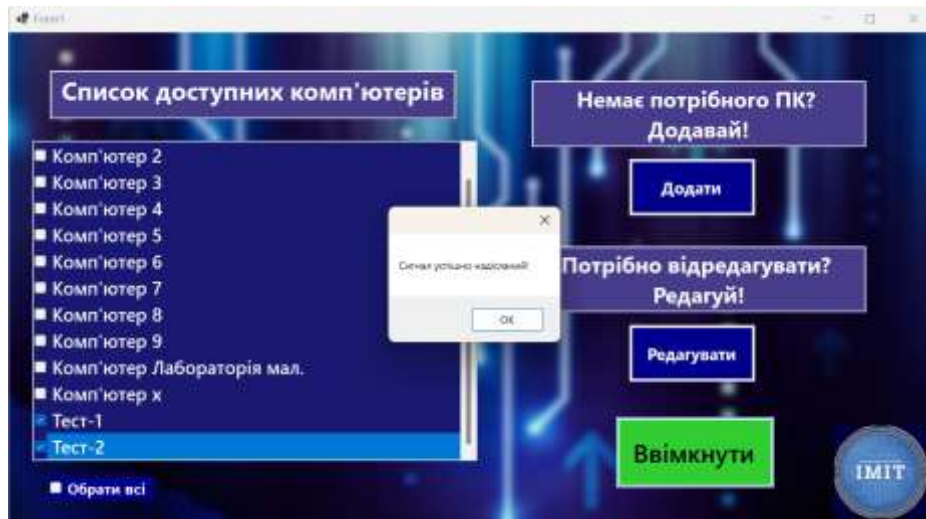


Рис. 4.5. Успішна відправка магічного пакету

Також треба перевірити можливість видалення та редагування даних про непотрібних або потрібних комп'ютерів. Натиснувши кнопку «Редагувати», буде відкрита форма для редагування даних (рис 4.6).

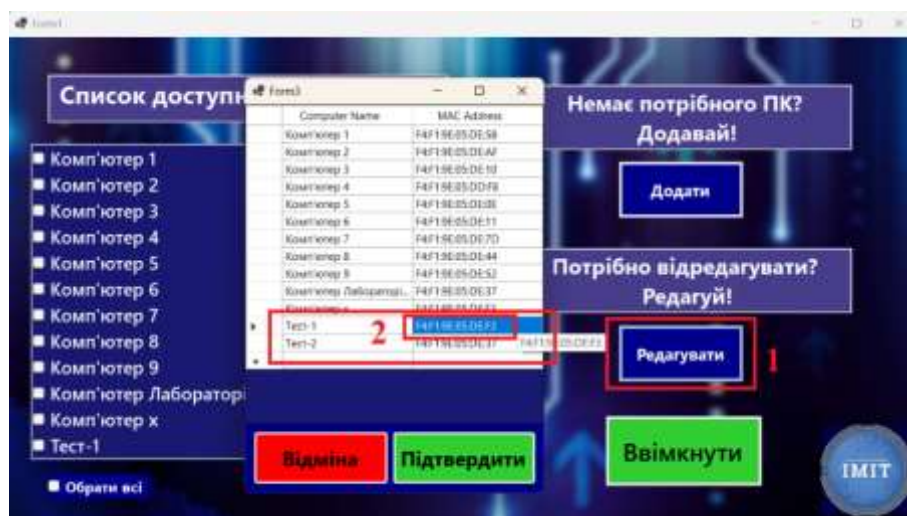


Рис. 4.6. Редагування даних

Зробивши потрібні зміни та натиснувши кнопку «Підтвердити», дані перевіряються на правильність формату та допустимих символів після чого успішно зберігаються (рис 4.7). Для того, щоб нові дані відобразилися, потрібно перезапустити додаток.

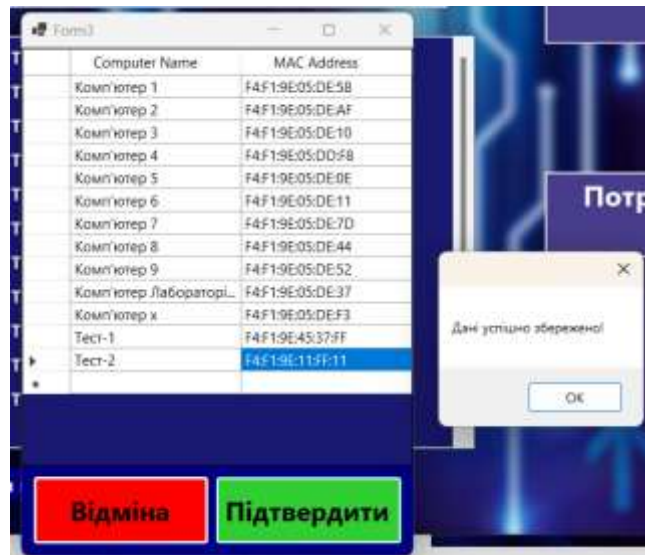


Рис. 4.7. Збереження даних

Також було проведено тестування функції планування ввімкнення комп'ютерів. Зазначивши час, а саме через півтори години, сигнал був успішно надісланий через 91 хвилину

Функціональне тестування продемонструвало, що розроблений додаток для Wake-on-LAN успішно виконує основні функції. Додаток правильно відправляє WoL пакети, управління списком комп'ютерів відбувається коректно. можливості додавання нових комп'ютерів підтвердили стабільність та надійність роботи додатку. Це свідчить про високу якість реалізації програмного забезпечення та готовність до його використання в реальних умовах.

