

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розробка комп'ютерної мережі для агрофірми "Колос"**

Виконав: студентка IV курсу, групи СТ-41

спеціальності 126 Інформаційні системи та технології

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_  
(підпис) Матящук Р.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис) Марценко С.В.  
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_  
(підпис) Марценко С.В.  
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) Боднарчук І.О.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис) Стоянов Ю.М.  
(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2023

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Боднарчук І.О.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології  
(шифр і назва спеціальності)

Студенту Матящуку Руслану Віталійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка комп'ютерної мережі для агрофірми "Колос"

Керівник роботи Марценко Сергій Володимирович, к.т.н., доц., доцент кафедри КН  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 07 » лютого 2023 року № 4/7-134

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23.06. 2022р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання на розробку мережі для агрофірми "Колос"

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1.Аналіз предметної області. 1.1 Призначення комп'ютерної мережі агрофірми "Колос". 1.2 Використання бездротових технологій в "розумному господарстві". 1.3 Мережеві технології наступного покоління в агробізнесі. 1.4 Висновки до першого розділу. 2 Розробка проекту комп'ютерної мережі для агрофірми "Колос". 2.1 Планування та розроблення фізичної топології мережі для агрофірми "Колос". 2.2 Розрахунок планових адрес для забезпечення пристроїв у мережі агрофірми "Колос". 2.3 Обладнання для агрофірми "Колос". 2.4 Модель комп'ютерної мережі агрофірми "Колос" 2.5 Висновки до другого розділу 3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Висновки. Список літературних джерел

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

1. Мета та актуальність роботи. 2. Практичне значення результатів. 3. Технології наступного покоління в агробізнесі. 4. Інтегровані технології ведення с/г. 5. Застосування технології RIS для підсилення сигналу. 6. Парадигма безшовної мережі на основі ШІ. 7. Фізична топологія першого поверху агрофірми. 8. Фізична топологія другого поверху агрофірми. 9. Документування кабельної інфраструктури. 10. Логічна топологія мережі агрофірми. 11. Вибір комутатора третього рівня. 12. Модель та тестування мережі агрофірми. 13. Висновки

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці		05.06.23	08.06.23

7. Дата видачі завдання 23 січня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	23.01.2023	Виконано
2.	Підбір наукових джерел щодо розробки проекту мережі агрофірми “Колос”	24.01.2023-26.01.2023	Виконано
3.	Переклад та опрацювання джерел щодо розробки мережі агрофірми “Колос”	27.01.2023-31.01.2023	Виконано
4.	Виконання дослідження щодо розробки проекту мережі агрофірми “Колос”	01.02.2023-07.02.2023	Виконано
5.	Оформлення розділу «Аналіз предметної області»	08.02.2023-09.02.2023	Виконано
6.	Оформлення розділу «Розробка проекту комп'ютерної мережі для агрофірми “Колос”»	10.02.2023-12.02.2023	Виконано
7.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека життєдіяльності»	05.06.2023-06.06.2023	Виконано
8.	Виконання завдання до підрозділу «Основи охорони праці»	07.06.2023-08.06.2023	Виконано
9.	Оформлення кваліфікаційної роботи	09.06.2023-11.06.2023	Виконано
10.	Нормоконтроль	12.06.2023-13.06.2023	Виконано
11.	Перевірка на плагіат	14.06.2023	Виконано
12.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	15.06.2023	Виконано
13.	Захист кваліфікаційної роботи	23.06.2023	

Студент

(підпис)

Матяшук Р.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Марценко С.В.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Розробка комп'ютерної мережі для агрофірми “Колос” // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Бакалавр» // Матящук Руслан Віталійович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СТ-41 // Тернопіль, 2023 // С. 51, рис. – 8, табл. – 4, кресл. – , додат. – , бібліогр. – 30.

Ключові слова: IP адреса, локальна мережа, комутатор, маршрутизатор, топологія, бездротова точка доступу.

У кваліфікаційній роботі забезпечено розробку проекту комп'ютерної мережі для агрофірми “Колос”.

Метою роботи є провести визначення основних напрямків діяльності агрофірми, що будуть потребувати мережевого забезпечення та розробити проект мережі для їх забезпечення.

Перший розділ кваліфікаційної роботи аналізує призначення комп'ютерної мережі агрофірми “Колос” для визначення основних складових елементів, що мають бути включені у розроблюваний проект. Наведено приклади використання існуючих бездротових технологій у конкретних задачах роботи агрофірми. Досліджено майбутнє використання мережевих технологій наступного покоління у організації роботи агрофірми.

В другому розділі кваліфікаційної роботи наведено методологію розроблення проекту комп'ютерної мережі для агрофірми “Колос”. На основі поданих планів першого та другого поверхів агрофірми здійснено планування розроблення фізичної топології мережі. Проведено планування адрес для мережі агрофірми. Створено модель мережі агрофірми та проведено налаштування основних компонентів для перевірки їх роботи.

