

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерної інженерії та управління

Кафедра Комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти

другий (магістерський)

Проектування та створення NAS в умовах розумного будинку на базі
одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4

Виконав:

студент II курсу, групи КІТм-22-1

Роман ЧОРНИЙ

(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Комп'ютерні інтелектуальні технології

(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. каф. КІТС Наталія СЕРДЮК

(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри

(підпис)

О.Г. Руденко

2023 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет	Комп'ютерної інженерії та управління
Кафедра	Комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Тип програми	освітньо-професійна
Освітня програма	Комп'ютерні інтелектуальні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

« ____ » _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Чорному Роману Віталійовичу1. Тема роботи (проекту) Проектування та створення NAS в умовах розумного будинку на базі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4затверджена наказом університету від " 03 " листопада 2023р. № 1290Ст2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 25 січня 2024р.3. Вихідні дані до роботи (проекту) Розглянути концепцію інтернет речей та одноплатного комп'ютера Raspberry Pi.Встановлення та налаштування ПО для локального NAS.4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі Реферат.Перелік умовних позначень,Вступ,Огляд одноплатного комп'ютера та інтернет речей,Види підтримуваних ОС,Встановлення та налаштування ПО,Підключення пристроїв в рамках розумного будинку

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням кафедри)

14 слайдів

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявністю консультантів згідно до наказу, зазначеному у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача та узгодження теми проєкту	06.11.2023	Виконано
2	Огляд стану проблеми та постановка задачі	07.11-19.11.2023	Виконано
3	Аналіз літератури за напрямком дослідження	20.11- 27.11.2023	Виконано
4	Аналіз особливостей міні-ПК та аналіз концепції IoT та NAS	28.11-03.12.2023	Виконано
5	Аналіз аналіз існуючих інструментів та засобів	04.12-10.12.2023	Виконано
6	Налаштування SMB, OMV та Transmission	11.12-24.12.2023	Виконано
7	Розробка локального серверу на основі Raspberry Pi в рамках розумного будинку	25.12-29.12.2023	Виконано
8	Підготовка ПЗ та презентаційного матеріалу	30.12-24.01.2024	Виконано
9	Подання до ДЕК	25.01.2024	Виконано
10	Захист проєкту	26.01.2024	

Дата видачі завдання «06» листопада 2023 р.

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

доцент Н. М. Сердюк

(посада, ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить 76 сторінки тексту, 21 рисуноків, 17 джерел посилання та 3 додатки.

RASPBERRY PI, LINUX, UNIX, NAS, INTERNET OF THINGS

Предмет дослідження - концепція мережевих сховищ; огляд можливостей та недоліки NAS; огляд можливостей Raspberry Pi в рамках розумного будинку; проектувати локальний NAS.

Об'єкт дослідження – NAS в умовах розумного будинку на базі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4.

Мета кваліфікаційної роботи – розробка мережевого сховища NAS в умовах розумного будинку на базі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4.

Для реалізації поставленої мети потрібно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз особливостей міні-ПК;
- провести аналіз концепції IoT та NAS;
- провести аналіз існуючих інструментів та засобів;
- обрати необхідні інструментальні засоби для реалізації завдань;
- налаштувати SMB, OMV та Transmission;
- розробити локальний сервер на основі Raspberry Pi в рамках розумного будинку.

Наведено результати огляду локального мережевого сховища, аналіз актуальності проблеми та відомих рішень, власні рішення для усунення проблеми.

ABSTRACT

The master's thesis contains 76 pages of text, 21 figures, 17 reference sources and 3 appendices.

RASPBERRY PI, LINUX, UNIX, NAS, INTERNET OF THINGS

The subject of research is the concept of network storage; overview of capabilities and disadvantages of NAS; overview of Raspberry Pi capabilities within the framework of a smart home; design a local NAS.

The object of the research is a NAS in the conditions of a smart house based on a Raspberry Pi 4 single-board computer

The purpose of the qualification work is to design a NAS network storage in the conditions of a smart house based on a Raspberry Pi 4 single-board computer.

To realize the set goal, the following tasks must be solved:

- analyze the features of a mini-PC;
- analyze the concept of IoT and NAS;
- conduct an analysis of existing tools and means;
- choose the necessary tools for the implementation of tasks;
- configure SMB, OMV and Transmission;
- develop a local server based on Raspberry Pi as part of a smart home.

The results of the review of the local network storage, analysis of the relevance of the problem and known solutions, own solutions to eliminate the problem are presented.

АНОТАЦІЯ

Чорний Р. В. Проектування та створення NAS в умовах розумного будинку на базі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4. – Магістерська кваліфікаційна робота.

Дана кваліфікаційна робота спрямована на дослідження концепції мережевих сховищ (NAS) в контексті розумного будинку та використання одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4 для створення локального NAS. У роботі проведено огляд можливостей та недоліків NAS, а також визначено об'єкт дослідження - NAS на базі Raspberry Pi 4.

Предмет дослідження - концепція мережевих сховищ; огляд можливостей та недоліки NAS; огляд можливостей Raspberry Pi в рамках розумного будинку; проектувати локальний NAS.

Об'єкт дослідження – NAS в умовах розумного будинку на базі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4.

Мета кваліфікаційної роботи полягає в розробці мережевого сховища в умовах розумного будинку, використовуючи Raspberry Pi 4. Для досягнення цієї мети визначено кілька завдань, включаючи аналіз особливостей міні-ПК, аналіз концепцій IoT та NAS, вибір інструментальних засобів, налаштування необхідних сервісів (SMB, OMV, Transmission) та розробку локального сервера на основі Raspberry Pi.

У першому розділі роботи проведено детальний аналіз предметної області. Інтернет Речей визначає новий рівень автоматизації та сприяє розробці інтелектуальних систем, що полегшують життя людей та оптимізують різні галузі, від домашнього господарства до промисловості. Мета впровадження Інтернету Речей полягає в тому, щоб перетворити наше оточення, роблячи фізичні об'єкти спроможними взаємодіяти, обмінюватися даними та функціонувати більш інтелектуально. У результаті дослідження проведено огляд

локального мережевого сховища, виявлено особливості та переваги міні-ПК, проаналізовано концепцію IoT та NAS.

У другому розділі дослідження розглянуто процес реалізації та аналіз існуючих інструментів та засобів, обрано необхідні для реалізації завдань. Наведено результати налаштування необхідних сервісів та розробки локального сервера на базі Raspberry Pi для використання в розумному будинку. Однією з затребуваних технологій, доступною на даний момент, безумовно є методологія RAID (надлишковий масив незалежних дисків) – це спосіб зберігання одних і тих же даних у різних місцях на декількох жорстких дисках або твердотільних накопичувачах, що запобігає можливій втраті користувачьких матеріалів у разі непередбаченого збою одного із запам'ятовуючих дискових носіїв. Архітектура системи NAS на базі Raspberry Pi 4 обрана з урахуванням особливостей цього комп'ютера. Найбільш підходящою архітектурою даного проекту може бути централізована архітектура, де Raspberry Pi 4 виступає у ролі центрального сервера зберігання даних

У третьому розділі для успішної реалізації системи NAS вибрано одноплатний комп'ютер Raspberry Pi 4. Цей вибір обґрунтований його високою продуктивністю, надійністю, а також підтримкою широкого спектра периферійних пристроїв. Raspberry Pi 4 оснащений чотирма ядрами Cortex-A72 та різноманітними портами для підключення додаткових пристроїв. У рамках налаштування одноплатного комп'ютера Raspberry Pi для створення мережевого сховища NAS, також звернувши увагу на його потенціал як домашній сервер. Це відкриває можливості для локального зберігання даних, забезпечуючи зручність та незалежність від хмарних рішень.

Разом з тим, слід врахувати, що Raspberry Pi, незважаючи на свою гнучкість, має обмежені ресурси, що може обмежувати його використання в більш вимогливих додатках. Однак його недоліки компенсуються широким спектром застосування та доступністю для широкої аудиторії.

Робота містить власні рішення для усунення проблем, що виникають при проектуванні та використанні мережевого сховища в умовах розумного будинку на базі Raspberry Pi 4.

RASPBERRY PI, LINUX, UNIX, NAS, INTERNET OF THINGS

Публікації здобувача за темою роботи:

Чорний Р.В. Проблеми забезпечення безпеки в пристроях IoT. Матеріали XVI Всеукр. наук.-практ. WEB конф. аспірантів, студентів та молодих вчених «Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі» КІСМ-2023, м. Кривий Ріг, 21-23 березня 2023 р., Кривий Ріг, 2023. С. 153.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.	12
Вступ.....	13
1 Огляд концепції інтернету речей та одноплатного комп'ютера raspberry в області домашнього NAS.....	14
1.1 Глобальне значення інтернету речей.....	14
1.2 IoT-концепція та технологія.....	16
1.3 Network-attached storage.....	17
1.3.1 Ключові особливості та недоліки NAS.....	18
1.3.2 Архітектура та компоненти NAS.....	19
1.4 Розгортання приватної хмари для організацій.....	21
1.5 Типи пристроїв NAS та принцип зберігання.....	21
1.5.1 Відмінності DAS, NAS та SAN.....	24
1.6 Питання безпеки.....	26
1.7 Технологія RAID.....	27
1.7.1 Принцип роботи.....	28
1.7.2 RAID 0.....	30
1.7.3 RAID 1.....	31
1.7.4 RAID 2.....	32
1.7.5 RAID 3.....	32
1.8 Технологічні тенденції у сфері зберігання даних.....	33
1.9 Майбутнє технології.....	33
1.10 Шлюзи та їх захист.....	34
1.11 Історія виникнення IoT та NAS.....	35
1.12 Raspberry Pi.....	37
1.13 Історія міні-ПК Raspberry Pi.....	39
1.14 Операційні системи для Raspberry Pi.....	44
1.15 Проекти на Raspberry Pi.....	49
1.15.1 Суперкомп'ютер на базі Raspberry Pi та Lego.....	49
1.15.2 Адаптер для ретроконтролерів на базі Raspberry Pi Pico.....	50

2 Проектування системи nas на базі Raspberry PI 4.....	51
2.1 Архітектура системи.....	51
2.1.1 Вибір та обґрунтування архітектури.....	51
2.2 Інтеграція з розумним будинком та взаємодія з розумними пристроями.....	53
2.3 Роль NAS у цифровій екосистемі розумного будинку.....	54
3. Реалізація проекту.....	55
3.1 Апаратне забезпечення.....	55
3.1.1 Встановлення та налаштування програмного забезпечення.....	56
Висновки.....	64
Перелік джерел посилання.....	66
Додаток А.....	68
Додаток Б.....	75

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І
ТЕРМІНІВ

IoT - Intern et of things

UNIX - Uniplexed Information and Computing System

OS - Operating system

МК - Мікрокомп'ютер

NAS - Network-attached storage

МСД – Мережеве сховище даних

ВСТУП

В епоху стрімкого технологічного прогресу сфера "Інтернет речей" (IoT) активно проникає у повсякденне життя, трансформуючи звичні аспекти суспільного побуту. У цьому контексті концепція розумного будинку стає вкрай актуальною, надаючи можливість інтеграції різних пристроїв для підвищення комфорту, ефективності та безпеки.

Дане дослідження присвячене проектуванню та створенню системи зберігання даних NAS в умовах розумного будинку на основі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4. Розглядаючи важливість ефективного вирішення завдань зберігання та обробки інформації в рамках розумного будинку, обрана тема дозволяє зосередити увагу на дослідженні можливостей та обмежень використання компактного, але потужного одноплатного комп'ютера для створення доступної та ефективної системи зберігання даних.

Мета кваліфікаційної роботи – проектування та створення мережевого сховища NAS в умовах розумного будинку на базі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4.

Для реалізації поставленої мети потрібно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз особливостей міні-ПК;
- провести аналіз концепції IoT та NAS;
- провести аналіз існуючих інструментів та засобів;
- обрати необхідні інструментальні засоби для реалізації завдань;
- налаштувати SMB, OMV та Transmission;
- розробити локальний сервер на основі Raspberry Pi в рамках розумного будинку.

Наукова новизна даної роботи полягає у дослідженні та реалізації мережевих сховищ, їх функціональність, переваг та недоліків, аналізу можливостей одноплатних комп'ютерів.

1 ОГЛЯД КОНЦЕПЦІЇ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ТА ОДНОПЛАТНОГО КОМП'ЮТЕРА RASPBERRY В ОБЛАСТІ ДОМАШНЬОГО NAS

1.1 Глобальне значення інтернету речей

Інтернет Речі (IoT) – це концепція, що визначає мережу взаємодіючих фізичних об'єктів, які оснащені датчиками, програмним забезпеченням та здатні обмінюватися даними через мережу без прямого людського втручання. У сутності, це розширення інтернету на об'єкти навколишнього середовища, створюючи "розумне" оточення, де пристрої можуть спілкуватися, аналізувати та взаємодіяти для вирішення завдань безпосередньо чи за допомогою центрального обчислювального вузла.

Основні аспекти терміну "Інтернет Речей" включають в себе підключеність об'єктів до мережі, використання різноманітних датчиків для збору даних, передачу цих даних через мережу для обробки та аналізу, а також здатність об'єктів взаємодіяти один з одним на основі отриманої інформації.

Інтернет Речей визначає новий рівень автоматизації та сприяє розробці інтелектуальних систем, що полегшують життя людей та оптимізують різні галузі, від домашнього господарства до промисловості.

Мета впровадження Інтернету Речей полягає в тому, щоб перетворити наше оточення, роблячи фізичні об'єкти спроможними взаємодіяти, обмінюватися даними та функціонувати більш інтелектуально. Це охоплює широкий спектр цілей:

- автоматизація та зручність, впровадження IoT спрямоване на автоматизацію рутинних процесів і створення зручних рішень для користувачів у повсякденному житті. Наприклад, розумні побутові пристрої, які можуть керувати освітленням, температурою та іншими параметрами за допомогою смартфона;

- ефективність та оптимізація, IoT дозволяє підвищувати ефективність в різних галузях, від виробництва до транспорту та логістики, за допомогою взаємодії та обміну даними між підключеними пристроями;

- раціональне використання ресурсів, шляхом моніторингу та автоматизації, IoT допомагає раціонально використовувати ресурси, зменшуючи витрати енергії, води та інших обмежених матеріалів;

- покращення якості життя, застосування IoT у сферах охорони здоров'я, безпеки та дому призводить до покращення якості життя, забезпечуючи персоналізовані та зручні рішення;

- розвиток інновацій, впровадження IoT стимулює технічний прогрес та розвиток нових технологій, що в свою чергу сприяє інноваціям та економічному зростанню.

