

Міністерство освіти і науки України
Державний університет «Житомирська політехніка»
Факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

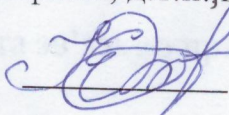
до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра
на тему: «Проект підсистеми безпеки та керування до-
машніми пристроями»

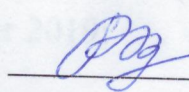
Студент: Довгаль Владислав Ярославович

Тема роботи: «Проект підсистеми безпеки та керування домашніми пристро-
ями»

Виконав студент 4-го курсу групи КІ-4
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

Вихідні дані роботи (зазначається  Владислав ДОВГАЛЬ

Керівник проф.каф.КІ, д.т.н., професор
 Володимир КВАСНІКОВ

Рецензент проф. кафедри КІ, КБ, д.т.н., доцент
 Володимир ВОРОТНІКОВ

Житомир – 2022

1. Виртуальна машина Windows Server 2012 R2
2. MQTT Брокер;
3. Макет системи безпеки та керування зжерелами світла на базі Arduino;

Державний університет «Житомирська політехніка»

Факультет інформаційно-комп'ютерних технологій

Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки

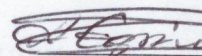
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри комп'ютерної
інженерії та кібербезпеки

 Андрій ЄФІМЕНКО

1 березня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на випускню кваліфікаційну роботу бакалавра

Студент: Довгаль Владислав Ярославович

Тема роботи: «Проект підсистеми безпеки та керування домашніми пристроями»

затверджена Наказом університету від 1 березня 2022 р. № 127/с

Термін здачі студентом закінченої роботи 10 червня 2022 р.

Вихідні дані роботи (зазначається об'єкт та предмет дослідження):

Управління пристроями IoT в домашніх умовах з використанням домашнього сервера для обробки даних та зв'язку з пристроями.

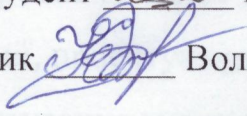
Обладнання та програмне забезпечення:

1. Віртуальна машина Windows Server 2019;
2. MQTT Broker;
3. Макет системи безпеки та розумного керування джерелами світла на базі Arduino;

Консультанти з випускної кваліфікаційної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Марина Сергіївна Граф	15.06.2022	 15.06.2022
2	Марина Сергіївна Граф	20.06.2022	 20.06.2022
3	Марина Сергіївна Граф	25.06.2022	 25.06.2022

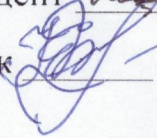
Студент  Владислав ДОВГАЛЬ

Керівник  Володимир КВАСНІКОВ

Календарний план

№ з/п	Назви етапів випускної кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Постановка завдання	01.05.2022 – 06.06.2022	<i>визначено</i>
2	Аналіз об'єкта дослідження	07.06.2022 – 09.06.2022	<i>визначено</i>
3	Проектування системи	10.06.2022 – 11.06.2022	<i>визначено</i>
4	Встановлення сервера	12.06.2022 – 12.06.2022	<i>визначено</i>
5	Налаштування мережі	12.06.2022 – 12.06.2022	<i>визначено</i>
6	Збірка та програмування макету	13.06.2022 – 17.06.2022	<i>визначено</i>
7	Оформлення пояснювальної записки	17.06.2022 – 24.06.2022	<i>визначено</i>
8	Оформлення презентації	24.06.2022 – 26.06.2022	<i>визначено</i>
9	Захист	28.06.2022	

Студент  Владислав ДОВГАЛЬ

Керівник  Володимир КВАСНІКОВ

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить три розділи, перший розділ теоретичний, другий – проектувальний, третій – виконавчий.

Звіт містить 56 рисунків, 2 таблиці. Загальний обсяг звіту — 80 сторінок. У ході виконання було використано 11 літературних джерел, які вказано на одній сторінці друкованого тексту.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка системи керування пристроями IoT. Сюди входить: аналіз потреб організації, проектування системи, та безпосередня збірка, встановлення сервера, налаштування мережі та зв'язку між сервером та пристроями IoT.

Ключові слова: Windows Server 2019, Arduino, Internet of Things, MQTT Broker.

					КІК.КР.Б - 123 - 11 - ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект підсистеми безпеки та керування домашніми пристроями	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Довгаль В. Я.		20.06				
Керівник		Квасніков В. П.		20.06			4	80
Реценз.		Воротніков В. В.		20.06				
Затверд.		Єфіменко А.А.		20.06	Пояснювальна записка	Житомирська політехніка, Група КІ-4		

ANNOTATION

The report of qualification work contains three sections of the theory and a step-by-step way of performance.

The report contains 56 figures, 2 tables. The total volume of the report is 80 pages. During the development, more than 11 literary sources were used, which are indicated on one page of the printed text.

The purpose of the qualification work is to demonstrate an example of installing a server for the needs of the organization, developing a layout of a smart system and connecting this system to a server to manage it, and the goal is to transfer functionality for home needs in the home network.

Keywords: Windows Server 2019, Arduino, Internet of Things, MQTT Broker.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ НАПРЯМКІВ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК».....	9
1.1 Постановка задачі.....	9
1.2 Аналіз аналогів систем домашньої автоматизації	12
1.3 Огляд протоколів взаємодії IoT пристроїв з контроллером	19
Висновки до першого розділу	24
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК».....	26
2.1 Проектування серверної частини.....	26
2.2 Проектування макету «розумний будинок»	27
Висновки до другого розділу	29
РОЗДІЛ 3 ФІЗИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ.....	30
3.1 Встановлення та налаштування сервера	30
3.2 Збірка та програмування макету «розумний будинок».....	45
3.3 Підключення пристроїв IoT до сервера	45
Висновки до третього розділу.....	52
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	55
ДОДАТКИ.....	56

ВСТУП

Актуальність теми. Світ розвивається, спочатку мобільні телефони для зв'язку, а потім телефони без кнопок, що можуть замінити купу пристроїв, наприклад, будильники, калькулятори, а з розробкою додатків на ці мобільні пристрої, то взагалі, може мати майже будь-який функціонал. Зараз у людей навіть по декілька таких пристроїв, а оцифровування переходить тільки на новий рівень. Розумних пристроїв все більше і більше, з якими можна вже не кнопками, а словами спілкуватись, хоча частіше за все, ці пристрої люди купують, щоб вони робили щось автоматично і нічого говорити їм не потрібно було, то ж автоматизація, особливо будинків буде тільки розвиватись. Все більше людей встановлюють собі системи безпеки та інші розумні пристрої, тим самим перетворюючи свій будинок в гігантську автоматизовану систему. То ж в моїй роботі показана найбазовіша частина домашньої автоматизації, вона охоплює домашню мережу та систему керування розумними пристроями. Тобто, іншими словами, розумних пристроїв може бути скільки завгодно і всіма ними можна буде керувати майже відразу після підключення до системи продемонстрованій в даній роботі.

Метою кваліфікаційної роботи є створення домашньої мережі та конфігурування цієї мережі не тільки для пристроїв, як ПК, ноутбук чи смартфон, а також і пристроїв, які є елементами розумного будинку.

Визначена мета обумовлює наступні завдання:

- Проаналізувати вимоги організації та аналоги системи;
- Зпроектувати систему з вибором необхідних елементів;
- Встановити та налаштувати мережу та сервер;
- Зібрати та запрограмувати макет розумного будинку;
- Підключити макет до сервера та протестувати роботу.

Об'єктом дослідження є процес відправки, отримання та обробки повідомлень між сервером та пристроями IoT в системах розумних будинків та організацій.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Предметом дослідження є використання протоколу спілкування сервера з віддаленими пристроями IoT.

Це є вступом до розробки і встановлення розумних домів з сервером, що оброблює інформацію з цих пристроїв.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було розроблено домашню мережу, встановлено та налаштовано сервер для домашніх потреб у спільних ресурсах та керуванням пристроями IoT на базі Arduino.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ НАПРЯМКІВ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

1.1 Постановка задачі

Перш за все, розберемось для чого потрібна така річ, як сервер в офісах та організаціях. Необхідність у серверах виникає з утримання великої кількості інформації, які в цілях економії місця носіїв доцільніше зберігати на одному пристрої, доступ до якого матимуть всі, кому це потрібно. Тобто для цілодобового доступу 24/7 до необхідних цій організації ресурсів. Зачасту такі сервери підключені до організаційної локальної мережі, мають встановлену базу даних і виконують якусь роботу, скрипти, що повторюються і полегшують життя системним адміністраторам. Також сервери можуть встановлюватись для того, щоб хостити у мережу Інтернет сайти та/або надавати доступ до якихось своїх комерційних або не комерційних сервісів/проектів.

В даній дипломній роботі розглядатиметься сервер невеличкої організації, якій потрібна тільки локальна мережа і цілодобовий 24/7 доступ до спільних ресурсів. Тобто, база даних та сайт тут не потрібні.

Що можна сказати про спільні ресурси. Це можуть бути взагалі будь-які файли, які можуть знадобитись більш ніж двом людям, як би мега-логічно це не звучало.

Отже, організації потрібен сервер для зберігання спільних ресурсів на одному носії та доступ до цих ресурсів.

Тому, перш за все, потрібно встановити сервер, потім створити на ньому локальну мережу і надати змогу вузлам підключатись до його мережі. Сама мережа буде без виходу в Інтернет в цілях безпеки, що і мається на увазі під словосполученням «локальна мережа» та і необхідності в Інтернеті немає.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Далі необхідно відкрити доступ до спільних ресурсів і так як мова іде про організацію, в якій працівники мають різний рівень доступу до різних ресурсів, потрібно налаштувати розмежування доступу для цих користувачів.

Також в організації може виникнути необхідність в автоматизації офісних систем, таких як системи безпеки, регулювання вологості повітря, контролю температури приміщень, систем запобігання пожеж, тощо.

В даній роботі розроблена система сигналізації, регулювання освітлення, функція програвання мелодії для підтримання настрою команди та системи для зручного керування цими функціями.

План виконання задачі виглядає таким чином:

- Встановлення сервера
 - Встановлення серверного програмного забезпечення;
 - Налаштування сервера під мережу організації;
 - Надання доступу до спільних ресурсів;
 - Розмежування доступу до спільних ресурсів;
- Розробка системи «розумний будинок»
 - Проектування макету «розумний будинок»;
 - Збірка макету;
 - Програмування макету;
- Підключення пристроїв IoT до сервера
 - Встановлення та налаштування брокера для встановлення зв'язку з пристроями IoT;
 - Написання програмного коду, що підключається та реагує на відповідні повідомлення;

Сервери можуть бути фізичними та віртуальними. Також ці сервери можуть здаватись в оренду.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 — Вигляд фізичних серверів.

Для фізичних серверів необхідно достатньо місця у просторі і низька температура цього простору задля запобігання перегрівання цих серверів. Це не наш випадок, адже на фізичний сервер не знайдуться на даний момент ні кошти, ні простір, ні охолоджувальні системи.

Для віртуальних серверів багато не потрібно, але і віртуальні сервери можуть бути різними. Віртуальний сервер можна орендувати на таких сервісах, як наприклад, Azure. За нього потрібно буде платити в залежності від кількості використовуваних ресурсів і такий сервер знадобиться, якщо сервер повинен бути підключений до глобальної мережі Інтернет і розрахований на користувачів з усього світу. Це також не наш випадок.

І останній варіант, який якраз найменш ресурсозатратний і підійде для встановлення та конфігурування домашньої мережі для користувачів в межах домашньої підмережі, користувачами даної підмережі виступатимуть члени сім'ї і можливо гості, яким щось знадобиться у мережі. Для запуску і налаштування ві-

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ртуального сервера буде використано програму Virtual Box, яка створить віртуальну машину на основній, фізичній машині. Все, що знадобиться – достатня обчислювальна потужність основної машини, а це у нас в наявності.

1.2 Аналіз аналогів систем домашньої автоматизації

Макет розумного будинку розроблюється на базі плат Arduino Uno. Це плата, яку можна запрограмувати на будь-який лад і включає в себе 8-бітний мікроконтролер, а також мікросхеми для завантаження прошивки плати. В даному проекті розглядається підключення до сервера, яке буде виконуватись за допомогою плати Ethernet Shield для Arduino. Це накладна плата, що використовує інтерфейс SPI, який функціонує на 4 пінах основної плати, а саме: 10, 11, 12, 13.

В проекті використовуються різні датчики, які подають, або отримують цифровий сигнал та датчиків, які подають аналоговий сигнал. Прикладом цифрового сигналу є ультразвуковий датчик, а прикладом аналогового пристрою є фоторезистор, який подає аналогове значення в межах від 0 до 1023 в залежності від світла, що потрапляє на датчик.

Аналогів таких систем є безліч, до того ж стосуватись вони можуть не тільки домашньої автоматизації, схожі технології використовуються, наприклад у автомобільних парктроніках, системах автоматичного зливу води у ванній кімнаті, тощо.

Найкращими системами «розумний будинок» є:

- Ajax;
- BroadLink;
- Fibaro;
- Orvido;
- Xiaomi;

Конкретно по перевагам та недолікам кожної з них.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.2 — Вигляд комплекту від Ajax.

Перевагами системи Ajax є:

- Легке встановлення системи;
- Бездротовий зв'язок між пристроями;
- Можливо під'єднатись до системи під різними користувачами;
- Автономна робота хабу від акумулятору (до 16 годин);
- Встановлення додатку для управління системою по QR коду;
- Можливість підключити до 100 пристроїв;
- Wi-Fi та GSM-зв'язок;
- Велика кількість способів інформування користувача (дзвінок, SMS, Push-сообщения);
- Розумна розетка відображує витрати електроенергії з врахуванням підключених пристроїв;
- Автоматично відключається при скачках напруги;
- Наявність тривоожної кнопки на пульті;
- Невисока вартість такого комплекту (від 12 тис. грн).
- Широка зона дії сигналу (до 2000 метрів);
- Захист від зняття бампера будь-якого датчика;

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Недоліками системи є:

- Немає в комплекті камери відеоспостереження, але є можливість підключити камеру стороннього розробника;
- Функціонування тільки з центральним контроллером (хабом), тобто датчики системи не автономні;
- Управління системою тільки через телефон. Якщо Ви потребуєте керування за допомогою настільного комп'ютера, то краще обрати іншу систему.



Рисунок 1.3 — Вигляд комплекту від BroadLink.

Далі розглянемо переваги та недоліки системи BroadLink. Перевагами системи від BroadLink є:

- Швидко встановлюється, підключається та налаштовується;

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Має широкий асортимент датчиків (вологості, температури, освітлення, шуму, забруднення повітря);
- Можна легко прибирати та додавати пристрої до системи;
- Функціонує без центрального контроллера, тобто всі датчики є автономними;
- Бездротова взаємодія пристроїв між собою;
- Має в наявності власну камеру відеоспостереження;
- Контролюється через мережу Інтернет з будь-якої точки планети;
- Невисока вартість (від 200\$).

Недоліками у системи BroadLink такі:

- Невелика дальність дії сигналу (до 50 метрів);
- Відсутнє резервне живлення центрального контроллера;
- Пульти працює тільки в режимі прийому сигналу.



Рисунок 1.4 —Вигляд комплекту від Fıbaro.

Наступною розглянемо систему Fıbaro. Вона має такі переваги серед аналогів:

- Чудова комплектація системи всілякими датчиками та пристроями;
- Наявність камери відеоспостереження;

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Великий вибір сценаріїв для користувача;
- Сповіщення по SMS відразу на декілька телефонів;
- Працює на базі протоколу Z-Wave, що дозволяє успішно взаємодіяти з іншими подібними системами;
- В датчик протікання влаштована сирена;
- Розумна розетка відображає рівень споживання електроенергії підключених пристроїв;
- Вимикається при скачках напруги;
- Невелика дальність сигналу системи збільшується завдяки можливості кожного її елемента бути ретранслятором сигналу;
- Голосове управління через сервіс Google, тільки на англійській мові;

Недоліками такої системи є:

- Висока вартість обладнання (від 600\$);
- Тільки професійне встановлення та налаштування;
- Обов'язкове підключення центрального контролера Fibaro Home Center до мережі Інтернет через LAN-кабель;
- Система не може функціонувати без центрального контролера;
- Відсутність резервного живлення центрального контролера;
- Обмежена дальність сигналу (до 50 метрів без перепон, хоча цю проблему можна вирішити);
- Затримка Push-повідомлень;
- Необхідність в обов'язковому встановленні програмного забезпечення на персональний комп'ютер, також обмежений функціонал мобільного додатку;

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.5 — Вигляд комплекту від Orvido.

Далі розглянемо всі переваги та недоліки системи Orvido.

Переваги:

- Простота у встановленні та підключенні;
- Віддалений контроль за допомогою мобільного додатку;
- Автоматичне знаходження і підключення датчиків до центрального контроллера;
- Широкий вибір пристроїв та можливість масштабування системи (близько 100 датчиків);
- Підтримує підключення датчиків сторонніх виробників;
- Наявність власної камери відеоспостереження;
- Бездротовий протокол взаємодії між контроллерами та датчиками - ZigBee;
- Автономність деяких пристроїв, тобто працездатність без підключення до центрального контроллера;

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вибір сценаріїв роботи з технікою системи;
- Wi-Fi зв'язок з телефоном, має можливість телефонувати на близько 10 номерів;
- Доступна вартість системи (від 150\$);

Недоліки:

- Невелика зона дії сигналу (до 30 метрів);
- Досить невеликий набір пристроїв в базовій комплектації;
- Відсутність резервного живлення центрального контроллера на випадок відключення електроенергії;
- Дротове підключення до мережі Інтернет, задля надійності роботи системи;



Рисунок 1.6 — Вигляд комплекту від Хіаомі.

Ну і, звичайно, куди ж без бюджетного варіанту системи «розумний будинок» від Китайської компанії Хіаомі.

