КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ РАДІОФІЗИКИ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Кафедра комп'ютерної інженерії

До захисту допущено: «На правах рукопису»
Завідувач кафедри _____ Юрій Бойко
« _ » _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему:

«АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗГОРТАННЯ РОБОЧИХ ВУЗЛІВ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КЛАСТЕРА ТА ЇХ ПОДАЛЬШЕ АДМІНІСТРУВАННЯ З ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ PXE ТА ANSIBLE»

Виконав:
студент 4-го курсу бакалаврату
денної форми навчання
спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
ОНП «_____»
Денис Кучер _____

Науковий керівник:
кандидат технічних наук, асистент
Євген Слюсар _____

Рецензент:
_____

Засвідчую, що у цій бакалаврській роботі
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань
Студент _____

Робота допущена до захисту в ЕК рішенням кафедри _____
від «__»_____ 2023 р., протокол № __.

Завідувач кафедри _____,
кандидат фізико-математичних наук, доцент
Бойко Юрій Володимирович

(підпис)

Київ – 2023

Реферат

Дипломна робота: 51 с., 26 рис., 16 джерел

Мета роботи – відтворення існуючої у науковій літературі моделі розгортання робочих вузлів обчислювального кластера з допомогою PXE віддалено від інстальованого комп’ютера без використання фізичних носіїв інформації для інсталювання операційної системи та подальше адміністрування встановленої системи з допомогою директив та журналів Ansible.

В першому розділі проаналізовано технічну літературу, що допомагає поринути у шляхи побудови дослідження та ознайомитись з розумінням роботи певних компонентів використаних як технології роботи PXE та Ansible.

У другому розділі наведено практичну частину, а саме повний цикл втілення усіх налаштувань, що необхідно виконати для коректної роботи розгортання робочих вузлів з допомогою PXE та подальшого адміністрування з допомогою Ansible.

У третьому розділі наведено проведений покроковий аналіз виконаної роботи та приклади роботи досліджуваної моделі втілених технологій PXE та Ansible

Результатом дослідження є комп’ютерна система з можливістю інсталяції операційної системи мережевим способом та подальше її адміністрування, а також аналіз проведених робіт що призвели до цього.

Ключові слова: інсталяція, встановлення, розгортання робочих вузлів, кластер, адміністрування, робота. мережеве, комп’ютерна система, директива, атрибут, значення, середовище, сервіс, сервер, машина, комп’ютер, PXE, Ansible.

Зміст

Реферат 2
Зміст 3
Скорочення та умовні позначення 4
Вступ 5
1. Огляд засобів автоматизованого розгортання ОС 6
1.1 Інформація про PXE і основи його роботи. 6
1.2 Особливості налаштування PXE конфігураційного файлу початкових налаштувань при розгортанні системи. 8
1.3 Концепція та передумови вибору операційної системи. 11
1.4 Інформація про Ansible. 12
1.5 Особливості роботи з Ansible. 13
1.6 Мета випускної кваліфікаційної роботи 15
2. Практична частина 17
2.1 Експорт інсталяційного образу ISO на сервер HTTP. 17
2.2 Налаштування та запуск служб. 22
2.3 Налаштування файлу інсталяції системи. 30
2.4 Налаштування Ansible. 34
3. Тестування розробленого рішення 41
3.1 Отримання IP-адреси та початок роботи PXE. 41
3.2 Робота Anaconda інсталяційного скрипта. 43
3.3 Безпосередньо встановленн системи 45
3.4 Робота Ansible. 46
ВИСНОВКИ 47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 49

Скорочення та умовні позначення

- PXE (preboot execution environment) – середовище виконання розгортання.
- DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) – Протокол динамічної конфігурації хоста.
- UEFI (Unified Extensible Firmware Interface)– Уніфікований розширюваний інтерфейс мікропрограми.
- TFTP (Trivial File Transfer Protocol) – Тривіальний протокол передачі файлів.
- IP (Internet Protocol) – унікальний числовий ідентифікатор пристрою в комп'ютерній мережі, що працює по протоколу IP.
- BIOS (Basic Input/Output System) – базова система введення/виведення.
- HTTP (HyperText Transfer Protocol) – протокол передачі даних гіпертексту
- HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure) – протокол передачі даних гіпертексту де повідомлення є захищені
- FTP (File Transfer Protocol) – протокол передавання файлів
- IBM Power systems – це сімейство серверних комп’ютерів від IBM
- RFC (Request for Comments) – документ із серії пронумерованих інформаційних документів Інтернету, що містить технічні специфікації та Стандарти
- NFS (Network File System) – мережевий протокол доступу
- RHEL (Red Hat Enterprise Linux) – скорочена назва компанії розробника операційних систем Linux на базі дистрибутиву Red Hat

Вступ

Сьогодення ставить перед нами нові задачі які треба виконувати. Одна з них – це встановлення операційної системи віддалено, без наявності зовнішнього носія файлу, та фізичної присутності, але з підключенням до локальної мережі інтернет, також постійне оновлення програмного забезпечення, шо встановлене на цю систему або додавання нового. Беручи до уваги збільшення популярності комп'ютерних систем, завдання їх віддаленого адміністрування виходить чи не на перший план. Наразі далеко не кожен адміністратор має при собі набір зовнішніх носіїв інформації для одночасного завантаження операційної системи на декількох пристроях. Для облегшення роботи фахівців були винайдені рішення, що стають альтернативою фізичних носіїв. Це допомагає покращити ефективність роботи та швидкість інсталювання операційної системи на групу комп'ютерів.

Є багато відкритих ресурсів, що допомагають у вирішенні цієї проблеми. Таким чином – поєднання PXE, як середовища, що дозволяє розгортати систему за потреби і отримувати робочу станцію з встановленим ОС за лічені хвилини та Ansible, як ПЗ, що в подальшому допомагає в зручному адмініструванні, як одного пристрою, так і групи робочих станцій, або ж навіть й комп'ютерної системи великих масштабів.

1. Огляд засобів автоматизованого розгортання ОС

1.1 Інформація про PXE і основи його роботи.

Найпопулярнішим винаходом для встановлення операційної системи з мережі наразі є PXE або IPXE. Наведена документація за літературою [3],[4],[10],[11], надає інформацію про RFC стандарти, інструкції та інженерні примітки розробників операційних систем та програмного забезпечення, свідчать про PXE, як про один з небагатьох, або навіть єдиний варіант віддаленого розгортання робочих вузлів. Він описаний як основний спосіб встановлення операційних систем в літературі таких провідних компаній сьогодення, як CentOS та Red Hat.

Мережеве розгортання дозволяє інсталювати будь яку операційну систему, що була передконфінурована для цього на сервері[3],[4], а кінцева машина, на якій має відбуватись подібне розгортання, має мережеве підключення до інсталяційного сервера[10]. Для мережевого встановлення потрібні щонайменше дві системи. Їх можливі типи підключення та назви відображені на Рис. 1.1.

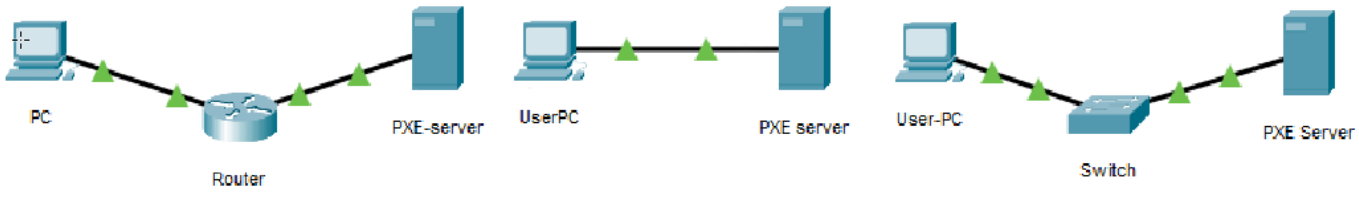

Рис. 1.1 Зображення можливих варіацій підключення PXE сервера та тестової машини

- Сервер PXE: система, на якій працює сервер DHCP, який надає IP адресу пристрою, що з’явився в мережі, або потребує її заміни,

сервер TFTP, який використовується як сховище файлів для завантаження інсталятора і певний мережевий міст між ним і одним з наступних серверів HTTP, HTTPS, FTP або NFS, які можуть використовуватись як сховище файлів для встановлення системи у випадку якщо жоден з них не продубльований в мережі, в противному ж випадку необхідна заміна або адаптація налаштувань на вже готовому сервері, який замінює функції сервера DHCP, TFTP, HTTP, HTTPS, FTP чи NFS.

- Клієнт: система, на якій відбувається мережеве розгортання. Клієнт надсилає запит до сервера DHCP і отримує IP адресу, за отриманою IP адресою у випадку, якщо клієнт відповідає умовам, для проведення розгортання системи згідно налаштувань BIOS/UEFI, він може отримати файли завантаження з сервера TFTP і завантажити інсталяційний образ системи з серверів HTTP, HTTPS, FTP або NFS. На відміну від інших методів інсталяції, клієнту не потрібен фізичний завантажувальний носій для початку інсталяції та безпосередня присутність адміністратора.

1.2 Особливості налаштування PXE конфігураційного файлу початкових налаштувань при розгортанні системи.

Конфігурування файлу початкових налаштувань встановлення системи сервера відбувається здебільшого мовою bash, з використанням елементів python 3 та shell для налаштування, це має певні особливості синтаксису, які пояснені нижче для базового розуміння роботи цього файлу[7]:

Graphical – аргумент, що передає значення типу встановлевлення з опцією візуалізації процесу;

Reboot – аргумент, що передає значення потреби перезавантаження під час встановлення системи;

Network – аргумент, що передає значення підключення до мережі, які можна задати, як приклад, одразу після отримання ip адреси може відбуватись завантаження передінсталяційних файлів з допомогою TFTP сервера a=після отримання IP адреси від DHCP сервера --bootproto=dhcp, --activate опція передає значення активної роботи мережевого інтерфейсу для отримання адреси від DHCP сервера, --hostname=localhost.localdomain опція передає ім’я хоста, --onboot yes опція відповідає за потребу роботи цього налаштування під час завантаження системи;

Url – аргумент, що визначає посилання, за яким знаходяться інсталяційні файли для розгортання системи, --url="http://10.0.2.5/iso" опція значить, що перехід буде відбуватись саме за цим посиланям;

Repo – аргумент, що визначає сховище файлів звідки юудуть братись основні пакети та ресурси для встановлення, до прикладу має опцію --name AppStream --baseurl=http://10.0.2.5/iso/AppStream, що значить, що саме з цього каталогу інсталяційного образу буде братись необхідна інформація;

%packages @standard %end аргументи, що буде визначати, необхідність завантаження стандартних пакетів для встановлення системи;

Keyboard – атрибут що зазначає вибір клавіатури, як приклад з опцією вибору американської розкладки --xlayouts='us';

Lang en_US.UTF-8 директива що вибирає мову системи в даному випадку Американська з шифруванням символів UTF-8;

Firstboot – значення що відповідає, чи потрібне перше перезавантаження системи після встановлення ОС –enable, опція що визначає таке перезавантаження як потрібне;

Ignoredisk – значення що дає процесу встановлення ОС директиву не користуватись специфічними дисками підключеними до системи, --only-use=sda опція що визначає sda диск як основний;

Clearpart – значення що відповідає за форматуваання диску/дисків –all директива що вказу форматування всього виділеного простору –initlabel опція, з допомогою яклї відбувається ініціалізація диску в системі;

Autopart - значення що відповідає за розділення диску на простори – nohome, директива що вказує, окремий розділ home як не потрібний;

Timezone – значення що відповідає за час, який буде налаштований в системі, Europe/Kyiv –isUtc директива, якою відбувається вибір часу Києва;

Rootpw – значення що відповідає за пароль та інші налаштування користувача адміністратора.