Загальна мета полягає в створенні інтелектуального середовища, де підключені пристрої спільно працюють для поліпшення якості нашого життя та оптимізації використання ресурсів.

Інтернет Речей (IoT) має за мету полегшити взаємодію шляхом створення інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів для користувачів та забезпечення автоматизації різних процесів. Це досягається шляхом розвитку:

- інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів користувача, які дозволяють легко взаємодіяти з підключеними пристроями через мобільні додатки чи голосові асистенти;

- автоматизації рутинних завдань та налаштування сценаріїв, спрощуючи щоденне життя користувача;

- взаємодії на основі простої присутності, де пристрої реагують на присутність людини та адаптуються до її потреб;

- міжпристроєвої комунікації, що дозволяє пристроям обмінюватися інформацією без прямого втручання людини;

- можливості віддаленого керування, які дозволяють користувачам контролювати підключені пристрої віддалено через Інтернет.

Це спрямовано на створення зручного та ефективного середовища, де взаємодія з технологією стає природною та доступною для всіх користувачів.

1.2 IoT-концепція та технологія

За термінологією експертів з Cisco Business Solutions Group (CBSG), Інтернет речей (IoT) означає стан мережі, який розпочинається в момент, коли кількість "речей або об'єктів", що з'єднані з глобальною мережею, перевищує загальне населення Землі [3]. CBSG підтверджує свої висновки розрахунками, вказуючи, що зростання кількості мобільних пристроїв та планшетів привело до того, що в 2010 році кількість підключених пристроїв до Інтернету сягнула 12,5 млрд., що перевищує населення Землі в 7 млрд. Таким чином, на кожну людину припадає 1,7 підключених пристроїв. За даними CBSG, ера "Інтернету речей" визначилася між 2003 та 2010 роками, коли кількість пристроїв перевищила населення Землі, вказуючи на перехід до розумного будинку IoT.

Cisco зазначає, що в зв'язку з терміном IoT відбулося різке збільшення підключених мобільних пристроїв, в той час як IDC чітко визначає, що IoT-пристрої мають бути автономно з'єднані з Інтернетом і передавати сигнали без участі людського фактора. Смартфони, керовані користувачами, в цьому контексті не вважаються IoT-пристроями [4].

Інтернет речей" (IoT) – це мережа, що може бути провідною чи бездротовою, яка об'єднує пристрої з автономним живленням. Ці пристрої контролюються інтелектуальними системами, що функціонують на високорівневій операційній системі. Вони самостійно підключаються до Інтернету, мають здатність виконувати власні або хмарні додатки та обробляти дані за допомогою тонких і товстих клієнтів. Крім того, вони можуть захоплювати, аналізувати, передавати та приймати дані від інших систем.

Ілюстрація, яку наводить корейський автор Sunsig Kim у своїй статті з 2012 року, підкреслює, що IoT є наступним етапом розвитку порівняно з технологією M2M. З іншого боку, деякі публікації, включаючи IDC, стверджують, що M2M

на даний момент є частиною технології IoT, як її попередниця. На рисунку 1.1 зображено перехід від технологій M2M до технологій IoT.

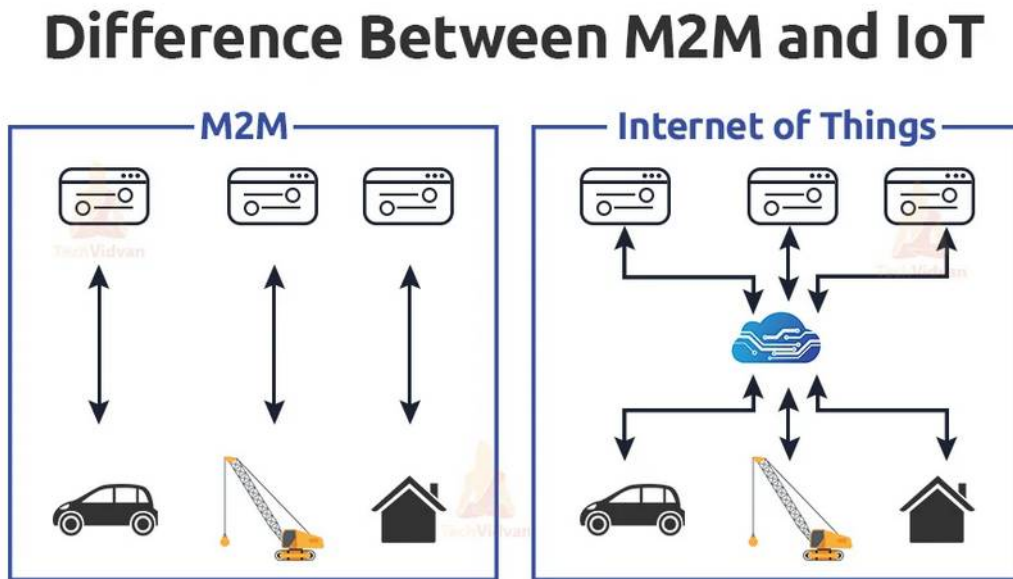


Рисунок 1.1 - Перехід від технологій M2M до технологій IoT

1.3 Network-attached storage

Network-attached storage (NAS) – це пристрій зберігання даних, призначений для зберігання файлів, який забезпечує постійний доступ до даних для ефективної роботи співробітників по мережі. Будь-яка комп'ютерна мережа має взаємопов'язані серверні та клієнтські машини, які надсилають запити на сервери. Пристрої NAS – це спеціальні сервери, які обробляють лише запити на зберігання даних та обмін файлами. Вони надають швидкі, безпечні та надійні послуги зберігання для приватних мереж.

Великі та малі підприємства у багатьох галузях обирають рішення NAS, оскільки вони пропонують ефективне, масштабоване та недороге сховище. У порівнянні з іншими серверами файлові сервери NAS забезпечують швидший доступ до даних, є більш простими у налаштуванні та керуванні[11]. Такі сервери можуть підтримувати різні бізнес-додатки, включаючи приватні системи

електронної пошти, бухгалтерські бази даних, платіжні відомості, запис та редагування відео, реєстрацію даних та бізнес-аналітику.

1.3.1 Ключові особливості та недоліки NAS

У будь-якій технології є свої особливості та недоліки. Для ефективного використання тієї чи іншої технології необхідно враховувати всі критерії.

Особливості NAS:

- мережевий доступ. NAS використовує мережне підключення, а отже можна отримати віддалений доступ до файлів з десятків та сотень пристроїв одночасно;

- централізоване зберігання. Не потрібно дублювати файли, простіше робити резервне копіювання, коли файл існує в єдиній версії;

- резервування даних. NAS часто має функції автоматичного резервного копіювання даних;

- безпека даних: Є можливість шифрування та керування доступом до файлів для підвищеної безпеки;

- стрімінг: Можна використовувати як медіа-сервер, стримувати мультимедійний контент на інші пристрої мережі;

- операційна система. Зазвичай у NAS-пристроїв є власна повноцінна операційна система (TrueNAS, XigmaNAS, OpenMediaVault, NAS4Free, Windows або Linux) для керування файлами та мережевої взаємодії;

- протоколи. NAS працює з різними мережевими протоколами, наприклад, SMB/CIFS, NFS, FTP, SFTP, HTTP, WebDAV, DC, BitTorrent.

Недоліки NAS:

- пропускна спроможність мережі. Продуктивність NAS обмежена пропускнуою спроможністю мережі;

- залежність від мережі. Якщо мережа впаде, у вас немає доступу до NAS;

- безпека. Мережеве підключення вимагає додаткових заходів безпеки – контроль доступу, фаєрволи, шифрування тощо;

- обчислювальні ресурси. Максимальний обсяг даних масштабується добре, але обчислювальні ресурси NAS зазвичай обмежені.

1.3.2 Архітектура та компоненти NAS

Дисковий простір системи NAS зазвичай складається з декількох пристроїв зберігання, об'єднаних в RAID - технології об'єднання фізичних дискових пристроїв у логічний модуль, для підвищення стійкості до відмов і продуктивності.

NAS-сервер зазвичай складається з наступних компонентів.

Фізичне сховище та накопичувачі. Це фізичний пристрій (наприклад, сервер або МСД з файловими протоколами) або група пристроїв (кластер) для зберігання даних. Внутрішньо встановлюють жорсткі диски (HDD) або твердотільні накопичувачі (SSD). Якщо сервер і контролер підтримують, то накопичувачі можна організувати в RAID-масив (Redundant Array of Independent Disks) для підвищення стійкості до відмов і/або продуктивності.

Живлення та охолодження. Для цілодобової роботи потрібне джерело безперебійного живлення та резервний блок живлення в самому пристрої. Якщо ваш NAS-пристрій – це пристосований сервер загального призначення.

Мережева плата. Найчастіше NAS підключають до мережі за допомогою RJ45-порту, але бувають інші варіанти — залежить від мережевої плати сервера чи моделі NAS. Для базових завдань потрібен щонайменше 1 Гбіт/с порт, а просунутих від 2.5 до 10 Гбіт/с. Не всі NAS підтримують встановлення або заміну мережних плат, тому вибирайте із запасом на майбутнє.

Процесор (CPU) та пам'ять (RAM). Процесор та оперативна пам'ять потрібні для обробки даних та мережних запитів, управління файловою системою та достатньою продуктивністю сховища даних.

Інтерфейс керування. Інтерфейс керування дозволяє адміністраторам налаштовувати та контролювати параметри сховища, а також моніторити стан системи. У звичайних NAS це виглядає як звичайний робочий стіл ПК.

Протоколи доступу. Network File System (NFS) для UNIX-подібних систем та Server Message Block (SMB/CIFS) для Windows-систем, FTP (File Transfer Protocol), SFTP (SSH File Transfer Protocol) та AFP (Apple Filing Protocol).

Резервування. Багато NAS-пристроїв дозволяють створювати резервні копії на зовнішні пристрої, інші NAS або в хмарні сховища. Зазвичай інструменти вбудовані, потрібно лише вибрати дані, налаштувати розклад та вказати місце зберігання копій. Однак у серверах загального призначення резервування не завжди вбудоване (є обмежений функціонал у Windows Server та Linux-дистрибутивах) і потребує окремого ПЗ.

Засоби шифрування та безпеки. NAS може шифрувати дані на рівні папок і томів, а можуть на рівні протоколів SSL/TLS під час передачі даних через мережу. Для безпеки можна налаштувати двофакторну автентифікацію, створювати облікові записи та групи користувачів з обмеженими правами доступу, централізовано керувати ними, використовувати антивірусне програмне забезпечення, захищені протоколи SFTP та SSL-сертифікати.

Засоби моніторингу та журналування. Журнал дозволяє дізнаватися, хто, що і коли робив з файлами. Аудит доступу допомагає виявляти несанкціонований доступ, аномальну поведінку чи порушення політик безпеки. Можна автоматизувати сповіщення про підозрілу активність (наприклад, повторювані невдалі спроби входу).

1.4 Розгортання приватної хмари для організацій

Приватна хмара – це хмара, де розміщуються ресурси з власного центру обробки даних організації. Така хмара може ґрунтуватися на внутрішніх апаратних ресурсах або окремій інфраструктурі, наданій третьою стороною.

Організації використовують рішення NAS для виконання ряду завдань, включаючи:

- зберігання файлів та спільна робота над ними;

- створення активних архівів даних або для резервного копіювання даних та аварійного відновлення;
- розміщення інфраструктури віртуальних робочих столів;
- тестування та розробка веб-додатків та веб-додатків на стороні сервера;
- потокові медіафайли та торенти;
- зберігання зображень та відео, які потребують частого доступу;
- створення внутрішнього репозиторію друку.

Наприклад, медіакомпанія щодня створює безліч зображень. Однак компанія не може постійно передавати ці дані в хмару через затримку в мережі. Натомість організація використовує високопродуктивний пристрій NAS для зберігання файлів. Будь-який співробітник може отримати доступ до цих файлів та редагувати їх через мережу компанії.

1.5 Типи пристроїв NAS та принцип зберігання

Існує три основні типи сховищ. У файловому сховищі можна зберігати дані у файлах, організувати файли в папки та розміщувати їх у ієрархії каталогів та підкаталогів. Це популярний та відомий тип сховища.

У блоковому сховищі файл розбитий на дрібніші фрагменти (або блоки), причому кожен блок зберігається окремо під унікальною адресою. Комп'ютер може зберігати блоки будь-якої області пристрою. Операційна система сервера використовує унікальну адресу для повторного збирання блоків у файл. Це швидше, ніж переглядати ієрархію для доступу до файлу.

Об'єкти – це дискретні одиниці даних, які зберігаються без ієрархії чи структури. Кожен об'єкт включає дані, описову інформацію про дані (метадані) і унікальний ідентифікаційний номер. Використовуючи цю інформацію, системне програмне забезпечення може знайти і отримати доступ до об'єкта.

Кожен тип сховища можна використовувати по-різному. Наприклад, файлове сховище для локального обміну файлами та блокове сховище для високопродуктивних програм. З іншого боку, можна використовувати сховище

об'єктів для зберігання неструктурованих даних, таких як електронна пошта, відео, файли зображень, веб-сторінки та дані датчиків, які створені Інтернетом речей (Internet of Things, IoT).