Її перевагами є:

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Повна автономність пристроїв;
- Можливість масштабування;
- Наявність власної камери відеоспостереження;
- Бездротовий протокол ZigBee;
- Зручне управління за допомогою мобільного додатку через Wi-Fi;
- Наявність сценаріїв, які можна налаштувати;
- Компактність та стильний дизайн;
- Низька вартість базового комплекту (всього 90\$);

В той час як недоліками такої системи є наступними:

- Зовсім маленька зона дії сигналу (до 10 метрів);
- Невеликий набір сенсорів та виконуваних пристроїв в базовому наборі;
- Для різних датчиків необхідно своє положення;
- Відсутність резервного живлення центрального контроллера;

1.3 Огляд протоколів взаємодії IoT пристроїв з контроллером

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) – легкий, компактний, відкритий та асинхронний протокол для обміну даними на віддалених локаціях з невеличким програмним кодом та вузькою пропускну здатністю, дуже корисний в Інтернеті Речей.

Протокол працює на прикладному рівні поверх TCP/IP та використовує за замовчуванням порт 1883, або 8883 при роботі через SSL. Щоб обмінюватися даними через MQTT необхідний брокер, який зможе контролювати топіки даних. Тобто, для того, щоб відправити повідомлення, потрібно підключитись до брокера і опублікувати якесь повідомлення у визначеному топіку, а щоб повідомлення отримати і прочитати, потрібно також бути підключеним до брокера і підписатись на топік, з якого будуть зчитуватись повідомлення.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовує технологію Pub\Sub, в якій є машина (Sub, від слова «Subscription»), яка підписується на топик, тобто бажає отримувати повідомлення в даному топіку та машина, яка відправляє повідомлення (Pub від слова «Publish»). Також цей протокол підтримує чергу повідомлень, тобто, коли клієнт підписаний на топик, брокер генерує чергу повідомлень, що надходять і будуть зберігатись до тих пір, поки всі підписані клієнти не отримають ці повідомлення.

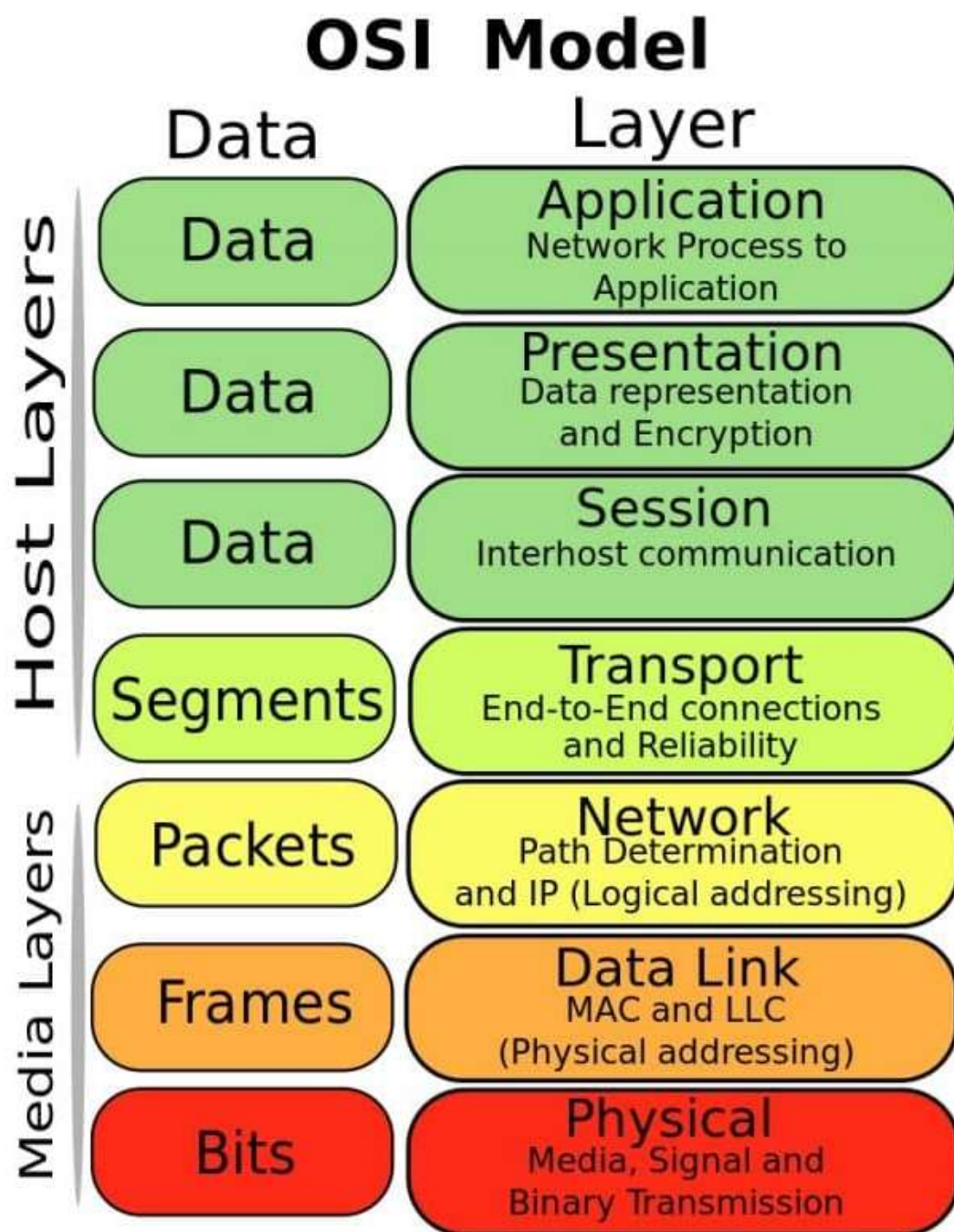
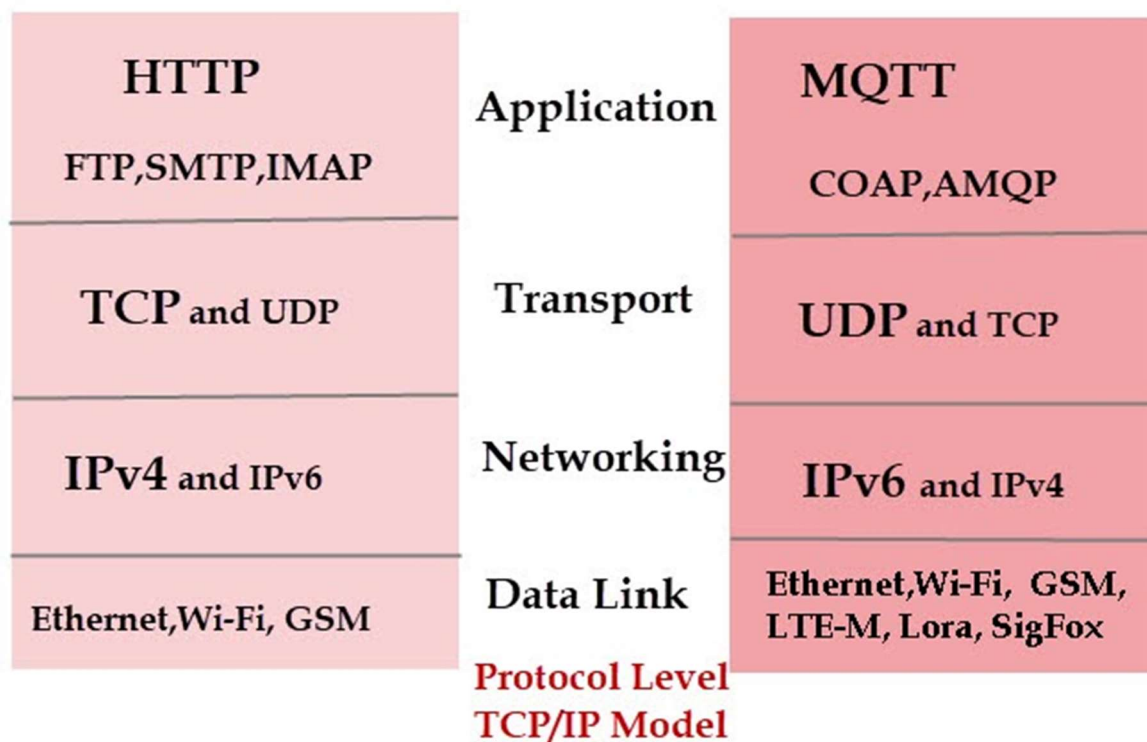


Рисунок 1.7 — Модель OSI протоколу MQTT.

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.B – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Current Internet Protocols

Expected IOT Protocols



IOT and Internet Protocols

Рисунок 1.8 — Модель TCP/IP та протоколи, які використовуються на різних рівнях.

На канальному рівні протоколу пристрої з'єднуються одне з одним незалежно від відстані, на цьому протоколі з'єднання відбувається за допомогою технологій Ethernet та Wi-Fi, для мобільних мереж за допомогою 3G або 4G.

Серед нових технологій для пристроїв IoT набирають популярність:

- BLE – Bluetooth Low Energy
- LoRaWAN – Long Range WAN
- SigFox
- LTE-M

На мережевому рівні фігурують технології IPv4 та IPv6.

На транспортному рівні моделі TCP/IP домінує протокол TCP. Він використовується в HTTP, SMTP, POP3, IMAP4, тощо.

На прикладному рівні використовуються протоколи обміну повідомленнями.

Важливими характеристиками для протоколів IoT є:

- Швидкість — кількість даних в секунду, що передаються;
- Затримка — час, необхідний для передачі повідомлення;
- Потужність, що вживається;
- Безпека;
- Наявність програмного забезпечення;

На цьому рівні найактивніше використовуються два протоколи: HTTP та MQTT.

HTTP найвідоміший протокол прикладного рівня, тому лежить в основі веба (WWW). Він все ще важливий для комунікації пристроїв IoT, тому що використовується у веб-інтерфейсах та сервісах з механізмом REST API. Проте протокол надто громіздкий для використання безпосередньо для спілкування з пристроями IoT.

MQTT – легший та швидший за HTTP, тому протокол стає стандартом для обміну повідомленнями між пристроями IoT, також через те, що він є протоколом «один-до-багатьох», в той час, як HTTP – «один-до-одного».

То ж протокол MQTT – найкращий вибір для обміну повідомленнями з пристроями IoT, найзручніший та найменш ресурсозатратний.

Серед аналогів MQTT є такі протоколи:

- AMQP (розширений протокол черги повідомлень): є протоколом PubSub типу черги повідомлень. Розроблений для забезпечення хо-

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

рошої сумісності та забезпечення надійності. Особливо для корпоративних програм, високої продуктивності, мереж із великою затримкою, критичних тощо.

- WAMP (протокол обміну повідомленнями веб-додатків): це ще один відкритий протокол типу PubSub, такий як rRPC, і він працює на WebSockets.
- CoAP (Протокол обмежених додатків): це протокол, спеціально розроблений для додатків низької ємності.
- TOMR (протокол обміну текстовими повідомленнями): дуже простий протокол і для досягнення максимальної сумісності. HTTP використовується для передачі текстових повідомлень.
- XMPP (розширюваний протокол обміну повідомленнями та присутності): ще один протокол, який використовується в IoT для програм обміну миттєвими повідомленнями і базується на XML. Як ця справа також відкрита.
- WMQ (черга повідомлень WebSphere): протокол, розроблений IBM. Це тип черги повідомлень, як випливає з назви, і орієнтований на повідомлення.

Перевагами обраного протоколу MQTT серед аналогів є:

- Масштабованість, щоб підключити все більше і більше клієнтів.
- Роз'єднання клієнтів для меншої залежності.
- Асинхронізм.
- Простота.
- Легкість, щоб не споживати занадто багато ресурсів (хоча із захистом TLS / SSL це зростає).
- Енергоефективний для пристроїв, які залежать від батареї або працюють цілодобово, йому не потрібна велика пропускна здатність

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

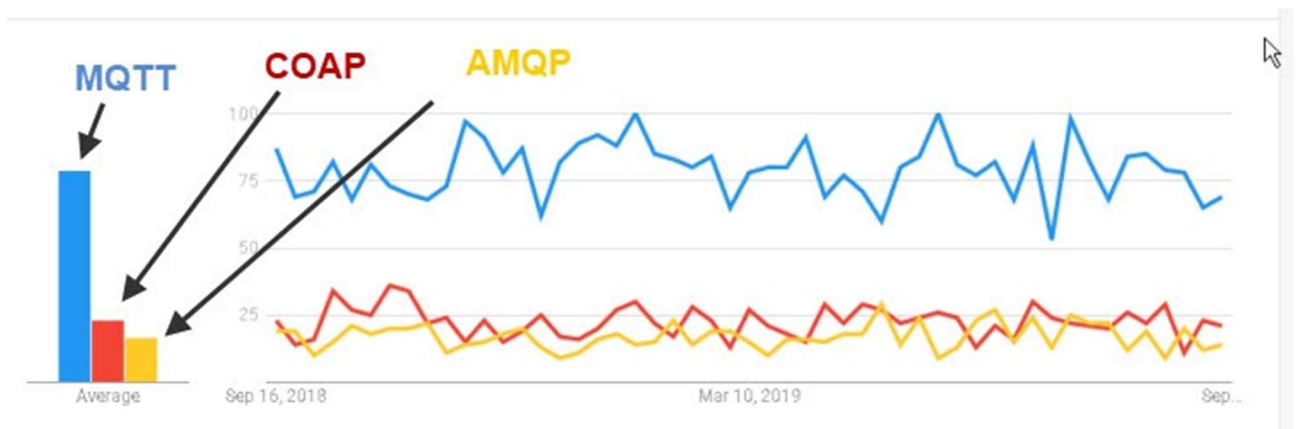
(ідеально підходить для повільних з'єднань, таких як деякі бездротові).

- Безпека та якість для більшої надійності та надійності зв'язку.



Рисунок 1.9 — Схема взаємодії пристроїв та сервера за допомогою брокера.

Серед своїх аналогів протокол MQTT найпопулярніший, це можна дізнатись з діаграми Google Trends.



Google Trends MQTT, COAP and AMQP

Рисунок 1.10 — Популярність трьох транспортних протоколів.

Висновки до першого розділу

В цьому розділі було описані теоретичні відомості, що знадобляться у проектуванні та розробці проекту даної кваліфікаційної роботи, а саме: відомості про сервер в організації, для чого він потрібен, відомості про плати Arduino, на

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

базі якої розроблюється макет розумного будинку, а також відомості про роботу протоколу MQTT за допомогою якого пристрої IoT та сервер спілкуватимуться між собою.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

2.1 Проектування серверної частини

Для того, щоб розглядати процес встановлення та налаштування служб та конфігурацій сервера, потрібно спочатку визначитись з тим, який функціонал сервер повинен забезпечувати. З цим ми визначились у першому розділі пояснювальної записки.

Тому спочатку необхідно створити та налаштувати безпосередньо локальну мережу.

Таблиця 1.1 — Параметри адресації пристроїв.

Мережа/Пристрій	IP-адреса	Маска	Префікс
Мережа	200.1.1.0	255.255.255.0	/24
Сервер MainServer	200.1.1.1	255.255.255.0	/24
Шлюз за замовчуванням, DNS	200.1.1.1	255.255.255.0	/24
Вузли мережі	DHCP Range [200.1.1.4- 200.1.1.200]	255.255.255.0	/24

Для налаштування сервера і мережі знадобляться такі додаткові служби:

- Active Directory;
- DHCP;
- DNS;

Active Directory забезпечить створення лісу, використання сервера в ролі контролера домену та менеджмент користувачами та підключеними комп'ютерами.

DHCP дозволить динамічно роздавати доступні IP-адреси підключеним вузлам.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

DNS допоможе перетворювати в межах сервера імена та шляхи в IP-адреси і навпаки.

Зона зворотнього перегляду потрібна для того, щоб перетворювати IP-адреси в доменні імена, в той час як зона прямого перегляду виконує протилежну функцію – знаходить співвідношення доменних імен до IP-адрес, яким надано доменне ім'я.

2.2 Проектування макету «розумний будинок»

Макет системи розумних пристроїв виконується відповідно до потребностей та можливостей. Компонентів в наявності багато, але макет розроблений на базі Arduino Uno, що має 13 цифрових пінів, тому компоненти потрібно вибирати з розумом.

В системі використано такі електричні компоненти:

- Arduino Uno;
- Ethernet Shield W5100;
- LCD дисплей з модулем I2C;
- П'єзодинамік;
- Ультразвуковий датчик (сонар);
- Фоторезистор;
- RGB світлодіод;
- Датчик температури LM35;
- Мікрофон;
- Реле;
- Зчитувач інфрачервоного сигналу з ІЧ пульта;
- ІЧ пульт;

За допомогою мови програмування C++ буде розроблено такий функціонал макету:

- Керування платою на відстані за допомогою пульта;

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- Керування платою за допомогою повідомлень з сервера по протоколу MQTT;
- Система сигналізації за допомогою ультразвукового датчику, п'єзодинаміка та світлодіода;
- Виведення інформації та повідомлень з сервера на LCD дисплей;
- Мікрофон для керування світлом за допомогою хлопання лодонями;
- Реле для керування світлом в кімнаті з напругою 220 Вольт;
- Розумна лампа за допомогою фоторезистора та світлодіода;
- Виведення температури кімнати;
- Відтворення мелодії з культової гри DOOM за допомогою п'єзодинаміка;

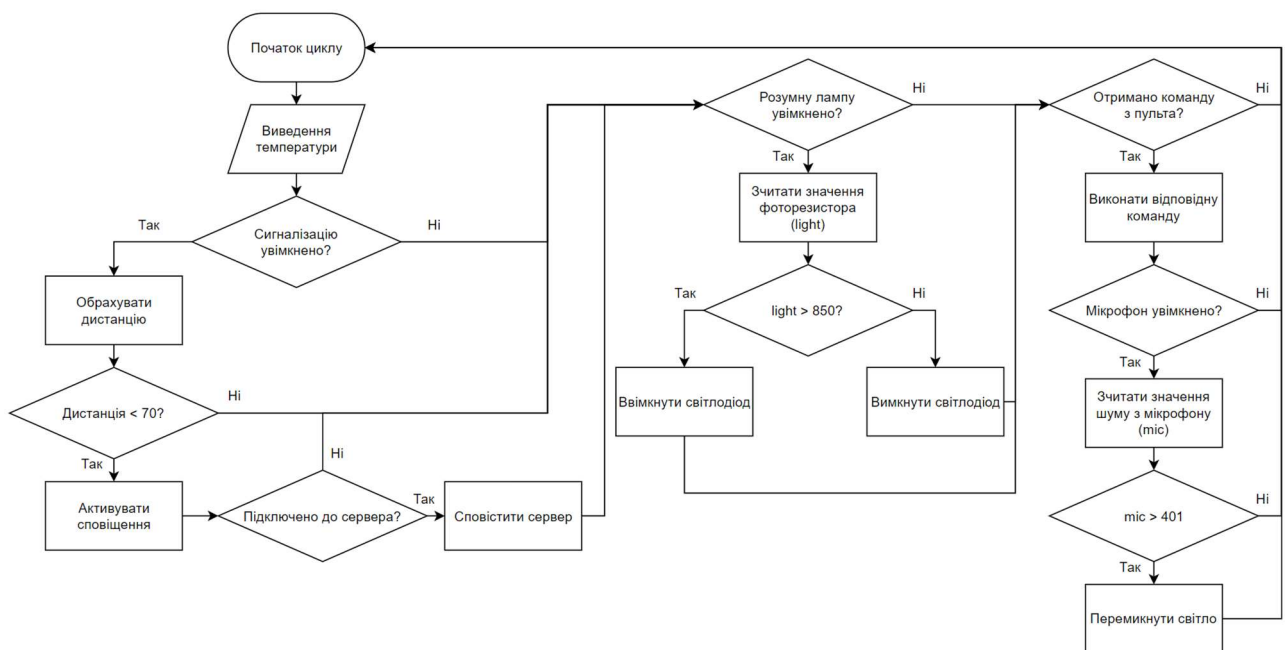


Рисунок 2.11 — Блок-схема програмного циклу Arduino.