User - значення що відповідає за пароль та інші налаштування будь якого користувача окрім адміністратора, який буде вказаний в подальшому.

%addon com_redhat_kdump –disable – опція з допомогою якої регулюється кількість пам’яті, яку потрібно залишити в резерві, конкретно в цьому випадку, весь простір пам’яті може бути зайнятий системою.

%end – символізує кінець процесів, що були описані вище

%post – символізує інсталяцію усього що вказано в пост скрипті, конкретно в цьому випадку пост скрипта не існує, тому атрибут залишається пустим, бо є обов’язковим.

Для виконання розгортання робочих вузлів на машині клієнта з мережі, необхідно налаштувати його в BIOS/UEFI або в меню швидкого завантаження на тип первинного завантаження з мережі. На деяких апаратних засобах така може бути вимкнена або недоступна.

1.3 Концепція та передумови вибору операційної системи.

Вибір операційної системи CentOS 9, як дистрибутиву RHEL 9 для налаштування серверу та мережевого розгортання з допомогою PXE обумовлений високим ступенем інтегрованості в користування подібними дистрибутивами старших версій в університеті, довгим терміном підтримки та її актуальністю на сьогоднішній день.

CentOS 9.0 матиме підтримку до 2026 року включно, а молодша версія, CentOS 9.10 матиме підтримку до 2032 року включно як видно з графіку[9] на Рис 1.2. Це допоможе лише оновлювати систему до потрібної адміністраторам версії найближчі 9 років, що є задовільним показником стабільності системи та її актуальністю

.

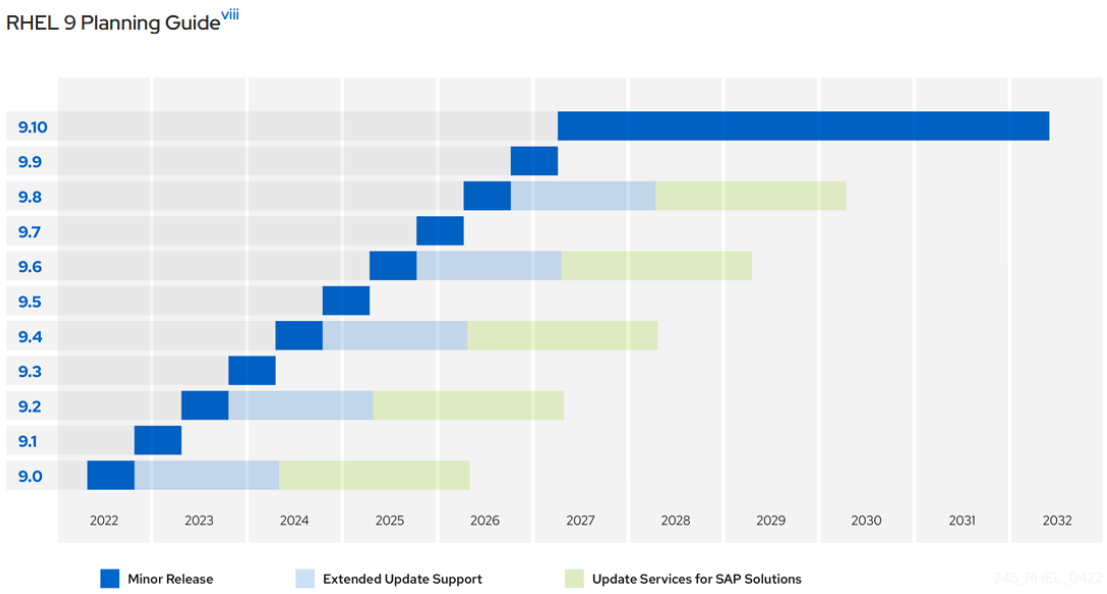

Рис 1.2 Графік актуальності системи

1.4 Інформація про Ansible.

Сучасність надає багато можливостей віддаленого контролю та адміністрування пристроїв, таким є і Ansible[15]. Це ПЗ адміністрування комп’ютерних систем та мереж має функції моніторингу та адміністрування, які дозволяють володіти всім спектром інструментів необхідних в обслуговуванні налаштовуваного обладнання. Крім того це ПЗ є досить розповсюдженим і має багато розгалуджень, окрім простих команд існує Ansible playbook в подальшому журнал Ansible, AdHoc команди і Vagrant скрипти, що допоможуть вирішити досить великий обсяг задач, які зазвичай стоять перед системними та мережевими адміністраторами. Для роботи Ansible на встановленому дослідному пристрої необхідні встановлений Python 3 та доступ за ssh без паролю. Згідно з усім представленим вище, існує потреба:

- У підключенні та встановленні усього необхідного програмного забезпечення на машину, що буде використовуватись, як комп’ютер адміністрування.
- У перевірці роботи налаштування знадобився передчасно тестову машину зі встановленим SSH доступом за публічним ключем але без паролю:
    - перевірка встановлення пакетів програмного забезпечення, їх встановлення чи оновлення до чинної версії, а також дозвіл роботи їх сервісів в штатному режимі
    - Реалізація роботи подібних функцій адміністрування автоматично у певний заданий проміжок часу

1.5 Особливості роботи з Ansible.

Робота з Ansible відбувається з допомогою мови Yaml що має певні особливості. Основи цієї мови для розуміння роботи команд в подальшому представлено нижче [15],[16]:

--- - початок будь якого нового файлу

- hosts: host1 – з допомогою цієї строки проводиться вибір кінцевих машин, на яуих буде виконуватись певні адміністративні дії, в даному випадку це host1

tasks: - визначає початок процедури задач, які описуються нижче

- name: “…”- визначає назву процедури

ansible.builtin.service – підключення модулю ansible для роботи з сервісами

ansible.builtin.cron – підключення модулю ansible для можливості відкладеного запуску

dnf – виклик менеджера пакетів в середовищі Ansible.

name: mariadb-server – назва пакету, який перевіряється, у вигляді прикладу

state: latest – версія продукту, як приклад наведена остання,

name: mariadb.service– назва сервісу, який перевіряється, як приклад наведено mariadb.service

enabled: yes – дозвіл, або відміна дозволу сервісу чи дії, як приклад наведено дозвіл

minute: "*" – неактивна позначка часу для запуску відкладеного завдання

hour: "1" - активна позначка часу для запуску відкладеного завдання

day: "*" - неактивна позначка часу для запуску відкладеного завдання

user: root – тип користувача від якого буде виконуватись запит та адміністрування (необхідно вказуваати той, який має доступ за ssh без паролю)

job: "ansible-playbook -b /root/Sites/test/install_packages.yml" – приклад відкладання роботи у вигляді запуску команди

Також ця мова є досить вибагливою до правильного використання простору до слів і між словами, табуляція не сприймається як певний символ і треба використовувати виключно пробіли для створення загального розгортання дій в певній функції, та виділення її закінчення, тобто цю мову можна віднести до класу з строго синтаксисом.

1.6 Мета випускної кваліфікаційної роботи

Метою випускної кваліфікаційної роботи є відтворення існуючої у науковій літературі моделі розгортання робочих вузлів обчислювального кластера з допомогою PXE віддалено від інстальованого комп’ютера без використання фізичних носіїв інформації для інсталювання операційної системи та подальше її адміністрування з допомогою директив та журналів Ansible.

В рамках випускної кваліфікаційної роботи буде відтворено повний цикл PXE у середовищі програмного забезпечення Oracle VirtualBox, а саме:

- Встановлення, підключення та налаштування, на машині, що буде використовуватись, як сервер, такого програмного забезпечення та налаштувань, як: встановлення статичної IP-адреси, dhcpd server, openssh-server, tftp socket, tftp service, httpd server, anaconda та конфігурування інсталювального обрзу ISO операційної системи CentOS 9 та робота з його складовими. В подальшому налаштування Ansible у вигляді надання безпарольного доступу, встановлення модулів python 3, pip, ansible.
- для перевірки роботи налаштування серверу було використано другий віртуальний комп’ютер, підключений до локальної мережі NatNetwork, який має пройти через усі стадії інсталяції PXE, а саме:
    - отримання IP адреси за протоколом DHCP від передналаштованого сервера,
    - запуск меню вибору типу завантаження з конфігураційних файлів PXE та TFTP,
    - завантаження інсталятора в автоматичному режимі з передналаштованого на сервері HTTP конфігураційного файла кікстарту

- інсталяцію операційної системи що була вибрана та розпакована на HTTP сервері передчасно.
- На тестовій машині встановлення модулів python3 та openssh-server і налаштування безпарольного доступу з машини адміністрування.

Це завдання і є об’єктом випускної кваліфікаційної роботи.

2. Практична частина

2.1 Експорт інсталяційного образу ISO на сервер HTTP.

Завантаживши файл ISO з офіційного сайту CentOS[1], потрібно копіювати його на сервер. Конкретно в цьому випадку для подібної потреби було створено каталог centos в кореневому каталозі. Копіювання можливо з допомогою підключення до вже існуючого сервера HTTP/HTTPS, FTP, або іншого, завантаження потрібного образу з відкритих джерел в середі Інтернет, з допомогою команди cp, використовуючи зовнішній файловий носій з такою системою, певних програмних засобів, наприклад WinScp, або іншим будь яким відомим способом.

Нижче наведено приклад команди з допомогою якої викликається менеджер пакетів yum, що дозволяє інсталювати будь яку програму, що є в його досяжності, та проводиться процес інсталяції самого HTTP сервера.

```
yum install httpd
```

Інсталювавши HTTP сервер, треба внести зміни в файл його налаштувань, httpd.conf, що знаходиться за каталогом /etc/httpd/conf/. Нижче наведено саме ці зміни, вони мають надавати дозвіл на перехід за посиланням 127.0.0.1 за шаблоном IP-адреси[3],[4], що вказані в змінах, що дозволить безпосереднє підключення до HTTP серверу.

```
     Alias /media
<Directory /centos>
    Options Indexes FollowSymLinks
```

```
    # access permission
    Require ip 127.0.0.1 10.0.2.0/24
</Directory>
```

В тому ж конфігураційному файлі httpd.conf в кінець файлу потрібно додати строку що нижче, вона дозволяє розширити налаштування до тих, де всі файли .conf з передналаштованого каталогу будуть підключатись до http сервера і працювати на ньому. [3],[4] Для виконання завдання необхідний файл це: pxeboot.conf і він буде доданий до файлів, які матимуть доступ до http сторінки згідно з заданими вище налаштуваннями та нижче командою.

```
IncludeOptional conf.d/*.conf
```

Після виконання налаштування http сервісу та його конфігураційних файлів проводиться запуск сервісу. Потрібно запевнитись що він активний і дозволений в системі, а також перевірити його роботу безпосередньо переходячи за IP адресою в браузері, результатом подібної перевірки має бути запущений та дозволений http сервіс в системі, та успішне отримання привітального екрану налаштування http сервера на ОС CentOS та інструкції щодо подальшого налаштування цього ж сервера для отримання віддаленого доступу до бажаних файлів. Сервіс є активним і дозволеним в системі згідно з Рис 2.1 нижче що говорить про правильність синтаксису використаного для налаштування файлів конфігурацій.