Пристрої NAS з вертикальним масштабуванням складаються з накопичувачів, якими управляє пара контролерів. Для розширення ємності сховища потрібно додатково купувати накопичувачі NAS. Контролери мають обмеження щодо продуктивності та ємності. Вони можуть оптимально керувати лише фіксованою кількістю накопичувачів. Після перевищення ліміту потрібно купувати новий пристрій із підтримкою вертикального масштабування. В результаті виходить два автономні файлові сховища. У зв'язку з цим доводиться вручну розподіляти файлові дані та керувати ними між двома сховищами, що призводить до збільшення витрат.

Пристрої NAS з горизонтальним масштабуванням складаються з груп серверів, що пропонують логічні номери пристроїв або загальні файлові ресурси мережі. У них також є контролери та накопичувачі. Контролери можуть поєднувати кілька фізичних пристроїв, щоб вони працювали як одна логічна одиниця. Система лінійно масштабується, а продуктивність підвищується зі збільшенням ємності.

Мережа зберігання даних (SAN) – це високошвидкісна мережа, що з'єднує кілька серверів з широким спектром пристроїв зберігання. Організації використовують SAN для реплікації та захисту всіх своїх сховищ як єдиний колективний ресурс, а також отримання до них централізованого доступу. Крім того, SAN використовує додаткові технології, такі як RAID та дедуплікація даних, щоб оптимізувати ємність та надійність сховища.

NAS та SAN є мережевими системами зберігання. Вони об'єднують ємність сховищ і розподіляють її між серверами додатків високошвидкісної мережі. Основна відмінність між ними полягає в тому, як їх сприймають користувачі. Для клієнтів NAS працює як файлова система, а SAN – операційна система. Система NAS обробляє запити окремі файли, а SAN управляє запитом на безперервні блоки даних. Системи NAS та SAN також використовують різні

базові протоколи та технології. Система SAN більш гнучка для користувачів, але її налаштування та керування можуть коштувати дорожче.

Сховище з прямим підключенням (DAS) – це сховище, яке можна безпосередньо підключити до серверного пристрою. Найбільш поширеним прикладом DAS є зовнішній жорсткий диск, підключений кабелем. Тільки хост-сервер може отримати доступ до даних безпосередньо. Іншим пристроям доводиться вимагати дані з хост-пристроїв.

DAS – попередник NAS. Система DAS підключається безпосередньо до серверів, тому гнізда розширення на сервері обмежують як масштаб, так і можливості підключення. Розмір DAS також обмежує ємність сховища та дозволяє підключити лише невелику кількість портів або з'єднань з хостом. Ця система погано піддається спільному використанню та складна в управлінні.

1.5.1 Відмінності DAS, NAS та SAN

Нині дані є важливою складовою нашого життя. А коли мова заходить про динамічне зростання обсягу даних, їхню безпеку та зберігання, то існують різні стратегії, які приймаються користувачами, залежно від розміру та важливості даних.

Спільне використання даних:

- DAS: підходить для одного сервера або програми;
- NAS: підтримує безліч користувачів та програм через мережеві протоколи;
- SAN: спільне використання даних між кількома серверами, ідеально підходить для великої кількості користувачів та програм.

Продуктивність:

- DAS: висока продуктивність окремих серверів;
- NAS: середня продуктивність підходить для загального доступу до файлів, але не завжди ідеальна для додатків з високими вимогами до продуктивності;

- SAN: висока продуктивність, особливо при використанні хороших контролерів та швидкісних інтерфейсів Fibre Channel, Ethernet або взагалі будь-якої ІВ.

Масштабованість:

- DAS: мала масштабованість. Вертикальна обмежена можливостями корпусу пристрою та пропускною здатністю інтерфейсу, а горизонтальна – кількістю роз'ємів у сервері/ПК;

- NAS: середня масштабованість. Є кластеризація, розширення сховищ, але із збільшенням обсягу даних може бути проблеми з продуктивністю (якщо система заздалегідь не спроектована з урахуванням високого навантаження);

- SAN: висока масштабованість. Дозволяє додавати СГД та сервери без переривання роботи системи. Розподілена інфраструктура дозволяє розподіляти навантаження та нарощувати продуктивність системи в реальному часі.

Складність управління:

- DAS: простий у встановленні та налаштуванні, але кожен пристрій потрібно обслуговувати окремо, що проблемно при великій кількості серверів та DAS;

- NAS: відносно простий в управлінні завдяки підключенню до мережі та централізованого доступу до файлів. Але при масштабуванні та збільшенні кількості користувачів потрібне уважне керування (наприклад, налаштування безпеки, включаючи права доступу);

- SAN: більш складний у налаштуванні та керуванні. Потрібні спеціалізовані навички адміністрування. Але рівень контролю та керованість вкрай високі.

Безпека та надійність:

- DAS: відносно високий рівень надійності, оскільки сховище прямо підключено до сервера, а це мінімум точок відмови. Безпека також висока,

оскільки немає підключення до мережі, а значить для доступу до даних потрібен доступ до сервера;

- NAS: висока надійність при налаштованому резервуванні даних та дублювання точок відмова;

- практично всі NAS-системи, крім простих домашніх, підтримують RAID масиви для захисту від збоїв дисків. Високий рівень безпеки, але потрібне правильне налаштування системи керування доступом та шифрування даних (оскільки є мережевий доступ до даних);

- SAN: максимальна надійність і доступність при правильному та ретельному налаштуванні. Можна реалізувати автоматичне резервування та дзеркало даних, шифрування, RAID-масиви, кластеризацію. Для підвищення безпеки потрібні засоби моніторингу, контролю доступу, журналування та аудиту.

1.6 Питання безпеки

Одним із важливих питань у даному випадку залишається захист даних. Якщо нова мережа не буде повністю безпечною, користуватися нею ніхто просто не стане.

Дані – це кров інтернету речей. Відповідно, вся система безпеки корпоративного інтернету речей має будуватися довкола захисту даних. Це означає, що незважаючи на важливість захисту на рівні пристроїв та програм, забезпечення безпеки на рівні даних залишається головним завданням [4].

Мережеве сховище (Network Attached Storage, NAS) є високофункціональним пристроєм, призначеним для централізованого зберігання даних і забезпечення доступу до них через мережу. Концепція безпеки NAS відіграє ключову роль у захисті конфіденційності, цілісності та доступності даних, що зберігаються.

Особливу увагу слід звернути на безпеку пристроїв для централізованого зберігання даних Network Attached Storage. Гарантування конфіденційності,

цілісності та доступності даних, що знаходяться на NAS, визначає ключовий аспект безпеки інформаційної інфраструктури.

Аспекти безпеки NAS включають в себе автентифікацію та авторизацію. Використання надійних паролів, створення унікальних облікових записів, і інтеграція систем керування доступом, таких як LDAP або Active Directory, є необхідними компонентами цього процесу. Шифрування даних як у спокійному стані, так і під час їх передачі, забезпечує додатковий рівень захисту.

Фізична безпека також відіграє важливу роль, і забезпечення обмеженого фізичного доступу, розміщення в окремих закритих приміщеннях, а також використання засобів захисту від крадіжки та пожежі стають важливими аспектами у забезпеченні повної безпеки. Реалізація цих заходів залежить від конкретних потреб та умов, забезпечуючи комплексний підхід до захисту даних.

1.7 Технологія RAID

Стрімкий розвиток комп'ютерних технологій послужило стимулом як створення і повсюдному впровадженню у різноманітні сфери діяльності користувачів сучасних зразків персональних комп'ютерних пристроїв, а й призвело до розвитку нових зразків різних комплектуючих.

Застосування вдосконалених елементів для внутрішнього наповнення комп'ютерних пристроїв дозволило суттєво збільшити потенціал і, закладені виробниками, функціональні здібності кінцевих виробів, що сукупно дозволяють значно збільшити як рівень взаємодії користувачів, так і продуктивність при виконанні будь-яких високо витратних та трудомістких обчислювальних операцій, зводячи час пошуку введення-виведення даних до мінімуму.

Масове задіяння комп'ютерних пристроїв призвело до стрімкого зростання, що регулярно використовуються користувачі для вирішення затребуваних завдань, інформаційних матеріалів, варіант представлення яких є електронно-цифровим форматом. Існуючі ресурси перекладаються, а нові спочатку створюються у вигляді відображення, що підтримується комп'ютерними

пристроями. Доступний обсяг цифрових даних користувача постійно збільшується і вимагає наявності універсальних і безпечних способів зберігання, здатних забезпечити прямий безпосередній миттєвий доступ до будь-яких затребуваних електронних ресурсів без затримок і збоїв[16].

Однією з затребуваних технологій, доступною на даний момент, безумовно є методологія RAID (надлишковий масив незалежних дисків) – це спосіб зберігання одних і тих же даних у різних місцях на декількох жорстких дисках або твердотільних накопичувачах, що запобігає можливій втраті користувацьких матеріалів у разі непередбаченого збою одного із запам'ятовуючих дискових носіїв. Система, що складається з надлишкового числа пристроїв, що запам'ятовує, має на увазі різну форму організації масиву дисків і представлена відмінними варіантами рівневої побудови RAID, кожен з яких має свої переваги і недоліки. Незважаючи на те, що основною метою технології віртуалізації дисків RAID є забезпечення надійного способу зберігання інформації, не всі моделі масивів налаштовані на надмірність, що дозволяє повертати втрачені компоненти.

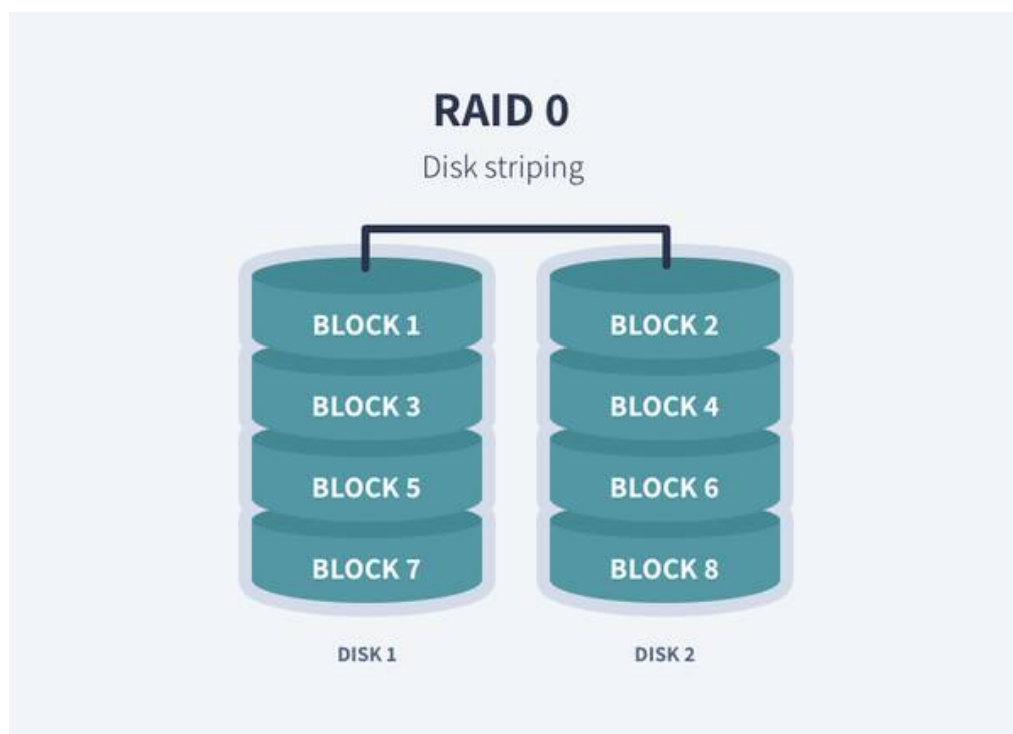


Рисунок 1.2 – RAID 0

1.7.1 Принцип роботи

Головний основний принцип роботи RAID полягає в розміщенні даних користувача на декількох дисках. Даний підхід дозволяє операціям введення-виводу, безпосередньо пов'язаними з передачею даних на комп'ютер або з комп'ютера, збалансованим чином перекривати один одного, суттєво покращуючи підсумкову продуктивність. Оскільки використання кількох дисків, технологічна умова закладена в системі RAID за замовчуванням, збільшує середній час між відмовими MTBF (Mean Time Between Failures – це показник надійності апаратного продукту або компонента, значення якого для більшості елементів зазвичай складає тисячі або навіть десятки тисяч годин між відмовими). наприклад, для жорстких дисків середній час напрацювання на відмову може варіюватися в межах 300000 годин), надлишкове зберігання даних як наслідок підвищує стійкість до відмови. Цей критерій надійності має велике значення, оскільки відповідає за здатність системи забезпечувати безперебійне обслуговування RAID і запобігати катастрофічному збою, незважаючи на відмову одного або декількох компонентів.

RAID-масиви відображаються в операційній системі у вигляді єдиного логічного диска і, залежно від вибраної специфікації, використовують методи дзеркалювання або чергування дисків. Функція дзеркалювання копіює ідентичні дані більш ніж на один диск доступного масиву, що дозволяє при поломці окремого накопичувача повернути втрачені дані. Чергування розділів допомагає розподіляти інформаційні матеріали кількома дисками. Дісковий простір кожного диска, безпосередньо призначений для зберігання, розділений на блоки відповідно до єдиного розміру від сектора 512 байт до кількох мегабайт. І заповнення інформацією блоків відбувається адресно та по черзі, внаслідок чого значно підвищується загальна швидкість та продуктивність. Варіанти дзеркалювання та чергування можуть виступати як окремими рівнями RAID, так

і об'єднані в єдиний загальний масив з різними характерними внутрішніми параметрами.

В однокористувацькій системі, де зберігаються великі записи, блоки зазвичай встановлюються невеликих розмірів, щоб один запис був розташований на всіх доступних дисках і до неї можна було швидко отримати доступ, здійснюючи операцію читання одночасно відразу з усіх дисків [17].

У розрахованій на багато користувачів системі, для підвищення продуктивності, потрібен досить великий одиничний блок, що дозволяє розміщувати записи типового або максимального розміру і дозволяє здійснювати перекриваються, між задіяними накопичувачами, дискові операції введення-виведення даних.