Кожен датчик підключений до відповідного порта на платі Arduino, аналогового чи цифрового.

Таблиця 2.2 — Підключення датчиків до портів контролера Arduino.

Датчик		Порт Arduino	

Ультразвуковий датчик	3, 4
RGB світлодіод	6, 7, 8
Датчик температури	A3
Фоторезистор	A2
Датчик інфрачервоного сигналу	9
П'єзодинамік	2
Мікрофон	A1
Реле	5
Ethernet Shield	10, 11, 12, 13

Висновки до другого розділу

В другому розділі описані необхідні для роботи сервера служби. Зпроектовано систему «розумний будинок», вказано компоненти системи, описано функціонал системи та продемонстровано блок-схему програмного коду плати.

Отже, з другого розділу ми бачимо що знадобиться для збірки макету і проілюстровано роботу програмної частини системи.

РОЗДІЛ 3 ФІЗИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ

3.1 Встановлення та налаштування сервера

Для початку створимо віртуальну машину, це робиться досить легко і особливих навичок для цього не потрібно, але якщо виникають складнощі, то в Інтернеті є багато інформації про це. Наприклад, відео-ролик з YouTube: [<https://www.youtube.com/watch?v=HFSDG-WsxTU>].

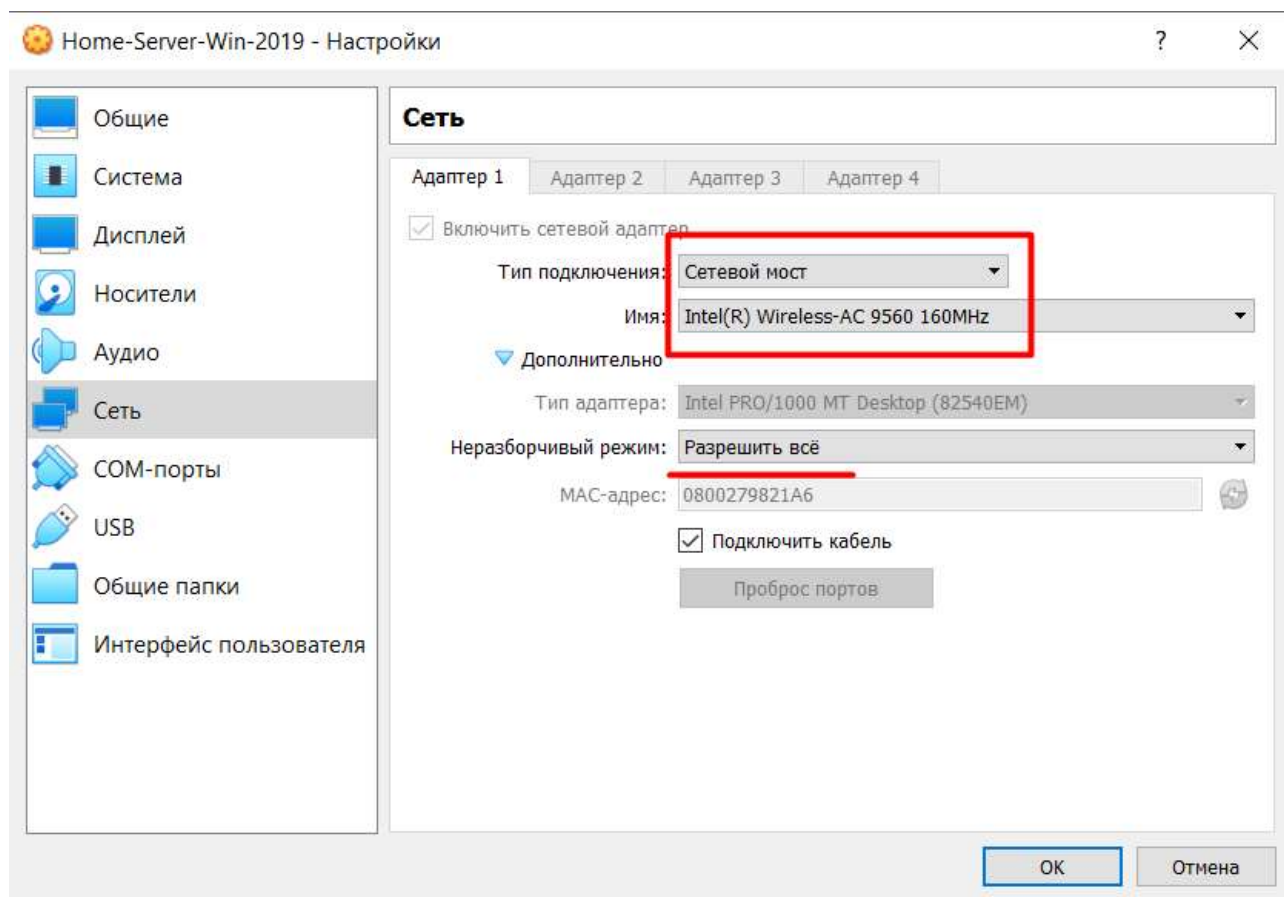


Рисунок 3.12 — Мережеві налаштування віртуальної машини.

На рисунку 1.2 показано які потрібно вказати мережеві налаштування для віртуальної машини. Ці налаштування необхідні для того, щоб підключити її до існуючої домашньої мережі, також це може забезпечити машину виходом до Інтернету, але як вказано вище, це нам не знадобиться. Все програмне забезпечення качається на основну машину і передається до віртуальної через спільний каталог.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Наступним етапом буде встановлення операційної системи Windows Server 2019 з образу. Процес також не є складним і описується все в тому ж YouTube-ролику: [<https://www.youtube.com/watch?v=HFSDG-WsxTU>].

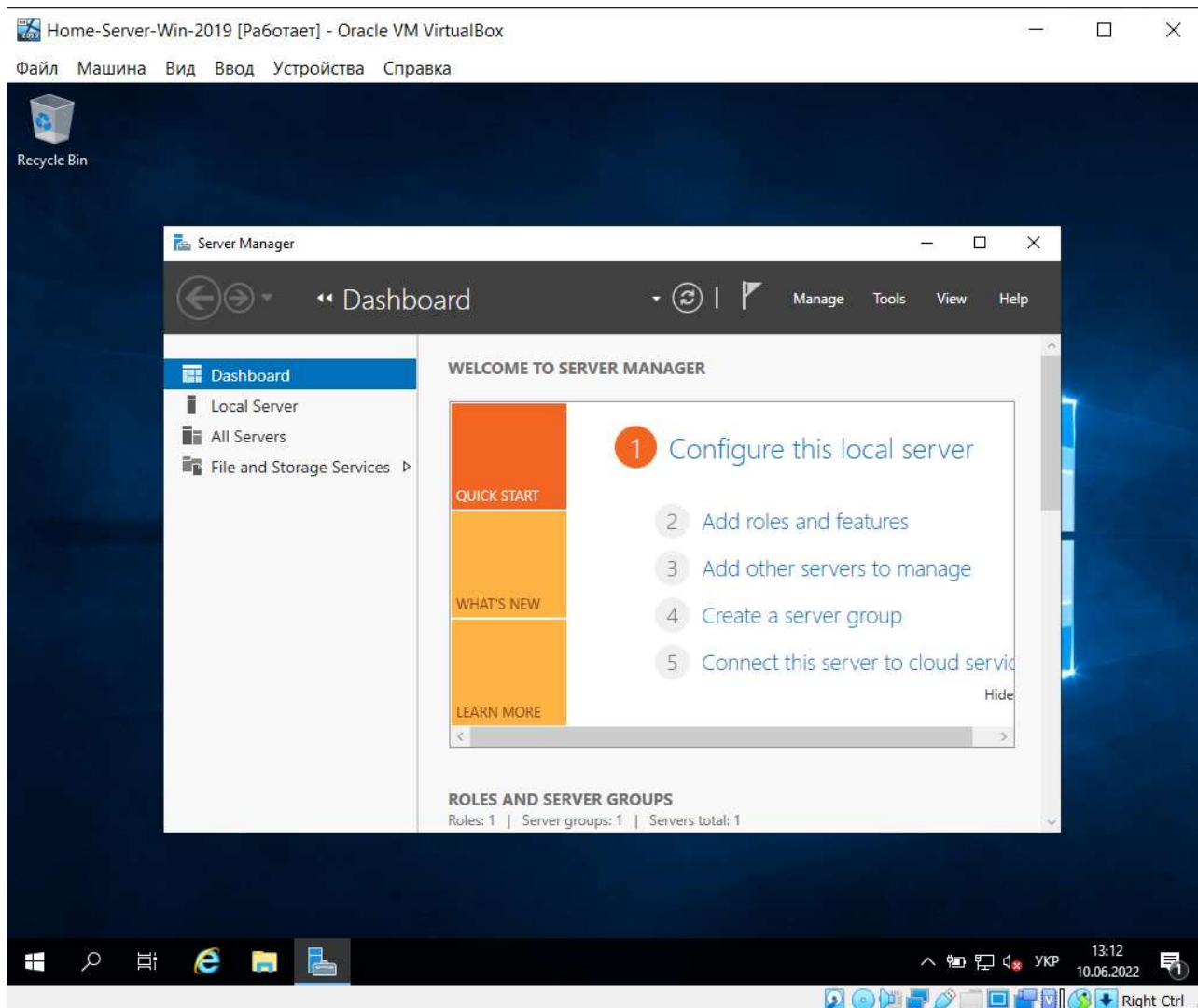


Рисунок 3.13 — Вигляд вікна віртуальної машини Windows Server 2019.

На даному етапі сервер готовий до експлуатування.

Перейменувемо ім'я сервера та перезапускаємо його, далі вказуємо необхідну IP-адресу на якій буде функціонувати даний сервер. В нашому випадку IP-адреса сервера: 200.1.1.1\24. Також не забуваємо відключити міжмережевий екран для запобігання блокування трафіку з інших вузлів мережі.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

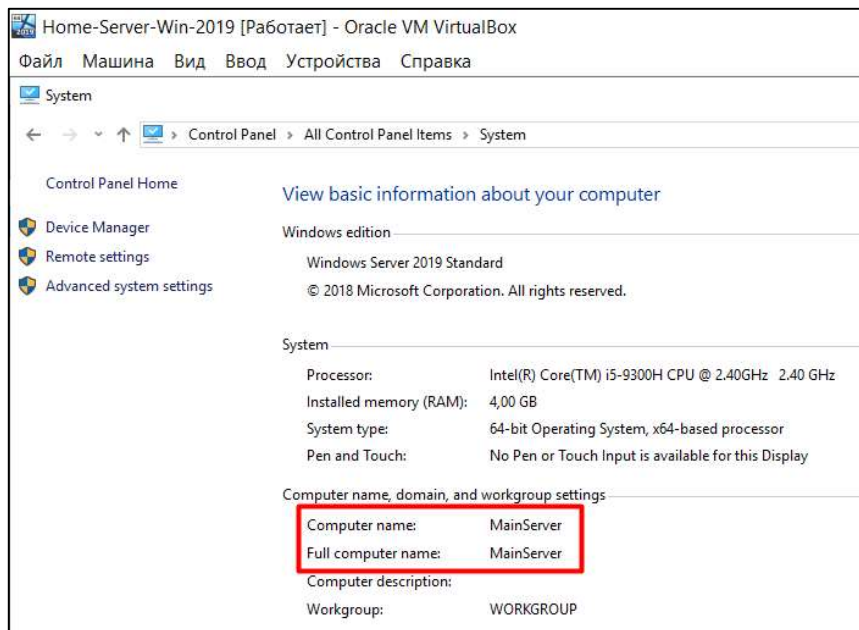


Рисунок 3.14 — Змінене ім'я сервера.

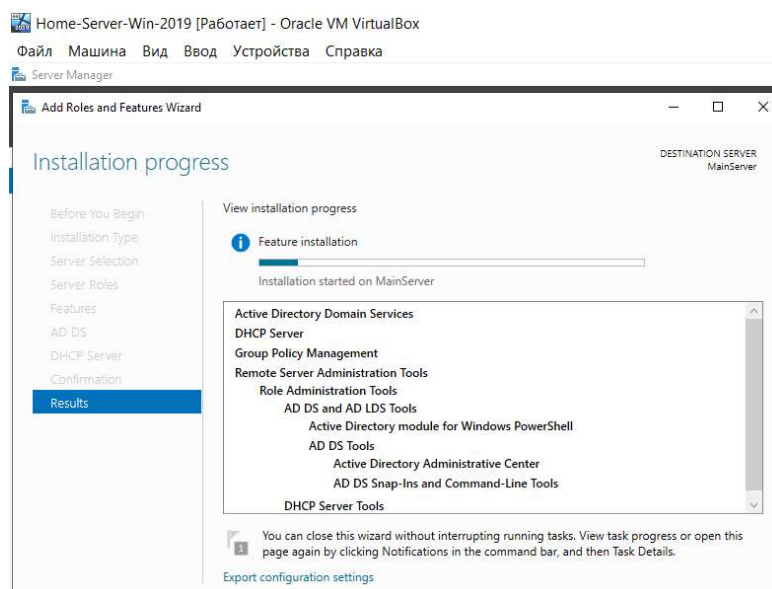


Рисунок 3.15 — Встановлення Active Directory.

Після встановлення всіх служб необхідно їх налаштувати. Почати слід з налаштування контролера домену.

Ім'я лісу: «dovgal.net».

Наступний кроком налаштовуємо DNS, а саме зону зворотнього перегляду.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

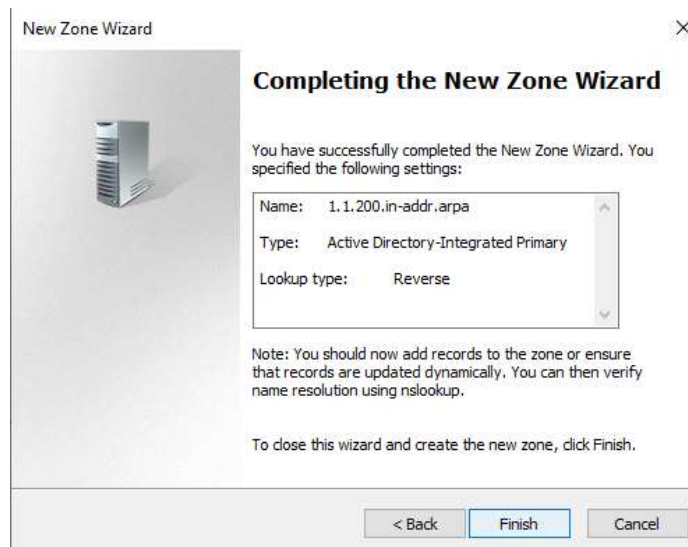


Рисунок 3.16 — Налаштування зони зворотнього перегляду.

Наступним етапом налаштовуємо DHCP:

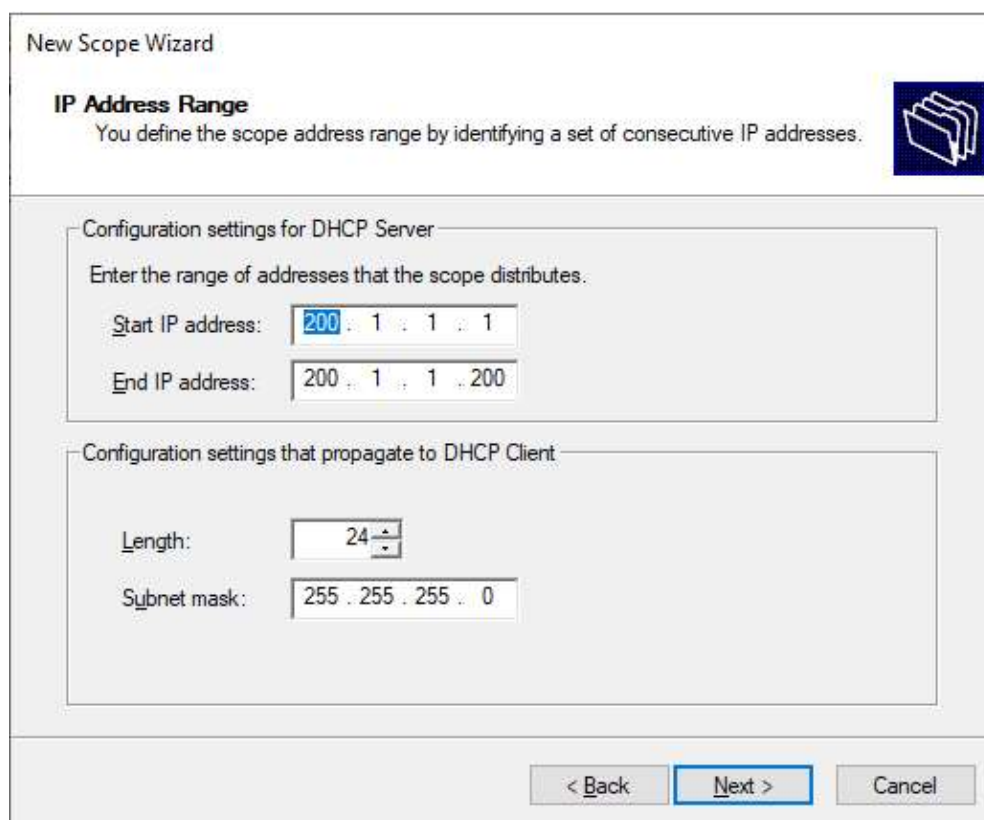


Рисунок 3.17 — Задаємо діапазон IP-адрес, що будуть роздаватись.