4.2 Валідація введених даних

Валідація введених даних є критично важливим етапом тестування програмного додатку, оскільки вона забезпечує коректну роботу системи та запобігає можливим помилкам через неправильні або некоректні дані. Для додатку, який здійснює ввімкнення комп'ютерів за допомогою їх MAC-адрес, особливо важливо перевірити правильність їх введення, адже вони є ключовими для успішного відправлення WoL пакетів. У цьому підпункті розглянемо три

основні аспекти валідації введених даних: перевірка введення MAC-адрес на наявність спеціальних символів, тестування правильності формату MAC-адрес та тестування обробки некоректних даних.

Перевірка введення MAC-адрес на наявність спеціальних символів

MAC-адреса складається з шести пар шістнадцяткових цифр, розділених двокрапкою або дефісом (наприклад, 00:1A:2B:3C:4D:5E). Присутність будь-яких інших спеціальних символів, таких як крапки, коми, пробіли тощо, робить адресу некоректною. Для перевірки введення на наявність таких символів було реалізовано функцію, яка перевіряє кожен введений символ на відповідність допустимим значенням (рис 4.8). Якщо виявляються недопустимі символи, користувач отримує відповідне повідомлення про помилку, що спонукає його виправити введені дані (рис 4.9).

```

51
52 //перевірка на непотрібні символи
Ссылка 1
53 private bool IsValidMacAddress(string macAddress)
54 {
55     return System.Text.RegularExpressions.Regex.IsMatch(macAddress, "[0-9A-Fa-f]{2}[:-]){5}([0-9A-Fa-f]{2})$");
56 }
57

```

Рис. 4.8. Функція для перевірки символів

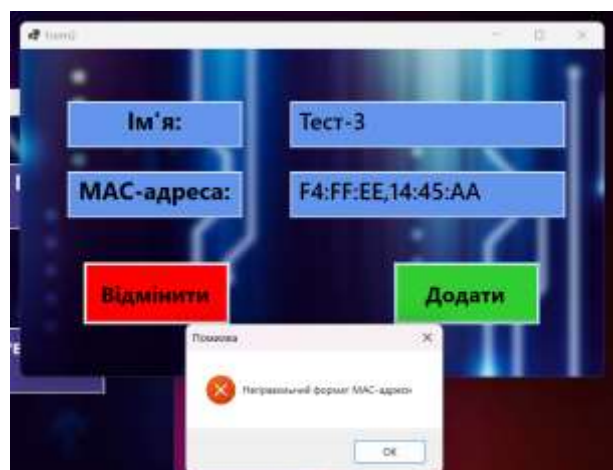


Рис. 4.9. Повідомлення про помилку через недопустимий символ

Тестування правильності формату MAC-адрес

Правильність формату MAC-адрес також є важливим аспектом валідації даних. Важливо переконатися, що введені адреси мають правильну структуру – шість пар шістнадцяткових цифр, розділених двокрапкою або дефісом. Валідація включає перевірку реакції додатку на введення помилкових або неповних даних. Це реалізовано у коді форми №2 (Додаток Б) та форми №3 (Додаток В). Наприклад, якщо користувач введе адресу з меншою кількістю символів або з неприпустимими символами, додаток повинен коректно повідомити про помилку і запропонувати виправити введені дані.

Тестування включало перевірку різних форматів MAC-адрес, таких як:

- I. Коректні формати: 00:1A:2B:3C:4D:5E або 00-1A-2B-3C-4D-5E (рис 4.10).
- II. Неправильні формати: 001A.2B3C.4D5E, 00 1A 2B 3C 4D 5E, 00:1A:2B:3C:4D (рис 4.11).

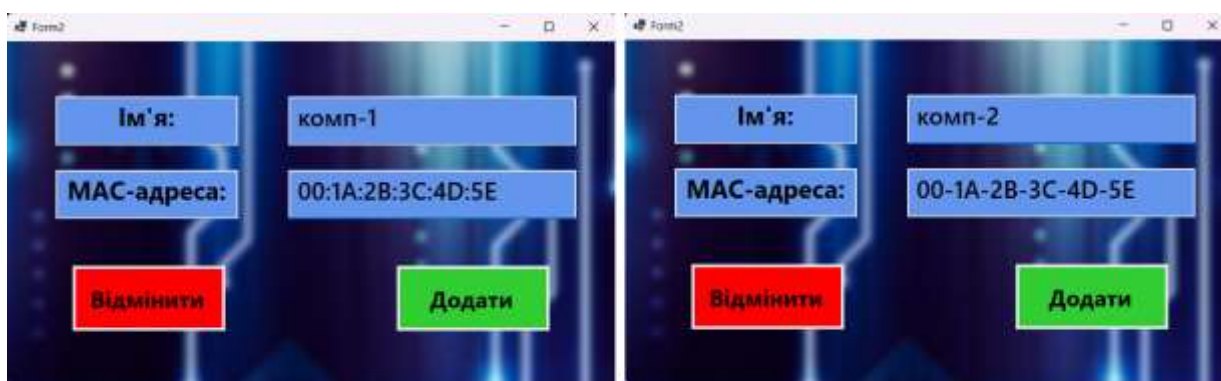


Рис. 4.10. Коректні формати MAC-адрес

Кожен з цих форматів був перевірений на відповідність регулярному виразу, що визначає правильний формат MAC-адрес. Тільки адреси, що повністю відповідають цим вимогам, приймаються додатком для подальшої обробки (рис 4.10). Дані неправильного формату були недопущенні до збереження у програмі. Додаток повідомляв користувача про помилки пов'язані з неправильним форматом введених MAC-адрес (рис. 4.11) та надавав змогу повторно ввести потрібні дані.