## ANNOTATION

Development of a Computer Network for Agricultural Firm “Kolos” // Diploma thesis Bachelor degree // Matiashchuk Ruslan V. // Ternopil’ Ivan Pul’uj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Science // Ternopil', 2023 // P. 51, Tables – 4, Fig. – 8, Diagrams – , Annexes. – , References – 30.

Keywords: IP address, local area network, switch, router, topology, wireless access point.

The qualification work provides the development of a computer network project for the “Kolos” agricultural company.

The purpose of the work is to determine the main activities of the agricultural company that will require network support and develop a network project to ensure them.

The first section of the qualification work analyzes the purpose of the computer network of the agricultural company “Kolos” to determine the main components that should be included in the project under development. Examples of the use of existing wireless technologies in specific tasks of the agricultural firm are given. The future use of next-generation network technologies in the organization of an agricultural company is investigated.

The second chapter of the qualification work presents the methodology for developing a computer network project for the Kolos agricultural company. On the basis of the submitted plans of the first and second floors of the agricultural firm, the physical topology of the network was planned. The address planning for the network of the agricultural company was carried out. A model of the agricultural company's network was created and the main components were configured to test their operation.

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз предметної області.....	10
1.1 Призначення комп’ютерної мережі агрофірми “Колос”.....	10
1.2 Використання бездротових технологій в “розумному господарстві” ...	13
1.3 Мережеві технології наступного покоління в агробізнесі.....	18
1.4 Висновки до першого розділу.....	25
2 Розробка проекту комп’ютерної мережі для агрофірми “колос”.....	26
2.1 Планування та розроблення фізичної топології мережі агрофірми “Колос”.....	26
2.2 Розрахунок планових адрес для забезпечення пристроїв у мережі агрофірми “Колос”.....	32
2.3 Обладнання для агрофірми “Колос”.....	35
2.4 Модель комп’ютерної мережі агрофірми “Колос”.....	39
2.5 Висновки до другого розділу.....	41
3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.....	42
3.1 Конституційні засади охорони праці в агрофірмі “Колос”.....	42
3.2 Технічні засоби безпеки в агрофірмі “Колос”.....	45
3.3 Висновки до третього розділу.....	46
Висновки .....	47
Список літературних джерел .....	49

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Створення комп'ютерної мережі для агрофірми залишається дуже актуальним і важливим завданням. Комп'ютерна мережа дозволяє автоматизувати багато рутинних процесів, таких як облік запасів, управління виробництвом, моніторинг врожаю тощо. Це допомагає знизити час і зусилля, виконувати вручну, і підвищує ефективність діяльності агрофірми.

Завдяки комп'ютерній мережі можна впровадити систему “розумних” сільськогосподарських пристроїв і датчиків, які збирають дані про ґрунт, кліматичні умови, рівень вологості тощо. Ці дані можуть використовуватись для оптимального використання ресурсів, таких як вода, добрива, енергія, та покращення виробничих процесів. Комп'ютерна мережа дозволяє здійснювати моніторинг та управління сільськогосподарськими операціями навіть з віддаленого місця. Завдяки цьому агрофірма може контролювати і відстежувати процеси в реальному часі, приймати швидкі рішення та реагувати на зміни. Комп'ютерна мережа дозволяє збирати, зберігати і аналізувати великі обсяги даних, пов'язаних з агрофірмою. Це дозволяє виявляти тенденції, покращувати процеси прийняття рішень, прогнозувати врожайність та планувати стратегії розвитку. Комп'ютерна мережа дозволяє встановлювати системи безпеки та контролю доступу до даних та ресурсів агрофірми. Це допомагає уникнути несанкціонованого доступу, крадіжок даних та забезпечує захист від кібератак. Комп'ютерна мережа сприяє покращенню комунікації між працівниками агрофірми, а також зовнішніми партнерами, постачальниками та клієнтами. Це сприяє більш ефективній співпраці, обміну інформацією та швидкому прийняттю рішень.

Загалом, створення комп'ютерної мережі для агрофірми є необхідним кроком у напрямку використання сучасних технологій для покращення

управління, ефективності та продуктивності. Це допомагає агрофірмам бути конкурентоспроможними на ринку та досягати кращих результатів.

**Мета і завдання кваліфікаційної роботи.** Метою роботи є провести визначення основних напрямків діяльності агрофірми, що будуть потребувати мережевого забезпечення та розробити проект мережі для їх забезпечення. Для досягнення цього заплановано наступні завдання:

- дослідити напрямки використання мережевих технологій в агрофірмі “Колос”;
- проаналізувати перспективи розвитку даної галузі для врахування можливості їх застосування в розроблюваному проекті;
- на основі наданих планів приміщень агрофірми провести планування фізичних елементів мережі;
- розробити схему адрес для мережі агрофірми;
- обґрунтувати мережеве обладнання для агрофірми;
- побудувати модель мережі агрофірми і здійснити її тестування.