New Scope Wizard

Add Exclusions and Delay

Exclusions are addresses or a range of addresses that are not distributed by the server. A delay is the time duration by which the server will delay the transmission of a DHCP OFFER message.



Type the IP address range that you want to exclude. If you want to exclude a single address, type an address in Start IP address only.

Start IP address:

End IP address:

Add

Excluded address range:

200.1.1.1 to 200.1.1.3

Remove

Subnet delay in milli second:

 0

< Back

Next >

Cancel

Рисунок 3.18 — Задаємо виключення з діапазону доступний IP-адрес.

Для того, щоб користувачі могли підключатись, їх необхідно створити на сервері. Для початку створимо обліковий запис адміністратора:

New Object - User

Create in: dovgal.net/Admins

First name: Dovgal Initials:

Last name: Vlad

Full name: Dovgal Vlad

User logon name: Vadmin @dovgal.net

User logon name (pre-Windows 2000): DOVGAL\ Vadmin

< Back Next > Cancel

Рисунок 3.19 — Створення облікового запису адміністратора.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таким же чином створюємо сімейних користувачів, або якби це було у випадку налаштування сервера організації, то потрібно було би створити організаційні одиниці, що грубо кажучи виконують функцію каталогів та використовуються для структурування домену.

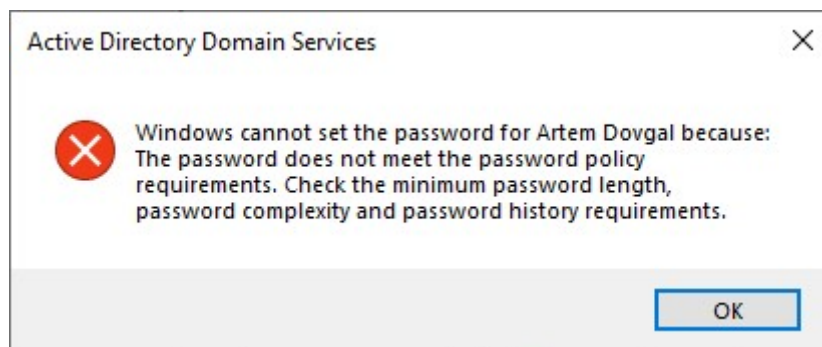


Рисунок 3.20 — Помилка при створенні облікового запису брата.

Через те, що члени моєї сім'ї ніколи не пам'ятають свої паролі, записують їх в нотатки, а потім забувають, що писали їх в нотатки і хочуть щоб було «натиснути кнопочку і все працює», придуманий для них пароль дуже короткий і не відповідає політиці паролів. Зараз виправимо це.

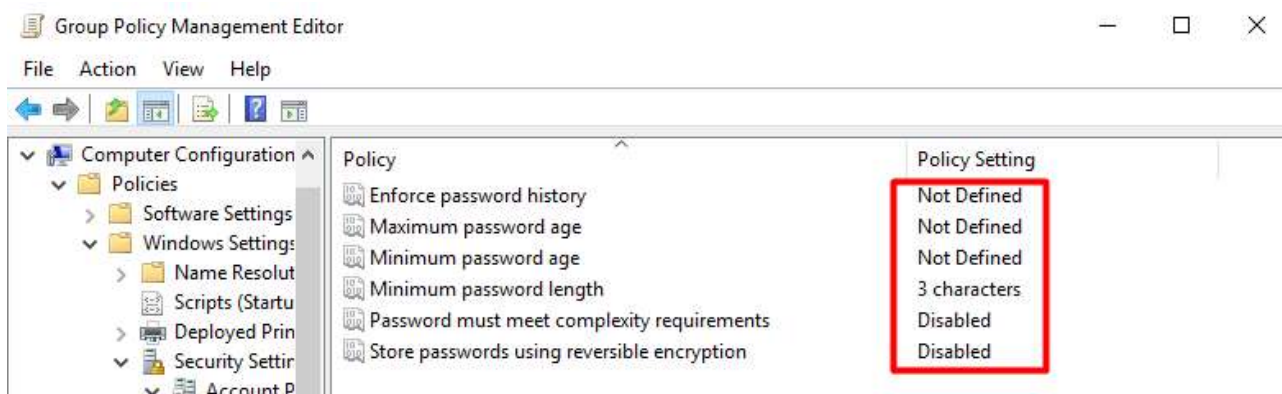


Рисунок 3.21 — Налаштування групових політик паролів.

Налаштування політик виконано таким чином, щоб пароль можна було створити якомога слабший і щоб у паролів не закінчувався термін дії.

```

Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe

Microsoft Windows [Version 10.0.17763.1098]
(c) 2018 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Administrator>gpupdate /force
Updating policy...

Computer Policy update has completed successfully.
User Policy update has completed successfully.

```

Рисунок 3.22 — Примусове застосування виконаних налаштувань.

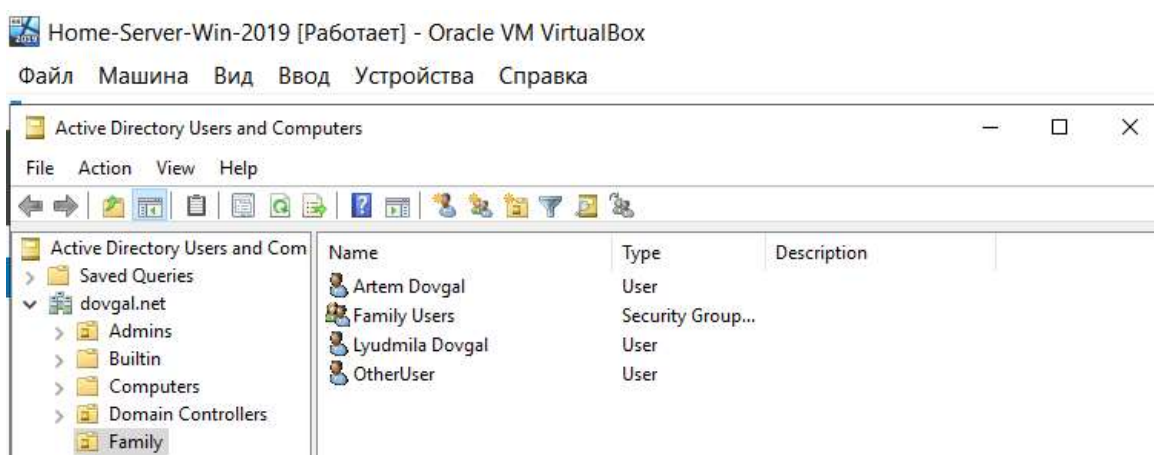


Рисунок 3.23 — Створені сімейні користувачі.

Також була створена група сімейних користувачів, до яких згодом можна застосувати новостворену групову політику. Також створений користувач OtherUser. Це непередбачуваний користувач, який буде мати змогу підключитись до домену з окремого облікового запису.

Для організаційних одиниць, до груп користувачів та комп'ютерів можна створювати та застосовувати групові політики, в яких можна регулювати дозволи. Наприклад, якщо це бухгалтерія, то їм можна заборонити все, окрім Excel.

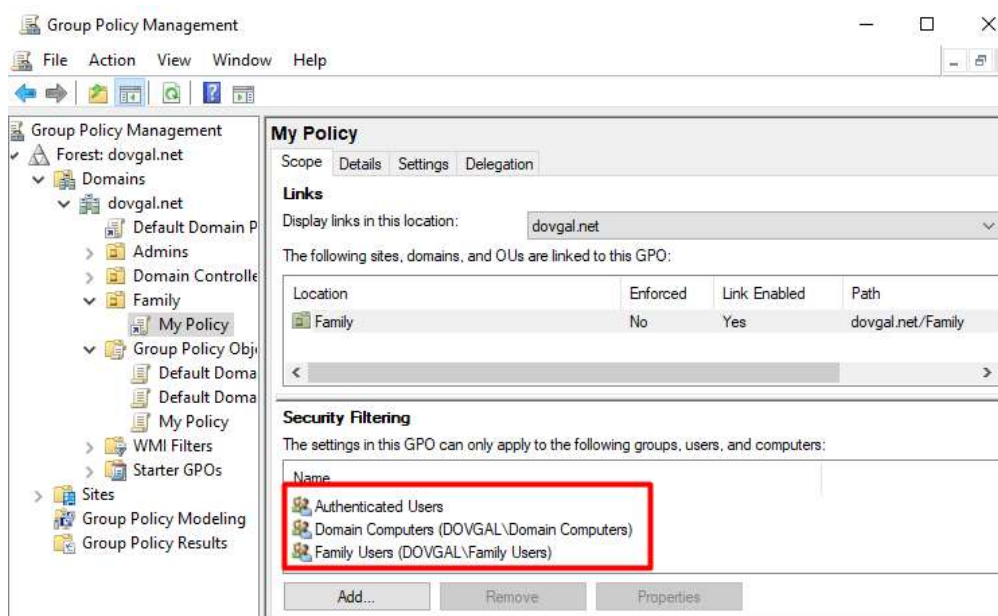


Рисунок 3.24 — Дозвіл новоствореній груповій політиці на застосована до сімейної групи користувачів.

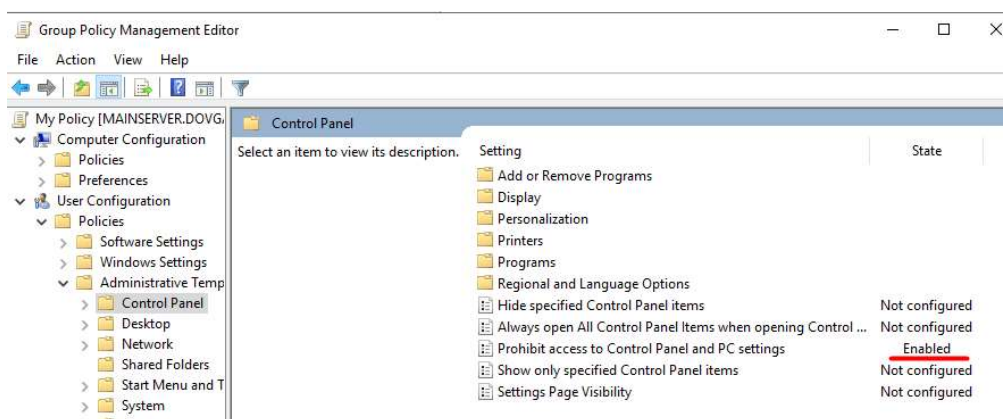


Рисунок 3.25 — Заборона на відкриття панелі керування сімейній групі користувачів.

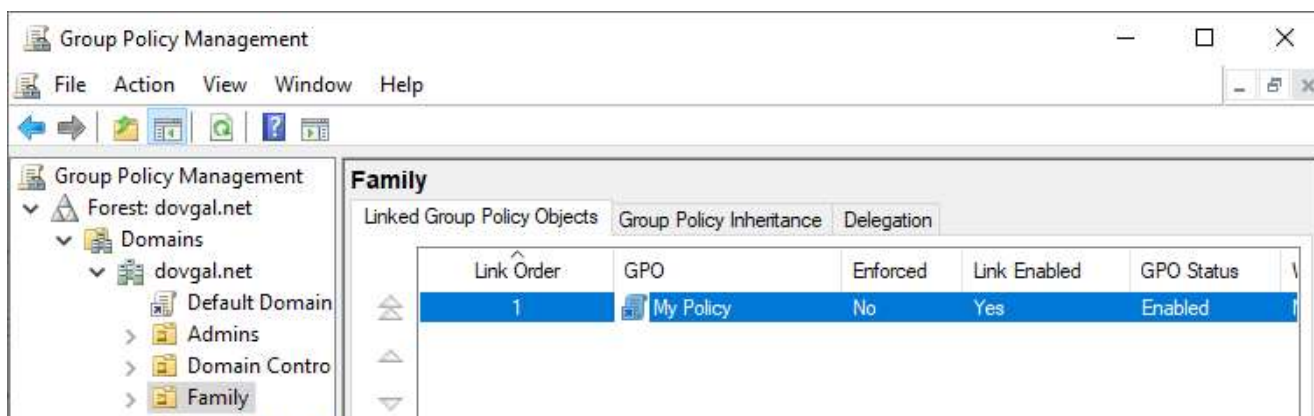


Рисунок 3.26 — Застосування групової політики.

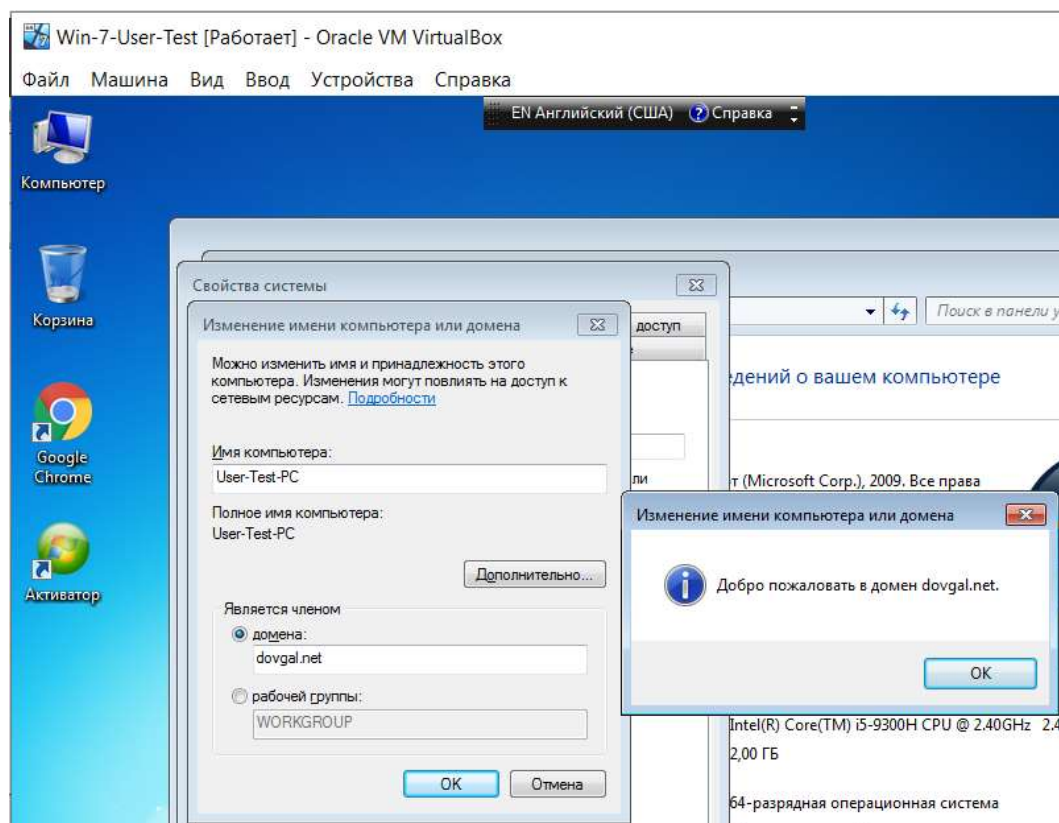


Рисунок 3.27 — Успішне підключення до домену.

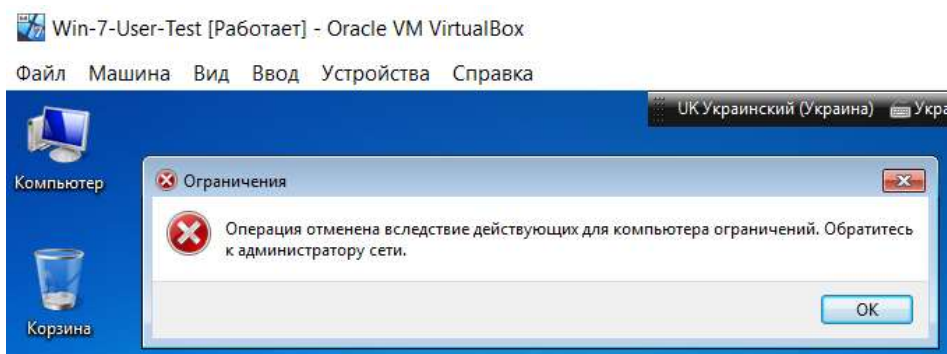


Рисунок 3.28 — Спроба відкрити панель керування з сімейного облікового запису.

Тепер в налаштуваннях групової політики MyPolicy можна налаштовувати доступ до тих чи інших ресурсів для сімейної групи користувачів. На даному прикладі показана заборона на відкриття панелі керування, але в майбутньому в межах організації врегулювати можна і, навіть, потрібно набагато більше дозволів.

Після того, як мережа налаштована і вузли мають змогу підключатись до домену і кожен користувач має свої дозволи у доменному лісі, наступним у мережі буде спільний мережевий каталог, в якому всі користувачі змогли би обмінюватись файлами. Для цього створимо на сервері папку «Shared» та надамо спільний доступ до неї.