Рис. 4.11. Успішне додавання коректних даних



Рис. 4.12. Повідомлення про помилки через неправильні формати MAC-адрес

У тестуванні було перевірено, як додаток реагує на некоректні дані та чи правильно він інформує користувача про необхідність введення коректних даних і дає змогу на їх повторне введення. Валідація введених даних допомагає забезпечити надійність та стабільність роботи додатку, запобігаючи потенційним помилкам, які можуть виникнути через неправильні введення. У процесі тестування особлива увага була приділена перевірці MAC-адрес, оскільки їх правильність є ключовою для успішного виконання основної функції додатку – відправлення WoL пакетів для ввімкнення віддалених комп'ютерів.

4.3 Тестування продуктивності

Тестування продуктивності є невід'ємною частиною процесу перевірки якості програмного забезпечення та дозволяє оцінити, як додаток функціонує під різними навантаженнями і чи здатний він забезпечити стабільну роботу в умовах, наближених до реальних сценаріїв використання. Для додатку, що реалізує Wake-on-LAN (WoL) функціональність, важливо перевірити швидкодію при відправленні WoL пакетів, роботу з великим списком комп'ютерів та оцінити стабільність і надійність під навантаженням.

Перевірка швидкодії додатку при відправленні WoL пакетів

Одним з ключових аспектів продуктивності додатку є його здатність швидко і ефективно відправляти WoL пакети для ввімкнення віддалених комп'ютерів. Для цього було проведено серію тестів, в яких вимірювався час, необхідний для відправлення пакетів до різних комп'ютерів у мережі. Тести показали, що додаток здатний відправляти WoL пакети практично миттєво, навіть при одночасному зверненні до декількох комп'ютерів.

Додатково перевірку робили в умовах завантаженості мережевого каналу зв'язку. Для цього на 3-х окремих робочих станціях було запущено процес копіювання великого обсягу інформації. Результат – пакет практично миттєво досягає до необхідного комп'ютеру. Це забезпечує швидкий і ефективний процес ввімкнення, що є критично важливим для користувачів, які потребують негайного доступу до своїх систем.

Тестування роботи додатку з великим списком комп'ютерів

Ще одним важливим аспектом продуктивності є здатність додатку працювати з великим списком комп'ютерів. У реальних умовах користувач може мати необхідність керувати десятками або навіть сотнями комп'ютерів. Для перевірки цієї здатності було створено тестовий сценарій, в якому додаток працював з великим списком MAC-адрес. В реальних умовах було відправлено пакет до всіх комп'ютерів навчальної лабораторії – до 18 робочих станцій. Результати показали, що додаток здатний ефективно зберігати, обробляти і

відправляти WoL пакети до великої кількості комп'ютерів без суттєвих затримок. Інтерфейс користувача залишався швидким і чуйним навіть при роботі з великою кількістю записів, що свідчить про високу продуктивність і оптимізацію додатку.

Оцінка стабільності та надійності роботи додатку під навантаженням

Для оцінки стабільності і надійності роботи додатку були проведені стрес-тести, які моделювали умови високого навантаження, через спеціальні засоби діагностики у Visual Studio (рис. 4.13). Додаток піддавався тривалому використанню з частими запитами на відправлення WoL пакетів і оновлення списку комп'ютерів. Для цього на тестувальному комп'ютері було додатково запущено процес копіювання файлів з теки в теку та копіювання по мережі з мережевого диску. Протягом тестування додаток демонстрував високу стабільність, не виникало збоїв або помилок, навіть при значному навантаженні. Це свідчить про надійність розробленого програмного забезпечення і його готовність до використання в реальних умовах.

Тестування продуктивності підтвердило, що додаток для Wake-on-LAN володіє необхідною швидкодією, здатністю обробляти великі списки комп'ютерів і зберігати стабільність та надійність під навантаженням. Ці результати дозволяють впевнено рекомендувати додаток для використання в умовах віддаленого управління комп'ютерами, забезпечуючи ефективне і стабільне виконання основних функцій.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