**Практичне значення одержаних результатів.** Проаналізовано призначення комп’ютерної мережі агрофірми “Колос” для визначення основних складових елементів, що мають бути включені у розроблюваний проект. На основі цього аналізу виявлено, що існує багато специфічних технологій, що використовуються у аграрному бізнесі і потребують мережевого забезпечення. Виявлено, що різноманітні давачі і технології у агрофірмі “Колос” широко використовують бездротові технології різного спрямування. Наведено приклади використання існуючих бездротових технологій у конкретних задачах роботи агрофірми. Досліджено майбутнє використання мережевих технологій наступного покоління у організації роботи агрофірми. Виявлено, що існують перспективні розробки, які будуть включати космічні технології разом з наземними для створення безшовної мережі. Для підсилення сигналів проаналізовано RIS технологію. Застосування III разом з бездротовими технологіями також є



перспективним напрямом. Наведено методологію розроблення проекту комп'ютерної мережі для агрофірми "Колос". На основі поданих планів першого та другого поверхів агрофірми здійснено планування розроблення фізичної топології мережі, що допоможе визначити фізичні обмеження та можливості приміщень агрофірми. Проведено планування адрес для мережі агрофірми, що включає в себе визначення IP-адрес та підмереж, які будуть використовуватись для присвоєння комп'ютерам та мережевим пристроям в організації. Оскільки документація відіграє важливу роль в плануванні та подальшій експлуатації мережі, розроблено схеми позначення кабелів для монтажу і маркування. Під час експлуатації це дасть змогу шукати несправності використовуючи структурований підхід і зменшить неробочий час мережі. Враховуючи аналіз роботи агрофірми та її перспективи використання передових технологій у веденні бізнесу пропонується використати C3560X-48P-E у якості комутатора з можливістю маршрутизації. У якості точки доступу запропоновано IW9167IH-x-AP від Cisco, оскільки вона призначена для промислового використання і підтримує Wi-Fi 6. Створено модель мережі агрофірми та проведено налаштування основних компонентів для перевірки їх роботи. Позитивне тестування підтверджує працездатність моделі мережі, що при побудові реальної мережі гарантує її роботу.

## 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

### 1.1 Призначення комп'ютерної мережі агрофірми “Колос”

Комп'ютерна мережа агрофірми включає в себе всі комп'ютери, пристрої зв'язку та інші пристрої, що використовуються для обміну даними та забезпечення зв'язку між різними підрозділами агрофірми. Ця мережа дозволяє ефективно управляти даними, координувати роботу співробітників та використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для оптимізації процесів в аграрному бізнесі.

Основні складові комп'ютерної мережі агрофірми включають:

- сервери – централізовані комп'ютери, які зберігають та обробляють дані і можуть надавати різноманітні послуги співробітникам, наприклад, спільний доступ до файлів, збереження баз даних, електронна пошта тощо;

- робочі станції – комп'ютери, що використовуються працівниками агрофірми для виконання їхніх робочих обов'язків. Вони підключені до сервера і можуть отримувати доступ до спільних ресурсів та програмного забезпечення;

- мережеве обладнання, що включає маршрутизатори, комутатори та інші пристрої, які забезпечують передачу даних в мережі. Вони дозволяють з'єднувати різні пристрої та канали зв'язку;

- кабелі та бездротові з'єднання – фізичне з'єднання між пристроями у мережі здійснюється за допомогою кабелів (наприклад, Ethernet) або бездротових технологій (наприклад, Wi-Fi). Це дозволяє підключати пристрої до мережі та обмінюватися даними;

- захист і безпека – комп'ютерна мережа агрофірми повинна бути захищена від несанкціонованого доступу та зберігати дані в безпечності. Для

цього використовуються файрволи, антивірусне програмне забезпечення, системи аутентифікації та шифрування даних;

програмне забезпечення – агрофірма може використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для керування процесами в аграрному секторі, таке як системи управління сільським господарством, системи моніторингу рослинності, системи обліку та фінансового управління.

Спеціалізоване використання комп'ютерної мережі в агрофірмі включає різноманітні застосування технологій і програмного забезпечення, спрямовані на покращення ефективності та оптимізацію процесів в аграрному секторі. Спеціалізоване використання комп'ютерної мережі у агрофірмі може бути використане для:

- системи моніторингу та керування виробництвом де комп'ютерна мережа може бути використана для збору даних з датчиків, які моніторять кліматичні умови, рівень вологості, росту рослин тощо. Ці дані можуть бути використані для автоматизації систем поливу, годівлі тварин, регулювання освітлення та інших процесів;

- географічні інформаційні системи (ГІС), які дозволяють агрофірмам аналізувати та управляти географічними даними, такими як розташування полів, ґрунтові характеристики, використання землі. Вони можуть допомогти в оптимізації планування сівозмін, дозуванні ресурсів, прогнозуванні урожайності тощо;