1.7.2 RAID 0

RAID 0 (чергування дисків) – цей рівень задіює процес поділу масиву даних на одиничні блоки з подальшим їх розподілом по декільком пристроям зберігання, таким як жорсткі диски HDD або твердотільні накопичувачі SSD, об'єднаних у сукупну групу. Блоки розподіляються послідовно і містять кожен свою частину даних на окремому диску.

Оскільки чергування розподіляє дані про більшу кількість фізичних дисків, кілька дисків можуть отримати доступ до вмісту файлу, що дозволяє швидше виконувати операції запису та читання відповідно. Проте, на відміну інших рівнів, «RAID 0» немає парності. Чергування дисків без даних парності своєю чергою немає надмірності чи отказоустойчивости. Це означає, що у разі збою диска всі дані на ньому будуть втрачені.

Системи зберігання виконують чергування дисків по-різному. Система може чергувати дані на рівні байтів, блоків або розділів або чергувати дані на всіх або деяких дисках кластера. Наприклад, система зберігання з десятьма жорсткими дисками може розділити блок розміром 64 КБ на першому, другому, третьому, четвертому та п'ятому дисках, а потім почати знову з першого диска.

Інша система може видалити 1 МБ даних на кожному із десяти дисків, перш ніж повернутися на перший диск, щоб повторити процес.

RAID 0 найкраще використовуватиме сховища, наявність захисту від втрати даних у якому не критично, але потрібна підтримка високошвидкісного режиму читання та запису. Кешування потокового відео в реальному часі та редагування відео композицій – основні сфери застосування рівня побудови масиву RAID 0 через затребуваність у підвищених показниках швидкості та продуктивності. Чергування дисків без надмірності даних також може бути використане для тимчасових даних або ситуаціях, коли основна копія даних легко відновлюється з іншого пристрою зберігання.

1.7.3 RAID 1

Дзеркальне відображення дисків, також відоме як «RAID 1», є обов'язковим розміщенням даних на два або більше дисків, що становлять єдиний масив, з подальшою синхронізацією вмісту копій. Однак функція чергування в даному варіанті побудови масиву пристроїв відсутня. Дзеркальне відображення диска – гарний вибір для програм, що вимагають високих значень продуктивності та доступності, наприклад, відповідальних за фінансові операції, надсилання та отримання електронної пошти, функціонування операційної системи. Дзеркальне відображення успішно працює як із жорсткими дисками, так і із твердотільними накопичувачами.

Оскільки кожен диск, що входять до масиву, знаходиться в робочому стані, дані можуть зчитуватися з них одночасно, що значно збільшує швидкість читання. Масив RAID 1 повноцінно функціонуватиме навіть якщо залишиться працездатним лише один диск. Проте операції запису повільніші, тому що кожна операція запису виконується окремо для кожного диска (у разі наявності масиву з двох дисків запис буде виконано двічі).

Дзеркальне копіювання дисків особливо корисне для сценаріїв аварійного відновлення, оскільки забезпечує миттєве відновлення необхідних для критично

важливих додатків даних відразу після відмови диска. Якщо первинні диски в масиві пошкоджені або не можуть бути використані, відбудеться перемикання на вторинні або дзеркальні резервні диски, що володіють працездатними копіями, та функціонування додатків, які звертаються до затребуваних даних, не буде порушено.

1.7.4 RAID 2

У масивах такого типу диски поділяються на дві групи — для даних і кодів корекції помилок, причому якщо дані зберігаються на дисках, то зберігання кодів корекції необхідно дисків. Дані записуються на відповідні диски так само, як і RAID 0, вони розбиваються на невеликі блоки за кількістю дисків, призначених для зберігання інформації. Диски, що залишилися, зберігають коди корекції помилок, за якими у разі виходу будь-якого жорсткого диска з ладу можливе відновлення інформації. Метод Хеммінга давно застосовується в пам'яті типу ЕСС і дозволяє на льоту виправляти одноразові та виявляти дворазові помилки.

Недолік масиву RAID 2 в тому, що для його функціонування потрібна структура майже з подвійної кількості дисків, тому такий вид масиву не отримав поширення.

1.7.5 RAID 3

RAID 3 - дані зберігаються за принципом striping на рівні байтів із контрольною сумою (КС) на одному з дисків. Масив не має проблеми деякої надмірності як у RAID 2-го рівня. Диски з контрольною сумою, що використовуються в RAID 2, необхідні для визначення помилкового заряду. Однак більшість сучасних контролерів здатні визначити, коли диск відмовив за допомогою спеціальних сигналів або додаткового кодування інформації, записаної на диск і використовуваної для виправлення випадкових збоїв.

1.8 Технологічні тенденції у сфері зберігання даних

В сучасному світі інтернет речей (IoT) відіграє ключову роль у взаємодії між різноманітними пристроями та забезпеченні обміну великим обсягом даних. З цим виникає необхідність ефективного та безпечного зберігання цих інформаційних потоків. У даному контексті розглядати технологічні тенденції у сфері зберігання даних у IoT стає надзвичайно актуальним завданням.

Сучасні технології зберігання даних запроваджують інноваційні підходи для забезпечення ефективності та надійності систем NAS.

Інтеграція хмарних послуг є важливою тенденцією. Сучасні NAS-системи успішно інтегруються з хмарними платформами, дозволяючи користувачам збільшувати обсяг зберігання, проводити резервне копіювання даних у хмару та забезпечувати доступ із будь-якої точки світу. Гібридний підхід до зберігання даних поєднує локальні NAS та хмарні рішення, забезпечуючи баланс між продуктивністю локального доступу та гнучкістю хмарних сервісів.

В області зберігання на SSD-накопичувачах відбуваються значні зміни, що призводить до підвищення швидкості доступу, зниження енергоспоживання та покращення загальної продуктивності NAS-систем.

Використання мереж з високою пропускною здатністю, таких як 10 Gb та 25 Gb, значно покращує швидкість передачі даних між пристроями в мережі та забезпечує більш ефективне використання NAS в умовах високих навантажень.

Технології RAID та erasure coding надають просунуті методи організації даних, забезпечуючи додаткові рівні захисту даних та відновлення при збоях у роботі сховища. Ці інновації сприяють надійній роботі систем зберігання даних та їх адаптації до сучасних вимог.

1.9 Майбутнє технології

На що можуть сподіватися люди від цієї захопливої концепції? По-перше, на інтенсивний розвиток Інтернету протягом найближчих років. Поступово

предмети та об'єкти, взаємодіючи між собою та з людьми, зможуть все глибше проникати в усі сфери життя, включаючи бізнес та соціальні аспекти.

Роб Ван Краненбург, визнаний теоретик дизайну, вбачає, що Інтернет речей буде подібний до пирога, який складається з трьох шарів:

- ідентифікація кожного об'єкта в нашому оточенні;
- надання сервісу для задоволення потреб користувачів (наприклад, система "розумного" будинку);
- збір та обробка інформації, організація процесів та управління суспільством на основі отриманих даних, як, наприклад, автоматичне регулювання дорожнього руху на основі аналізу трафіку - своєрідне "розумне місто".

Завершальний етап розвитку передбачає перехід від міських масштабів до глобальних розмірів. Кілька мереж, які об'єднують окремі мегаполіси, формують глобальну "мережу мереж".

1.10 Шлюзи та їх захист

Зазвичай терміни "дані" та "база даних" не асоціюються з чимось, що постійно перебуває в русі. Часто базу даних порівнюють із банком, але захист даних у банку істотно відрізняється від захисту даних у пересувному броньованому фургоні.

Насправді дані безперервно переміщуються, і з появою інтернету речей їх шляхи стали набагато складнішими. При створенні системи взаємопов'язаних елементів, як і раніше, існують точки контакту, через які відбувається обмін даними між різними частинами мережі. На думку Крехела, основну увагу слід приділити захисту цих точок[4].

На шляху даних існує багато проміжних точок, де їх можна перехопити. Наразі завдання полягає не тільки в безпечному підключенні пристрою до мережі, але й у забезпеченні безпеки взаємодії різних пристроїв у ній.

Більшість пристроїв інтернету речей не мають достатньої обчислювальної потужності для обробки коду, що забезпечує захист даних. Зазвичай у таких мережах використовуються шлюзи та проксі, які забезпечують обмін інформацією між різними пристроями – саме ці елементи системи привертають увагу зловмисників.

1.11 Історія виникнення IoT та NAS

В 1999 засновник дослідницької групи Auto-ID при Массачусетському технологічному інституті, Кевін Ештон, вперше представив концепцію "інтернету речей" на презентації для керівництва Procter & Gamble. У рамках цієї презентації було обговорено, як широке використання радіочастотних міток може змінити управління логістичними ланцюгами корпорації.

У 2004 році в журналі Scientific American була опублікована велика стаття, присвячена "інтернету речей", що ілюструє можливості цієї концепції у побутовому застосуванні. У статті наведено приклади взаємодії побутових приладів, домашньої системи освітлення, датчиків та речей з використанням комунікаційних мереж.

Хоча ідеї домашньої автоматизації не були новими, акцент на об'єднанні пристроїв та речей у єдину обчислювальну мережу, що обслуговується інтернет-протоколами, призвів до широкої популярності концепції. У звіті Національної розвідувальної ради США 2008 року "інтернет речей" було названо однією з потенційно руйнівних технологій, що становить потенційну загрозу для національної інформаційної безпеки.

З 2009 року у Брюсселі підтримується конференція "Internet of Things", де виступають представники Єврокомісії, депутати Європарламенту, чиновники та керівники провідних компаній та науковці. З початку 2010-х років "інтернет речей" стає рушійною силою парадигми "туманних обчислень", розширюючи принципи хмарних обчислень від центрів обробки даних до безлічі географічно розподілених пристроїв, що взаємодіють.

З 2011 року Gartner включає "інтернет речей" у цикл зрілості нових технологій на етап "технологічного тригера", передбачаючи становлення понад 10 років, а в 2012 році випущено спеціальний цикл зрілості для технологій "інтернету речей"[8].

Розвиток мережевих технологій призвело до появи двох мережевих рішень для МСД – мереж зберігання Storage Area Network (SAN) для обміну даними на рівні блоків, що підтримуються клієнтськими файловими системами, та серверів для зберігання даних на файловому рівні Network Attached Storage (NAS). Щоб відрізнити традиційні МОЗ від мережевих, був запропонований ще один ретронім – Direct Attached Storage (DAS).

З'являлися на ринку послідовно DAS, SAN і NAS відображають ланцюжки зв'язків, що еволюціонують, між додатками, що використовують дані, і байтами на носії, що містять ці дані. Колись самі програми-додатки читали та писали блоки, потім з'явилися драйвери як частина операційної системи. У сучасних DAS, SAN і NAS ланцюжок складається з трьох ланок: перша ланка – створення RAID-масивів, друга – обробка метаданих, що дозволяють інтерпретувати двійкові дані у вигляді файлів та записів, і третя – послуги з надання даних додатку. Вони різняться у тому, де як реалізовані ці ланки. У випадку з DAS МЗД є «голою», вона лише надає можливість зберігання та доступу до даних, а все інше робиться на стороні сервера, починаючи з інтерфейсів та драйвера. З появою SAN забезпечення RAID переноситься на бік МОЗ, решта залишається так само, як у випадку з DAS. А NAS відрізняється тим, що в МСД переносяться ще й метадані для забезпечення файлового доступу, тут клієнту залишається тільки підтримувати послуги даних.

Поява SAN стала можливою після того, як у 1988 році було розроблено протокол Fibre Channel (FC) і в 1994 затверджено ANSI як стандарт. Термін Storage Area Network датується 1999 роком. Згодом FC поступився місцем Ethernet, і набули поширення мережі IP-SAN з підключенням по iSCSI.

Ідея мережевого сервера зберігання NAS належить Брайану Ренделлу з Університету Ньюкестла та реалізована в машинах на UNIX-сервері у 1983 році.

Ця ідея виявилася настільки вдалою, що була підхоплена безліччю компаній, у тому числі Novell, IBM і Sun, але в кінцевому підсумку змінили лідерів NetApp і EMC.

У 1995 році Гарт Гібсон розвинув принципи NAS і створив об'єктні МСД (Object Storage, OBS). Він почав з того, що розділив всі дискові операції на дві групи, в одну увійшли виконувані частіше, такі як читання і запис, в іншу більш рідкісні, такі як операції з іменами. Потім він запропонував на додаток до блоків та файлів ще один контейнер, він назвав його об'єктом.

OBS відрізняється новим типом інтерфейсу, його називають об'єктним. Клієнтські послуги даних взаємодіють з метаданими по об'єктному API (Object API). В OBS зберігаються не тільки дані, але ще й підтримується RAID, зберігаються метадані, що належать до об'єктів і підтримується об'єктний інтерфейс. DAS, і SAN, і NAS, і OBS співіснують у часі, але кожен із типів доступу більшою мірою відповідає певному типу даних та додатків.

1.12 Raspberry Pi

Raspberry Pi - це серія невеликих одноплатних комп'ютерів, які розробляють і виробляє британська компанія Raspberry Pi Foundation. Вони є невеликими платами, на яких розташовані всі необхідні компоненти для роботи комп'ютера. Raspberry Pi був створений з метою навчання основ інформатики та програмування, а також для заохочення творчості в галузі електроніки.

Основні характеристики Raspberry Pi можуть змінюватись в залежності від моделі, але зазвичай вони включають процесор, оперативну пам'ять, різні порти для підключення периферійних пристроїв (наприклад, USB, HDMI, Ethernet), а також GPIO (загальний доступ до введення/виводу), що дозволяє користувачеві взаємодіяти із зовнішніми пристроями та компонентами.