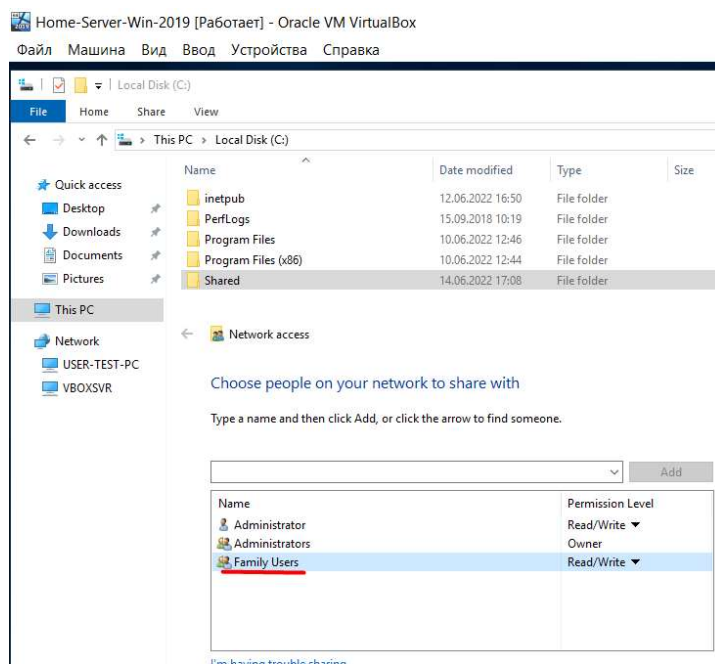


Рисунок 3.29 — Надаємо доступ до спільного ресурсу сімейній групі користувачів.

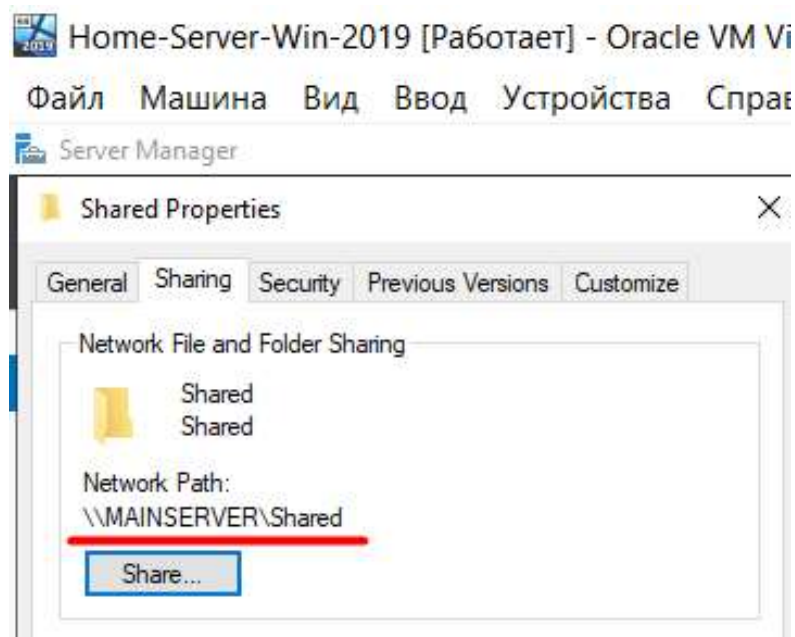


Рисунок 3.30 — Мережевий шлях до спільного каталогу.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

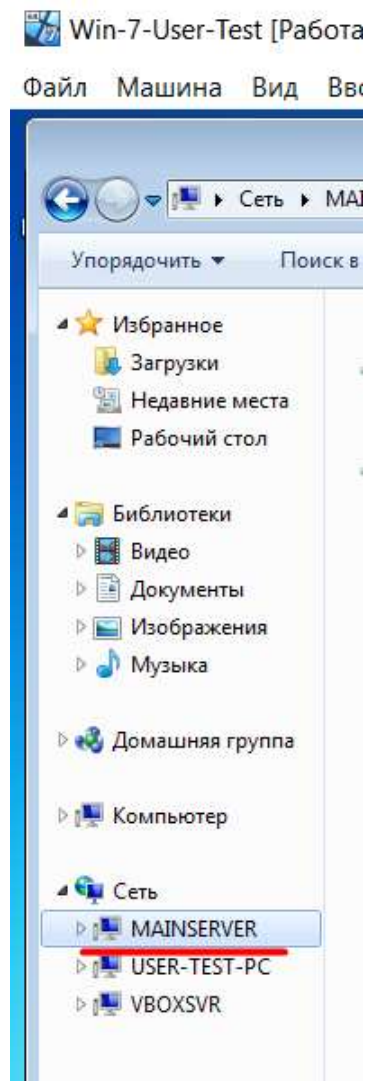


Рисунок 3.31 — Ресурсы сервера відразу відображаються в мережевих ресурсах.

Але спробуємо перейти до ресурсу за допомогою мережевого шляху.

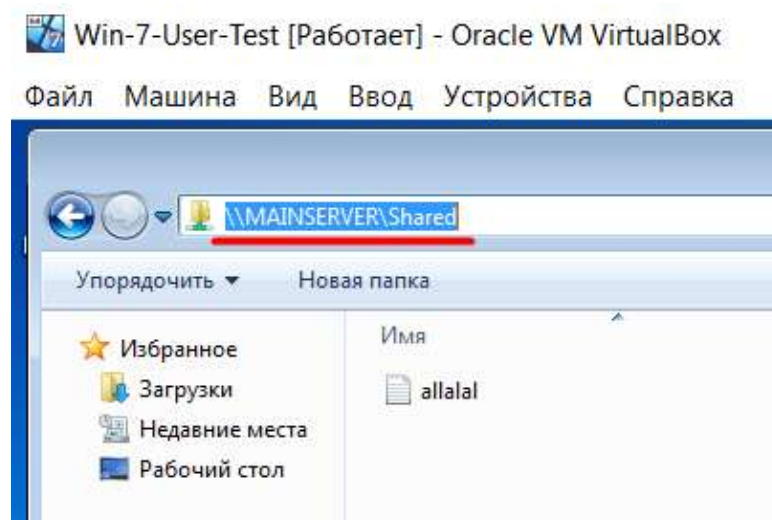


Рисунок 3.32 — Доступ до спільного ресурсу за мережевим шляхом.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепер доступ до спільного каталогу є, але що якщо користувачам у мережі потрібно використовувати одну і ту ж програму. Для цього знадобиться служба віддаленого доступу.

За стандартною процедурою додаємо нову службу до контроллера домену, але на цей раз встановлюємо її на основі сесій віддаленого робочого столу.

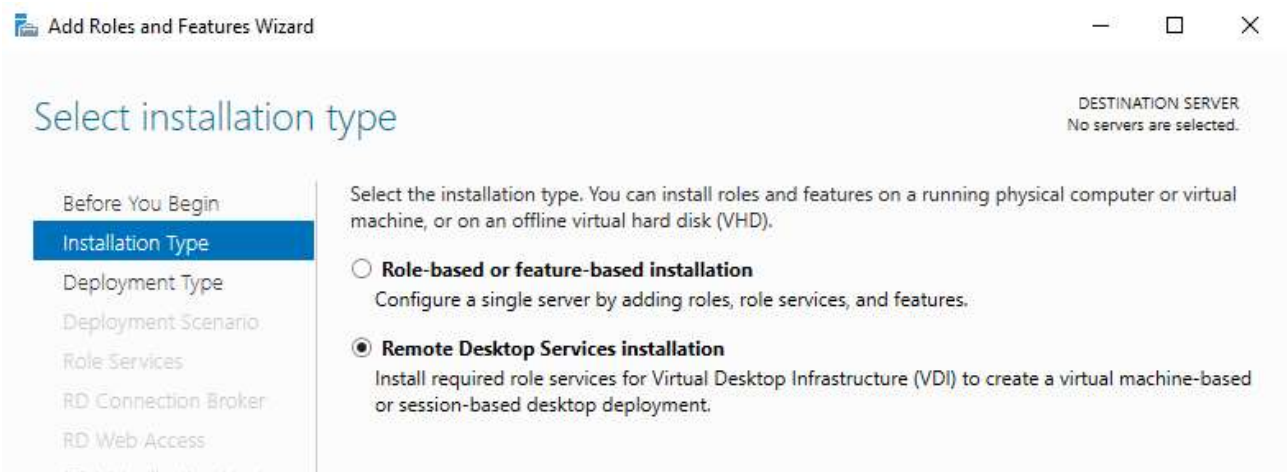


Рисунок 3.33 — Обираємо служби віддаленого робочого столу.

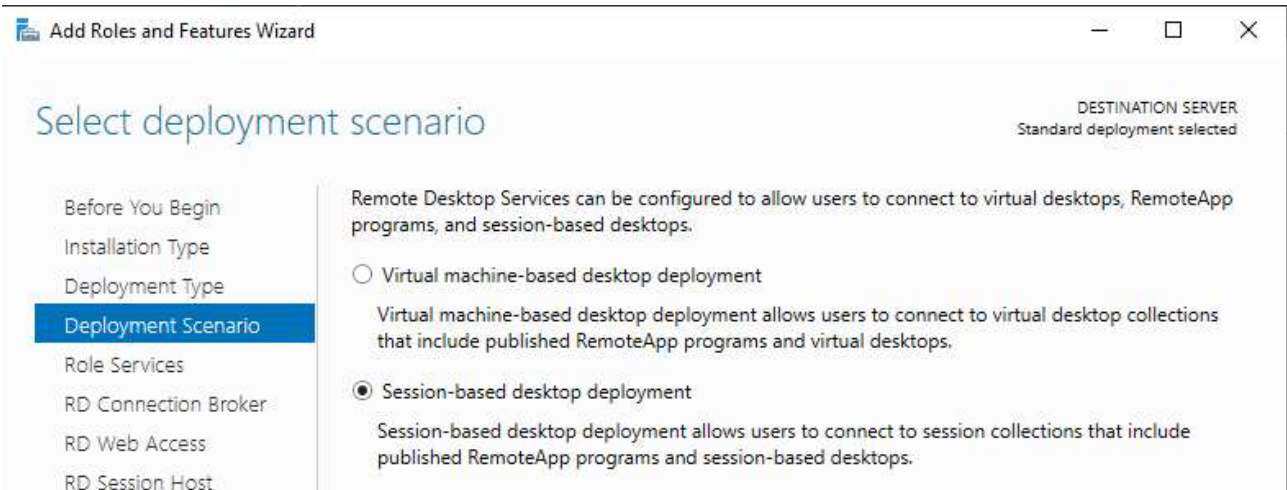


Рисунок 3.34 — Служби віддаленого робочого столу на основі сесій.

Коли служби встановлено та сконфігуровано потрібно додати налаштувати ліцензування підключення, це необхідно для санкціонування віддаленого доступу:

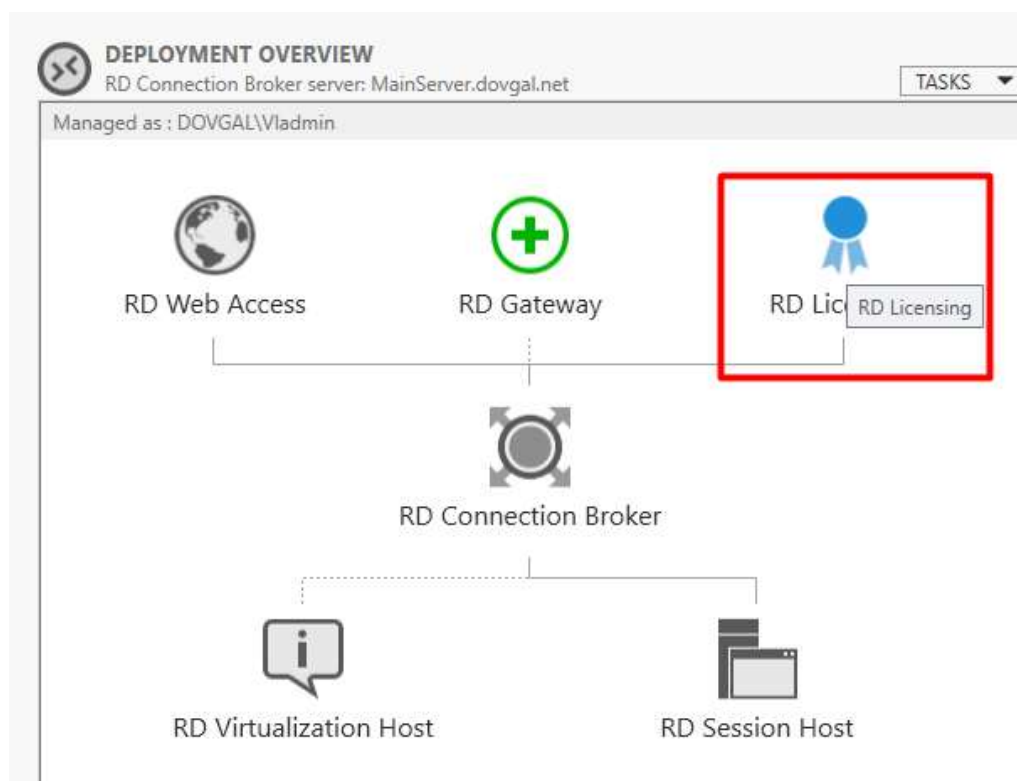


Рисунок 3.35 — Налаштування ліцензування віддаленого доступу.

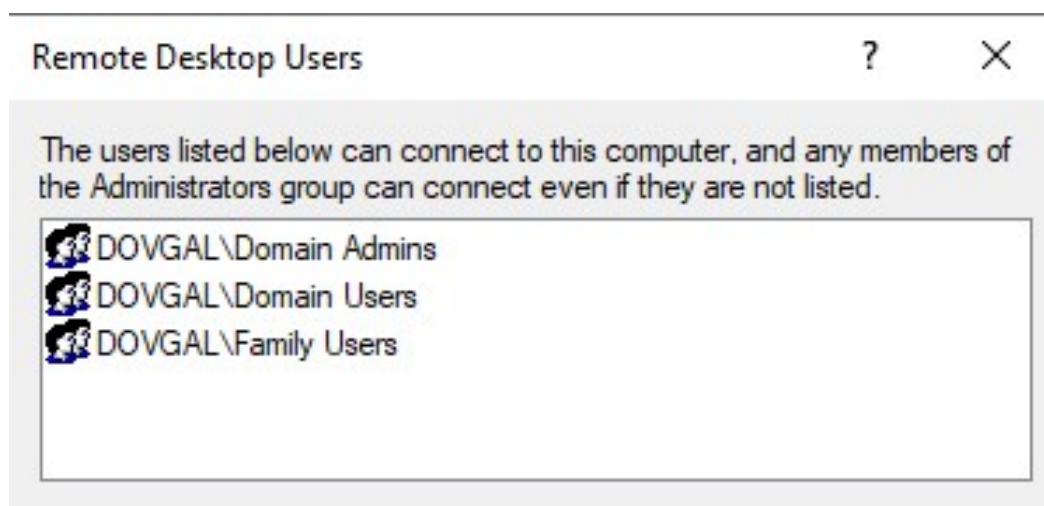


Рисунок 3.36 — Вказуємо групи користувачів, що можуть отримати віддалений доступ до цього контролера домену.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

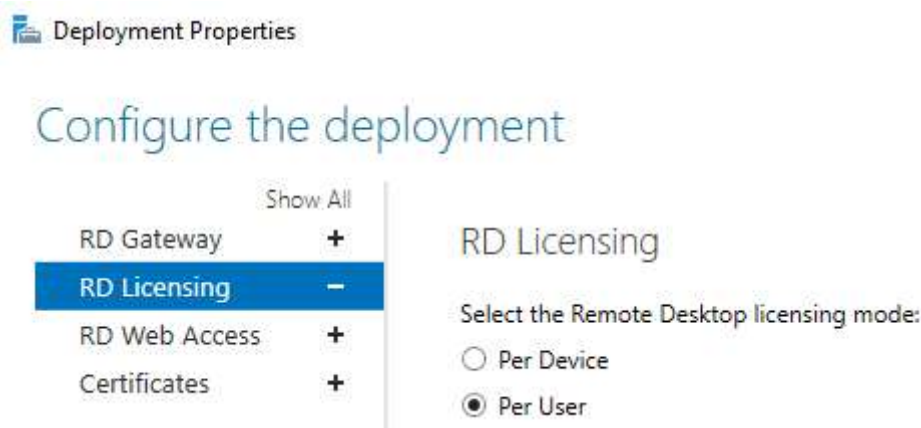


Рисунок 3.37 — Обираємо ліцензування на кожного користувача.

Зручніше обрати ліцензування на кожного користувача, тому що доступ до облікового запису можна отримати з будь-якого комп'ютера, якби в організації до кожного комп'ютера був прив'язаний тільки один користувач, то логічніше було б обрати ліцензування на кожен комп'ютер.

Тепер створимо самопідписаний сертифікат для ліцензування, для цього знадобиться PowerShell з правами адміністратора.

```
PS C:\Windows\system32> New-SelfSignedCertificate -certstorelocation cert:\localmachine\my -dnsname "RDP"

PSParentPath: Microsoft.PowerShell.Security\Certificate::LocalMachine\my

Thumbprint                               Subject
-----
4753D9AC9F616AEA4D57418E658126D7225421F1 CN=RDP

PS C:\Windows\system32> $pwd = ConvertTo-SecureString "12345678" -Force -AsPlainText
```

Рисунок 3.38 — Команди для створення самопідписного сертифікату.

А далі цей сертифікат потрібно приєднати до служб віддаленого керування та роздати доступ до необхідних програм. Користувачі зможуть отримати до них доступ перейшовши по лінку в браузері «<http://rdp.dovgal.net>». Але в межах домашньої мережі для сім'ї нам це не знадобиться.

Наступним кроком розглянемо потреби у обмінюванні та доступом до спільних ресурсів в домашній мережі. Для цього можна просто надати доступ до спільного каталогу в мережі.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Доступ до спільного ресурсу користувачі мережі можуть отримати тільки авторизувавши свій обліковий запис, що має бути на основній машині, але краще все таки створити окремого користувача, якщо Ви не хочете, надавати дані до власного облікового запису.