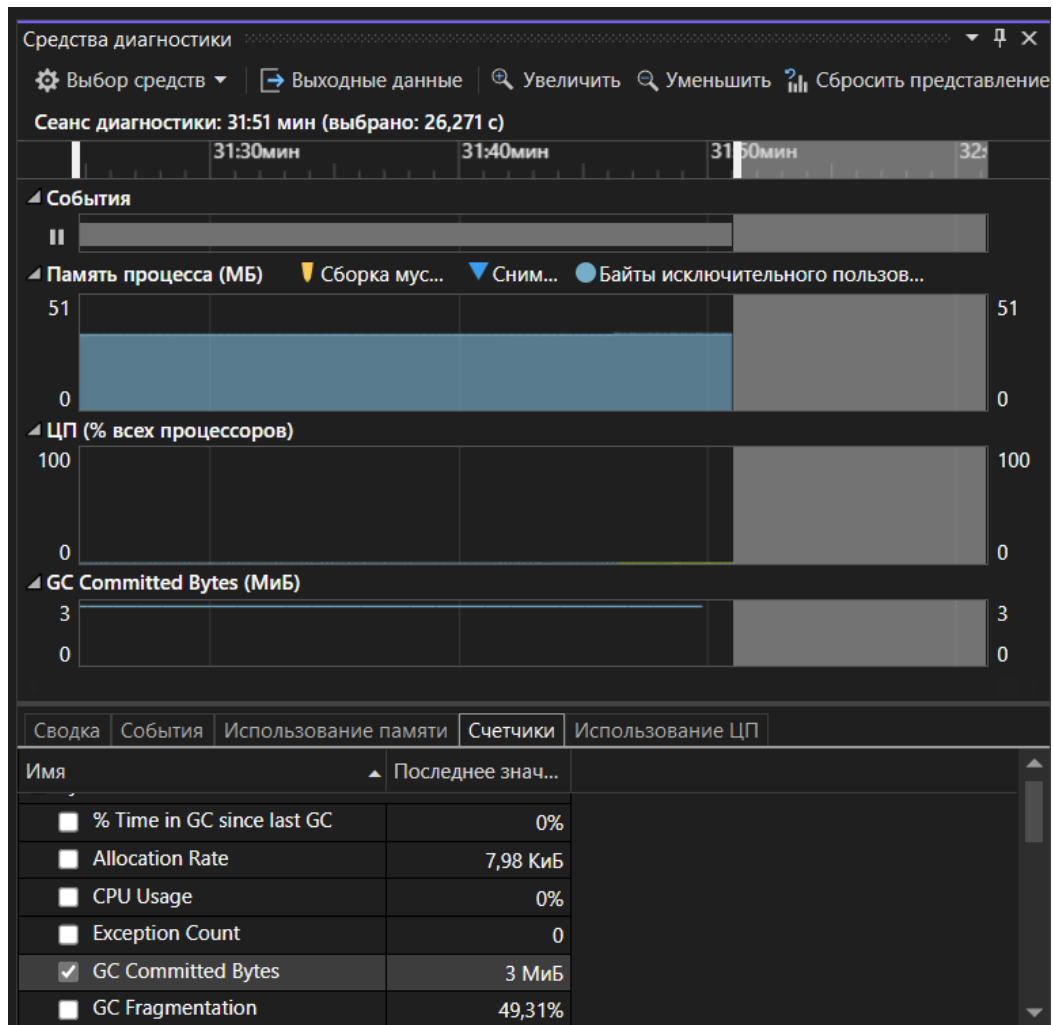


Рис. 4.13. Діагностика додатку

4.4 Аналіз безпеки використання

Одним з головних аспектів використання додатку є безпека його використання. Для проведення аналізу основних факторів вразливості проведемо аналіз основних чинників, що впливають на безпекові умови:

Безпека використання додатку

В процесі аналізу встановлено, що розроблений додаток не має ніяких функцій, що забезпечують його контрольований запуск у реальних умовах. Тобто – у додатку не має ніяких функцій, які обмежують його використання.

Цей недолік можливо усунути за рахунок додаткових системних засобів ОС WINDOWS на рівні доступу до файлової системи.

Безпека розповсюдження додатку

В межах цієї роботи не планувалося вирішити це питання, тому що додаток розроблявся як вільно розповсюджуємий.

Безпека пристроїв

Розроблена версія додатку не використовує додатковий пароль, який можна призначити окремим пристроям. Цей недолік можливо вирішити шляхом переробки структури додатку у майбутньому. Таким чином, при таких налаштуваннях включення комп'ютерів можливе шляхом використання програмних засобів інших розробників.

Мережева безпека

Аналіз розробленої версії додатку та аналіз технології, яку він використовує свідчить, що зломисник зможе використовувати цей додаток з будь якого комп'ютера мережі. Безумовно вирішення цього питання ї важливим чинником, однак технологія WoL не має методів контролю адреси відправника. Часткове вирішення цього питання за рахунок додаткових налаштувань на керованих мережевих приладах шляхом контролю за використанням порту 9, який використовується у технології Wol.

Висновки до розділу

У розділі 4 було проведено комплексне тестування розробленого програмного додатку WoL. Основною метою цього розділу було перевірити якість і надійність додатку шляхом виявлення та усунення потенційних помилок і недоліків, а також перевірки його продуктивності під різними умовами використання.

Під час функціонального тестування були перевірені основні функції додатку, зокрема, відправлення WoL пакетів, можливість додавання нових комп'ютерів до списку та можливість редагування їх даних і можливість видалення комп'ютерів зі списку. Результати показали, що додаток виконує

основні завдання, швидко і надійно відправляючи WoL пакети до віддалених комп'ютерів та ефективно керуючи списком комп'ютерів.

У процесі валідації введених даних особлива увага приділялась перевірці правильності введення MAC-адрес. Було протестовано механізми виявлення спеціальних символів і некоректних даних, що дозволило забезпечити високу точність і надійність функціонування додатку.

Під час тестування продуктивності було оцінено швидкодію додатку при відправленні WoL пакетів, його здатність працювати з великим списком комп'ютерів, а також стабільність і надійність роботи під навантаженням. Результати тестів підтвердили, що додаток демонструє високу продуктивність і здатний ефективно функціонувати навіть у складних умовах.

Загалом, проведені тести підтвердили, що розроблений додаток для Wake-on-LAN відповідає поставленим вимогам, забезпечує надійне і стабільне виконання функцій та готовий до використання в умовах реальної експлуатації. Тестування виявило сильні сторони додатку та дозволило ідентифікувати і усунути можливі проблеми, що забезпечує високий рівень якості кінцевого продукту.

Аналіз безпеки використання додатку показав, що існуюча версія додатку потребує подальшого доопрацювання в напрямках контролю безпеки використання та переробки структури магічних пакетів технології WoL шляхом додавання спеціального паролю на включення окремого комп'ютеру.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Метою даного дослідження було проаналізувати методи дистанційного ввімкнення комп'ютерів і розробити додаток, який дозволяє в умовах віддаленого доступу реалізувати функцію дистанційного ввімкнення необхідних комп'ютерів. Проблема дистанційного керування комп'ютерними системами стає дедалі актуальнішою в сучасному світі, де віддалена робота і доступ до ресурсів є нормою. WoL є технологією, яка забезпечує можливість дистанційного ввімкнення комп'ютерів, що значно полегшує управління мережею.