Raspberry Pi широко використовується в різних галузях, таких як освіта, домашні проекти, розробка програмного забезпечення, створення медіацентрів, розумних будинків та інше. Його низька вартість та компактні розміри роблять

його популярним серед ентузіастів та розробників [2]. Одноплатний комп'ютер Raspberry PI 4 model B зображено на рисунку 1.2



Рисунок 1.3 - Raspberry PI 4 model B

Список моделей Raspberry PI зображено на рисунку 1.3
Raspberry є у таких конфігураціях:

Модифікація	Процесор	Тактова частота	Кількість ядер	Об'єм ОЗУ	Кількість GPIO	Кількість USB	Підтримка Ethernet	Підтримка WiFi	Підтримка Bluetooth	Рік випуску
B	ARM1176JZ-F	700 МГц	1	512 МБ	26	2	√			2012
A	ARM1176JZ-F	700 МГц	1	256 МБ	26	1				2013
B+	ARM1176JZ-F	700 МГц	1	512 МБ	40	4	√			2014
A+	ARM1176JZ-F	700 МГц	1	256 МБ	40	1				2014
2B	ARM Cortex-A7	900 МГц	4	1 ГБ	40	4	√			2015
Zero	ARM1176JZ-F	1 ГГц	1	512 МБ	40	1				2015
3B	Cortex-A53 (ARM v8)	1,2 ГГц	4	1 ГБ	40	4	√	802.11n	4.1	2016
Zero W	ARM1176JZ-F	1 ГГц	1	512 МБ	40	1		802.11n	4.0	2017
3B+	Cortex-A53 (ARM v8)	1,4 ГГц	4	1 ГБ	40	4	√	802.11n	4.2	2018
3A+	Cortex-A53 (ARM v8)	1,4 ГГц	4	512 МБ	40	1		802.11n	4.2	2018
4B	Cortex-A72 (ARM v8)	1,5 ГГц	4	1, 2, 4 ГБ	40	4	√	802.11n	5.0	2019

Рисунок 1.4 - Список моделей Raspberry Pi

1.13 Історія міні-ПК Raspberry Pi

Raspberry Pi створений компанією Raspberry Pi Foundation, заснованої у Великій Британії, на чолі якої стоїть Ебен Аптон (Eben Upton). Взагалі історія розвитку та появи Raspberry Pi не така проста. Перший прототип цього пристрою з'явився у 2006 році. Вже тоді він мав коштувати \$25 і призначався для навчання школярів азам комп'ютерних премудростей — тому, що в англійській літературі називається Computer Science (CS), а в нас не зовсім коректно зветься інформатикою (про термінологію сперечаються досі). Засновникам проекту – співробітникам та викладачам Комп'ютерної лабораторії Кембриджського університету – не подобався той факт, що з кожним роком рівень підготовки абітурієнтів неухильно знижувався. Якщо в 90-ті роки до них, як правило, приходили вчитися молоді люди, не з чуток знайомі з програмуванням, то в 2000-х типовий абітурієнт був хіба трохи знайомий з веб-дизайном[2].

Комп'ютер розміром з кредитку був випущений в модифікаціях А і В, що відрізнялися показниками і вартістю. Обидві вони надихнули людей на багато дивовижних проектів. Raspberry Pi стали популярним рішенням для керування компонентами «розумного» будинку та створення економічних домашніх

серверів. У такому варіанті до них навіть не потрібне постійне підключення монітора та клавіатури: достатньо налаштувати доступ до мережі по протоколу SSH.

Система, що використовується в мікрокомп'ютері на кристалі Broadcom BCM2835, сьогодні поступається багатьом SoC для смартфонів, проте потужності вбудованого процесора з графічним ядром VideoCore IV вистачає навіть для створення найпростішої системи відеоспостереження з однією веб-камерою.

Частота до гігагерця і обсяг оперативної пам'яті до 512 МБ зараз не вражають, але зазвичай цього достатньо для використання в різних цілях. Якщо ж об'єднати кілька Raspberry Pi в кластер, то на ньому вже можна виконувати досить складні завдання з розподілених обчислень.

Використовувана архітектура ARMv6 підтримується Android, сімейством ОС BSD UNIX, операційною системою RISC OS компанії Acorn Computers та більшістю версій Linux. Найчастіше рекомендується заснований на Debian дистрибутив Raspbian із полегшеним графічним інтерфейсом LXDE.

Мабуть, найуспішнішу і абсолютно безкоштовну рекламну кампанію в Росії провели творці спеціалізованого дистрибутива Fedora, адаптованого для Raspberry Pi. Його назва Pidora облетіла всі розважальні ресурси рунету та конференції, присвячені як Linux, так і Raspberry Pi. У Raspberry PI як і улюблених компаній є свій офіційний логотип Raspberry PI який приведений на рисунку 1.4

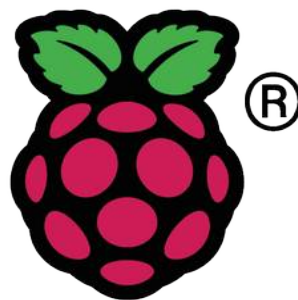


Рисунок 1.5 - офіційний логотип Raspberry PI

Комп'ютер розповсюджується повністю зібраним на чотиришаровій друкованій платі обсягом із банківської картки. У звичайний набір поставки входить лише сама плата. Корпус, блок живлення, флеш-карту потрібно замовляти додатково. Зі схематичним уявленням про зовнішній вигляд одноплатного комп'ютера Raspberry Pi можна ознайомитися на рисунку 1.5

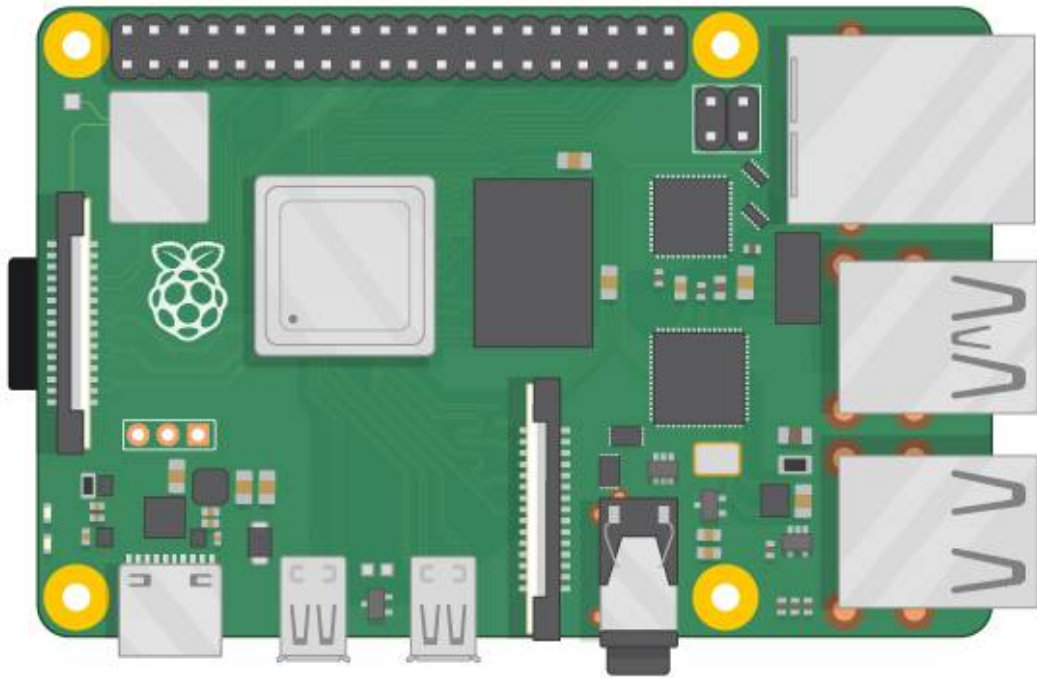


Рисунок 1.6 - схематичне уявлення про зовнішній вигляд одноплатного комп'ютера Raspberry Pi

Raspberry Pi випускається в багатьох комплектаціях:

1) Raspberry Pi Zero. Це найдешевша модель Raspberry, що випускається компанією. Його можна придбати всього за 5 доларів, що досить вражаюче, враховуючи ступінь його функціональності. Хоча це не перша модель, яка була випущена, вона може похвалитися меншим і компактнішим розміром, ніж Raspberry Pi 1. Raspberry Pi Zero має той самий процесор і оперативну пам'ять (512 МБ), що й Pi 1 Model B+. Raspberry Pi Zero не постачається з Wi-Fi або Bluetooth, але його можна підключити до Інтернету через USB.

Його трохи дорожча версія, Raspberry Pi Zero W, оснащена Bluetooth 4.0 і вбудованим підключенням 802.11n Wi-Fi. Для проектів, які потребують контактів GPIO, інші версії Raspberry Pi можуть бути більш придатними;

2) Raspberry Pi 1. Raspberry Pi 1 Model B був випущений у 2012 році. Він служив базовим розміром для майбутніх випусків. Спочатку він мав 26 контактів GPIO, 256 МБ оперативної пам'яті та одне ядро ЦП. не можна використовувати його для важких завдань із високими потребами обробки. У 2014 році був випущений Raspberry Pi B+ із початковим об'ємом оперативної пам'яті 512 МБ і 40 контактами GPIO, що стало стандартом для всіх інших моделей. Raspberry Pi Model B+ продається за 25 доларів і поставляється з чотирма портами USB і підключенням Ethernet. Pi 1 Model A+ (\$20) можна розглянути для більш високої швидкості процесора, але він поставляється без підключення до Ethernet;

3) Raspberry Pi 2 B. У лютому 2015 року Raspberry випустила модель 2B. Порівняно з попередніми випусками, Raspberry Pi 2 B значно покращився, зокрема щодо пам'яті та швидкості. Об'єм оперативної пам'яті збільшили до 1 ГБ. Pi 2B поставляється в стандартному розмірі з 4 портами USB. Зараз він коштує близько 35 доларів, що є досить доступним;

4) Raspberry Pi 3. Raspberry Pi 3 B був випущений у 2016 році. Версія B+, яка вийшла в 2018 році, може похвалитися швидшим процесором, Ethernet (802.11ac) і Wi-Fi, ніж попередня версія. Загалом, Raspberry PI 3 пропонує користувачеві широкий спектр використання. Він оснащений стандартними портами HDMI і USB, 1 ГБ оперативної пам'яті, а також з'єднаннями Wi-Fi і Bluetooth на додаток до вже функціонального Ethernet. Однією примітною особливістю цієї моделі є те, що вона не виділяє багато тепла та не споживає надто багато енергії. Це робить його придатним для проектів, які вимагають пасивного охолодження, і його можна придбати за 35 доларів;

5) Raspberry Pi 4B. Raspberry 4B, випущений у 2019 році, є суттєвим удосконаленням своїх попередників із різним об'ємом пам'яті від 2 до 8 ГБ оперативної пам'яті. Він також має швидший процесор 1,5 ГГц і хороше поєднання USB-портів 2.0 і 3.0. Pi 4B — ідеальна модель Raspberry, оскільки

вона підходить практично для будь-якого випадку використання з більшим об'ємом оперативної пам'яті, щоб задовольнити навіть найвідданіших програмістів. Залежно від пам'яті ціна коливається від 35 до 75 доларів США, але кожен має всі варіанти підключення;

б) Raspberry Pi 400. Ця модель унікальна тим, що представлена у вигляді клавіатури. Він був запущений у 2020 році та працював із 4 ГБ оперативної пам'яті. Він постачається зі стандартними портами USB і потребує лише монітора та миші, щоб зробити його домашнім комп'ютером. Pi 400 коштує 70 доларів і може ефективно використовуватися в класах.

1.14 Операційні системи для Raspberry Pi

Raspberry - це універсальний одноплатний комп'ютер, який підтримує різноманітні операційні системи. Існує багато опцій, деякі працюють стабільно, в той час як інші можуть бути ще в етапі розробки (демо-версії) і мають обмежені функціональні можливості.

Офіційний веб-сайт Raspberry пропонує можливість ознайомитися та завантажити операційні системи, які оптимально підходять. зазвичай вони базуються на UNIX і майже не відрізняються одна від одної. Важливо відзначити, що багато програм та операційних систем розроблені мовою програмування Python. Також у платформи є офіційний сайт для скачування ОС для Raspberry Pi показаний на рисунку 1.6

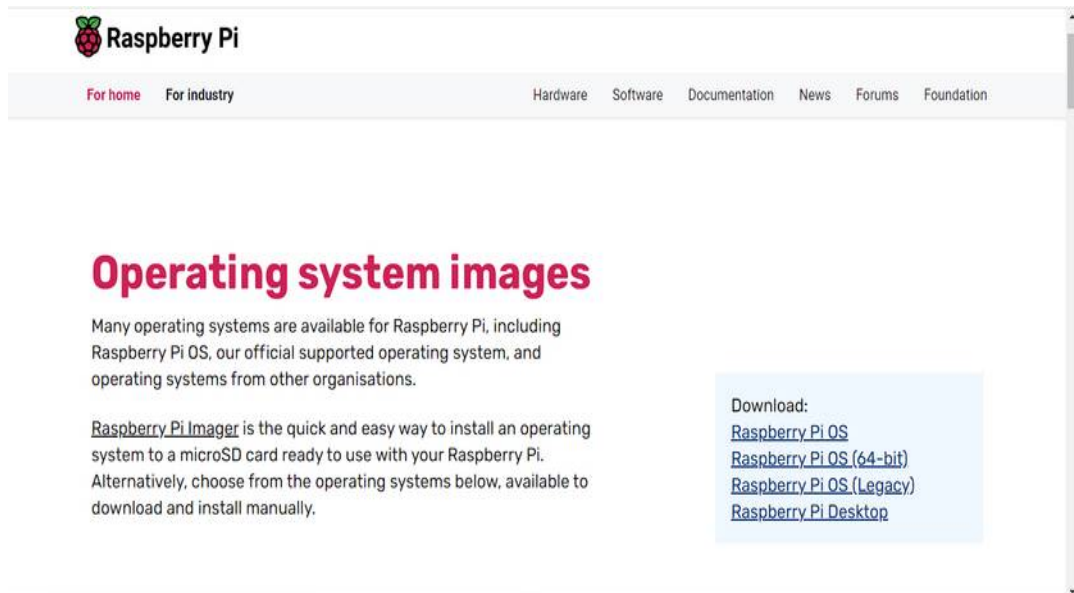


Рисунок 1.7 - Офіційний сайт для скачування ОС для Raspberry Pi

Raspberry Pi OS (раніше Raspbian) — операційна система, заснована на Debian Linux і оптимізована для Raspberry Pi, розмір мікрокомп'ютера з кредитною картою. Вона постачається з Pixel Desktop Environment (раніше відомим як PIXEL) або LXDE у якості графічного інтерфейсу.