- електронна комерція та електронний обмін даними де комп'ютерна мережа дозволяє агрофірмам вести електронну комерцію, здійснювати електронний обмін даними з партнерами, постачальниками та клієнтами. Це сприяє оптимізації процесів замовлення, оплати, доставки, а також обміну інформацією про продукцію та послуги;

- аналітика даних та прийняття рішень де комп'ютерна мережа дозволяє збирати, обробляти та аналізувати великі обсяги даних про

виробництво, фінанси, ринки тощо. Це допомагає агрофірмі у прийнятті обґрунтованих рішень щодо планування виробництва, маркетингу, ресурсного управління та інших аспектів діяльності;

– спільна робота та комунікація де комп'ютерна мережа дозволяє співробітникам агрофірми спілкуватися, співпрацювати та обмінюватися даними швидко та ефективно. Це може включати спільний доступ до документів, спільне планування проектів, віртуальні наради та інші засоби спілкування.

Комп'ютерна мережа в агрофірмі може бути використана для ефективного управління господарством шляхом автоматизації процесів, збору та аналізу даних. До конкретного застосування комп'ютерної мережі для управління господарством можна віднести:

– моніторинг кліматичних умов. Датчики, які з'єднані з комп'ютерною мережею, можуть надсилати дані про температуру, вологість, опади та інші параметри клімату. Ці дані допомагають виробникам приймати рішення про полив, годівлю, захист рослин і встановлювати оптимальні умови для зростання рослин;

– керування системами поливу. За допомогою комп'ютерної мережі можна керувати системами поливу, встановити графіки поливу на основі кліматичних даних, ґрунтової вологості та потреб культур. Це допомагає ефективно використовувати водні ресурси та забезпечує оптимальні умови для росту рослин;

– управління інвентарем та ресурсами. Комп'ютерна мережа може служити для ведення обліку матеріалів, інструментів, техніки та інших ресурсів на господарстві. Це дозволяє виробникам керувати запасами, планувати закупівлі та використання ресурсів згідно з потребами господарства;

– моніторинг виробництва та облік врожаю. За допомогою комп'ютерної мережі можна збирати дані про виробництво, включаючи

посівну площу, використані добрива, застосовані засоби захисту рослин та інші параметри. Це допомагає здійснювати облік виробництва, прогнозувати урожайність та аналізувати ефективність господарської діяльності;

– фінансове управління та облік. Комп'ютерна мережа може бути використана для ведення фінансового обліку, включаючи витрати, доходи, бюджетування та обліку операцій з продажу. Це допомагає контролювати фінансову ситуацію господарства та приймати обґрунтовані фінансові рішення.

Ці застосування допомагають підвищити ефективність та точність управління господарством, знизити витрати, покращити виробничі показники та забезпечити збалансоване ресурсне використання. Комп'ютерна мережа дозволяє централізовано керувати різними аспектами господарської діяльності та швидко реагувати на зміни у виробничому процесі.

Ці складові допомагають покращити ефективність роботи агрофірми, зменшити витрати на обробку даних та комунікацію, а також забезпечити кращий контроль над процесами в аграрному бізнесі.

## **1.2 Використання бездротових технологій в “розумному господарстві”**

Бездротові технології зв'язку мають важливе значення для реалізації “розумного” сільського господарства. Сьогодні в сільському господарстві широко застосовуються різні зрілі стандарти та системи бездротового зв'язку [8], наприклад, ZigBee, LoRa, RFM69, Bluetooth, Narrow Band IoT (NB-IoT), SigFox, Wireless Fidelity (Wi-Fi) та WiMAX. Їх основні застосування включають розумне зрошення, виявлення шкідників, зондування ґрунту, контроль навколишнього середовища в теплицях, захист рослин тощо [9], які можуть убезпечити врожай від шкідників та нестачі

поживних речовин, автоматизувати водопостачання та освітлення, запобігти лісовим пожежам, а в рибному господарстві – запобігти гіпоксії. Однак, вищезгадані застосування бездротових рішень зв'язку в сільському господарстві дуже обмежені. Крім того, вищезгадані технології не пропонують хорошого рішення перед обличчям більш серйозних проблем, пов'язаних з населенням, ресурсами і навколишнім середовищем. Для того, щоб досягти високоавтоматизованого, інтелектуального і сталого сільського господарства, необхідне використання та інтеграція більш досконалих безпроводних технологій зв'язку. Що стосується нових технологій 5G, то в сучасній літературі здебільшого досліджується застосування конкретної технології в сільському господарстві.