У процесі роботи було проведено детальне дослідження умов для ввімкнення комп'ютерів за допомогою WoL, виявлено апаратні та програмні вимоги, а також встановлено основні обмеження.

Було проаналізовано існуючі програмні аналоги: WinBox, Depicus WoL, HM Software NL WoL та SolarWinds WoL. В процесі аналізу особлива увага приділена їх архітектурі та функціоналу, що дозволило виявити сильні та слабкі сторони та визначити основні напрямки для покращення власного додатка. На основі цього сформовані вимоги до функціональності та зручності використання комп'ютерного додатка.

У ході роботи детально розглянуто користувацький інтерфейс, описано основні елементи та їх функції, що забезпечують інтуїтивне і зручне використання додатку. Крім того, проведено комплексне тестування додатку, яке включало функціональне тестування, перевірку введених даних та тестування продуктивності. На основі функціонального тестування було підтверджено, що додаток коректно виконує свої основні завдання, такі як відправлення WoL пакетів, додавання нових комп'ютерів до списку, можливість редагування та видалення даних про них. Валідація введених даних забезпечила правильність

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Спас Д.А			ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ			Літ.	Арк.	Акрушіє	
Керівник		Могильний Г.А.								59	2
Реценз.		Козуб Ю.Г.						ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ			
Н. Контр.											
Зав. каф.		Семенов М.А.									

обробки MAC-адрес, а тестування продуктивності показало, що додаток стабільно працює навіть при великих обсягах даних і під навантаженням.

Таким чином, загальна мета роботи було досягнуто – створено програмний додаток з можливістю дистанційного включення комп'ютерів миттєво успішно реалізує функцію дистанційного ввімкнення комп'ютерів, забезпечуючи високу продуктивність, надійність і зручність використання. Впровадження даного додатку буде корисним для використання у навчальних закладах та інших корпоративних мережах де є необхідність дистанційно керованого ввімкнення комп'ютерів.

Однак, аналіз безпеки використання додатку показав, що існуюча версія додатку потребує подальшого доопрацювання в напрямках контролю безпеки використання та переробки структури магічних пакетів технології WoL шляхом додавання спеціального паролю на включення окремого комп'ютеру.

В процесі безпосереднього впровадження та тестування встановлено, що важливим напрямком подальшого вдосконалення розробленого додатку є розробка додаткового модуля для планування конкретного часу включення комп'ютерів – шедулера. Однак використання та розробка цього додаткового модулю потребує більш ретельного аналізу.

Основним недоліком запропонованого додатку є обмеження використання технології WoL в межах одного сегменту L2. Таким чином ефективно його використання можливе тільки комп'ютерах які виступають в якості роутеру та мають доступ до всіх сегментів L2.

Крім того, подальше вдосконалення додатку може включати розширення функціональності, інтеграцію з іншими системами керування, додавання можливості моніторингу стану комп'ютерів у реальному часі та поліпшення користувацького інтерфейсу на основі зворотного зв'язку від користувачів.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Могильний Г.А., Аналіз програмно-апаратних засобів створення системи з віддаленим доступом до навчальних комп'ютерних лабораторій закладів середньої освіти. № 1 (277) (2023): Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля URL: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2019-256-8-5-19> (дата звернення: 10.04.2024).
2. Могильний Г.А., Семенов М.А., Кіреєв В.Ю. Впровадження системи віддаленого доступу до інформаційних ресурсів комп'ютерних лабораторій. № 2 (272) (2022): Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля URL: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2022-272-2-7-14> (дата звернення: 10.04.2024).
3. Mikrotik download. [Електронний ресурс] - URL: <https://mikrotik.com/download> (дата звернення: 11.04.2024).
4. Depicus wol gui download. [Електронний ресурс] - URL: <https://www.depicus.com/wake-on-lan/wake-on-lan-gui> (дата звернення: 11.04.2024).
5. Wake on LAN (Magic Packet) download. [Електронний ресурс] - URL: <https://apps.microsoft.com/detail/9nblggh51pb3?cid=igromania2&hl=ru-ru&gl=RU> (дата звернення: 11.04.2024).
6. SolarWinds Wake-On-LAN download. [Електронний ресурс] - URL: <https://solarwinds-wake-on-lan.softonic.ru/> (дата звернення: 11.04.2024).
7. Computer Networks: A Systems Approach / Брюс С. Деві, Ларрі Л. Петерсон. Elsevier, 2021. 848 с.
8. Що таке мережева карта та як її вибрати? [Електронний ресурс] - URL: <https://artline.ua/uk/news/chto-takoe-setevaya-karta-i-kak-ee-vybrat> (дата звернення: 21.04.2024).

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Спас Д.А							
Керівник		Донченко В.Ю.					61	2	
Реценз.		Козуб Ю.Г.				ЛНУ			
Н. Контр.						Кафедра ІТС, Гр.4КІ			
Зав. каф.		Семенов М.А.							