Передустановлені додатки включають LibreOffice, Claws Mail, Chromium, VLC Media Player, Thonny (IDE для Python) і Scratch. Операційна система також підтримує роботу через командний рядок, надаючи повноцінний термінал з утилітами та командами.

Для управління пакетами використовується пакетний менеджер Debian apt, оновлення системи виконуються регулярно. Raspberry Pi Configuration Tool забезпечує просту настройку пристроїв, таких як дозвіл, налаштування параметрів екрану мережі та периферійних пристроїв.

Операційна система оптимізована для роботи з апаратними ресурсами Raspberry Pi, включаючи GPIO. Підтримується розробка на різних мовах програмування, з акцентом на Python. Існує активне співтовариство і обширна документація, що забезпечує стабільність роботи системи і зручність використання Raspberry Pi в різних проектах. На рисунку 1.8 – Raspberry Pi OS



Рисунок 1.8 - Raspberry Pi OS

Raspberry Pi тісно пов'язаний з Python через кілька факторів. Python відомий своєю простотою та читальністю коду, що робить його ідеальним вибором для програмістів-початківців, які використовують Raspberry Pi для вивчення програмування та електроніки.

Python також має велику підтримку бібліотек, призначених для взаємодії з апаратним забезпеченням Raspberry Pi, включаючи роботу з GPIO (загального призначення вводу/виводу). Наприклад, бібліотека RPi.GPIO спрощує програмування взаємодії з різними компонентами та периферійними пристроями.

Широке співтовариство Raspberry Pi та Python надає великі ресурси, навчальні матеріали та форуми, що полегшує початківцям та досвідченим розробникам знаходити підтримку та рішення для своїх проектів.

Крім того, Raspberry Pi поставляється з попередньо встановленою версією Python, що робить його готовим до використання відразу після отримання. Це особливо зручно для тих, хто тільки починає свій шлях у програмуванні.

В області вбудованих систем та Інтернету речей (IoT), де Raspberry Pi широко застосовується, Python стає популярним вибором завдяки своїй простоті та потужним можливостям.

Kali Linux – це спеціалізований дистрибутив Linux, створений для проведення тестування безпеки та злову. Він надає широкий набір інструментів,

необхідних для різних видів тестування безпеки та навчання у сфері інформаційної безпеки.

Ключові характеристики Kali Linux включають:

- інструменти для тестування безпеки. Kali Linux поставляється з більш ніж 600 інструментами, включаючи утиліти для злому паролів, аналізу бездротових мереж, сканування вразливостей, аудиту безпеки та багатьох інших;

- підтримка бездротових адаптерів. Kali Linux надає драйвери для багатьох бездротових адаптерів, що робить його чудовим вибором для тестування бездротових мереж та аудиту безпеки;

- спеціалізовані образи для різних платформ. Kali Linux надає образи для установки на різні платформи, включаючи віртуальні машини, ARM-пристрої та Raspberry Pi;

- оновлення та підтримка. Kali Linux активно оновлюється, щоб увімкнути нові інструменти та оновлення безпеки. Команда розробників також надає документацію та спільноту для отримання підтримки;

- призначений для професіоналів та навчання. Kali Linux створений для фахівців у галузі інформаційної безпеки, пентестерів та студентів, які навчаються в цій галузі. Він пропонує можливість практичного досвіду у галузі тестування безпеки;

- дотримання законодавства. Важливо, що використання Kali Linux для злому або без дозволу власника системи є незаконним. Інструменти Kali Linux призначені для законних тестів безпеки та навчання.

Kali Linux користується популярністю в сфері інформаційної безпеки завдяки своєму широкому набору інструментів та можливостей для тестування та навчання. На рисунку зображений 1.8 – Kali linux

Windows 10 IoT Core - це спеціалізована версія операційної системи Windows 10, створена Microsoft для пристроїв Інтернету речей (IoT), включаючи Raspberry Pi. Ця версія операційної системи має мінімальний інтерфейс, орієнтований на управління підключеними пристроями, що робить її ідеальним вибором для проектів IoT.



Рисунок 1.9 – Kali linux

Windows 10 IoT Core підтримує кілька моделей Raspberry Pi та надає інструменти розробки, такі як Visual Studio, для створення програм під керуванням цієї операційної системи. Розробники можуть використовувати різні мови програмування, включаючи C#, Python та Node.js.

Операційна система забезпечує можливість віддаленого керування пристроями через веб-інтерфейс, а також підтримує механізм оновлення для забезпечення безпеки та зручності розгортання. Windows 10 IoT Core легко інтегрується з хмарними службами Microsoft, що дозволяє використовувати хмарні рішення для керування та аналізу даних.

Проекти, створені на базі Windows 10 IoT Core, можуть включати різні розумні пристрої, системи моніторингу, розумні будинки та інші програми IoT. Крім того, ця операційна система може бути корисною в освітніх цілях для знайомства студентів з програмуванням для систем, що вбудовуються. На рисунку 1.9 зображений логотип Windows 10 IoT Core.

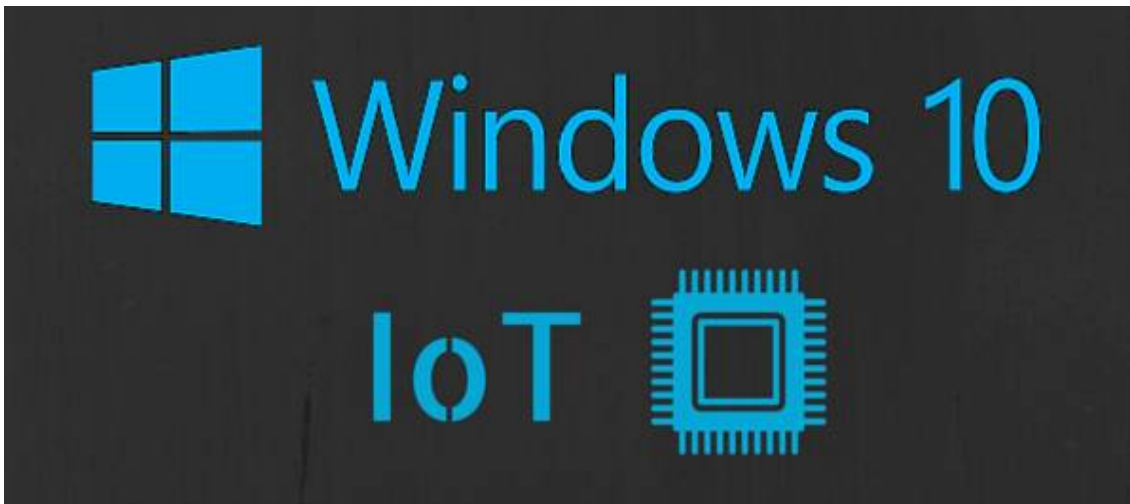


Рисунок 1.10 - Windows 10 IoT Core

1.15 Проекти на Raspberry Pi

В даний час Raspberry Pi є не тільки електронним пристроєм, але й унікальною технологічною платформою, що привертає увагу як ентузіастів, так і професіоналів у сфері інформаційних технологій. Відома своєю компактністю та продуктивністю, ця одноплатна система стала кращим вибором для створення інноваційних проектів. Дане дослідження присвячене аналізу та розгляду різних проектів, що реалізуються на базі Raspberry Pi, від простих автоматизованих систем до складних інтегрованих домашніх розумних систем та мультимедійних центрів.

1.15.1 Суперкомп'ютер на базі Raspberry Pi та Lego

Один із найцікавіших проектів на основі Raspberry Pi - це суперкомп'ютер із 64 одиниць. Для створення цього "Серверного шафи" використовувався звичайний конструктор Lego. В якості зберігального пристрою для цієї системи використовувалися карти пам'яті формату SD об'ємом 16 ГБ, які були встановлені в кожен Raspberry Pi2. Raspberry Pi Lego суперкомп'ютер приведений на рисунку 1.10



Рисунок 1.11 - Raspberry Pi Lego суперкомп'ютер

1.15.2 Адаптер для ретроконтролерів на базі Raspberry Pi Pico

Проект, який дозволяє підключати до апаратного емулятора різних ігрових консолей оригінальні контролери та інші аксесуари цих приставок. Пристрій є невеликим девайсом, який підключається до ТБ (як ЕПТ, так і сучасного). Він служить емулятор консолей. А вже до цього пристрою підключаються оригінальні контролери старих приставок приведеній на рисунку 1.11



Рисунок 1.12 - Адаптер для ретроконтролерів

Девайс сумісний з такими контролерами, як:

- Atari VCS/2600, 7800, 800, VCS, ST (джойстик та миша), Atari Keypad;
- Commodore Amiga (джойстик та миша), VIC-20, C64, C64GS, C128, CD32;
- Sinclair ZX Spectrum;
- Amstrad CPC, GX4000;
- MSX;
- Sega Mega Drive, Master System;
- NeoGeo;
- Paddle.

2. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ NAS НА БАЗІ RASPBERRY PI 4

2.1 Архітектура системи

2.1.1 Вибір та обґрунтування архітектури

Архітектура системи NAS на базі Raspberry Pi 4 обрана з урахуванням особливостей цього комп'ютера. Найбільш підходящою архітектурою даного проекту може бути централізована архітектура, де Raspberry Pi 4 виступає у ролі центрального сервера зберігання даних:

- низька вартість, Raspberry Pi 4 надає високу продуктивність по відношенню до своєї вартості;
- низьке енергоспоживання;
- компактність та мобільність;
- великі можливості розширення.

Архітектура системи NAS була обрана та обґрунтована з урахуванням ефективного та стійкого функціонування в розумному будинку з використанням Raspberry Pi 4.

2.2 Інтеграція з розумним будинком та взаємодія з розумними пристроями

З урахуванням концепції розумного будинку, де пристрої взаємодіють для забезпечення комфорту та безпеки, інтеграція системи NAS на базі Raspberry Pi 4 із розумним будинком стає ключовим аспектом.

Вибір протоколів безпосередньо впливає на сумісність та взаємодію пристроїв, що використовуються в системі розумного будинку. У сфері мережевого зберігання даних у розумних будинках протоколи відіграють ключову роль у забезпеченні стабільної передачі та зберігання інформації. Різні

пристрої, такі як сервери, сховища даних та сенсори, можуть використовувати різні протоколи для взаємодії між собою.

Вибір протоколів впливає на сумісність між пристроями та швидкість передачі даних. Наприклад, протоколи передачі даних, такі як SMB (Server Message Block) або NFS (Network File System), можуть використовуватися для забезпечення спільного доступу до даних між пристроями в розумному будинку.

Основні протоколи:

- FTP Transfer Protocol — протокол передачі файлів через мережу. Протокол побудований на архітектурі клієнт-сервер і використовує різні мережеві з'єднання для передачі команд і даних між клієнтом і сервером. Користувачі FTP можуть пройти автентифікацію, передаючи логін та пароль відкритим текстом, або якщо це дозволено на сервері, вони можуть підключитися анонімно. Можна використовувати протокол SSH для безпечної передачі, шифрує (приховує) логін та пароль, а також вміст файлу;

- SMB Server Message Block — мережевий протокол прикладного рівня для віддаленого доступу до файлів. Протокол, заснований на технології клієнт-сервер, який надає клієнтським додаткам простий спосіб читання та запису файлів, і навіть запиту служб у серверних програм у різних типах мережного оточення. Сервери надають файлові системи та інші ресурси для спільного доступу до мережі. Клієнтські комп'ютери можуть мати свої носії інформації, але також мають доступ до ресурсів, наданим сервером для загального користування. Клієнти з'єднуються із сервером, використовуючи протоколи TCP/IP. Після того, як з'єднання встановлено, клієнти можуть надсилати команди серверу, який дає їм доступ до ресурсів, дозволяє відкривати, читати файли, писати у файли та взагалі виконувати весь перелік дій, які можна виконувати з файловою системою. Однак у разі використання SMB ці дії здійснюються через мережу;

- rsync remote synchronization - програма для UNIX-подібних систем, яка ефективно виконує синхронізацію файлів і каталогів у двох місцях (необов'язково локальних) з мінімізуванням трафіку, використовуючи кодування

даних за потреби. Важливою відмінністю rsync від багатьох інших програм/протоколів є те, що віддзеркалення здійснюється одним потоком у кожному напрямку (а не по одному або кілька потоків на кожен файл). rsync може копіювати або відображати вміст каталогу та копіювати файли, опціонально використовуючи стиснення та рекурсію.

2.3 Роль NAS у цифровій екосистемі розумного будинку

Інтеграція системи NAS на основі Raspberry Pi 4 з розумним будинком є складним і багатогранним процесом, який вимагає ретельного розгляду різних аспектів. Одним із ключових напрямів у цій інтеграції є взаємодія з розумними пристроями, де необхідно врахувати різноманітність протоколів та технологій.

Роль системи NAS у розумному будинку розкривається через різні сценарії, такі як автоматизація розумного будинку, потокова передача мультимедіа та керування енергоспоживанням.

Особлива увага приділяється питанням безпеки під час інтеграції з розумним будинком. Це включає тестування шифрування даних між Raspberry Pi 4 і розумними пристроями для забезпечення безпеки передачі інформації в умовах цифрового домашнього оточення.

3. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ

3.1 Апаратне забезпечення

Для успішної реалізації системи NAS вибрано одноплатний комп'ютер Raspberry Pi 4. Цей вибір обґрунтований його високою продуктивністю, надійністю, а також підтримкою широкого спектра периферійних пристроїв. Raspberry Pi 4 оснащений чотирма ядрами Cortex-A72 та різноманітними портами для підключення додаткових пристроїв.