Рисунок 3.39 — Створення нового облікового запису для доступу до спільного ресурсу.

Рисунок 3.40 — Надаємо доступ до ресурсу новоствореному користувачеві.

Тепер інший вузол в мережі може отримати доступ до спільного ресурсу за мережевим шляхом //MENTAL/HomeNet_Shared, вказавши дані для входу до облікового запису NetUser.

3.2 Збірка та програмування макету «розумний будинок»

Підключення датчиків виконується відповідно до другого розділу пояснювальної записки до відповідних портів Arduino.

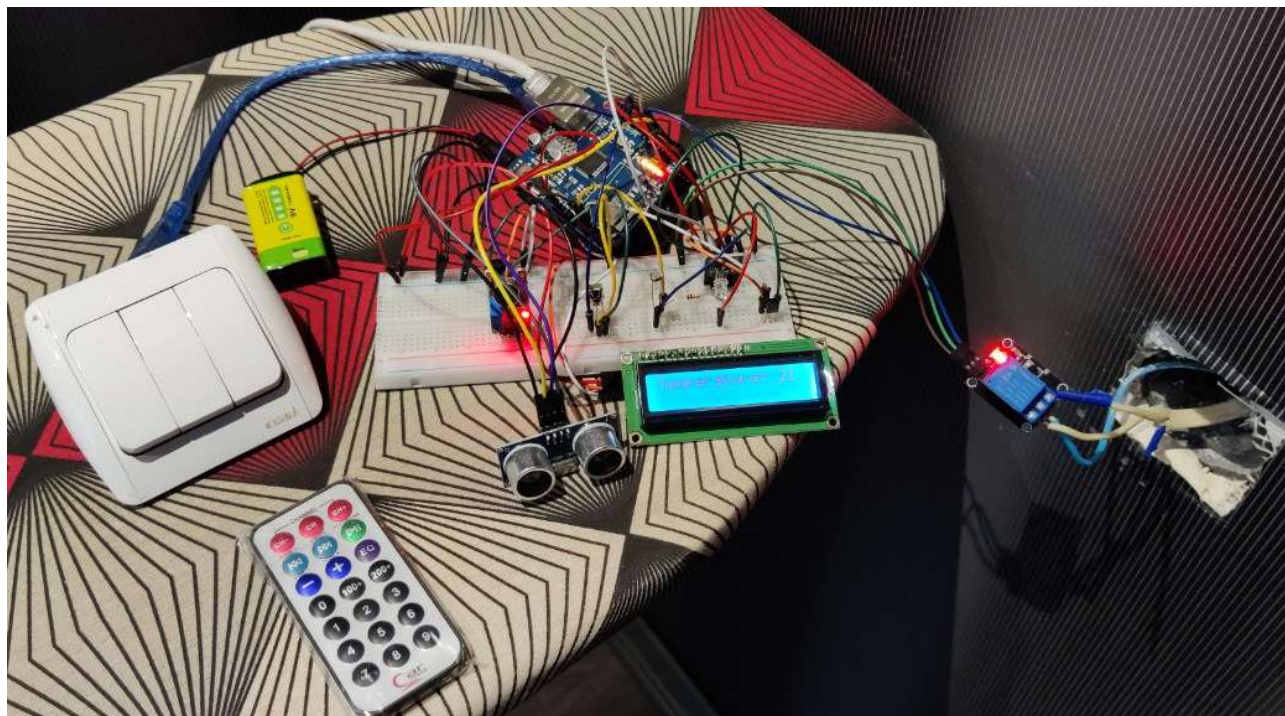


Рисунок 3.41 — Вигляд зібраного макету.

3.3 Підключення пристроїв IoT до сервера

Розглянемо домашні потреби. Так як мережа налаштована і доступ до неї отримують через маршрутизатор, нічого додатково налаштовувати не потрібно, окрім одного нюансу: на маршрутизаторі працює DHCP, тому з кожним перепідключенням або по проходженні деякого часу IP-адреса пристроїв змінюється, що приведе до непрацездатності інформаційного обміну сервера та Arduino-системи, тому що як було написано вище, в коді до Arduino вручну прописується

IP-адреса сервера для підключення. Цей нюанс вирішуємо таким чином: вказуємо статичну IP-адресу сервера в налаштуваннях маршрутизатора.

Для цього потрібно перейти до параметрів маршрутизатора по IP-адресі 192.168.1.1, а в налаштуваннях прив'язати MAC-адресу ноутбука до конкретної IP-адреси, в нашому випадку це 192.168.1.116.

☐	Хост	MAC-адрес	IP-адрес	Изменить
☐	Mental	24-EE-9A-2B-87-C5	192.168.1.116	

Рисунок 3.42 — Прив'язка MAC-адреси до IP-адреси.

Тепер у основної машини-сервера буде статична IP-адреса в мережі, це забезпечить постійний доступ до сервера.

Потрібно встановити програмне забезпечення MQTT брокера. Наша віртуальна машина не під'єднана до мережі Інтернет, тому завантажуюмо на основну машину, а потім за допомогою спільного каталогу між основною та віртуальною машиною завантажуюмо інсталяційні файли.

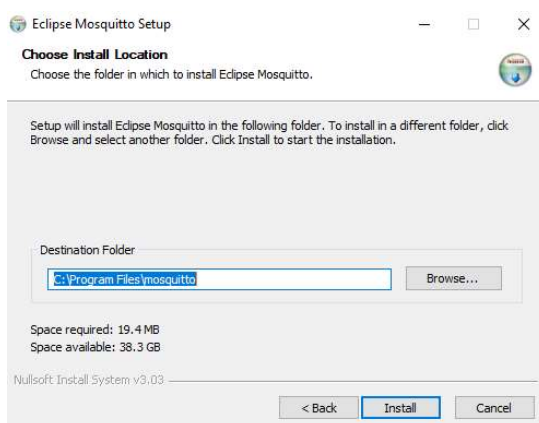


Рисунок 3.43 — Встановлюємо протокол Mosquitto.

Коли MQTT встановився потрібно ввести деякі команди в командній стрічці з правами адміністратора, щоб створити файл з паролем.

```
C:\>"\Program Files\mosquitto\mosquitto_passwd" -c "C:\Program Files\mosquitto\passwd" vladin
Password:
Reenter password:

C:\>
```

Рисунок 3.44 — Створюємо файл з паролем.



Рисунок 3.45 — Файл з паролем створено.

Далі необхідно відкрити порт 1883, на якому за замовчуванням працює брокер Mosquitto. Це можна зробити за допомогою команди **netsh advfirewall firewall add rule name="MQTTBroker" protocol=TCP dir=in localport=1883 action=allow**.

Але виконаємо це за допомогою графічного інтерфейсу.

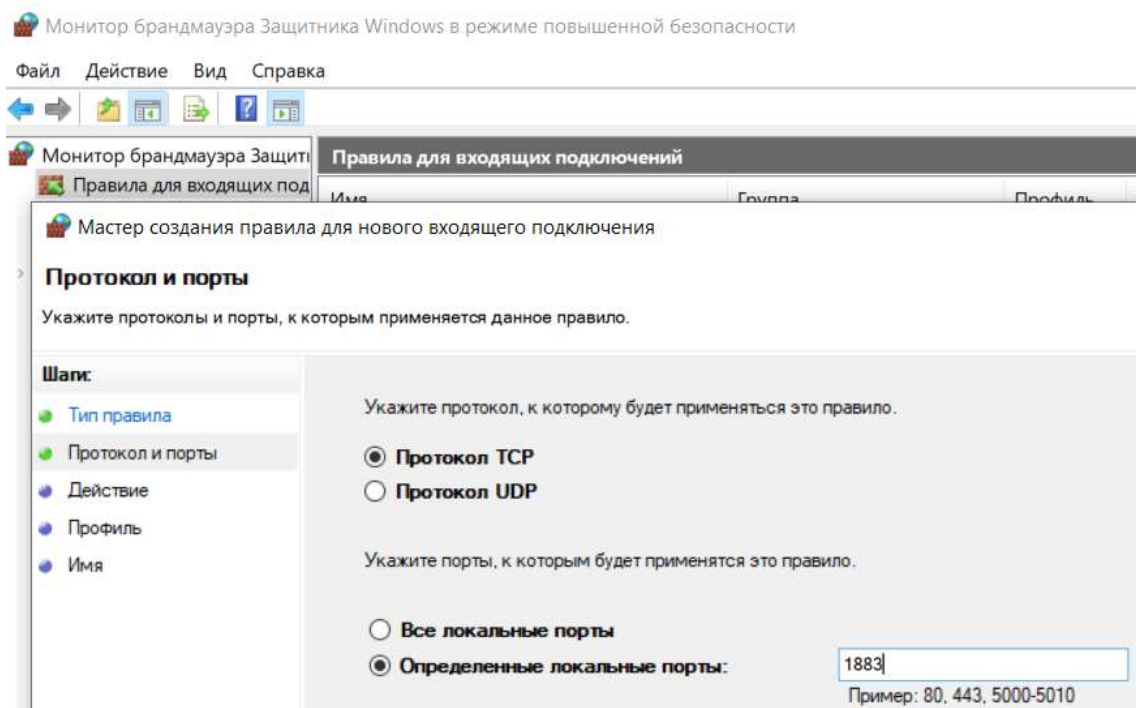


Рисунок 3.46 — При створенні правила для вхідного підключення вказуємо необхідний порт.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

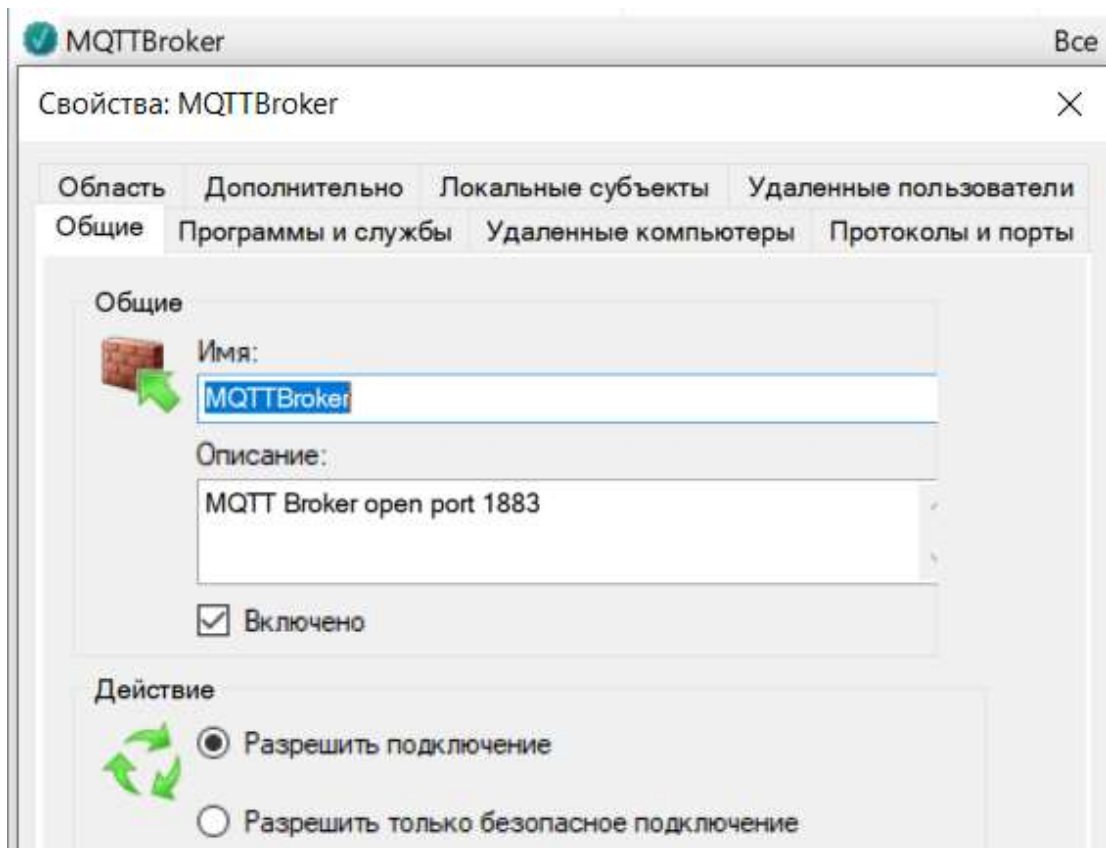


Рисунок 3.47 — Правило створено.

Тепер спробуємо протестувати MQTT локально. Для цього запустимо утиліту MQTT.fx.

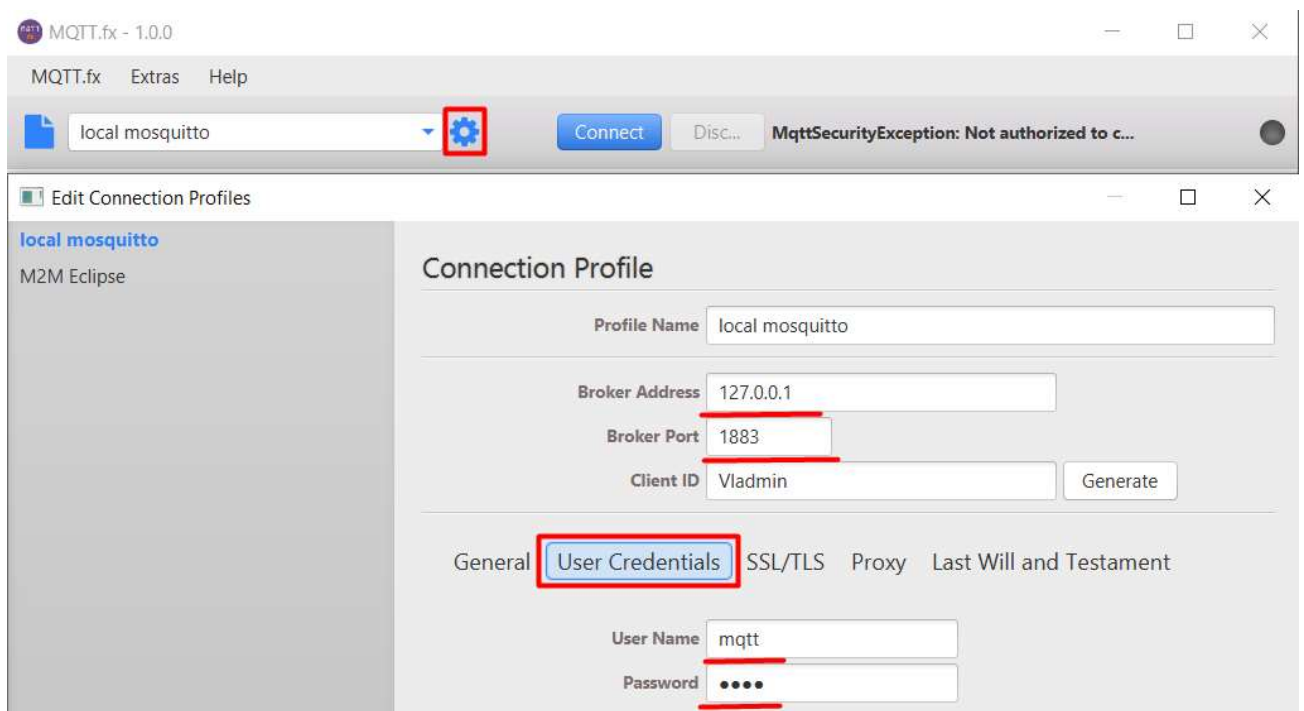


Рисунок 3.48 — Налаштування підключення до брокера.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

IP-адресу залишаємо локальну і вводимо облікові дані для підключення до брокера.

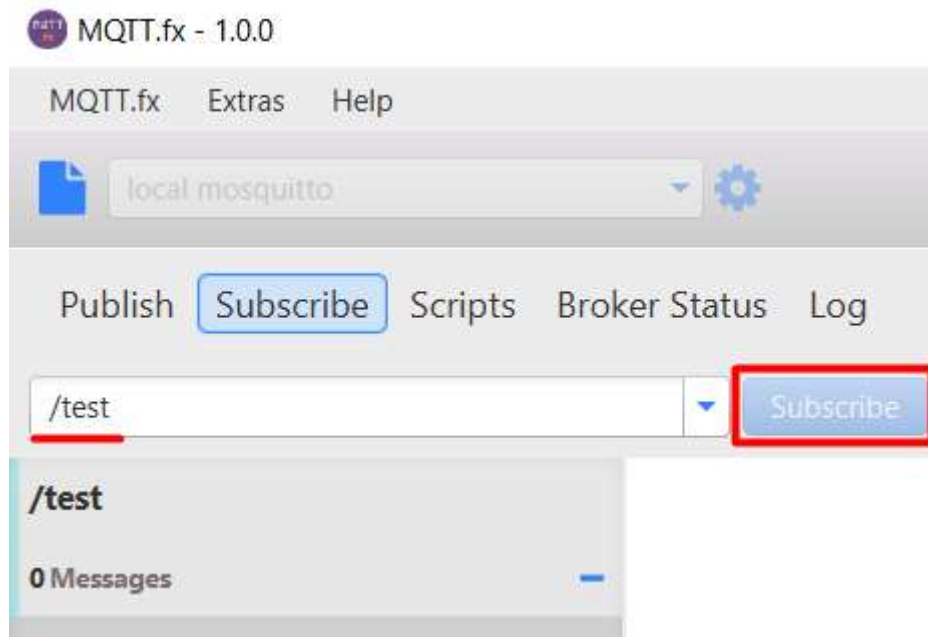


Рисунок 3.49 — Підписуємось на топик.