9. BIOS. [Електронний ресурс] - URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/BIOS>
(дата звернення: 22.04.2024).
10. UEFI. [Електронний ресурс] - URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/UEFI>
(дата звернення: 22.04.2024).
11. Wake-on-LAN. [Електронний ресурс] - URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Wake-on-LAN> (дата звернення: 24.04.2024).
12. Комп'ютерні мережі / Коробейнікова Т.І., Захарченко С.М. Львівська політехніка, 2022. 228 с.
13. Що таке локальна мережа? [Електронний ресурс] - URL: <https://www.briz.ua/blog/article/cto-takoe-lokalnaya-set> (дата звернення: 29.04.2024).
14. Глобальна обчислювальна мережа. [Електронний ресурс] - URL: <https://studfile.net/preview/5258946/page:3/> (дата звернення: 29.04.2024).
15. Що таке хмарні сервіси та їх важливості у бізнес-сфері. [Електронний ресурс] - URL: <https://ucloud.ua/shho-take-hmarni-servisy/> (дата звернення: 02.05.2024).
16. What's A VPN? & Why You [REALLY] Need One in 2024. [Електронний ресурс] - URL: <http://surl.li/uiwqgg> (дата звернення: 05.05.2024).
17. Планувальник операційної системи. [Електронний ресурс] - URL: <http://surl.li/uiwqgn> (дата звернення: 06.05.2024).
18. Функціональне тестування. [Електронний ресурс] - URL: <https://qalight.ua/baza-znaniy/funktsionalne-testuvannya/> (дата звернення: 05.05.2024).
19. Комп'ютерні мережі. Книга 1. Технології комп'ютерних мереж / Євсєєв С.П., Дженюк Н.В. Новий світ-2000, 2024. 471 с.
20. Systems Programming: Designing and Developing Distributed Applications / Річард Ентоні. Elsevier, 2015. 548 с.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ДОДАТОКИ

ДОДАТОК А

Лістинг програмного коду. Основна форма №1

```
using System;
using System.IO;
using System.Net;
using System.Net.Sockets;
using System.Windows.Forms;
namespace WoL_exe
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        private const int PORT = 9;
        public void SaveComputerData(string ComputerName, string MacAddress)
        {
            //string filePath = "C:\\Users\\ifmit\\source\\repos\\WoL_exe\\MAC-
            адреси.txt";
            string filePath = "MAC-адреси.txt";
            //додаємо нові дані до файлу
            using (StreamWriter writer = new StreamWriter(filePath, true))
            {
                writer.WriteLine(ComputerName);
                writer.WriteLine(MacAddress);
            }
        }
        private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            LoadImageIntoPictureBox();
            //string txt_NAME_only_read =
            "C:\\Users\\ifmit\\source\\repos\\WoL_exe\\MAC-адреси.txt";
            string txt_NAME_only_read = "MAC-адреси.txt"; //Імена
            //string txt_MAC_only_read =
            "C:\\Users\\ifmit\\source\\repos\\WoL_exe\\MAC-адреси.txt"; //MAC-адреси
            string txt_MAC_only_read = "MAC-адреси.txt"; //MAC-адреси
            //Імена
            if (File.Exists(txt_NAME_only_read))
            {
                string[] lines = File.ReadAllLines(txt_NAME_only_read);
                for (int i = 0; i < lines.Length; i++)
                {
                    //додаємо лише непарні рядки (назви) до checkedListBox1
                    if (i % 2 == 0)
                    {
                        checkedListBox1.Items.Add(lines[i]);
                        checkedListBox2.Items.Add(lines[i + 1].Replace(":",
                        "").Trim()); //додаємо MAC-адреси до другого checkedListBox, без розділювачів
                    }
                }
            }
            else
            {
                MessageBox.Show("Файл не знайдено");
            }
        }
        private const string IPinstitut = "192.168.100.255";
        private const string IPinstitut1 = "192.168.100.1";
        //Функція посилання Wake-on-LAN пакета
```

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

private bool SendWakeOnLan(string MacAddress)
{
    try
    {
        // Перевірка довжини MAC-адреси
        if (string.IsNullOrEmpty(MacAddress) || MacAddress.Length != 12)
        {
            throw new ArgumentException("MAC-адреса має бути 12
шістнадцяткових символів.");
        }
        // розділяємо MAC-адрес на байти
        byte[] MacBytes = new byte[6];
        for (int i = 0; i < 6; i++)
        {
            MacBytes[i] = Convert.ToByte(MacAddress.Substring(i * 2, 2),
16);
        }
        // формуємо пакет Wake-on-LAN
        byte[] MagicPacket = new byte[6 + 16 * 6];
        for (int i = 0; i < 6; i++)
        {
            MagicPacket[i] = 0xFF;
        }
        for (int i = 6; i < MagicPacket.Length; i += 6)
        {
            MacBytes.CopyTo(MagicPacket, i);
        }
        // відправляємо пакет Wake-on-LAN на широкомовну IP-адресу
        using (UdpClient client = new UdpClient())
        {
            client.Send(MagicPacket, MagicPacket.Length, new
IPEndPoint(IPAddress.Parse(IPinstitutt), PORT)); // по сети от роутера
            client.Send(MagicPacket, MagicPacket.Length, new
IPEndPoint(IPAddress.Parse(IPinstitutt1), PORT));
            client.Send(MagicPacket, MagicPacket.Length, new
IPEndPoint(IPAddress.Broadcast, PORT)); // до роутера
            return true; // позначення успіху
        }
    }
    catch (FormatException ex)
    {
        MessageBox.Show("Неправильний формат MAC-адреси: " +
ex.Message);
    }
    catch (ArgumentException ex)
    {
        MessageBox.Show("MAC-адреса має бути 12 шістнадцяткових
символів: " + ex.Message);
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show("Помилка відправки Wake-on-LAN пакета: " +
ex.Message);
    }
    return false; // позначення невдачі
}

public Form1()
{
    InitializeComponent();
}

private void label1_Click(object sender, EventArgs e)
{
}

```

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