Збереження даних:

- для створення сховищ даних розглядаються різні варіанти, включаючи підключення зовнішніх жорстких дисків HDD через USB 3.0;
- здійснюється вибір залежно від необхідної ємності сховища, вимог до швидкості передачі та необхідності резервного копіювання.

RAID-масив:

- з метою підвищення надійності зберігання даних, розглядається варіант організації RAID-масиву.

Підтримка мережі:

- Raspberry Pi 4 забезпечує підключення до мережі через вбудований Ethernet порт, а також може використовувати бездротові технології, такі як Wi-Fi;

Налаштовує параметри мережі, включаючи статичний або динамічний IP-адрес, для забезпечення стабільного з'єднання з мережею.

Енергоспоживання та охолодження:

- налаштовує параметри енергозбереження Raspberry Pi 4 для оптимізації енергоспоживання в різних режимах роботи;
- розглядаються сценарії, за яких Raspberry Pi 4 автоматично переходить у режим зниженого енергоспоживання за відсутності активності.

Система охолодження (за потреби):

- у разі використання Raspberry Pi 4 в умовах підвищеного навантаження передбачається наявність системи охолодження для запобігання перегріву;
- вибрані оптимальні методи охолодження, такі як радіатори та кулер.

3.1.1 Встановлення та налаштування програмного забезпечення

Після вивчення всіх аспектів функціонування та налаштування одноплатного мікрокомп'ютера, який зображений на рисунку 3.1, можна розпочати процес збирання пристрою.



Рисунок 3.1 - Raspberry Pi 4

Спочатку було завантажено дистрибутив linux Raspberrypi OS Lite за допомогою програми balenaEtcher на карту SD, приведено на рисунку 3.2. Після цього був запущений МК для встановлення дистрибутива. Далі було створено порожній файл SSH без розширення і був поміщений у корінь SD карти, що дозволило проініціалізувати сервіс SSH для віддаленого підключення.

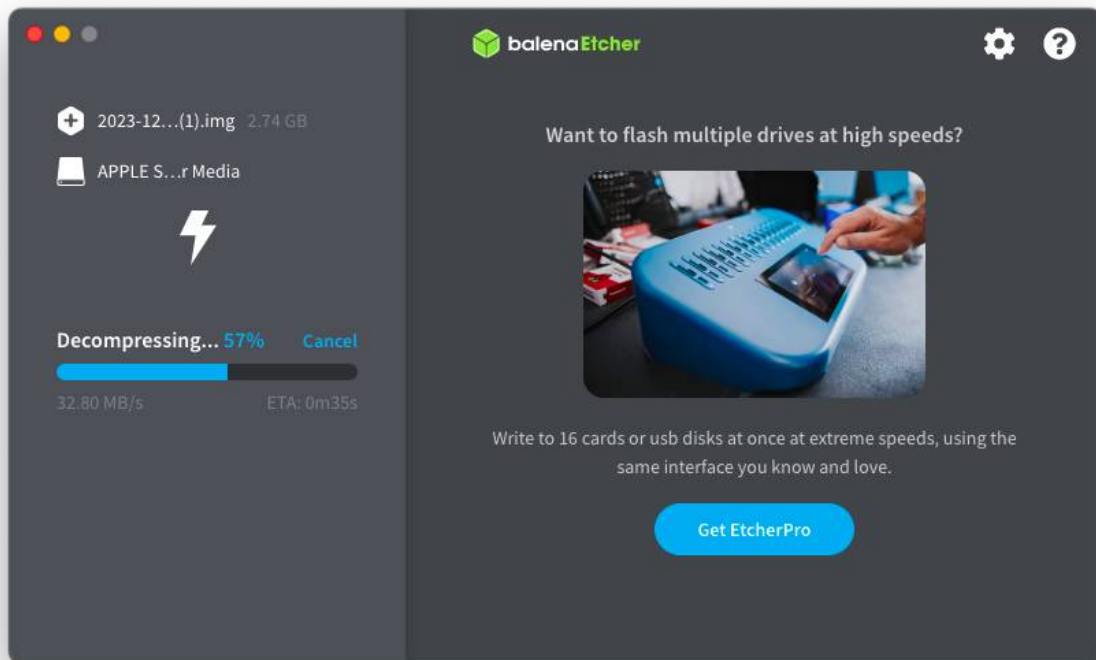


Рисунок 3.2 – balenaEtcher

Далі відкриваємо Веб-інтерфейс роутера та знаходимо адресу нового пристрою на рисунку 3.3. Після цього підключаємося до МК через Putty або termius і виконуємо початкове налаштування. Насамперед форматуємо підключений USB диск. Команда `lsblk` виводить підключені до Raspberry Pi диски. Створення розділу на диску виконуємо командою `sudo fdisk/dev/sda` м приведений на рисунку 3.4

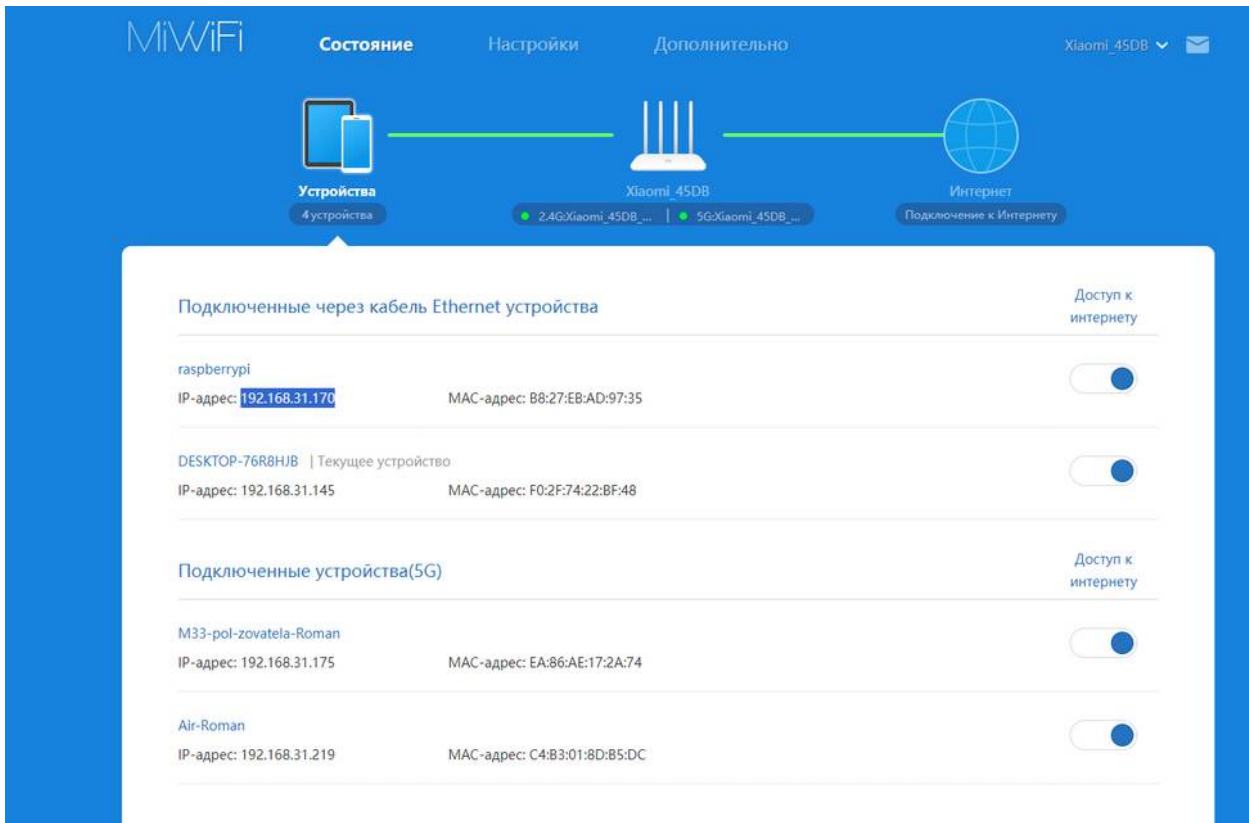


Рисунок 3.3 – Веб-интерфейс роутера

```
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to
the extent
permitted by applicable law.
Last login: Sun Jan  7 12:07:04 2024 from 192.168.31.14
5
roman@raspberrypi:~ $ lsblk
NAME        MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINTS
sda          8:0    0 931.5G  0 disk
├─sda1       8:1    0 931.5G  0 part /mnt/disk1
mmcblk0     179:0   0   58G   0 disk
├─mmcblk0p1 179:1   0   512M  0 part /boot/firmware
└─mmcblk0p2 179:2   0   57.4G  0 part /
roman@raspberrypi:~ $
```

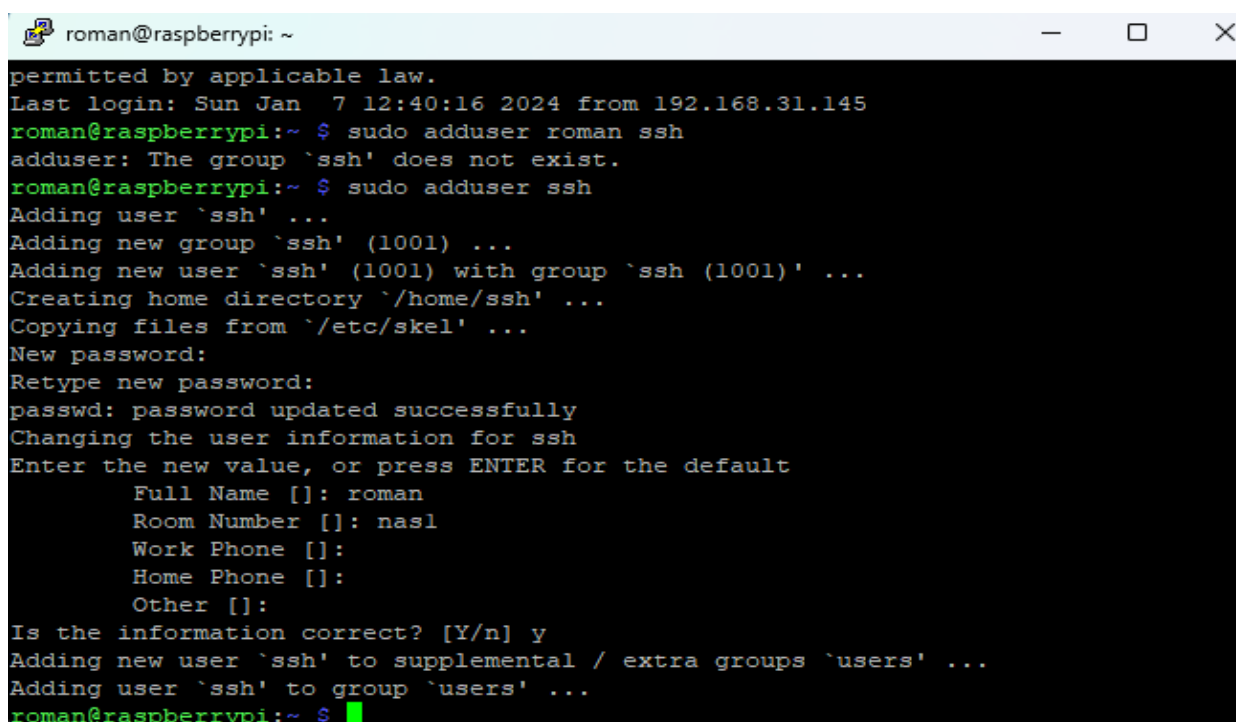
Рисунок 3.4 – Підключення до МК через SSH

SMB — мережевий протокол для віддаленого доступу до даних, який підтримується багатьма операційними системами, зокрема Windows. Встановлюємо SMB за допомогою команди `sudo apt install -y samba samba-`

common-bin. Редагуємо файл конфігурації через текстовий редактор nano, всередині файлу smb.conf знаходимо рядок map to guest = bad user і змінюємо її на map to guest = never. Робимо це для того, щоб не виникало помилок під час підключення до Windows. У кінець відкритого файлу, введемо:

```
[shared]
path = /mnt/disk1/shared
writeable = yes
browsable = yes
security = SHARE
create mask = 0777
directory mask = 0777
public = no
```

Перезапускаємо SMB та Створюємо нового користувача, приведено на рисунку 3.5. У такий спосіб з'явилася можливість підключитися до мережевого сховища.



```
roman@raspberrypi: ~
permitted by applicable law.
Last login: Sun Jan  7 12:40:16 2024 from 192.168.31.145
roman@raspberrypi:~ $ sudo adduser roman ssh
adduser: The group `ssh' does not exist.
roman@raspberrypi:~ $ sudo adduser ssh
Adding user `ssh' ...
Adding new group `ssh' (1001) ...
Adding new user `ssh' (1001) with group `ssh (1001)' ...
Creating home directory `/home/ssh' ...
Copying files from `/etc/skel' ...
New password:
Retype new password:
passwd: password updated successfully
Changing the user information for ssh
Enter the new value, or press ENTER for the default
   Full Name []: roman
   Room Number []: nas1
   Work Phone []:
   Home Phone []:
   Other []:
Is the information correct? [Y/n] y
Adding new user `ssh' to supplemental / extra groups `users' ...
Adding user `ssh' to group `users' ...
roman@raspberrypi:~ $
```

Рисунок 3.5 – Створення нового користувача

Для створення RAID-масиву необхідно також монтувати другий диск, але перед цим встановити утиліту mdadm (утиліта для керування програмними RAID-масивами в Linux) Виконавши наступну команду, підставивши в --raid-devices кількість використовуваних дисків, замінивши sda1 і sdb1 іменами ваших накопичувачів, а в --level підставте тип RAID.