ZigBee – це IEEE 802.15.4, що працює в діапазоні ISM (Industrial, Scientific, and Medical) на частоті 2,4 ГГц зі швидкістю передачі даних 25-250 кб, який зазвичай використовується для управління датчиками на невеликих територіях [10]. ZigBee дуже добре підходить для багатьох галузей сільського господарства завдяки своїм перевагам – низькій вартості, низькому енергоспоживанню, малій затримці та простоті розгортання. Зокрема, ZigBee має багато застосувань в сільськогосподарських бездротових сенсорних мережах. Лін та ін. [11] застосували технологію ZigBee в системі виявлення теплиць з метою отримання в реальному часі інформації про навколишнє середовище, таку як температура, вологість та освітлення. Система виявилася корисною для підтримання оптимальних умов росту сільськогосподарських культур. Сян та ін. [12] запропонували автоматичну систему крапельного зрошення, що складається з бездротової сенсорної мережі на основі ZigBee та нечіткого контролера. Система збирає інформацію про вологість ґрунту, температуру та іншу інформацію, яка потім подається на нечіткий контролер для прийняття рішення про крапельне зрошення чи ні. Дінг та ін. [13] розробили розподілену гетерогенну бездротову сенсорну мережу на основі

технології ZigBee для моніторингу та регулювання сільськогосподарського середовища. Завдяки більш точному контролю сільськогосподарського середовища, управління фермою ефективно покращується.

LoRa – це технологія з декількома стандартами (які відрізняються в Китаї, США, ЄС та Японії). LoRa працює в діапазоні ISM (США: 915 МГц, ЄС: 433 МГц і 868 МГц) зі швидкістю передачі 10 кбіт/с, який зазвичай використовується для військового зв'язку через велику відстань передачі [14]. Переваги LoRa полягають, наприклад, у низькому енергоспоживанні, великій дальності передачі, низькій вартості та гнучкому розгортанні, що робить її придатною для застосування в сільськогосподарському виробництві. Ма та ін. [15] розробили бездротову сенсорну мережу на основі LoRa і застосували її як для моніторингу навколишнього середовища, так і для бездротового передавання даних. За допомогою розробленої бездротової сенсорної мережі було значно покращено управління досліджуваною фермою. Суейн та ін. [16] застосували LoRa до конкретних малопотужних апаратних платформ, щоб створити ресурсоефективну сенсорну систему, яка може здійснювати моніторинг сільськогосподарських угідь у великих масштабах. Янг та ін. [17] розробили систему екологічного моніторингу теплиць на основі LoRa з можливістю дистанційного керування та низьким енергоспоживанням. Система може відстежувати і збирати параметри ґрунту і навколишнього середовища, а також керувати освітленням, охолодженням і зрошенням.

Wi-Fi – це технологія описана стандартом IEEE 802.11 і працює в діапазонах 2,4 ГГц і 5 ГГц. Найновіша технологія Wi-Fi 7, яка була випущена у 2022 році, базується на стандарті IEEE 802.11 і працює в діапазонах 2,4 ГГц, 5 ГГц і 6 ГГц [30]. Wi-Fi є найбільш поширеною бездротовою технологією і, як правило, призначена для доступу до Інтернету, пропонуючи широкий діапазон пропускної здатності, низьке енергоспоживання та високу швидкість передачі даних і дозволяючи

здійснювати зв'язок на великих відстанях. Технологія антени має вирішальне значення для Wi-Fi. Кулкарні [18] розробив нову монопольну антену для Wi-Fi з потужним випромінюванням. У [19] запропоновано антенну технологію з високим коефіцієнтом підсилення решітки та ефективністю випромінювання, яка відповідає вимогам до пропускної здатності Wi-Fi 5 і Wi-Fi 6. Що стосується застосування Wi-Fi в сільському господарстві, то він зазвичай використовується для бездротового зондування, відеоспостереження та зв'язку у віддалених районах. Наприклад, Lloret та ін. [20] дослідили сенсорну мережу на основі Wi-Fi, яка допомагає фермерам знайти найкращий час для зрошення своїх сільськогосподарських угідь, вимірюючи інформацію про навколишнє середовище, таку як температура, вологість і засоленість ґрунту. Ахмед та ін. [21] розробили масштабовану мережеву архітектуру на основі Wi-Fi з низькою затримкою, яка може передавати дані на великі відстані і добре підходить для моніторингу та управління фермерськими господарствами у віддалених сільських районах. Використовуючи широку смугу пропускання і високу швидкість передачі Wi-Fi, Лі та ін. [22] розробили систему відеоспостереження, придатну для сільського господарства, яку можна використовувати для моніторингу шкідників рослин.

Bluetooth – це бездротова технологія, яка дозволяє передавати дані та голос на невеликій відстані. Вона працює в діапазоні ISM на частоті 2,4 ГГц. Остання версія Bluetooth, 5.2, має швидкість передачі даних понад 50 Мбіт/с [23]. Bluetooth зазвичай використовується для передачі даних між різними кінцевими пристроями, він працює в глобально однорідному діапазоні частот і має високу стійкість до перешкод, а отже, підходить для широкого спектру пристроїв. Застосування Bluetooth у сільському господарстві в основному зосереджене на моніторингу навколишнього середовища та інтелектуальному зрошенні. Шаобо та ін. [24] запропонували нову систему екологічного контролю, яка збирає дані про навколишнє