```

        private void button1_Click(object sender, EventArgs e) // Кнопка для
ввімкнення ПК
        {
            bool something = false;
            //Перевірка чи є вибрані елементи у checkedListBox2
            foreach (var item in checkedListBox2.CheckedItems)
            {
                something = true;
                break;
            }
            if (something)
            {
                //отримуємо вибрані MAC-адреси з checkedListBox2
                List<string> selectedMA = new List<string>();
                foreach (var item in checkedListBox2.CheckedItems)
                {
                    selectedMA.Add(item.ToString());
                }
                //відправляємо пакети Wake-on-LAN для кожної вибраної MAC-адреси
                foreach (string macAddress in selectedMA)
                {
                    SendWakeOnLan(macAddress);
                }
                int temp = 0;
                MessageBox.Show("Сигнал успішно надісланий!");
            }
            else
            {
                MessageBox.Show("Будь ласка, спочатку виберіть ПК зі списку.");
            }
        }

        private void button2_Click(object sender, EventArgs e) //Кнопка
відкриття вікна для додавання нового ПК
        {
            Form2 AddForm = new Form2();
            AddForm.ComputerAdded += Form2_ComputerAdded;
            AddForm.ShowDialog();
        }

        private void Form2_ComputerAdded(object sender,
Form2.ComputerAddedEventArgs e)
        {
            SaveComputerData(e.ComputerName, e.MacAddress);
            // Оновлення списків в головній формі після додавання комп'ютера
            checkedListBox1.Items.Add(e.ComputerName);
            checkedListBox2.Items.Add(e.MacAddress.Replace(":", ""));
        }

        private void checkedListBox1_SelectedIndexChanged(object sender,
EventArgs e)
        {
            UpdateCheckedListBox2Selection();
        }

        private void UpdateCheckedListBox2Selection()
        {
            checkedListBox2.ClearSelected(); // Очистка вибір у checkedListBox2
            foreach (int index in checkedListBox1.SelectedIndices)
            {
                if (index < checkedListBox2.Items.Count)
                {
                    checkedListBox2.SetItemChecked(index, true);
                }
            }
        }
    }

```

```

private void checkedListBox1_ItemCheck(object sender, ItemCheckEventArgs
e)
{
    //оновлення вибору у checkedListBox2 при кожній зміні вибору в
checkedListBox1
    UpdateCheckedListBox2Selection();
    int selectedI = e.Index;          //отримуємо індекс вибраного
елементу
    //перевіряємо, чи елемент вибраний або ні
    if (e.NewValue == CheckState.Checked)
    {
        //встановлюємо вибір відповідного елементу у checkedListBox2
        checkedListBox2.SetItemChecked(selectedI, true);
    }
    else if (e.NewValue == CheckState.Unchecked)
    {
        //скасовуємо вибір відповідного елементу у checkedListBox2
        checkedListBox2.SetItemChecked(selectedI, false);
    }
}
private void checkBox1_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
    bool isChecked = checkBox1.Checked;
    //встановлюємо відзначення для всіх елементів у checkedListBox1
    for (int i = 0; i < checkedListBox1.Items.Count; i++)
    {
        checkedListBox1.SetItemChecked(i, isChecked);
    }
    //встановлюємо відзначення для всіх елементів у checkedListBox2
    for (int i = 0; i < checkedListBox2.Items.Count; i++)
    {
        checkedListBox2.SetItemChecked(i, isChecked);
    }
}
private void checkedListBox2_SelectedIndexChanged(object sender,
EventArgs e)
{
    for (int i = 0; i < checkedListBox2.SelectedIndices.Count; i++)
    {
        int selectedI1 = checkedListBox2.SelectedIndices[i];
        checkedListBox1.SetItemChecked(selectedI1, true);
    }
}
private void textBox2_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
}
private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Form3 EditForm = new Form3();
    EditForm.Show();
}
private void pictureBox1_Click(object sender, EventArgs e)
{
}
private void LoadImageIntoPictureBox()
{
    try
    {
        //шлях до зображення
        string image1 = @"111.png";
        string image2 = @"IMIT.png";
        //string image4 = @"///";
        //string image5 = @"///";
    }
}

```

```

        //завантаження зображення
        pictureBox1.Image = LoadImage(image1);
        pictureBox2.Image = LoadImage(image2);
        //pictureBox3.Image = LoadImage(image3);
        //pictureBox4.Image = LoadImage(image4);
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show($"Сталася помилка при завантаженні зображення:
{ex.Message}");
    }
}

private Image LoadImage(string imagePath)
{
    // Перевіряємо, чи файл існує
    if (System.IO.File.Exists(imagePath))
    {
        // Завантажуємо зображення з файлу
        return Image.FromFile(imagePath);
    }
    else
    {
        MessageBox.Show($"Файл зображення '{imagePath}' не існує");
        return null;
    }
}
}
}

```

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Б

Лістинг програмного коду. Основна форма №2

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Net.Mail;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using System.IO;
namespace WoL_exe
{
    public partial class Form2 : Form
    {
        public Form2()
        {
            InitializeComponent();
        }
        private void Form2_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            LoadImageIntoPictureBox();
        }
        public event EventHandler<ComputerAddedEventArgs> ComputerAdded;
        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            // Отримуємо назву комп'ютера та MAC-адрес з textBox3 та textBox4
            string computerName = textBox3.Text;
            string macAddress = textBox4.Text;
            //перевірка на валідність MAC-адреси
            if (!IsValidMacAddress(macAddress))
            {
                MessageBox.Show("Неправильний формат MAC-адреси", "Помилка",
                MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
                return;
            }
            //зберігаємо дані у файлі
            Form1 mainForm =
            Application.OpenForms.OfType<Form1>().FirstOrDefault();
            if (mainForm != null)
            {
                mainForm.SaveComputerData(computerName, macAddress);
            }
            this.Close();
        }
        //перевірка на непотрібні символи
        private bool IsValidMacAddress(string macAddress)
        {
            return System.Text.RegularExpressions.Regex.IsMatch(macAddress,
            "^[0-9A-Fa-f]{2}[:-]{5}([0-9A-Fa-f]{2})$");
        }
        public class ComputerAddedEventArgs : EventArgs
        {
            public string ComputerName { get; }
            public string MacAddress { get; }
            public ComputerAddedEventArgs(string computerName, string
            macAddress)
            {