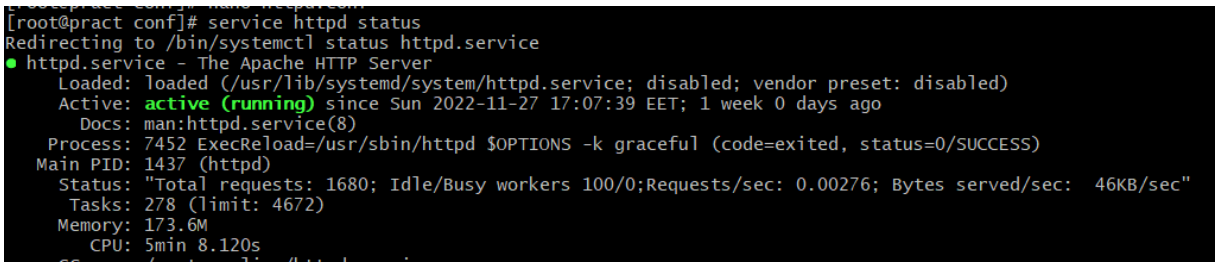

Рис 2.1 Запуск сервісу і перевірка на коректність роботи

На ілюстрації ж Рис 2.2 можна побачити привітальний екран http серверу налаштованого на CentOS що визначає коректну роботу запущеного http серверу, та правильність налаштувань, що були проведені вище.

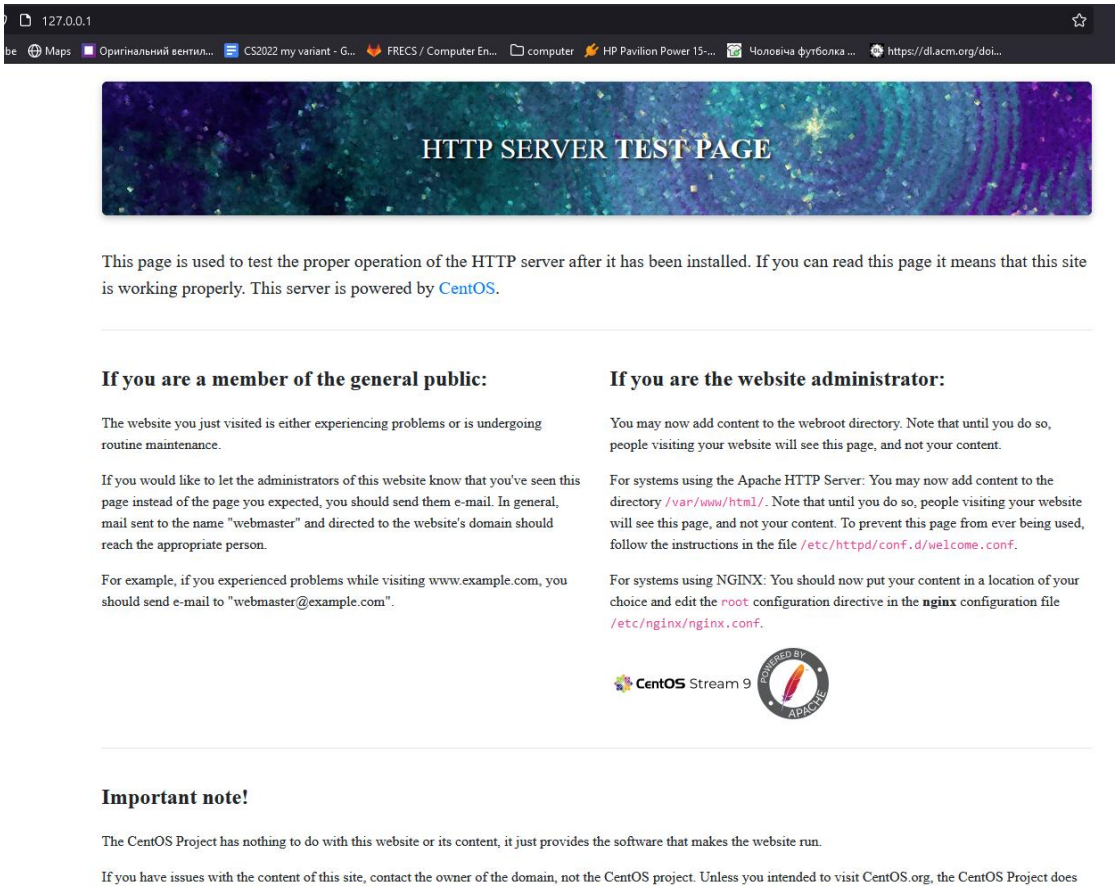

Рис 2.2 Підключення до сайту, який був зконфігурований, як наслідок отримуємо привітальний екран http серверу CentOS

Для додавання необхідних файлів згідно інструкції що описана на привітальній сторінці http сервіса необхідно додати файли потрібні для роботи PXE сервра до каталогу /var/www/html/iso яку створено для подальшого PXE завантаження ОС безпосередньо. З допомогою команди нижче [3],[4],[5] виконується розпаковка ISO файлу в каталог, що вказаний вище і в команді представлений другим атрибутом, а саме /var/www/html/iso.

```
mount -t iso9660 /centos /CentOS-Stream-9-latest-x86_64-dvd1.iso /var/www/html/iso -o loop,ro
```

На ілюстрації Рис 2.3 що знизу представлена перевірка на коректність відпрацювання команди, та розпаковку файлів системи до директорії що була вказана другим атрибутом. На цій світлині можна ознайомитись з вмістом директорії /var/www/html/iso та запевнитись в успішному розпакування:

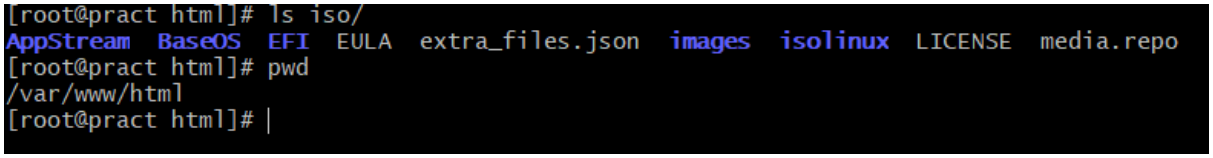

Рис 2.3 Перевірка на вміст /var/www/html/iso

Перевірка на доступність усіх файлів віддалено з допомогою безпосереднього переходу за посиланням на http сервер в браузері і перевірка що усі файли та директорії що були перенесені до директорії другого атрибуту

/var/www/html/iso були перенесені успішно та відображуються на сайті, що наведено на світлині Рис 2.4 нижче:

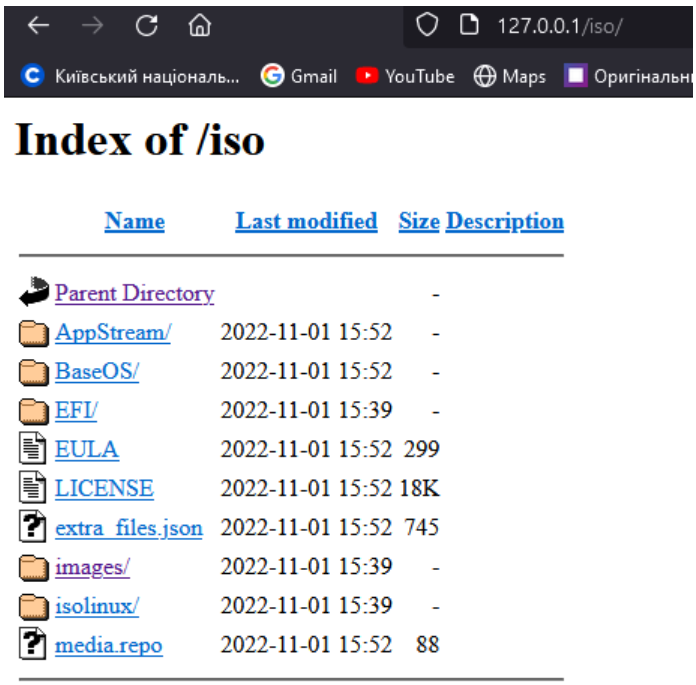

Рис 2.4 Пересвідчення в коректній роботі сайту і доступі до розпакованих скопійованих файлів та директорій

2.2 Налаштування та запуск служб.

Налаштування сервера TFTP для клієнтів на основі BIOS[3],[4].

Ця процедура описує, як налаштувати сервер TFTP і сервер DHCP і запустити служби TFTP на сервері PXE для 64-розрядних систем AMD і Intel на основі BIOS.

Запуск команд нижче, призводить до виклику менеджера пакетів yum, з допомогою якого було завантажено TFTP сервіс першою командою, а другою надано дозвіл на виконання його під час роботи ОС. [3],[4]

```
yum install tftp-server
firewall-cmd --add-service=tftp
```

З цього моменту TFTP server можна вважати налаштованим, але наразі в ньому відсутні потрібні для запуску PXE розгортання файли.

Команди на ілюстрації Рис 2.5 нижче дозволяють зконфігурувати процедуру первинного завантаження PXE сервера, для подальшого встановлення системи, а саме копіюють усі необхідні файли, бази даних, образи завантаження та ін. в передконфігуровану директорію роботи http сервісу:

```
cp -pr /mount_point/BaseOS/Packages/syslinux-tftpboot-version-architecture.rpm /publicly_available_directory
cp -pr /var/lib/tftpboot/tftpboot/ldlinux.c32 /var/lib/tftpboot/pxelinux
cp -pr /var/lib/tftpboot/tftpboot/vesamenu.c32 /var/lib/tftpboot/pxelinux
cp -pr /var/lib/tftpboot/pxelinux/default /var/lib/tftpboot/pxelinux/pxelinux.cfg
cp /media/images/pxeboot/{vmlinuz,initrd.img} /var/lib/tftpboot/pxelinux/images/CentOS-8/
cp -pr /var/lib/tftpboot/tftpboot/pxelinux.0 /var/lib/tftpboot/pxelinux
cp -pr /var/lib/tftpboot/tftpboot/libcom32.c32 /var/lib/tftpboot/pxelinux
```

Рис 2.5 Команди, що копіюють файли з образу системи в батьківську директорію TFTP сервісу

По виконанні попередніх дій проводиться перевірка результату відпрацювання команд шо були представлені вище, а саме коректність копіювання усіх файлів що є потрібними для запуску програми встановлення ОС CentOS з допомогою PXE в директорію /var/lib/tftpboot/pxelinux. Світлина Рис 2.6 нижче представлена як приклад подібної перевірки:

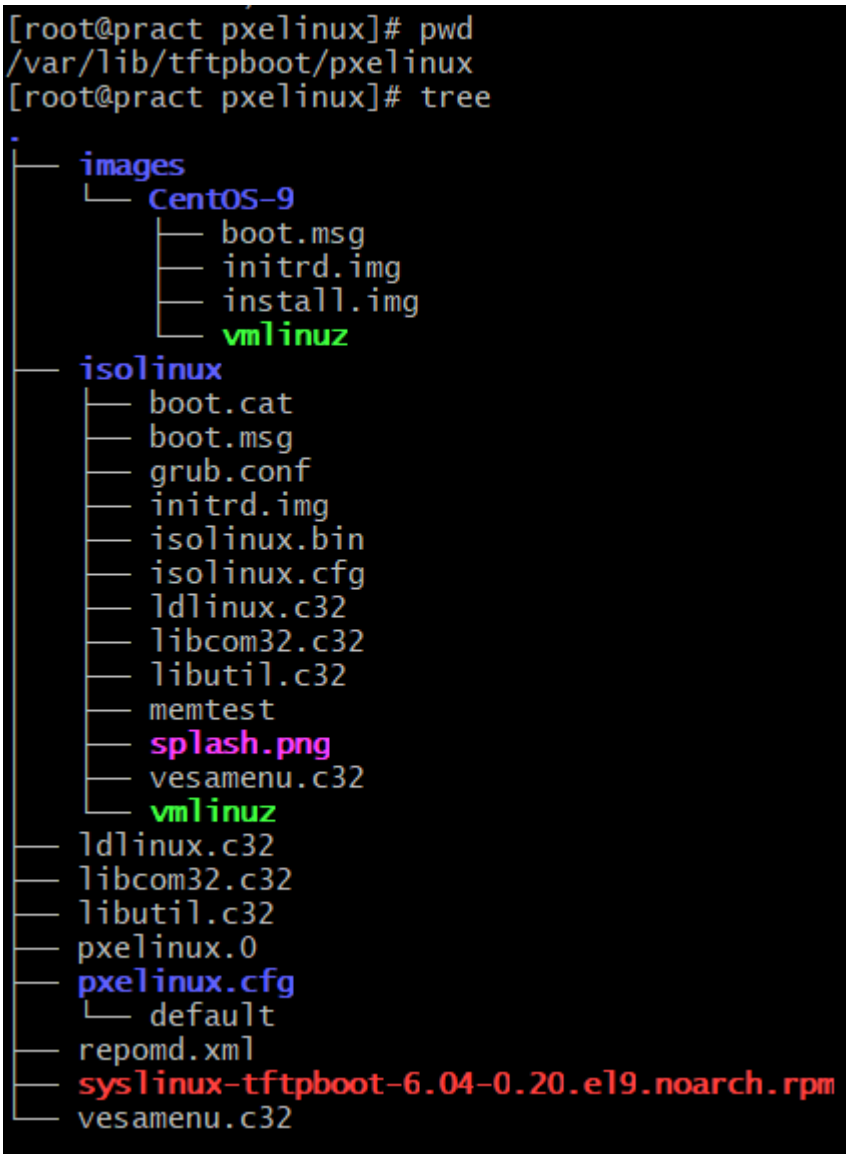

Рис 2.6 Результат роботи команд з копіювання файлів в директорію /var/lib/tftpboot/pxelinux

Проведено певні зміни в налаштуваннях файлу default, [3],[4],[6] що потрібен для створення меню передзавантаження та передконфігурування інсталяції, з шляхом до файлу початкових інсталяційних налаштувань.

Файл default має наступний вигляд:

default vesamenu.c32 – визначає налаштування фона

prompt 1 – вмикання процесу за натисканням будь якої клавіші

timeout 600 – таймер на виконання роботи в 600 мс

display boot.msg – показ повідомлення роботи boot.msg

label linux – кнопка Linux в меню завантажувача

menu label ^Install system – передача повідомленя інсталяції системи

menu default – налаштування меню, як звичайної інсталяції

kernel images/CentOS-9/vmlinuz – звернення до образу vmlinuz

append initrd=images/CentOS-9/initrd.img ip=dhcp inst.repo=http://10.0.2.5/iso – ініціація інсталяції з допомогою усього вказаного за посиланням, налаштувань IP адреси доступу та звернення до initrd.img для початку процесу встановолення ОС inst.ks=http://10.0.2.5/ks/centos-st9-ks.cfg – вказівка до файлу початкових налаштувань інсталяції системи inst.stage2=http://10.0.2.5/iso kdevice=bootif inst.geoloc=0 – ініціація процесу прикінцевого

встановлення необхідних модулів на другій стадії інсталяції

label vesa – кнопка Linux в меню завантажувача

menu label Install system with ^basic video driver - передача повідомленя інсталяції системи

kernel images/CentOS-9/vmlinuz – звернення до образу vmlinuz

append initrd=images/CentOS-9/initrd.img ip=dhcp inst.xdriver=vesa nomodeset – ініціація інсталяції з допомогою усього вказаного за посиланням, налаштувань IP адреси доступу та звернення до initrd.img для початку процесу встановолення ОС з допомогою драйверу vesa inst.ks=http://10.0.2.5/ks/centos-st9-ks.cfg – вказівка до файлу початкових налаштувань інсталяції системи

label rescue – кнопка rescue в меню завантажувача

menu label ^Rescue installed system – передача повідомленя відновлення інсталяції системи

kernel pxelinux/images/CentOS-9/vmlinuz – звернення до образу vmlinuz

append initrd=pxelinux/images/CentOS-9/install.img rescue – ініціація відновлення інсталяції з допомогою усього вказаного за посиланням

label local – кнопка local в меню завантажувача

menu label Boot from ^local drive – повідомлення інсталяції з локального середовища

Під час запуску системи існує можливість вибору типу завантаженння, щоб машина могла стандартно завантажитись без втручання в процес людини робочою кнопкою налаштовується перша в меню передзавантаження. А також потрібно підключити до цієї кнопки файли для запуску процесу встановлення з допомогою файлів що були скопійовані в /var/lib/tftpboot.

Для цього за адресою /usr/lib/systemd/system створено файл tftp.service і вносено туди наступний зміст:

```
[Unit] – позначка тіла атрибуту

Description=Tftp Server – пояснення, атрибуту як Tftp Server

Requires=tftp-server.socket – прив’язка до сервісу tftp-server.socket

Documentation=man:in.tftpd – прив’язка до документації man:in.tftpd

[Service] – позначка тіла сервісу

ExecStart=/usr/sbin/in.tftpd -c -p -s - передача файлу для запуску сервіса з атрибутами

/var/lib/tftpboot – батьківська директорія сервісу

StandardInput=socket – тип роботи сервісу, очікування на повідомлення socket

[Install]– позначка тіла інсталяції з TFTP сервісу

Also=tftp.socket – прописане використання tftp.socket для роботи сервісу
```

Сервіс tftp.socket потребує файлу конфігурацій так само, як і tftp.service, тож створено файл tftp.socket за за адресою /usr/lib/systemd/system для можливості підключення до tftp.service через tftp.socket /usr/lib/systemd/system з наступним вмістом:

```
[Unit] – позначка тіла атрибуту

Description=Tftp Server Activation Socket – пояснення, атрибуту як Tftp Server Activation Socket


[Socket] – позначка тіла Socket

ListenDatagram=69 – позначка порту 69 для прослуховуваня усіх повідомлень, що надходять на нього


[Install]– позначка тіла інсталяції з TFTP сервісу

WantedBy=sockets.target – прописане використання інсталяції на sockets.target, у випадку подібного запиту
```

Таким чином буде відбуватись запуск інсталяційного процесу з TFTP сервера, з допомогою tftp.socket буде прослуховуватись 69 порт для отримання усіх зконфігурованих файлів та директорій з файлами від tftp.service та починати процес встановлення ОС CentOS на тестову машину.

Проведено перевірку запуску і роботи сервісів tftp.service і tftp.socket що були налаштовані в минулому пункті. Вона ж засвідчує що сервіси працюють, а це значить що проблем з синтаксисом виявлено не було. На світлинах Рис 2.7 та Рис 2.8 нижче проведена ця перевірка:

```
[root@pract system]# [root@pract system]# service tftp.service status
Redirecting to /bin/systemctl status tftp.service
○ tftp.service - Tftp Server
     Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/tftp.service; indirect; vendor preset: disabled)
     Active: inactive (dead) since Sun 2022-12-04 16:29:09 EET; 2h 40min ago
   Duration: 15min 54.685s
TriggeredBy: ● tftp.socket
       Docs: man:in.tftpd
    Process: 8212 ExecStart=/usr/sbin/in.tftpd -c -p -s /var/lib/tftpboot (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Main PID: 8212 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 2.419s
```

Рис 2.7 Запуск tftp.service і перевірка його роботи

```
[root@pract system]# service tftp.socket status
Redirecting to /bin/systemctl status tftp.socket
● tftp.socket - Tftp Server Activation Socket
     Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/tftp.socket; disabled; vendor preset: disabled)
     Active: active (listening) since Sun 2022-11-27 17:07:43 EET; 1 week 0 days ago
      Until: Sun 2022-11-27 17:07:43 EET; 1 week 0 days ago
   Triggers: ● tftp.service
     Listen: [::]:69 (Datagram)
      Tasks: 0 (limit: 4672)
     Memory: 8.0K
        CPU: 801us
     CGroup: /system.slice/tftp.socket
```

Рис 2.8 Запуск tftp.socket і перевірка його роботи

Налаштовано DHCP-сервер для видачі IP-адрес з пула з 10.0.2.10 до 10.0.2.250, а також для використання на машинах, що отримали подібну IP-адресу завантажувальних образів, які входять до складу SYSLINUX файлів, що вже були успішно скопійовані до батьківської директорії HTTP серверу. Така конфігурація у файлі /etc/dhcp/dhcpd.conf представлена на світлині Рис 2.9 нижче[3],[4],[5],[10],[11]:

```
[root@pract ~]# cat /etc/dhcp/dhcpd.conf
option space pxelinux;
option pxelinux.magic code 208 = string;
option pxelinux.configfile code 209 = text;
option pxelinux.pathprefix code 210 = text;
option pxelinux.reboottime code 211 = unsigned integer 32;
option architecture-type code 93 = unsigned integer 16;

subnet 10.0.2.0 netmask 255.255.255.0 {
        range 10.0.2.10 10.0.2.250;
        option subnet-mask 255.255.255.0;
        option broadcast-address 10.0.2.255;
        option routers 10.0.2.1;
        option domain-name-servers 10.0.2.1;

        class "pxeclients" {
          match if substring (option vendor-class-identifier, 0, 9) = "PXEClient";
          next-server 10.0.2.5;

          if option architecture-type = 00:07 {
            filename "BOOTX64.EFI";
            } else {
            filename "pxelinux/pxelinux.0";
          }
        }

}
```

Рис 2.9 Конфігурація DHCP-сервісу, з використанням пула IP адрес, підключенням модуля SYSLINUX та перевіркою на наявність встановленої системи на машині

Проведено перевірку запуску і роботи сервісу що був налаштований вище. На світлині Рис 2.10 нижче приклад подібної перевірки:

```
[root@pract conf]# service dhcpd status
Redirecting to /bin/systemctl status dhcpd.service
● dhcpd.service - DHCPv4 Server Daemon
     Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/dhcpd.service; disabled; vendor preset: disabled)
     Active: active (running) since Tue 2022-11-29 00:52:31 EET; 5 days ago
       Docs: man:dhcpd(8)
             man:dhcpd.conf(5)
   Main PID: 3214 (dhcpd)
     Status: "Dispatching packets..."
      Tasks: 1 (limit: 4672)
     Memory: 5.0M
        CPU: 79ms
     CGroup: /system.slice/dhcpd.service
             └─3214 /usr/sbin/dhcpd -f -cf /etc/dhcp/dhcpd.conf -user dhcpd -group dhcpd --no-pid
```

Рис 2.10 Запуск сервісу DHCP і перевірка його роботи

2.3 Налаштування файлу інсталяції системи.