середовище на фермі і передає інформацію про параметри навколишнього середовища через Bluetooth-чип у мобільному телефоні. Ця система є дуже зручною для фермерів, оскільки дозволяє контролювати та встановлювати параметри навколишнього середовища на фермі просто за допомогою мобільного телефону. Бьярнасон та ін. [25] винайшли сенсорну систему з використанням технології BLE (Bluetooth low energy) для моніторингу температури та вологості. Система має тривалий час роботи в режимі очікування завдяки наднизькому енергоспоживанню BLE. Вона дуже підходить для віддалених районів, таких як сільськогосподарські угіддя на великій висоті, де електрика не є легкодоступною. Хонг та ін. [26] запропонували сенсорну систему на основі модуля Bluetooth для досягнення інтелектуального зрошення. Система збирає інформацію про навколишнє середовище, таку як вологість ґрунту, і використовує зібрану інформацію, щоб визначити, чи потрібно зрошувати сільськогосподарські угіддя, що дозволяє ефективно використовувати водні ресурси. У порівнянні зі звичайною іригаційною системою, запропонована система може заощадити понад 90% води та електроенергії

Як видно з наведених прикладів, використання технологій бездротового передавання даних в сільському господарстві може забезпечити високий ступінь економії води при вирощуванні та виробництві сільськогосподарської продукції, точний моніторинг сільськогосподарського середовища та ефективну профілактику хвороб рослин, що, безсумнівно, є значним кроком вперед у порівнянні з традиційним сільським господарством. Однак кожна технологія має свої обмеження, такі як невелика відстань передачі ZigBee, низька швидкість передачі даних LoRa, негарантована якість обслуговування в мережах Wi-Fi та проблеми з безпекою Bluetooth. Ці недоліки призвели до значних обмежень у застосуванні вищезазначених технологій бездротового передавання даних в сільському господарстві, що робить їх нездатними

підтримувати більш складні та масштабні сільськогосподарські заходи (наприклад, виявлення шкідників рослин, тестування безпеки харчових продуктів тощо). Для того, щоб стимулювати інтелектуальну трансформацію сільського господарства, необхідні більш досконалі комунікаційні технології, що будуть базуватись на впровадженні 5G.

### **1.3 Мережеві технології наступного покоління в агробізнесі**

З розвитком людського суспільства сфера діяльності людини розширюється, і вона вже не обмежується землею, а охоплює океан, гори, небо, космос і безодню. Як наслідок, навряд чи можливо вирішити проблему повсюдного покриття лише за допомогою наземних мереж зв'язку. Тим часом, останнім часом з'явилися різні додатки, які потребують багатовимірних мереж, такі як автономне водіння, розумні міста, міжпланетний зв'язок, порятунок під час катастроф тощо. Ініційована ідея створення інтегрованої мережі “космос-повітря-земля”. В епоху NG-технологій космічні (із супутниками на високих/середніх/низьких орбітах) і повітряні (з літаками на великій/малій висоті) мережі будуть глибоко інтегровані з наземними стільниковими/Wi-Fi/дротовими мережами, які можуть забезпечити повсюдне покриття як на поверхні, так і в тривимірному просторі (рисунок 1.1). Зокрема, інтегрована мережа “космос-повітря-земля” має на меті досягти всебічної інтеграції наземних і не наземних мереж на фізичному, каналному, мережевому і системному рівнях з точки зору апаратного, програмного забезпечення, протоколів і послуг. Завдяки глибокій конвергенції багатовимірних мереж інтегрована мережа “космос-повітря-земля” може ефективно об'єднувати різні ресурси, здійснювати інтелектуальне управління мережею і обробку інформації, а також ефективно задовольняти різні вимоги до мережі. Завдяки застосуванню штучного інтелекту продуктивність інтегрованих мереж

“космос-повітря-земля” значно покращилась у багатьох аспектах. Поєднання ШІ з інтегрованими мережами класу “космос-повітря-земля” зараз стало гарячою точкою в наукових колах.