Повна команда:

```
- sudo mdadm --create --verbose /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sda1 /dev/sdb1
```

Потрібно відкрити файл fstab, який зберігає інформацію про те, як використовуються диски в системі і відредагувати його додавши наступні рядки:

```
- /dev/md0 /mnt/raid1 ext4 defaults,noatime 0 1
```

Далі необхідно ввести цю команду, щоб система знала, які RAID-масиви їй потрібно ініціалізувати під час запуску:

```
- sudo mdadm --detail --scan | sudo tee -a /etc/mdadm/mdadm.conf
```

Далі встановлюємо OpenMediaVault за допомогою wget -O — github.com/OpenMediaVault-Plugin-Developers/installScript/raw/master/install | sudo bash і заходимо до веб-інтерфейсу через браузер за новою IP-адресою на рисунку 3.6. Далі у розділі "Користувачі" створюємо нового користувача nas. Пишемо надійний пароль і додаємо створений обліковий запис у групи adm, backup, sambashare, ssh, sudo, users. Зберігаємо поточну конфігурацію. Ці дані будемо використовувати для підключення SSH і використання мережної папки. Фінальним етапом налаштування OMV стане увімкнення сервісу SMB у відповідному розділі, а також додавання створеної папки у розділі «Загальні ресурси». Там можна детальніше налаштувати різні атрибути папки, наприклад, увімкнути функцію Time Machine для створення бекапів комп'ютерів на macOS або відкрити гостьовий доступ.

Підключитися до NAS можна з будь-якого пристрою, що знаходиться в одній мережі, приведено на рисунку 3.7



Рисунок 3.6 – Веб-інтерфейс OpenMediaVault

OpenMediaVault (OMV) – це безкоштовна та відкрита операційна система для управління мережевим сховищем даних (NAS). Її головна мета - надати просте та ефективне керування мережевим сховищем на базі Linux.

OMV має широкий спектр функціональних можливостей. Користувачі можуть легко керувати своїми сховищами даних, вибираючи різні файлові системи та налаштовуючи RAID-масиви для забезпечення високої надійності.

Система підтримує різні мережеві протоколи, такі як SMB/CIFS, NFS, FTP, SSH, забезпечуючи зручний доступ до даних різних операційних систем. Керування користувачами та правами доступу представлено в інтуїтивно зрозумілому інтерфейсі, що спрощує створення користувачів та груп.

OMV також дозволяє планувати регулярні резервні копії даних, забезпечуючи безпеку інформації. Розширення функціоналу можливе за допомогою додаткових плагінів, таких як веб-сервери, бази даних, торрент-клієнти та інші.

Система має легкий веб-інтерфейс, що робить процес управління простим і доступним. Користувачі можуть моніторити систему, переглядати журнали подій

та легко налаштовувати свої сховища даних без необхідності використання командного рядка.

OpenMediaVault є зручним рішенням для створення домашнього сервера зберігання даних, забезпечуючи гнучкість, простоту у використанні та надійність.

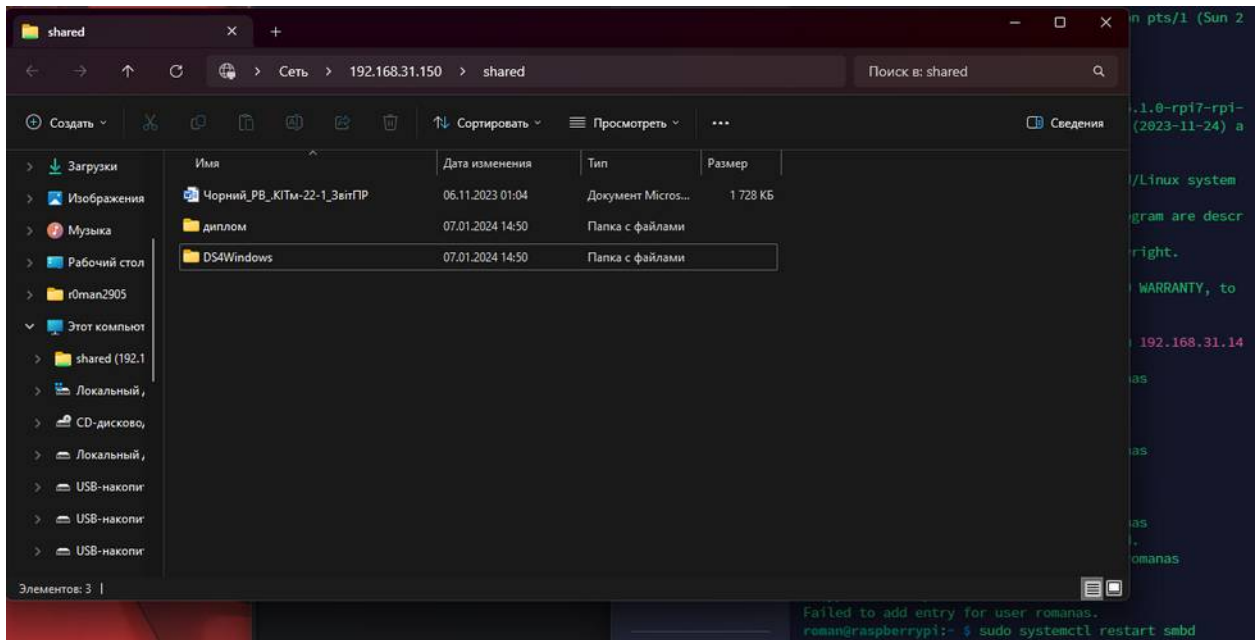


Рисунок 3.7 – Підключення до NAS на Windows

Як варіант можна використовувати різні торрент-завантажувачі для завантаження файлів через протокол BitTorrent. Один з найпопулярніших варіантів - це використання програми Transmission, яка є легковагою і простою в управлінні торрент-клієнтом. Можна підключити торрент завантажувач до свого NAS для автоматичного завантаження інформації. Також можна створити медіа-сервер для організації та потокової передачі фільмів, серіалів та музики на пристрої в домашній мережі.

Для реалізації знадобиться в плагінах openmediavault встановити Docker, що вказано на рисунку 3.8, після встановлення знадобиться відредагувати конфігураційний файл, який вказаний на рисунку 3.9 і запустити контейнер. У самому qBittorrent в monitored folder вказуємо папку з усіма торрент файлами,

щоб qBittorrent автоматично додавав всі торенти для автоматичного завантаження.

Installing Docker ...

```
(Reading database ... 100%
(Reading database ... 35178 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../containerd.io_1.6.4-1_amd64.deb ...
Unpacking containerd.io (1.6.4-1) ...
Selecting previously unselected package docker-ce-cli.
Preparing to unpack .../docker-ce-cli_5%3a20.10.16~3-0~debian-bullseye_amd64.deb ...
Unpacking docker-ce-cli (5:20.10.16~3-0~debian-bullseye) ...
Selecting previously unselected package docker-ce.
Preparing to unpack .../docker-ce_5%3a20.10.16~3-0~debian-bullseye_amd64.deb ...
Unpacking docker-ce (5:20.10.16~3-0~debian-bullseye) ...
Setting up containerd.io (1.6.4-1) ...
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/containerd.service → /lib/systemd/system/containerd.service.
Setting up docker-ce-cli (5:20.10.16~3-0~debian-bullseye) ...
Setting up docker-ce (5:20.10.16~3-0~debian-bullseye) ...
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/docker.service → /lib/systemd/system/docker.service.
Created symlink /etc/systemd/system/sockets.target.wants/docker.socket → /lib/systemd/system/docker.socket.
```

Рисунок 3.8 – Встановлення Docker

```
---
version: "2.1"
services:
  transmission:
    image: lscr.io/linuxserver/transmission:latest
    container_name: transmission
    environment:
      - PUID=1000
      - PGID=1000
      - TZ=Etc/UTC
      - TRANSMISSION_WEB_HOME= #optional
      - USER= #optional
      - PASS= #optional
      - WHITELIST= #optional
      - PEERPORT= #optional
      - HOST_WHITELIST= #optional
    volumes:
      - /path/to/data:/config
      - /path/to/downloads:/downloads
      - /path/to/watch/folder:/watch
    ports:
      - 9091:9091
      - 51413:51413
      - 51413:51413/udp
    restart: unless-stopped
```

Рисунок 3.9 – Конфігураційний файл transmission

Docker спрощує складання та запуск розподілених мікросервісних архітектур, розгортання коду за допомогою стандартизованих конвеєрів безперервної інтеграції та доставки, створення високомасштабованих систем обробки даних та повністю керованих платформ для розробників.

ВИСНОВКИ

Мета кваліфікаційної роботи полягала в розробці мережевого сховища в умовах розумного будинку, використовуючи Raspberry Pi 4. Для досягнення цієї мети вирішено кілька завдань, включаючи аналіз особливостей міні-ПК, аналіз концепцій IoT та NAS, вибір інструментальних засобів, налаштування необхідних сервісів (SMB, OMV, Transmission) та розробку локального сервера на основі Raspberry Pi.

У результаті дослідження приведено огляд локального мережевого сховища, виявлено особливості та переваги міні-ПК, проаналізовано концепцію IoT та NAS. Крім того, розглянуто існуючі інструменти та засоби, обрано необхідні для реалізації завдань. Наведено результати налаштування необхідних сервісів та розробки локального сервера на базі Raspberry Pi для використання в розумному будинку. Інтернет речей становить новий етап розвитку Інтернету. Це значно розширює можливості збору, аналізу та розподілу даних, які кожна людина може перетворити на інформацію чи знання. Інтернет речей може відігравати величезну роль у цьому контексті. Також було виявлено, що Інтернет речей може зробити величезні зміни в різні сфери нашого життя. Наприклад, у медицині це може призвести до розвитку систем моніторингу здоров'я пацієнтів у часі, що поліпшить якість медичного обслуговування. Також, в галузі розумних міст, Інтернет речей може керувати інфраструктурою більш ефективно, підвищуючи комфорт та безпеку міських мешканців.

Також був розглянутий одноплатний комп'ютер Raspberry Pi, що є повністю самодостатнім пристроєм, зібраним на одній друкованій платі. У ньому є процесор, оперативна пам'ять, системи введення-виведення та інші необхідні модулі. Ці комп'ютери використовуються як демонстраційні системи, освітні платформи або в промислових і вбудованих системах. Міні-ПК

Raspberry Pi став популярною платформою завдяки своїй низькій вартості, універсальності та відкритості. Проекти з його основи регулярно реалізуються у різних областях. Додатково Raspberry Pi не тільки служить платформою для проектів, а й стимулює розвиток навичок програмування. Його доступність та відкритість дозволяють людям різного рівня підготовки увійти у світ програмування. Це особливо важливо в освітніх цілях, де Raspberry Pi може бути використаний як навчальний інструмент для студентів та школярів.

У рамках налаштування одноплатного комп'ютера Raspberry Pi для створення мережевого сховища NAS, також звернувши увагу на його потенціал як домашній сервер. Це відкриває можливості для локального зберігання даних, забезпечуючи зручність та незалежність від хмарних рішень.

Разом з тим, слід врахувати, що Raspberry Pi, незважаючи на свою гнучкість, має обмежені ресурси, що може обмежувати його використання в більш вимогливих додатках. Однак його недоліки компенсуються широким спектром застосування та доступністю для широкої аудиторії.

Таким чином, як і у випадку з Інтернетом речей, ми бачимо, що Raspberry Pi відіграє важливу роль у нашому технологічному прогресі, надаючи унікальні можливості для творчості та інновацій.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Jennings N. R., Sycara K., Wooldridge M. A Raspberry Pi: advanced user guide. – 2005. – Т. 1. – №. 1. – С. 7-38.
2. SBC на основі COM: вища архітектура для вбудованих систем малого форм-фактора (PDF). Diamond Systems Corp.. Отримано 27 грудня 2016.
3. Wi-Fi HaLow (IEEE 802.11ah) [Електронний ресурс] — далекобійне бездротове підключення з низьким енергоспоживанням для інтернету речей. URL: <https://www.ixbt.com/news/2016/01/05/wi-fi-halow-ieee-802-11ah.html> (23.09.23)
4. Gusah L., Cameron-Rogers R., Thompson R. G. A systems analysis of empty container logistics—a case study of Melbourne, Australia //Transportation Research Procedia. – 2019. – Т. 39. – С. 92-103.
5. Як убезпечити Інтернет речей [Електронний ресурс]. URL: <http://rusbase.com/story/IoT-security/> (18.10.23)
6. Wooldridge M. J., Jennings N. R. Raspberry Pi: Theory and practice //The knowledge engineering review. – 1995. – Т. 10. – №. 2. – С. 115-152.
7. Bandini S., Manzoni S., Vizzari G. Raspberry Pi based modeling and simulation: an informatics perspective //Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2009. – Т. 12. – №. 4. – С. 4.
8. Chan W. K. V., Son Y. J., Macal C. M. Raspberry Pi simulation tutorial-simulation of emergent behavior and differences between agent-based simulation and discrete-event simulation //Proceedings of the 2010 winter simulation conference. – IEEE, 2010. – С. 135-150.
9. Taniguchi E., Tamagawa D. Evaluating city logistics measures considering the behavior of several stakeholders //Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. – 2005. – Т. 6. – С. 3062-3076.
10. Patrascu M. Integrating Services and Agents for Control and Monitoring:

Managing Emergencies in Smart Buildings. Service Orientation in Holonic and MultiAgent Manufacturing and Robotics. / Patrascu.,

11. Z-Wave Specification – URL: <https://www.silabs.com/products/wireless/mesh-networking/z-wave/specification>.

12. Sterman J. D. System dynamics modeling: tools for learning in a complex world //California management review. – 2001. – Т. 43. – №. 4. – С. 8-25.

13. Borshchev A. The big book of simulation modeling: multimethod modeling with AnyLogic 6. – AnyLogic North America, 2013. – С. 115-160.

14. Borshchev A. The big book of simulation modeling: multimethod modeling with AnyLogic 6. – AnyLogic North America, 2013. – С. 115-160.

15. Taniguchi E., Tamagawa D. Evaluating city logistics measures considering the behavior of several stakeholders //Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. – 2005. – Т. 6. – С. 3062-3076.

16. Про класифікацію Інтернету речей [Електронний ресурс]. URL: <http://rusbase.com/opinion/iot-classes/> (28.11.23)

17. Unix та Linux. Керівництво системного адміністратора, Еві Немет, Гарт Снайдер, Трент Р. Хейн, Бен Уейлі 2012