Знизу представлено приклад коду з файлу початкових налаштувань при завантаженні, який має налаштовану автоконфігурацію для завантаження інсталятора системи за новоствореним каталогом та файлом: /var/www/html/ks/centos-st9-ks.cfg. [6],[7],[8] Він матиме наступний зміст:

```
graphical – аргумент несе налаштування інсталяції системи з графічним відображенням процесу

reboot – аргумент визначає потребу в перезавантаженні системи

network --bootproto=dhcp --activate --hostname=localhost.localdomain --onboot yes – частина файлу що визначає налаштування мережі

url --url="http://10.0.2.5/iso" – частина файлу що визначає зверення до посиланнння в лапках

repo --name AppStream --baseurl=http://10.0.2.5/iso/AppStream – строка файлу що визначає сховище та шлях до нього

%packages – аргумент що передає потребу встановлення пакетів

@standard - аргумент що передає значення інсталяції за стандартних опцій

%end – кінець інформації щодо безпосереднього встановлення CentOs 9
```

keyboard --xlayouts='us' – строка що передає потребу встановлення налаштування мови клавіатури

lang en_US.UTF-8 – строка що передає потребу встановлення налаштування мови та шифрування символів

firstboot –enable – строка що передає потребу встановлення налаштування мови та шифрування

ignoredisk --only-use=sda - строка що передає потребу використання тільки розділу sda для встановлення систкеми, не чіпаючі інші розділи

clearpart --all –initlabel - строка що передає потребу форматуваня суцільного диску

autopart –nohome - строка що передає автоматичне розділення диску без використання окремого розділу home

timezone Europe/Kyiv –isUtc – аргумнт налаштувань часу у вигляді вибору часового поясу, вибрано Київ

rootpw --iscrypted 6/GqBCHZPb7AUx8wf$FHUCBwthDCeiXHkJFB7uj5SbVweWXrfC71PAEo1Tj9pjaxRtPYk2f/jxBbj3o5EVg1hUNudxTkmVQEnR3P8aA/ - налштуваннння створюваного паролю для користувача root

user --name=cent --password=6/GqBCHZPb7AUx8wf$FHUCBwthDCeiXHkJFB7uj5SbVweWXrfC71PAEo1Tj9pjaxRtPYk2f/jxBbj3o5EVg1hUNudxTkmVQEnR3P8aA/ --iscrypted --gecos="cent" - налштуваннння створюваного паролю для користувача cent

```
%addon com_redhat_kdump –disable – дезактивація kdump середовища під час автоматичного встановлення

%end – кінець інформації щодо налаштувань CentOs 9

%post - символізує інсталяцію усього що вказано в пост скрипті, конкретно в цьому випадку пост скрипт не існує, тому атрибут залишається пустим, бо є обов’язковим.

%end – кінець встановлення
```

Налаштування що мають бути на тестових машинах, а саме підключення до однієї і тієї мережі, в якій не налаштована видача ip-адрес, та перше завантаження з жорсткого диску. Такі налаштування дозоляють встановлювати систему на будь яку машину без ОС, і не робити нічого з машинами, на яких вже встановлена ОС. Подібні налаштування в ПЗ VirtualBox представлені на світлинах Рис 2.11, Рис 2.12 та Рис 2.13 нижче:

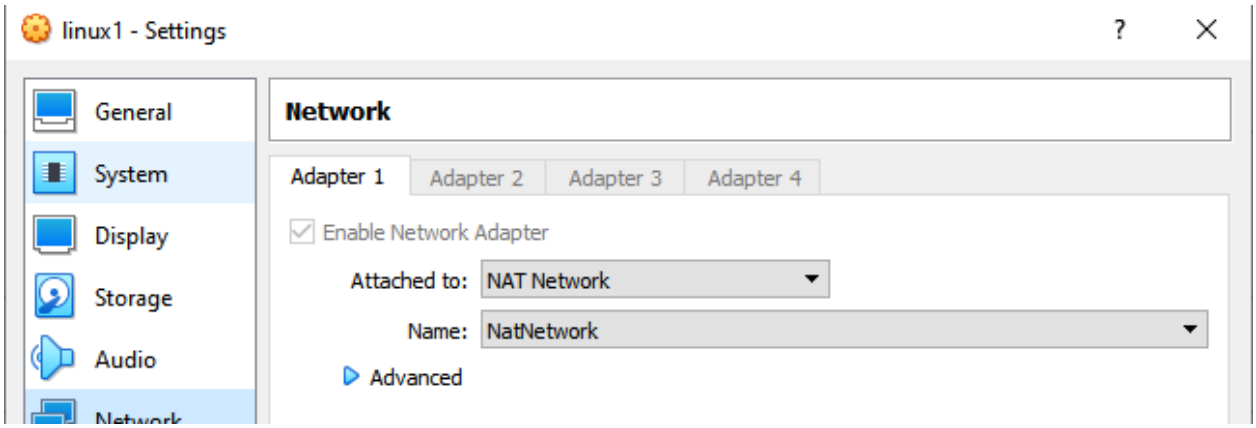

Рис 2.11 Налаштування мережі що підключена до тестової машини

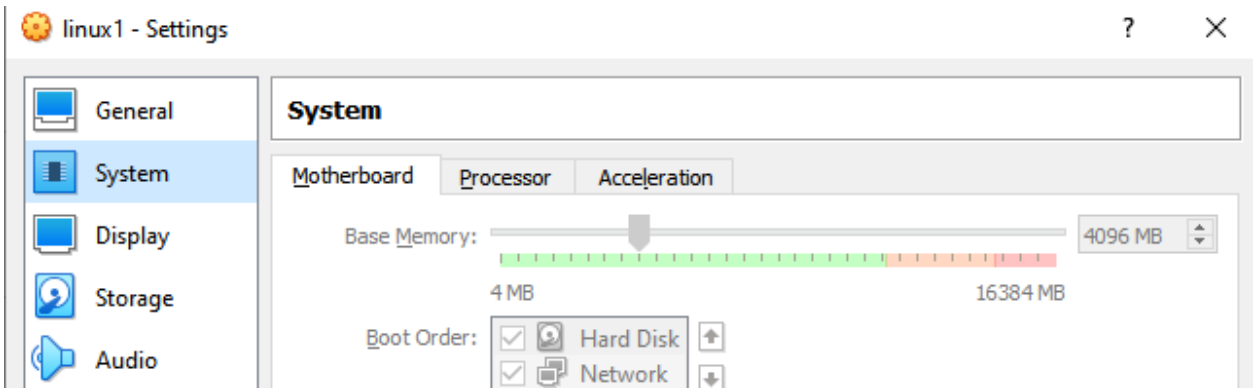

Рис 2.12 Налаштування пріоритетів завантаження тестової машини та кількість виділеної оперативної пам’яті

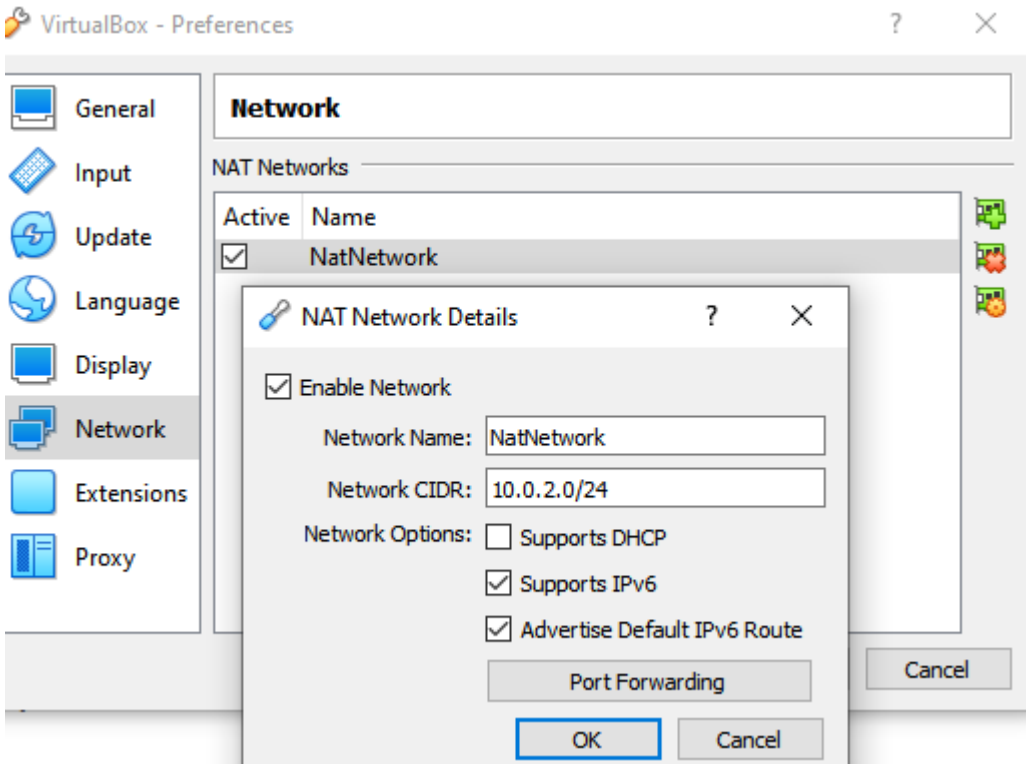

Рис 2.13 Налаштування мережі NatNetwork в ПЗ VirtualBox

Для визначення і вирішення помилок було використана більшість з вже згаданої літератури, а також Anaconda Logging[13] для розуміння що спричиняє проблеми в запуску певних компонентів на етапі автоматичного конфігурування інсталяційних змінних на тестовій машині

2.4 Налаштування Ansible.

Налаштувати Ansible для оновлення ПЗ в заданий проміжок часу.

Для встановлення Ansible знадобилось запустити певний перелік наступних команд, що встановлюють python3 інтерпретатор, середовище pip, надають доступ до сховища пакетів epel-release та сам Ansible:

```
yum install python3 – запуск менеджера пакетів yum для інсталяції python3

yum install pip – запуск менеджера пакетів yum для інсталяції pip

yum install epel-release – запуск менеджера пакетів yum для підключення зовнішнього репозиторію epel-release

та інсталяції усього змісту в ньому

sudo yum install ansible - запуск менеджера пакетів yum для інсталяції ansible безпосередньо з правами суперкористувача з допомогою слова sudo
```

Для роботи Ansible на тестовій машині потрібно встановити python3, для цього було виконано наступну команду:

```
yum install python3 – запуск менеджера пакетів yum для інсталяції python3
```

Для коректної роботи Ansible між тестовою машиною та PXE сервером необхідно забезпечити безпарольний доступ з допомогою SSH. Для цього потрібно встановити open-ssh сервіс та копіювати публічний ключ машини на якій налаштовується Ansible на тестову машину, це було виконано з допомогою

наступних команд, що встановлюють ПЗ для роботи SSH, генерує ключі для підключення і перевірки, а також копіює цей ключ за вказаною адресою:

yum install openssh-server – запуск менеджера пакетів yum для інсталяції openssh-server

ssh-keygen – команда що генерує публічний та приватний ключі для забезпечення можливості підключення однієї машини до іншої за протоколом SSH.

ssh-copy-id -i ~/.ssh/id_rsa.pub - команда що передає публічний ключ від однієї машини до іншої, в папку, що задана другим атрибутом. Це дозволяє після першого ж підключення по виконнаі подібної команди одноразово ввести пароль, та отримати безпарольний доступ між машинами, у випадку неперевстановлення ПЗ що забезпечує подібне підключеня, та неочищення файлів що мають на це вплив