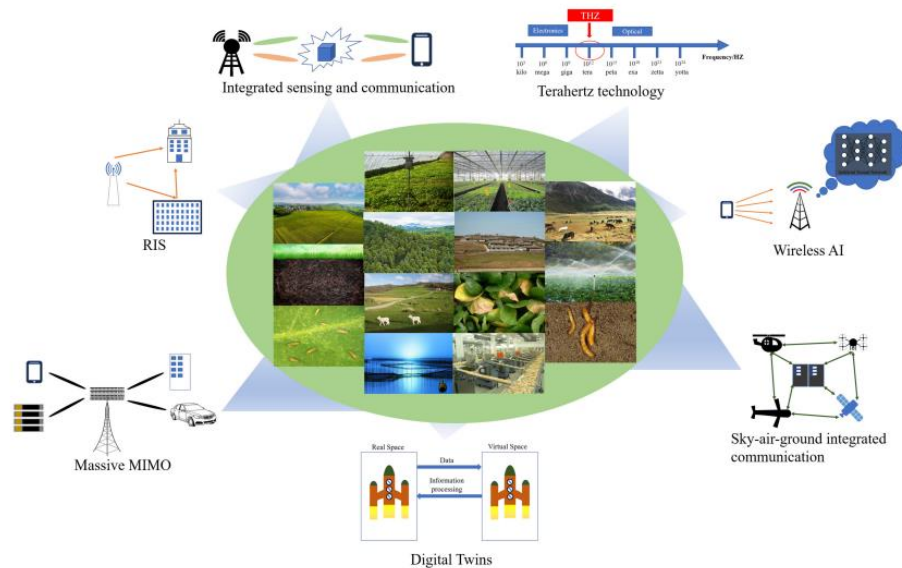


Рисунок 1.1 – Технології наступного покоління в агробізнесі

Як важливий компонент повітряних мереж, безпілотні літальні апарати (БПЛА) вже давно використовуються в сільському господарстві. Наприклад, БПЛА поєднують зі штучним інтелектом, щоб зробити розпилення пестицидів більш ефективним. Мережі БПЛА використовуються для надання послуг бездротового зв'язку в районах стихійних лих. Завдяки впровадженню технології туманних обчислень мережі БПЛА були застосовані для підвищення ефективності моніторингу лісових пожеж. Що стосується космічних мереж, то супутникові системи також мають широке застосування в сільському господарстві, наприклад, супутники з високою роздільною здатністю для діагностики інформації про ґрунт і врожай, прогнозування погоди за допомогою супутників для визначення температури і вологості у високогірних районах, а також прогнозування врожайності сільськогосподарських культур за допомогою дистанційного зондування з використанням супутникових знімків і

неконтрольованого навчання. Інтегрована мережа зв'язку “космос - повітря – земля” (рисунок 1.2), що складається з базових станцій, дронів і супутників, може краще допомагати сільськогосподарській діяльності, доповнюючи переваги різних мереж.

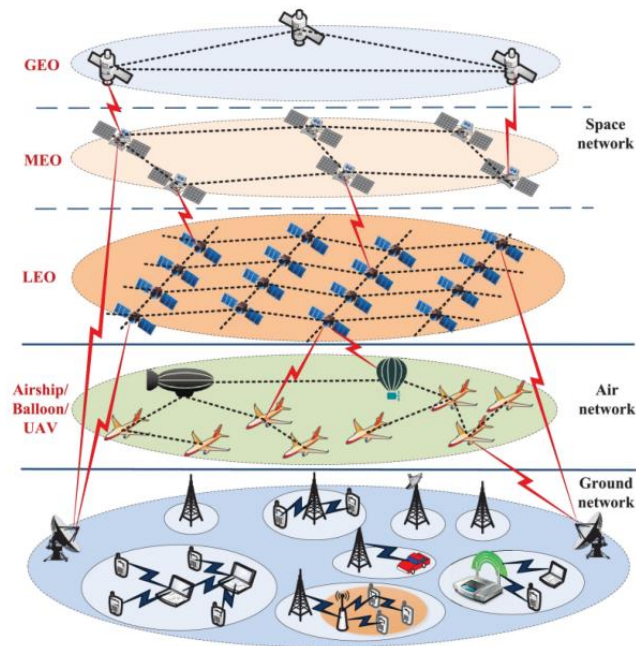


Рисунок 1.2 – Інтегровані технології ведення сільського господарства

Наприклад, об'єднання кількох засобів, таких як супутники, дрони і сільськогосподарські бездротові сенсорні мережі, для створення незалежної від рельєфу місцевості лабораторії, що дозволяє проводити швидкий (менше двох годин) і детальний моніторинг з вищою ефективністю і можливістю польового аналізу в порівнянні з традиційними схемами. Розроблено недорогу інтегровану платформу моніторингу для збору параметрів навколишнього середовища на основі поєднання БПЛА та технології Інтернету речей, яка дозволяє здійснювати автоматичний моніторинг навколишнього середовища в режимі реального часу за допомогою наземних і підземних датчиків. Таким чином, платформа може допомогти фермерам прогнозувати дані про стан навколишнього середовища на великих площах сільськогосподарських угідь, що призведе

до покращення якості та врожайності сільськогосподарських культур. Винайдено новий Інтернет речей, що використовує радар, дрони та супутники для вимірювання параметрів ґрунту та рослин. Нова платформа має високу точність вимірювань і може використовуватися для різних типів культур. Вирішено проблему мережевого зв'язку в сільській місцевості шляхом використання штучного інтелекту для інтеграції космічних, повітряних і наземних мереж. Запропонована система може ефективно покращити мережевий зв'язок і знизити вартість зв'язку в сільській місцевості