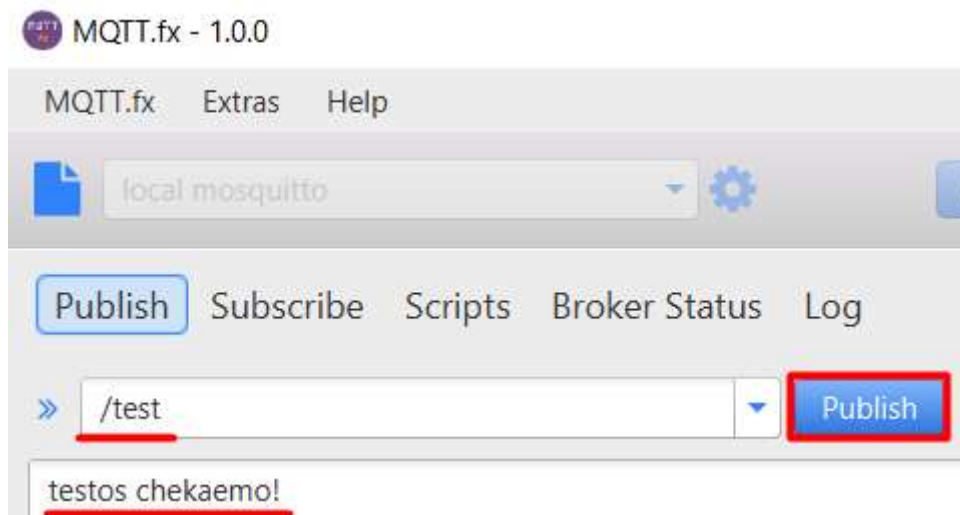


Рисунок 3.50 — Відправляємо повідомлення.

При відправці повідомлення вказуємо топик, пишемо текст самого повідомлення і публікуємо у топіку. А далі перевіряємо чи ми отримали це повідомлення.

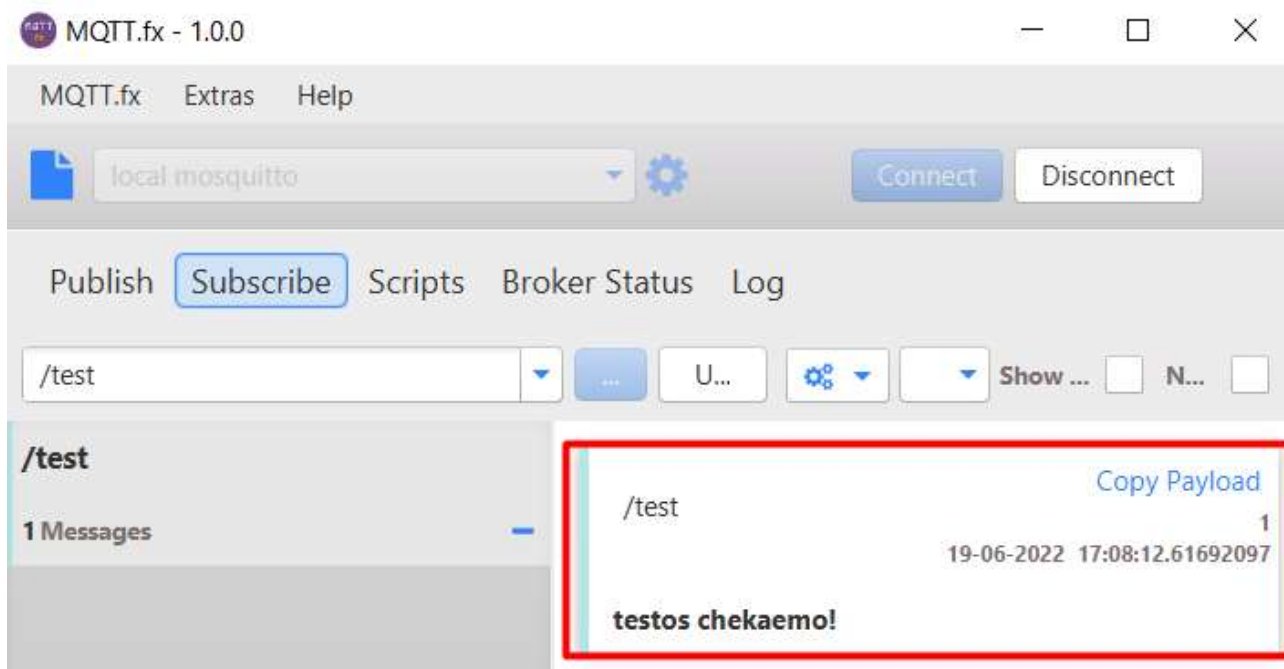


Рисунок 3.51 — Повідомлення отримано.

Що ж, брокер працює, але на даний момент він працює тільки локально на localhost (127.0.0.1:1883) і без завантаження конфігурації з файлу. Це тому що задля безпеки розробники в новіших версіях MQTT брокера дозволили запуск тільки локально. Для того, щоб до сервера можна було підключитись пристроєм мережі необхідно в конфігураційному файлі вказати адресу і порт для прослуховування. Також mosquitto при встановленні автоматично створює фонову службу Windows для зручності, але створена служба нам не підходить, її потрібно видалити та за необхідності можна створити заново.

Для початку пропишемо конфігурацію сервера.

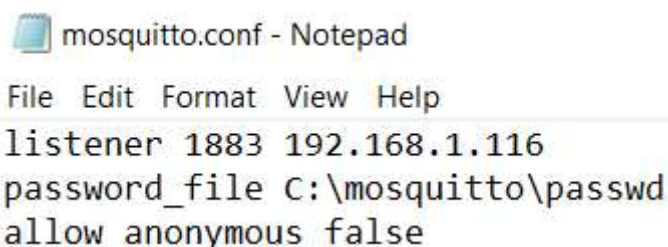


Рисунок 3.52 — Конфігурація брокера.

listener вказує вказує нову адресу та порт для прослуховування.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

password_file вказує шлях до створеного раніше файлу з паролем.

allow_anonymous вказує дозвіл на підключення до брокера без логіну та паролю, в нашому випадку анонімний вхід заборонено.

```
Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe - mosquitto -v -c mo
C:\Users\Mental>cd C:\
C:\>cd mosquitto
C:\mosquitto>mosquitto -v -c mosquitto.conf
1655821152: mosquitto version 2.0.10 starting
1655821152: Config loaded from mosquitto.conf.
1655821152: Opening ipv4 listen socket on port 1883.
1655821152: mosquitto version 2.0.10 running
```

Рисунок 3.53 — Запуск брокера у багатомовному режимі та із завантаження конфігураційного файлу.

```
Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe - netstat -a
C:\Users\Mental>netstat -a
Active Connections

Proto Local Address          Foreign Address         State
TCP   0.0.0.0:135             fr:0                    LISTENING
TCP   0.0.0.0:445             fr:0                    LISTENING
TCP   0.0.0.0:5357            fr:0                    LISTENING
TCP   0.0.0.0:27036           fr:0                    LISTENING
TCP   0.0.0.0:49664           fr:0                    LISTENING
TCP   0.0.0.0:49665           fr:0                    LISTENING
TCP   0.0.0.0:49666           fr:0                    LISTENING
TCP   0.0.0.0:49667           fr:0                    LISTENING
TCP   0.0.0.0:49668           fr:0                    LISTENING
TCP   0.0.0.0:49669           fr:0                    LISTENING
TCP   0.0.0.0:59817           fr:0                    LISTENING
TCP   0.0.0.0:59818           fr:0                    LISTENING
TCP   127.0.0.1:5939          fr:0                    LISTENING
TCP   127.0.0.1:27060         fr:0                    LISTENING
TCP   127.0.0.1:55315         fr:0                    LISTENING
TCP   127.0.0.1:55316         Mental:65001            ESTABLISHED
TCP   127.0.0.1:65001         fr:0                    LISTENING
TCP   127.0.0.1:65001         Mental:55316            ESTABLISHED
TCP   192.168.1.116:139      fr:0                    LISTENING
TCP   192.168.1.116:1883     fr:0                    LISTENING
```

Рисунок 3.54 — Перевіряємо прослуховування.

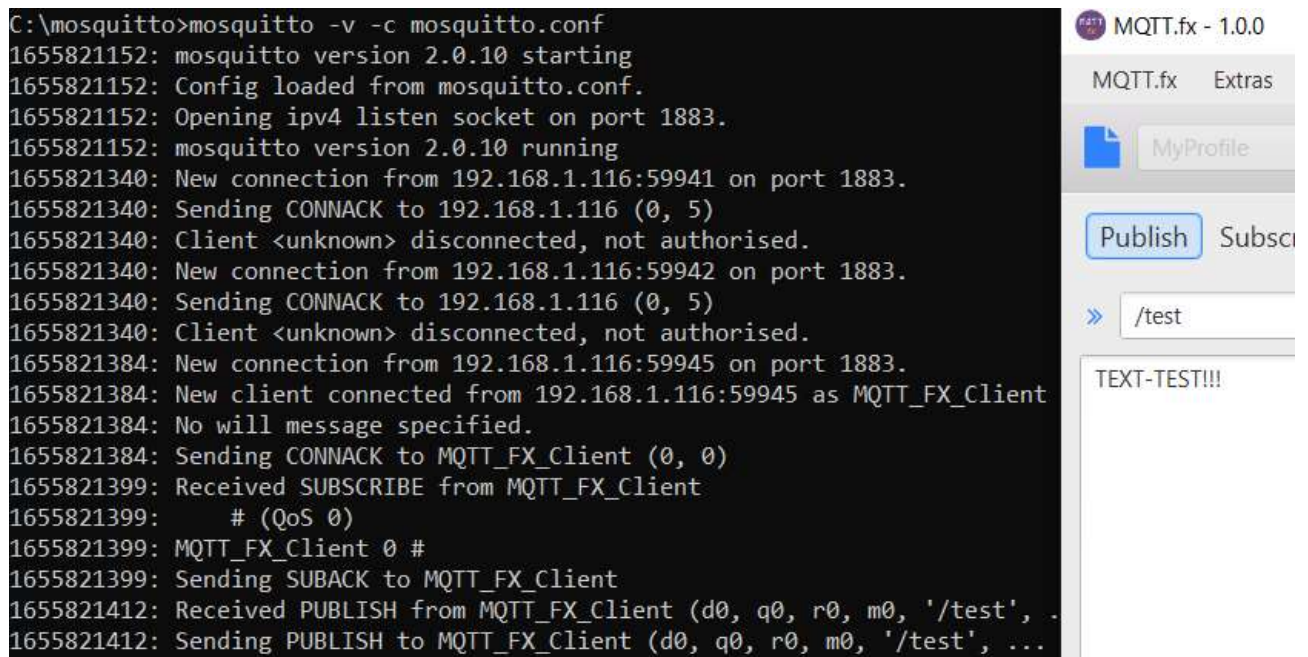


Рисунок 3.55 — Успішне публікування повідомлення.

Тепер перевіримо спілкування з Arduino.

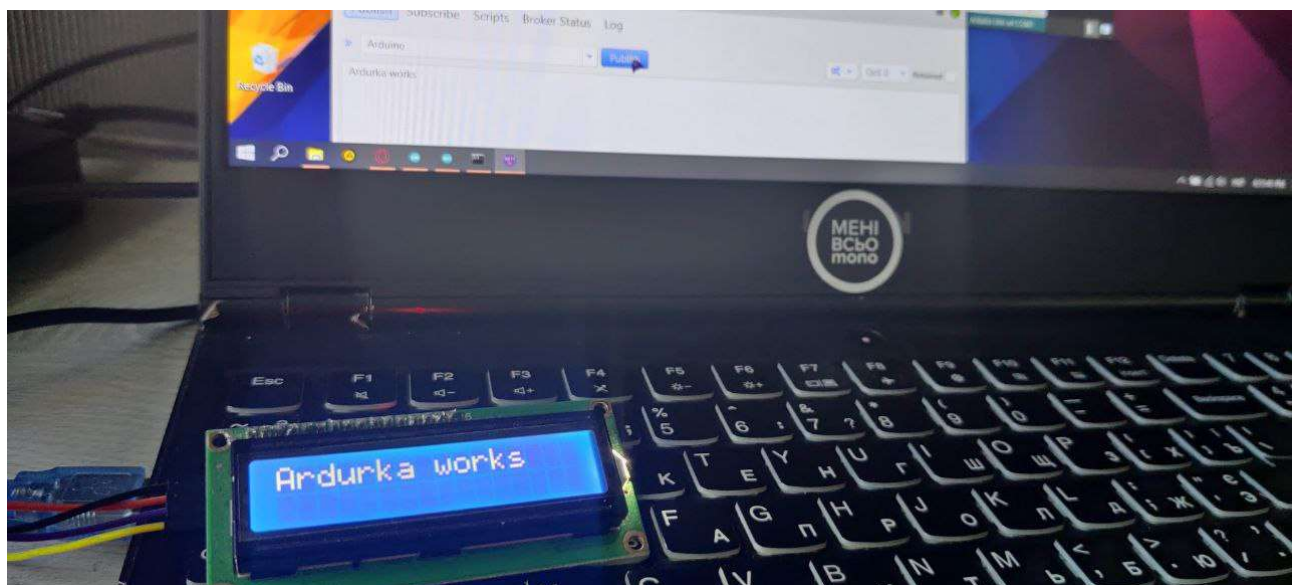


Рисунок 3.56 — Повідомлення успішно відправлене, отримане та оброблене.

Висновки до третього розділу

Так як весь проект позиціонується, як сервер в домашній мережі з домашніми пристроями IoT, в третьому розділі було встановлено та налаштовано сер-

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

вер для потреб організації, а також перенесено весь функціонал сервера на домашню мережу з усім необхідним функціоналом. На домашній сервер було встановлено та налаштовано MQTT брокер для обміну інформацією з пристроями IoT.

Також в третьому розділі було зібрано макет «розумний будинок» та запрограмовано для роботи в домашніх умовах з підключенням до сервера.

Працездатність системи протестовано.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ВИСНОВКИ

Виходячи з висновків до кожного з розділів дипломного проекту, за час розробки проекту було досягнуто виконання таких завдань: встановлено та налаштовано сервер відповідно до потреб організації, а саме створення окремої мережі, налаштування на сервері DNS, DHCP, створено відповідних користувачів, відкрито спільний ресурс у вигляді каталогу та розмежування доступу до спільного користування ресурсами у мережі.

Зпроектовано, розроблено, запрограмовано та впроваджено у єдину систему макет розумного будинку на базі плат Arduino. Налаштовано зв'язок між сервером та пристроями IoT для обміну та обробки інформації та керування цими пристроями за допомогою протоколу MQTT.

Впроваджено цілу систему в домашню мережу з усім функціоналом.

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Встановлення Windows Server 2019 на Virtual Box. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=HFSDG-WsxTU>.
2. SPI – Serial Peripheral Interface. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://wiki.iarduino.ru/page/spi-short-guide>.
3. Ethernet Shield та Arduino. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduino-diy.com/arduino-ethernet-shield-osnovi>.
4. Arduino, управління реле. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=m3bF54wr4U0>.
5. Ультразвуковий датчик HC-SR04: підключення, схеми та приклади роботи. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://wiki.amperka.ru/продукты:hc-sr04-ultrasonic-sensor-distance-module>.
6. Як підключити та запрограмувати ІЧ приймач на Arduino. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://роботехника18.рф/ик-приемник-ардуино/>.
7. DOOM song on Arduino. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://github.com/robsoncouth/arduino-songs/blob/master/doom/doom.ino>.
8. Що таке протокол MQTT. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.hwlibre.com/uk/mqtt/>.
9. Мій сторонній проект «QuestRoom» з використанням двох Arduino. [Електронний ресурс]. Режим доступу (відео доступне тільки за лінком): <https://youtu.be/CVW0szMd2Kw>.
10. Як встановити MQTT брокер. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=FEoy5YkrBIE>.
11. Як встановити MQTT брокер на Windows з власною збіркою та прикладами. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.steves-internet-guide.com/install-mosquitto-broker/>.