```

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		


```

        ComputerName = computerName;
        MacAddress = macAddress;
    }
}
private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    this.Close();
}
private void textBox3_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
}
private void textBox4_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
}
private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
{
}
private void LoadImageIntoPictureBox()
{
    try
    {
        //шлях до зображення
        string image1 = @"111.png";
        pictureBox1.Image = LoadImage(image1);
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show($"Сталася помилка при завантаженні зображення:
{ex.Message}");
    }
}
private Image LoadImage(string imagePath)
{
    // Перевіряємо, чи файл існує
    if (System.IO.File.Exists(imagePath))
    {
        // Завантажуємо зображення з файлу
        return Image.FromFile(imagePath);
    }
    else
    {
        MessageBox.Show($"Файл зображення '{imagePath}' не існує");
        return null;
    }
}
}
}

```

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК В

Лістинг програмного коду. Основна форма №3

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using System.IO;
namespace WoL_exe
{
    public partial class Form3 : Form
    {
        //private string filePath =
"C:\\\\Users\\ifmit\\source\\repos\\WoL_exe\\MAC-адреси.txt";
        private string filePath = "MAC-адреси.txt";
        private DataTable table;
        private bool changesMade = false;    // ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЧИ БУЛИ ВНЕСЕНІ
ЗМІНИ
        private bool validationEnabled = true;
        private void dataGridView1_CellValueChanged(object sender,
DataGridViewCellEventArgs e)
        {
            // Позначаємо, що були внесені зміни
            changesMade = true;
        }
        public Form3()
        {
            InitializeComponent();
        }
        private void Form3_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            LoadData1();
            dataGridView1.CellValidating += dataGridView1_CellValidating;
//обробник подій для забезпечення того, що MAC-адреси відповідають вимогам
        }
        private void dataGridView1_CellContentClick(object sender,
DataGridViewCellEventArgs e)
        {
        }
        private void LoadData1()
        {
            if (File.Exists(filePath))
            {
                table = new DataTable();
                table.Columns.Add("Computer Name");
                table.Columns.Add("MAC Address");
                string[] lines = File.ReadAllLines(filePath);
                for (int i = 0; i < lines.Length; i += 2)
                {
                    string computerName = lines[i];
                    string macAddress = lines[i + 1];
                    table.Rows.Add(computerName, macAddress);
                }
                dataGridView1.DataSource = table;
            }
            else
            {
            }
        }
    }
}
```

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

        {
            MessageBox.Show("Файл не знайдено");
        }
    }
    private void SaveData()
    {
        if (table != null)
        {
            using (StreamWriter writer = new StreamWriter(filePath))
            {
                foreach (DataRow row in table.Rows)
                {
                    writer.WriteLine(row["Computer Name"]);
                    writer.WriteLine(row["MAC Address"]);
                }
            }
        }
    }
    private void button1_Click(object sender, EventArgs e) // Кнопка
"Підтвердити"
    {
        SaveData();
        MessageBox.Show("Дані успішно збережено!");
        this.Close();
    }
    private void button2_Click(object sender, EventArgs e) // Кнопка
"Відмінити"
    {
        DialogResult result = MessageBox.Show("Ви впевнені, що хочете
відмінити зміни?", "Підтвердження", MessageBoxButtons.YesNo,
MessageBoxIcon.Question);
        if (result == DialogResult.Yes)
        {
            changesMade = false;
            this.Close();
        }
    }
    private void dataGridView1_CellValidating(object sender,
DataGridViewCellValidatingEventArgs e)
    {
        if (e.ColumnIndex == 1 && e.RowIndex >= 0) // Перевіряємо, чи
редагується колонка MAC-адрес
        {
            string newMacAddress = e.FormattedValue.ToString();
            // Перевіряємо, чи новий MAC-адрес відповідає правильному
формату
            if (!string.IsNullOrEmpty(newMacAddress) &&
!IsValidMacAddress(newMacAddress))
            {
                MessageBox.Show("Неправильний формат MAC-адреси", "Помилка",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
                e.Cancel = true; // Відхиляємо зміни
            }
        }
    }

    private bool IsValidMacAddress(string macAddress)
    {
        return System.Text.RegularExpressions.Regex.IsMatch
(macAddress, "^[0-9A-Fa-f]{2}[:-]{5}([0-9A-Fa-f]{2})$");
    }
}

```

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Д

Стислий опис файлів програмного додатку

WoL_exe.exe – основний модуль для роботи додатка.

WoL.exe – ярлик (посилання) для зручного запуску додатка.

MAC-адреси.txt – текстовий документ для збереження даних про комп'ютери. Містить назви та MAC-адреси персональних комп'ютерів.

111.png, FonMain.png, IMIT.png, ярлык1.ico – файли зображень, потрібні для кращого виду та візуального сприйняття програми.

WoL_exe.deps.json, WoL_exe.dll, WoL_exe.pdb, WoL_exe.runtimeconfig.json – другорядні модулі для функціонування роботи додатка.

					ІТС.4КІ.0124.03-ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		