Для безпосередньої роботи Ansible потрібно задати певний шаблон підключення до сервера, а саме файл, з допомогою якого адміністратор зможе визначити яку машину чи машини йому потрібно обслуговувати з допомогою певних команд. Для цього було створено файл inventory, в якому визначається IP адреса та група з машин до якої можна звертатись. Приклад вмісту подібного файлу наведено нижче:

[try] - назва робочої групи

10.0.2.86 – IP-адреса внесена в цю групу

Проводиться перевірка роботи налаштувань, а саме команди ping з допомогою Ansible. Це дозволяє проаналізувати проведену роботу, та навність в ній помилок, з допомогою команди ping перевіряється можливість підключення однієї машини до іншої не тільки з допомогою ICMP, а й безпарольного доступу, інстальованого ПЗ, групи роботи та інших налаштувань, які були зроблені вище. Приклад подібної перевірки і представлено на світлині Рис 2.14 нижче:

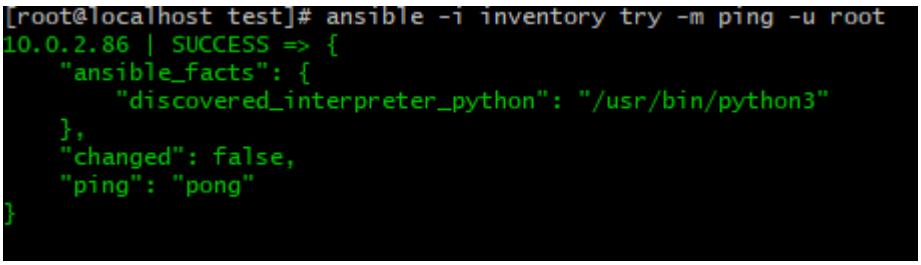

Рис 2.14 Перевірка роботи команд Ansible

Для роботи Ansible з журналами створюваними адміністратором необхідно додати наступні рядки в файл за адресою /etc/ansible/hosts:

```
[group_name] – назва групи вказана нижче
alias ansible_ssh_host=10.0.2.86 – назва група атрибут
дорівнює IP адресі

[servers] – існуючі сервери
host1 ansible_ssh_host=10.0.2.86 – назва група атрибут
дорівнює IP адресі
```

Для прикладу оновлення ПЗ використано ПЗ mariadb-server, який має mariadb.service як сервіс роботи даного пакету на тестовій машині. На основній машині був написаний наступний Ansible журнал, або playbook, з назвою install_packages.yml:

```
--- - початок будь якого нового файлу

- hosts: host1 – з допомогою цієї строки проводиться вибір кінцевих машин, на яких буде виконуватись певні адміністративні дії, в даному випадку це host1

  tasks: - визначає початок процедури задач, які описуються нижче

  - name: sure mariadb is installe/not installed - визначає назву процедури

    dnf: – виклик менеджера пакетів в середовищі Ansible.

      name: mariadb-server – назва пакету, який перевіряється, у вигляді прикладу

      state: latest - версія продукту, як приклад наведена остання

  - name: Package installation - визначає назву процедури

    dnf: – виклик менеджера пакетів в середовищі Ansible.

      name: - передає назву продукту менеджеру пакетів

        - mariadb-server – назва сервісу, який перевіряється, як приклад наведено mariadb.service

      state: latest - версія продукту, як приклад наведена остання
```

- name: Enable service mariadb.service - визначає назву процедури

ansible.builtin.service: – підключення модулю ansible для роботи з сервісами

name: mariadb.service – назва пакету, який перевіряється, у вигляді прикладу

enabled: yes – дозвіл, або відміна дозволу сервісу чи дії, як приклад наведено дозвіл

Для автоматичного запуску даного журналу використовується модуль cron та окремий журнал, що містить її і запускає попередній. Код для такого журналу наведений нижче:

--- - початок будь якого нового файлу

- hosts: localhost1 – з допомогою цієї строки проводиться вибір кінцевих машин, на яких буде виконуватись певні адміністративні дії, в даному випадку це localhost1

tasks: - визначає початок процедури задач, які описуються нижче

- name: cron - визначає назву процедури, в даному випадку використано cron

ansible.builtin.cron: – підключення модулю ansible для можливості відкладеного запуску

name: "run script" – назва процесу процедури

minute: "*" – неактивна позначка часу для запуску відкладеного завдання

hour: "1" - активна позначка часу для запуску відкладеного завдання

day: "*" - неактивна позначка часу для запуску відкладеного завдання

month: "*" - неактивна позначка часу для запуску відкладеного завдання

weekday: "*" - неактивна позначка часу для запуску відкладеного завдання

user: root – тип користувача від якого буде виконуватись запит та адміністрування (необхідно вказуваати той, який має доступ за ssh без паролю, в даному випадку це користувач root)

job: "ansible-playbook -b /root/Sites/test/install_packages.yml" –запуск команди для роботи минулого скрипт.

Тобто, таким чином можна запустити 1 Ansible журнал, що налаштований для запуску другого раз на годину і добитись автоматичного адміністрування з допомогою цієї розробки.

Перевірка роботи щойно написаних журналів Ansible для встановленя ПЗ, дозволу роботи в системі та запуск вказаного у них і перевірку зроблених дій щогодини що запускає зазначений скрипт проводиться на знімку екрану Рис 2.15 нижче:

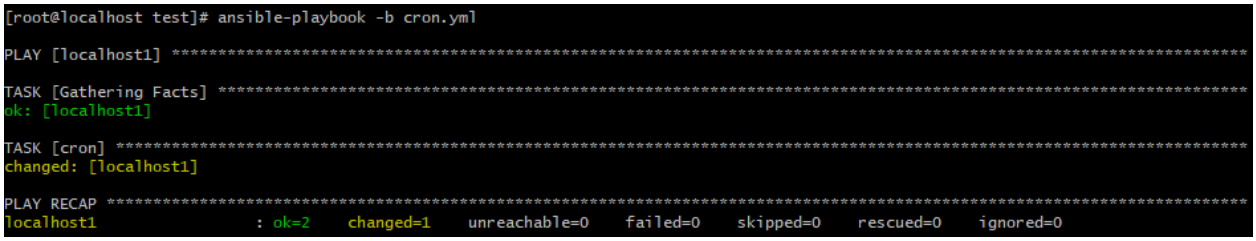

Рис 2.15 Перевірка роботи журналу Ansible з директивою cron, шо запускає журнал Ansible

Перевірка показала процес відтворення виконання скриптів Ansible з чого можна запевнитись у коректності усіх налаштувань зроблених для налаштування цього модуля та корекності роботи поданих вище скриптів для Ansible

Пункти нижче є виконаними то ж можна переходити до тестування і збору інформації для результатів роботи:

3. Тестування розробленого рішення

3.1 Отримання IP-адреси та початок роботи PXE.

Результат отримання IP-адреси з налаштованого DHCP сервера та ініціалізація процесу інсталяції з PXE[2],[12] сервера з допомогою підключення до TFTP сервера за отриманою IP адресою представлено на світлині Рис.3.1 нижче:

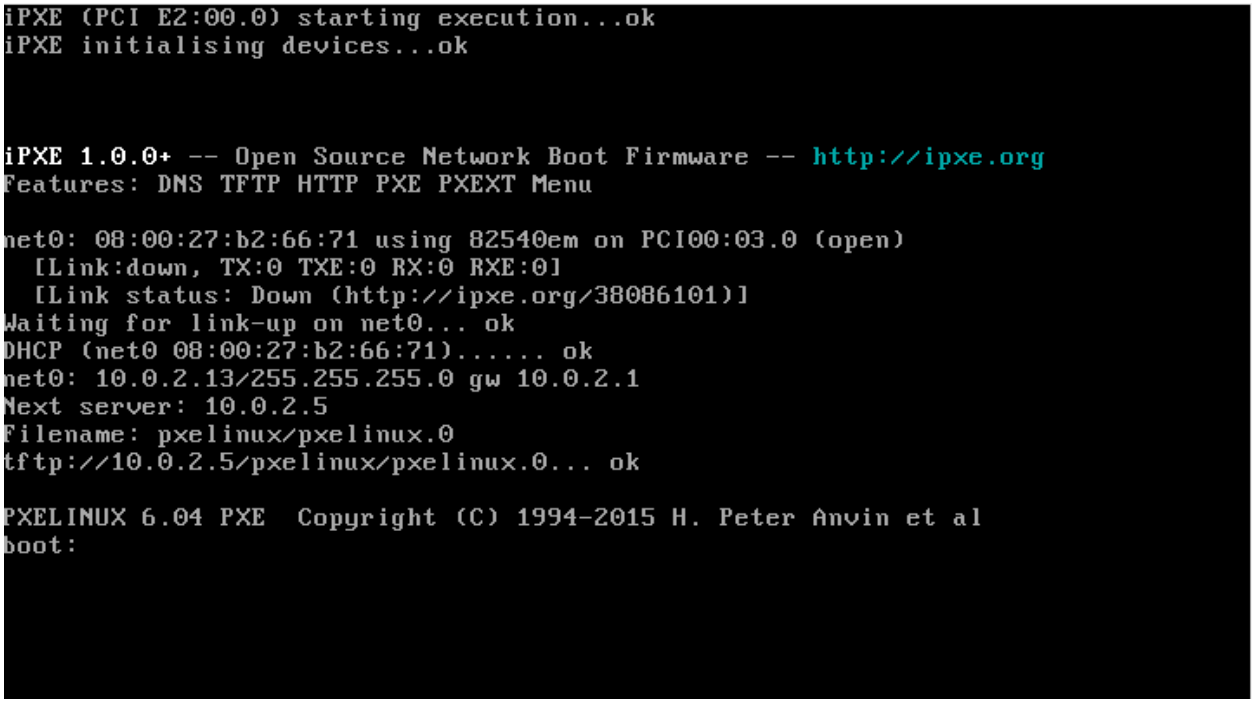

Рис.3.1 Отримання IP-адреси з допомогою DHCP і завантаження PXE[2],[12]

Результат завантаження інсталяційного меню та образів інсталяції з TFTP сервера на світлині Рис.3.2 нижче:

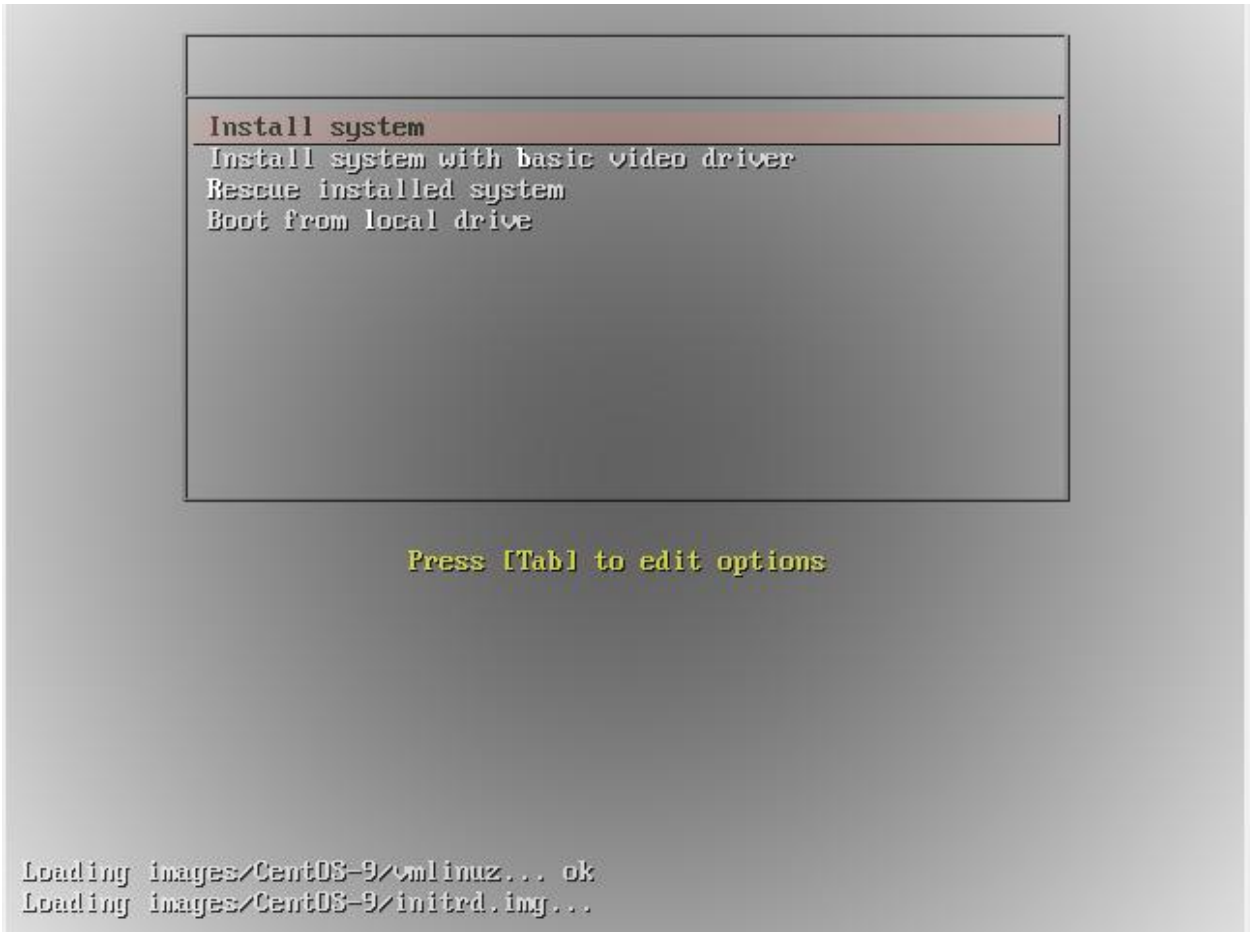

Рис.3.2 Завантаження інсталятора з меню, що виконується з default файлу

3.2 Робота Anaconda інсталяційного скрипта.

Результат роботи запуску інсталяційного процесу для встановлення CentOS9 з допомогою файлу початкових завантажень з конфігурацією інсталяції представлений на знімку екрана на світлині Рис.3.3 нижче:

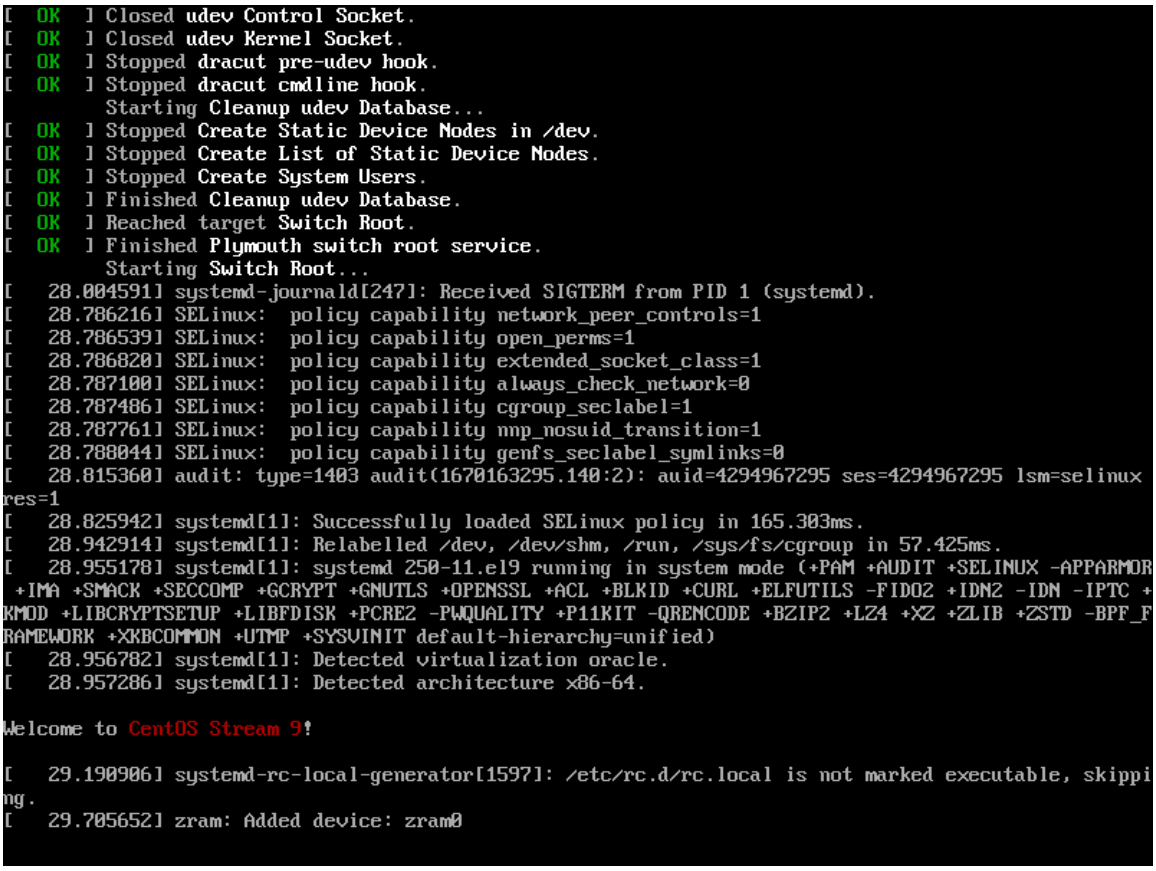

Рис.3.3 Результат початку запуску інсталятора системи

Результат запуску і безпосереднього відтворення файлу початкових завантажень Anaconda представлені на світлині Рис.3.4 нижче:

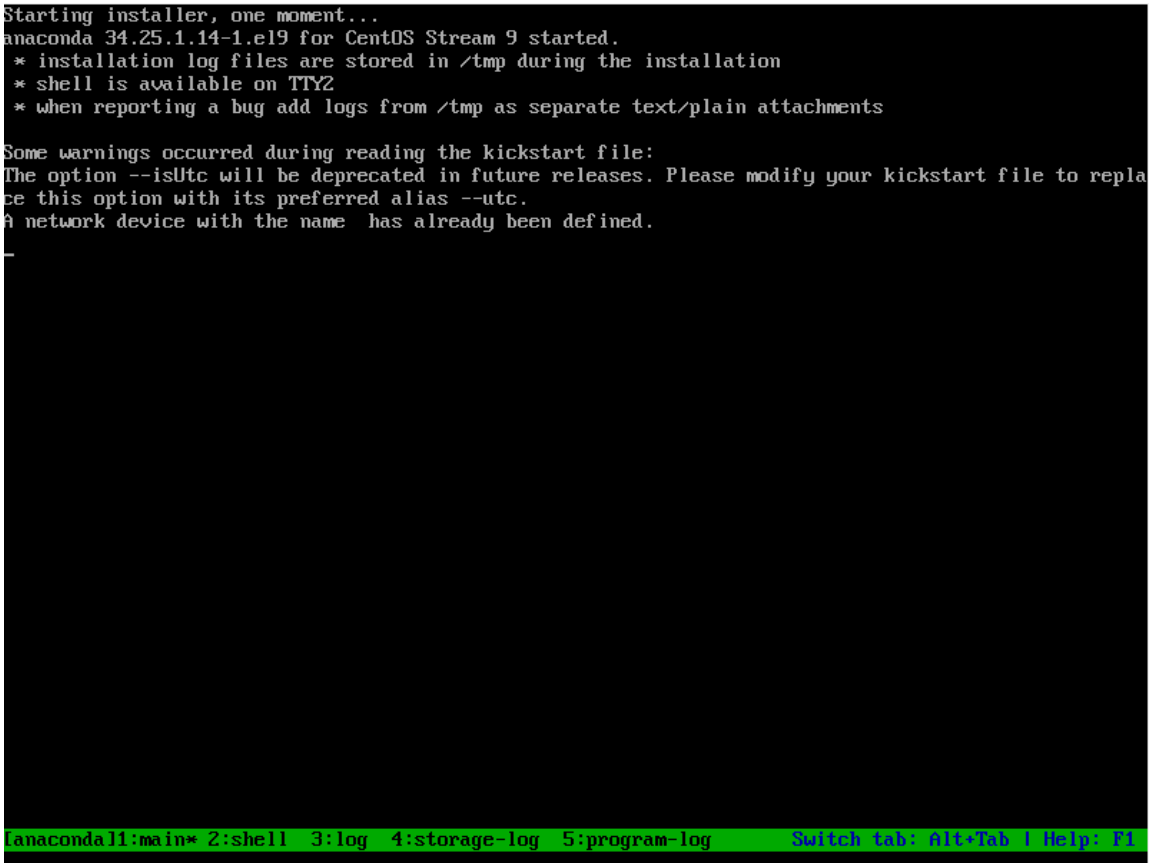

Рис.3.4 Відтворення файлу початкових завантажень та початок його виконання в меню встановлення системи

3.3 Безпосередньо встановленн системи

На світлині Рис.3.5 нижче зображено приклад автоматичного конфігурування встановлення системи з допомогою процесу відтворення та роботи файлу початкових завантажень:

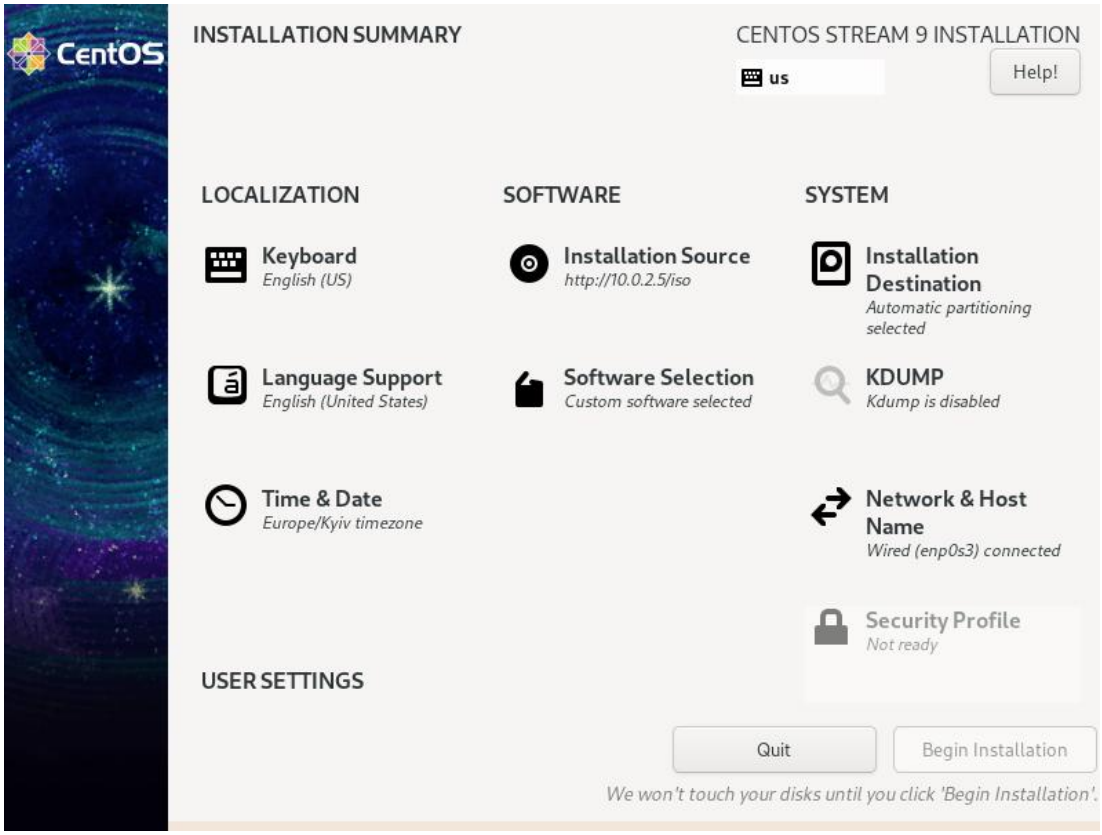

Рис.3.5 Конфігурування інсталяції що підтверджує прохід всіх стадій без конфліктів сторонніх помилок або фізичного втручання

На світлині Рис.3.6 нижче зображено успішно виконаний вхід до користувача:

Рис.3.6 Виконаний вхід до користувача root за передналаштованим паролем

3.4 Робота Ansible.