		Довгаль В. Я.			<i>KIK.KP.B – 123 – 11 – ПЗ</i>	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

ДОДАТКИ

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```
//-----DOOM-----
#define NOTE_B0 31
#define NOTE_C1 33
#define NOTE_CS1 35
#define NOTE_D1 37
#define NOTE_DS1 39
#define NOTE_E1 41
#define NOTE_F1 44
#define NOTE_FS1 46
#define NOTE_G1 49
#define NOTE_GS1 52
#define NOTE_A1 55
#define NOTE_AS1 58
#define NOTE_B1 62
#define NOTE_C2 65
#define NOTE_CS2 69
#define NOTE_D2 73
#define NOTE_DS2 78
#define NOTE_E2 82
#define NOTE_F2 87
#define NOTE_FS2 93
#define NOTE_G2 98
#define NOTE_GS2 104
#define NOTE_A2 110
#define NOTE_AS2 117
#define NOTE_B2 123
#define NOTE_C3 131
#define NOTE_CS3 139
```

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#define NOTE_D3 147
 #define NOTE_DS3 156
 #define NOTE_E3 165
 #define NOTE_F3 175
 #define NOTE_FS3 185
 #define NOTE_G3 196
 #define NOTE_GS3 208
 #define NOTE_A3 220
 #define NOTE_AS3 233
 #define NOTE_B3 247
 #define NOTE_C4 262
 #define NOTE_CS4 277
 #define NOTE_D4 294
 #define NOTE_DS4 311
 #define NOTE_E4 330
 #define NOTE_F4 349
 #define NOTE_FS4 370
 #define NOTE_G4 392
 #define NOTE_GS4 415
 #define NOTE_A4 440
 #define NOTE_AS4 466
 #define NOTE_B4 494
 #define NOTE_C5 523
 #define NOTE_CS5 554
 #define NOTE_D5 587
 #define NOTE_DS5 622
 #define NOTE_E5 659
 #define NOTE_F5 698
 #define NOTE_FS5 740
 #define NOTE_G5 784

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.B – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

```

#define NOTE_GS5 831
#define NOTE_A5 880
#define NOTE_AS5 932
#define NOTE_B5 988
#define NOTE_C6 1047
#define NOTE_CS6 1109
#define NOTE_D6 1175
#define NOTE_DS6 1245
#define NOTE_E6 1319
#define NOTE_F6 1397
#define NOTE_FS6 1480
#define NOTE_G6 1568
#define NOTE_GS6 1661
#define NOTE_A6 1760
#define NOTE_AS6 1865
#define NOTE_B6 1976
#define NOTE_C7 2093
#define NOTE_CS7 2217
#define NOTE_D7 2349
#define NOTE_DS7 2489
#define NOTE_E7 2637
#define NOTE_F7 2794
#define NOTE_FS7 2960
#define NOTE_G7 3136
#define NOTE_GS7 3322
#define NOTE_A7 3520
#define NOTE_AS7 3729
#define NOTE_B7 3951
#define NOTE_C8 4186
#define NOTE_CS8 4435

```

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.B – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```
#define NOTE_D8 4699
```

```
#define NOTE_DS8 4978
```

```
#define REST 0
```

```
int tempo = 225;
```

```
const int melody[] PROGMEM = {
```

```
NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,  
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //1
```

```
NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,  
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,
```

```
NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,  
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,
```

```
NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, -2,
```

```
NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,  
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //5
```

```
NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,  
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,
```

```
NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,  
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,
```

```
NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, -2,
```

```
NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,  
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //9
```

```
NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,  
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,
```

```
NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,  
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,
```

```
NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, -2,
```

```
NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,  
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //13
```

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_FS3, -16, NOTE_D3, -16, NOTE_B2, -16, NOTE_A3, -16, NOTE_FS3, -
16, NOTE_B2, -16, NOTE_D3, -16, NOTE_FS3, -16, NOTE_A3, -16, NOTE_FS3, -
16, NOTE_D3, -16, NOTE_B2, -16,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //17

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, -2,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //21

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_B3, -16, NOTE_G3, -16, NOTE_E3, -16, NOTE_G3, -16, NOTE_B3, -16,
NOTE_E4, -16, NOTE_G3, -16, NOTE_B3, -16, NOTE_E4, -16, NOTE_B3, -16,
NOTE_G4, -16, NOTE_B4, -16,

NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8,
NOTE_G3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8, //25

NOTE_F3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_DS3, 8, NOTE_A2, 8,
NOTE_A2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_F3, 8,

NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8,
NOTE_G3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8,

NOTE_F3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_DS3, -2,

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8,
NOTE_G3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8, //29

NOTE_F3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_DS3, 8, NOTE_A2, 8,
NOTE_A2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_F3, 8,

NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8,
NOTE_G3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8,

NOTE_A3, -16, NOTE_F3, -16, NOTE_D3, -16, NOTE_A3, -16, NOTE_F3, -16,
NOTE_D3, -16, NOTE_C4, -16, NOTE_A3, -16, NOTE_F3, -16, NOTE_A3, -16,
NOTE_F3, -16, NOTE_D3, -16,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //33

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, -2,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //37

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, -2,

NOTE_CS3, 8, NOTE_CS3, 8, NOTE_CS4, 8, NOTE_CS3, 8, NOTE_CS3, 8,
NOTE_B3, 8, NOTE_CS3, 8, NOTE_CS3, 8, //41

NOTE_A3, 8, NOTE_CS3, 8, NOTE_CS3, 8, NOTE_G3, 8, NOTE_CS3, 8,
NOTE_CS3, 8, NOTE_GS3, 8, NOTE_A3, 8,

NOTE_B2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_B3, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_A3,
8, NOTE_B2, 8, NOTE_B2, 8,

NOTE_G3, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_F3, -2,

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //45

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_B3, -16, NOTE_G3, -16, NOTE_E3, -16, NOTE_G3, -16, NOTE_B3, -16,
NOTE_E4, -16, NOTE_G3, -16, NOTE_B3, -16, NOTE_E4, -16, NOTE_B3, -16,
NOTE_G4, -16, NOTE_B4, -16,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //49

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, -2,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //53

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_FS3, -16, NOTE_DS3, -16, NOTE_B2, -16, NOTE_FS3, -16, NOTE_DS3,
-16, NOTE_B2, -16, NOTE_G3, -16, NOTE_D3, -16, NOTE_B2, -16, NOTE_DS4, -
16, NOTE_DS3, -16, NOTE_B2, -16,

// -/-

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //57

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.B – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, -2,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //61

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_E4, -16, NOTE_B3, -16, NOTE_G3, -16, NOTE_G4, -16, NOTE_E4, -16,
NOTE_G3, -16, NOTE_B3, -16, NOTE_D4, -16, NOTE_E4, -16, NOTE_G4, -16,
NOTE_E4, -16, NOTE_G3, -16,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //65

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, -2,

NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8,
NOTE_G3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8, //69

NOTE_F3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_DS3, 8, NOTE_A2, 8,
NOTE_A2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_F3, 8,

NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8,
NOTE_G3, 8, NOTE_A2, 8, NOTE_A2, 8,

NOTE_A3, -16, NOTE_F3, -16, NOTE_D3, -16, NOTE_A3, -16, NOTE_F3, -16,
NOTE_D3, -16, NOTE_C4, -16, NOTE_A3, -16, NOTE_F3, -16, NOTE_A3, -16,
NOTE_F3, -16, NOTE_D3, -16,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //73

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.B – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, -2,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //77

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, -2,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //81

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, -2,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, //73

NOTE_C3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_AS2, 8, NOTE_E2, 8,
NOTE_E2, 8, NOTE_B2, 8, NOTE_C3, 8,

NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E3, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8, NOTE_D3,
8, NOTE_E2, 8, NOTE_E2, 8,

NOTE_B3, -16, NOTE_G3, -16, NOTE_E3, -16, NOTE_B2, -16, NOTE_E3, -16,
NOTE_G3, -16, NOTE_C4, -16, NOTE_B3, -16, NOTE_G3, -16, NOTE_B3, -16,
NOTE_G3, -16, NOTE_E3, -16,

};

int notes = sizeof(melody) / sizeof(melody[0]) / 2;

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```
int wholenote = (60000 * 4) / tempo;
```

```
int divider = 0, noteDuration = 0;
```

```
//!-----DOOM-----
```

```
#include <SPI.h>
```

```
#include <Ethernet.h>
```

```
#include <PubSubClient.h>
```

```
#include <IRremote.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
#define PIN_TRIG 4
```

```
#define PIN_ECHO 3
```

```
#define RED 8
```

```
#define BLUE 7
```

```
#define GREEN 6
```

```
#define TEMP A3
```

```
#define LIGHT_SENSOR A2
```

```
#define REMOTE_SENSOR 9
```

```
#define REMOTE_CH 16736925
```

```
#define REMOTE_CH_PLUS 16769565
```

```
#define REMOTE_CH_MINUS 16753245
```

```
#define REMOTE_1 16724175
```

```
#define REMOTE_2 16718055
```

```
#define REMOTE_3 16743045
```

```
#define REMOTE_4 16716015
```

```
#define REMOTE_5 16726215
```

```
#define REMOTE_6 16734885
```

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

```
#define REMOTE_7 16728765
#define REMOTE_8 16730805
#define REMOTE_9 16732845
#define REMOTE_EQ 16748655
#define REMOTE_MINUS 16769055
#define REMOTE_PLUS 16754775
#define REMOTE_PLAY_PAUSE 16761405
#define BUZZER 2
#define MICRO_A A1
#define RELAY 5
```

```
LiquidCrystal_I2C LCD(0x27, 16, 2);
IRrecv irrecv(REMOTE_SENSOR);
decode_results remote_results;
bool smartLedState = false;
bool LedState = false;
bool LedColor = false;
bool LockState = false;
bool MicroState = false;
bool LightState = false;
bool ConnectState = false;
unsigned short Detections = 0;
```

// Update these with values suitable for your hardware/network.

```
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
IPAddress ip(192, 168, 1, 160);
IPAddress server(192, 168, 1, 116);
```

```
void DOOM();
void MicroToogle(bool);
```

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

```

void SmartLedToogle(bool);
void LockToogle(bool);
void Alarm();
void LightToogle(bool);

void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
    String message = "";
    for (int i = 0; i < length; i++)
    {
        message = message + char(payload[i]);
    }
    if (message == "DOOM")
    {
        DOOM();
    }
    else if (message == "lock")
    {
        LockToogle(true);
    }
    else if (message == "unlock")
    {
        LockToogle(false);
    }
    else if (message == "led")
    {
        LedState = !LedState;
    }
    else if (message == "smartled")
    {
        SmartLedToogle(!smartLedState);
    }
}

```

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.B – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

```

}
else if (message == "micro")
{
    MicroToggle(!MicroState);
}
else if (message == "light")
{
    LightToggle(!LightState);
}
else
{
    LCD.clear();
    LCD.setCursor(0, 0);
    LCD.print(message);
    delay(1000);
}
}

EthernetClient ethClient;
PubSubClient mqttClient(server, 1883, callback, ethClient);

long lastReconnectAttempt = 0;

boolean reconnect() {
    if (mqttClient.connect("Ardurka", "mqtt", "mqtt")) {
        // Once connected, publish an announcement...
        mqttClient.publish("Arduino","Connected!");
        // ... and resubscribe
        mqttClient.subscribe("Arduino");
    }
}

```

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

```

delay(2000);
return mqttClient.connected();
}

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Ethernet.begin(mac, ip);
  delay(1500);
  lastReconnectAttempt = 0;
  pinMode(PIN_ECHO, INPUT);
  pinMode(PIN_TRIG, OUTPUT);
  pinMode(RED, OUTPUT);
  pinMode(BLUE, OUTPUT);
  pinMode(GREEN, OUTPUT);
  pinMode(TEMP, INPUT);
  pinMode(LIGHT_SENSOR, INPUT);
  pinMode(BUZZER, OUTPUT);
  pinMode(MICRO_A, INPUT);
  pinMode(RELAY, OUTPUT);
  irrecv.enableIRIn();
  LCD.init();
  LCD.backlight();
  LCD.clear();
  LCD.setCursor(0, 0);
  LCD.print("Started!");
  if (analogRead(LIGHT_SENSOR) > 850)
    LightToogle(true);
}

```

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

void loop()
{
    int Temp = (analogRead(TEMP)/1023.0) * 500.0;
    String mes = "Temperature: " + String(Temp);
    LCD_print(mes, 0, 0);
    if (mqttClient.connected())
        mqttClient.loop();

    if (LockState)
    {
        digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
        delay(50);
        digitalWrite(PIN_TRIG, HIGH);
        delay(50);
        digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
        long distance = pulseIn(PIN_ECHO, HIGH) / 58.2;
        if (distance < 70)
        {
            if (LedState && !LedColor)
                digitalWrite(BLUE, LOW);
            digitalWrite(RED, HIGH);
            delay(200);
            digitalWrite(RED, LOW);
            delay(200);
            digitalWrite(RED, HIGH);
            delay(200);
            digitalWrite(RED, LOW);
            Alarm();
            if (LedState && !LedColor)

```

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    digitalWrite(BLUE, HIGH);
    if (mqttClient.connected())
        mqttClient.publish("sonar", "SOMEONE'S THERE!");
    }
}

// LIGHT_SENSOR
if (smartLedState && analogRead(LIGHT_SENSOR) > 850)
{
    LedState = true;
    digitalWrite(LedColor ? GREEN : BLUE, LedState);
}
else if (smartLedState && analogRead(LIGHT_SENSOR) <= 850)
{
    LedState = false;
    digitalWrite(LedColor ? GREEN : BLUE, LedState);
}

// IR Remote
if (irrecv.decode(&remote_results))
{
    if (remote_results.value == REMOTE_CH)
    {
        SmartLedToogle(!smartLedState);
    }
    else if (remote_results.value == REMOTE_CH_PLUS)
    {
        LedState = true;
        digitalWrite(LedColor ? GREEN : BLUE, LedState);
    }
    else if (remote_results.value == REMOTE_CH_MINUS)
    {

```

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    LedState = false;
    digitalWrite(LedColor ? GREEN : BLUE, LedState);
}
else if (remote_results.value == REMOTE_1)
{
    LedColor = false;
    digitalWrite(LedColor ? BLUE : GREEN, LOW);
    digitalWrite(LedColor ? GREEN : BLUE, HIGH);
}
else if (remote_results.value == REMOTE_2)
{
    LedColor = true;
    digitalWrite(LedColor ? BLUE : GREEN, LOW);
    digitalWrite(LedColor ? GREEN : BLUE, HIGH);
}
else if (remote_results.value == REMOTE_EQ)
{
    LockToogle(!LockState);
}
else if (remote_results.value == REMOTE_PLAY_PAUSE)
{
    LightToogle(!LightState);
}
else if (remote_results.value == REMOTE_PLUS)
{
    ConnectState = true;
    Connect_Hassio();
}
else if (remote_results.value == REMOTE_MINUS)
{

```

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    ConnectState = false;
}
irrecv.resume();
}
// MICROPHONE
if (MicroState && analogRead(MICRO_A) > 401)
{
    LightToogle(!LightState);
}
delay(500);
}

```

```

void MicroToogle(bool state)
{
    MicroState = state;
    LCD.clear();
    LCD.setCursor(0, 0);
    LCD.print("Microphone: ");
    LCD.print(MicroState ? "ON" : "OFF");
    delay(1000);
}

```

```

void SmartLedToogle(bool state)
{
    smartLedState = state;
    LCD.clear();
    LCD.setCursor(0, 0);
    LCD.print("Smart LED: ");
    LCD.print(smartLedState ? "ON" : "OFF");
}

```

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    delay(1000);
}

void LockToogle(bool state)
{
    unsigned short Discount = 0;
    if (LockState)
    {
        String res = "";
        LCD_print("Password: ", 0, 0);
        while (Discount < 4)
        {
            if (Discount > 0)
            {
                LCD.setCursor(Discount - 1, 1);
                LCD.print("*");
            }
            if (irrecv.decode(&remote_results))
            {
                // Discount = Disconnect_count
                switch (remote_results.value)
                {
                    case REMOTE_1:
                    {
                        Discount = Discount + 1;
                        res = res + "1";
                        goto led;
                    }
                    case REMOTE_2:
                    {

```

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

Discount = Discount + 1;
res = res + "2";
goto led;
}
case REMOTE_3:
{
Discount = Discount + 1;
res = res + "3";
goto led;
}
case REMOTE_4:
{
Discount = Discount + 1;
res = res + "4";
goto led;
}
case REMOTE_5:
{
Discount = Discount + 1;
res = res + "5";
goto led;
}
case REMOTE_6:
{
Discount = Discount + 1;
res = res + "6";
goto led;
}
case REMOTE_7:
{

```

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

Discount = Discount + 1;
res = res + "7";
goto led;
}
case REMOTE_8:
{
Discount = Discount + 1;
res = res + "8";
goto led;
}
case REMOTE_9:
{
Discount = Discount + 1;
res = res + "9";
goto led;
}
}
if (false)
{
led:
digitalWrite(GREEN, HIGH); delay(200); digitalWrite(GREEN, LOW);
}
irrecv.resume();
}
delay(100);
digitalWrite(GREEN, LOW);
}
if (res == "5372")
{
LockState = state;

```

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

for (unsigned short l = 0; l < 2; l++)
{
    digitalWrite(BLUE, LOW);
    digitalWrite(REDA, LOW);
    digitalWrite(GREEN, HIGH);
    delay(150);
    digitalWrite(GREEN, LOW);
    delay(150);
}
}
else
{
    LCD_print("Wrong!", 0, 0);
    for (unsigned short l = 0; l < 2; l++)
    {
        digitalWrite(GREEN, LOW);
        digitalWrite(BLUE, LOW);
        digitalWrite(REDA, HIGH);
        delay(150);
        digitalWrite(REDA, LOW);
        delay(150);
    }
}
}
else
    LockState = state;
LCD_print("Locked: " + String(LockState ? "ON" : "OFF"), 0, 0);
if (!LockState)
{
    LCD_print("Detections: " + String(Detections), 1, 1500);
}

```

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    Detections = 0;
}
}

void LightToogle(bool state)
{
    LightState = state;
    digitalWrite(RELAY, LightState);
}

void Alarm()
{
    Detections = Detections + 1;
    for (int j = 0; j < 3; j++)
    {
        for(int i = 10; i < 21; i++) {
            tone(BUZZER, i * 100);
            delay(10);
        }
        for(int i = 20; i > 9; i--) {
            tone(BUZZER, i * 100);
            delay(10);
        }
        noTone(BUZZER);
    }
    irrecv.enableIRIn();
}

void DOOM()
{

```

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

for (int thisNote = 0; thisNote < notes * 2; thisNote = thisNote + 2) {

    // calculates the duration of each note
    divider = pgm_read_word_near(melody+thisNote + 1);
    if (divider > 0) {
        // regular note, just proceed
        noteDuration = (wholenote) / divider;
    } else if (divider < 0) {
        // dotted notes are represented with negative durations!!
        noteDuration = (wholenote) / abs(divider);
        noteDuration *= 1.5; // increases the duration in half for dotted notes
    }

    // we only play the note for 90% of the duration, leaving 10% as a pause
    tone(BUZZER, pgm_read_word_near(melody+thisNote), noteDuration * 0.9);

    // Wait for the specief duration before playing the next note.
    delay(noteDuration);

    // stop the waveform generation before the next note.
    noTone(BUZZER);
}
irrecv.enableIRIn();
}

void LCD_print(String message, unsigned short row, unsigned short del) {
    if (row == 0)
        LCD.clear();
    LCD.setCursor(0, row);
    LCD.print(message);
}

```

		Довгаль В. Я.			КІК.КР.Б – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

```

    delay(del);
}

void Connect_Hassio()
{
    if (!mqttClient.connected()) {
        long now = millis();
        if (now - lastReconnectAttempt > 5000) {
            lastReconnectAttempt = now;
            // Attempt to reconnect
            LCD.clear();
            LCD.setCursor(0, 0);
            LCD.print("Reconnecting...");
            if (reconnect()) {
                lastReconnectAttempt = 0;
            }
        }
    } else {
        // Client connected
        LCD.clear();
        LCD.setCursor(0, 0);
        LCD.print("Connected!");
    }
}

```

		Довгаль В. Я.			KIK.KP.B – 123 – 11 – ПЗ	Арк.
		Квасніков В. П.				81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		