На світлині Рис.3.7 нижче наведено результат роботи журналу Ansible для автоматичного адміністрування ПЗ:

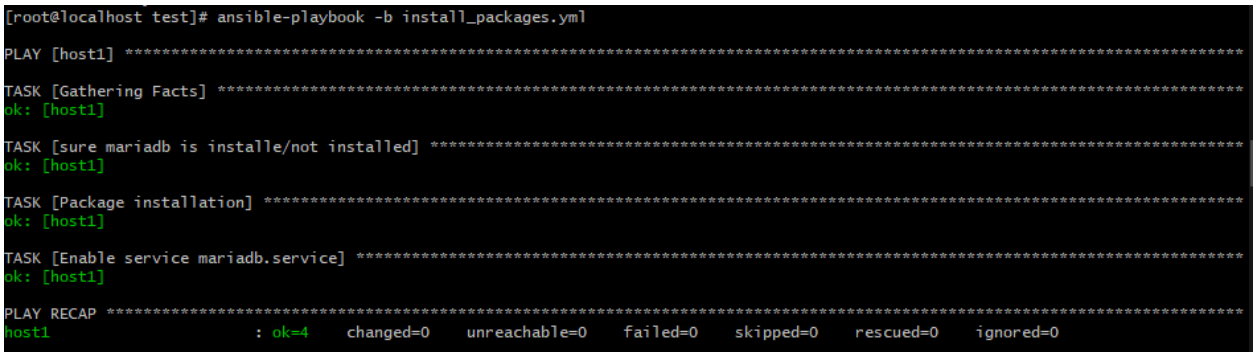

Рис.3.7 Результат роботи журналу Ansible

На світлині Рис.3.8 нижче зображено результат роботи журналу Ansible з модулем cron що запускає журнал Ansible для автоматичного адміністрування ПЗ:

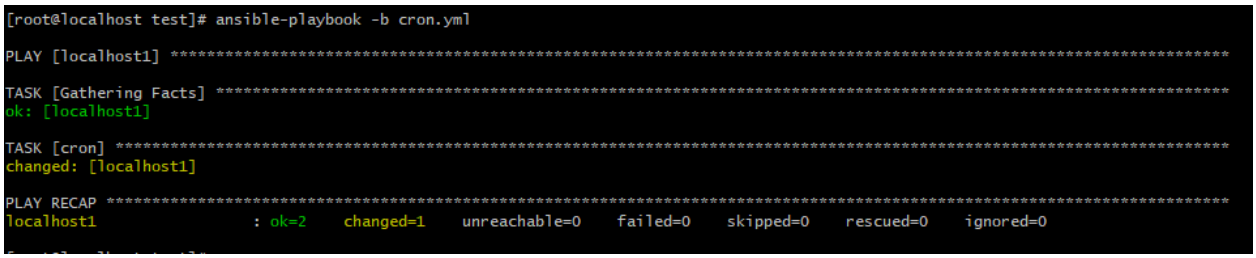

Рис.3.8 Приклад роботи журналу Ansible з директивою cron що запускає журнал Ansible

На світлині Рис.3.9 нижче зображено запуск та роботу Ansible журналу кожну годину з витягу journalctl:

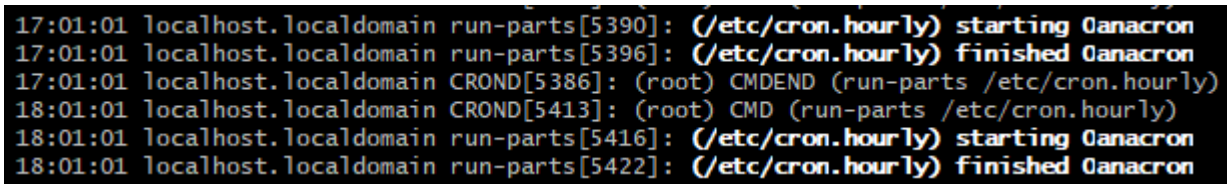

Рис.3.9 Витяг з journalctl з роботою журналу Ansible

ВИСНОВКИ

Інформація про PXE і основи його роботи, особливості налаштування PXE конфігураційного файлу початкових налаштувань при розгортанні системи, концепція та передумови вибору операційної системи, інформація про Ansible, особливості роботи з Ansible надали вичерпні теоретичні відомості про загальні положення та правила роботи PXE, сервісів що потрібні для налаштування віддаленого розгортання робочих вузлів, віддалене адміністрування системи та роботи з найбільшими і найважчими файлами в подібній системі, що дозволило в цілому узагальнити розуміння побудови конфігурування та налаштування запланованого.

Отримані знання про PXE, методи його побудови, налаштування та конфігурування призвело до формування мети випускної кваліфікаційної роботи і дозволило поставити задачі для покрокового виконання роботи з втілення в життя механізмів віддаленого встановлення та адміністрування системи.

Експорт інсталяційного образу ISO на сервер HTTP та налаштування HTTP серверу призвело до отримання доступу до усіх необхідних файлів для встановлення системи та дозволило можливість їх використання для віддаленого розгортання.

Налаштування та запуск служб роботи PXE серверу призвело до їх коректної роботи та надали можливість використання їх використання.

Ознайомлення особливостей налаштування PXE конфігураційного файлу початкових налаштувань при розгортанні системи призвели до отримання певних технічних знань та аспектів, що дозволили задовільнити потребу шляхом налаштування файлу інсталяції системи який є невід’ємною частиною в процесі роботи PXE.

Інформація отримана з теоретичних відомостей про Ansible допомогли у налаштуванні Ansible, що призвели до безпосереднього налаштування підключень, встановленні необхідного ПЗ та дозволили втілити скрипти для віддаленого адміністрування кінцевих машин, що вказані в групі.

Отримання IP-адреси та початок роботи PXE призвело до можливості роботи PXE, підтвердило коректну роботу TFTP та DHCP сервісів і дозволили продовження процесу розгортання робочих вузлів на тестовій машині.

Робота Anaconda інсталяційного скрипта призвела до автоматичного конфігурування системи, що підтвердило очікуване та дозволило перехід стадії конфігурування системи до стадії встановлення.

Безпосередньо встановлення системи призвела до розгортання робочих вузлів що підтверджено можливістю входу в систему та дозволило можливість подальшого віддаленого адміністрування тестової машини.

Робота Ansible призвела до віддаленого адміністрування системи, та встановленого усього вказаного у скрипті Ansible та дозволило роботу цього скрипта кожен проміжок часу вказаного у другому скрипті, що підтверджено результатами виконання.

Підсумовуючи висновки, завдання є успішно виконаним, об’єкт дослідження підтвердив свою здатність роботи, а аналізуючи результати дослідження випускної кваліфікаційної роботи отриманий досвід розробки і налаштування автоматизації комп’ютерних систем, може знадобитись майбутнім спеціалістам в цій галузі для спрощення виконання розгортання робочих вузлів комп’ютерної системи або мережі, в яких є можливість використання описаного в цій роботі, або адаптації цього під конкретну систему.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Official site of CentOS with sources for downloading ISO image of the Operating system [Online]. Available:https://www.centos.org/download/ (viewed on October 5, 2022.).
2. Coldwell, Chip. "Diskless Linux X terminals." *Linux Journal* 2005.130 (2005): 2
3. Red Hat official documentation on Chapter 14. Preparing to install from the network using PXE. [Online]. Available:https://access.redhat.com/documentation/pt/red_hat_enterprise_linux/8/html/performing_an_advanced_rhel_8_installation/preparing-for-a-network-install_installing-rhel-as-an-experienced-user (viewed on November 17, 2022.).
4. CentOS official documentation on Preparing to install from the network using PXE. [Online]. Available:https://docs.centos.org/en-US/8-docs/advanced-install/assembly_preparing-for-a-network-install/(viewed on November 17, 2022.).
5. Oracle official documentation on Starting and Stopping the DHCP Service 2010. [Online]. Available:https://docs.oracle.com/cd/E19455-01/806-0916/6ja8539ao/index.html (viewed on October 1, 2022.).
6. Red Hat official documentation on Chapter 23. Boot Options. [Online]. Available:https://access.redhat.com/documentation/en-us/red_hat_enterprise_linux/7/html/installation_guide/chap-anaconda-boot-options (viewed on October 1, 2022.).

7. CentOS official documentation on Kickstart Installations [Online]. Available:https://docs.centos.org/en-US/centos/install-guide/Kickstart2/(viewed on October 1, 2022.).

8. Performing an advanced RHEL 9 installation [Online]. Available:https://access.redhat.com/documentation/en-us/red_hat_enterprise_linux/9/html-single/performing_an_advanced_rhel_9_installation/index#kickstart-commands-for-installation-program-configuration-and-flow-control_kickstart-commands-and-options-reference (viewed on October 5, 2022.).

9. Official site Red Hat Enterprise Linux Life Cycle. [Online]. Available:https://access.redhat.com/support/policy/updates/errata#Full_Support_Phase (viewed on November 17, 2022.).

10. Dynamic Host Configuration Protocol Options Used by PXELINUX D. Hankins [December 2007] [Online]. Available:https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc5071.txt (viewed on November 17, 2022.).

11. Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Options for the Intel Preboot eXecution Environment (PXE) M. Johnston, S. Venaas [Online]. Available:https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4578.txt (viewed on November 17, 2022.).

12. Diskless Linux X Terminals Chip Coldwell PXE Booting [Online]. Available:https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.5555/1048011.1048013 (viewed on October 1, 2022.).

13. Anaconda Logging [Online]. Available:https://docs.fedoraproject.org/en-US/quick-docs/anaconda/anaconda_logging/ (viewed on October 1, 2022.).

14. How to Install and Configure Ansible on CentOS 7 [Online]. Available:https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-install-and-configure-ansible-on-centos-7 (viewed on January 23, 2022.).

15. Ansible 101 - Ansible for beginners [Online]. Available:https://www.redhat.com/en/blog/ansible-101-ansible-beginners (viewed on February 3, 2022.).

16. Ansible community documentation [Online]. Available:https://docs.ansible.com/ (viewed on February 21, 2022.).