З розвитком інформаційних технологій відбувся вибух бездротового трафіку даних. Деякі дослідження показали, що бездротовий трафік даних подвоюється кожні 18 місяців. З 2016 по 2021 рік мобільний трафік даних зріс у сім разів, а відеотрафік – у три рази за той самий період. На цьому тлі комунікаційні технології, що працюють у більш високих частотних діапазонах, вже не є рідкістю, наприклад, зв'язок на міліметровому діапазоні хвиль нижче 100 ГГц. Однак, вони все ще намагаються підтримувати зв'язок мільярдів комунікаційних пристроїв і передачу даних на рівні Тбіт/с. Терагерцовий зв'язок був запропонований як потенційне вирішення цих проблем через його сприятливі характеристики надвисокої пропускної здатності, наднизької затримки і надвисокої швидкості передачі даних. Терагерцові (ТГц) хвилі лежать в діапазоні частот від 0,1 ТГц до 10 ТГц. Цей діапазон розташований між мікрохвильовим та інфрачервоним діапазонами у всьому електромагнітному спектрі. Тому терагерцові хвилі мають як проникаючі та поглинаючі властивості, притаманні мікрохвильовому діапазону, так і властивості спектральної роздільної здатності. Терагерцовий зв'язок – це технологія, яка використовує терагерцовий діапазон як несучу хвилю для бездротового зв'язку. Терагерцовий діапазон має велику кількість смуг пропускання, доступних для підтримки надвисоких швидкостей зв'язку. Як наслідок, терагерцовий

зв'язок вважається важливою альтернативною радіотехнологією для досягнення швидкості зв'язку терабіт на секунду (Тбіт/с), і очікується, що він буде використовуватися в таких сценаріях, як голографічний зв'язок, мікророзмірний зв'язок, передача даних з надвисокою пропускнуою здатністю і надшвидкісна передача даних на короткі відстані. Крім того, високоточне позиціонування і сенсорна візуалізація з високою роздільною здатністю мереж і термінальних пристроїв також є можливими розширеннями терагерцового зв'язку завдяки широкій смузі пропускання терагерцових сигналів.

RIS (Reconfigurable Intelligent Surface) – це штучна електромагнітна поверхнева структура з програмованими властивостями, яка була розроблена на основі технології метаматеріалів. Завдяки своїм перевагам – низькій вартості, низькому енергоспоживанню, програмованості та простоті розгортання - RIS стала важливим напрямком досліджень для майбутніх бездротових мереж (рисунок 1.3).

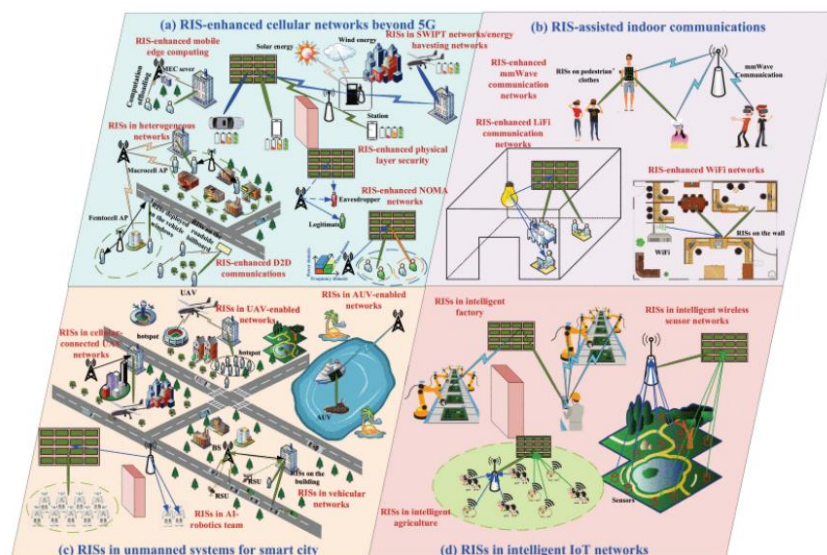


Рисунок 1.3 – Використання бездротової технології RIS

RIS розроблений як просторовий модулятор електромагнітних хвиль, який може інтелектуально реконфігурувати середовище поширення

бездротового зв'язку в системі зв'язку. RIS починає відігравати важливу роль у багатьох інших аспектах бездротового зв'язку з її постійним розвитком. Використання RIS може мати значний вплив на систему терагерцового радіозв'язку, а не тільки на мікрохвильовий зв'язок. Добре відомо, що дуже високе загасання при поширенні і молекулярне поглинання терагерцових частот призводить до обмеженої відстані передачі і покриття. Завдяки використанню RIS покриття системи терагерцового зв'язку може бути значно покращено. Таким чином, застосування терагерцових технологій у сільському господарстві може значно виграти від впровадження RIS. Ґрунтуючись на потужній можливості реконфігурації бездротових каналів, кілька досліджень вивчали застосування RIS у сільському господарстві. Існують застосування RIS для зв'язку зі зворотним розсіюванням у мережі сільськогосподарських датчиків, що може зменшити вартість сільськогосподарських датчиків і споживання енергії, а також збільшити дальність їхнього моніторингу. Запропоновано використовувати технології збору сонячної енергії та RIS для зондування в сільському господарстві, де RIS може підвищити ефективність бездротової передачі енергії та збільшити зону покриття. Запропонована конструкція успішно вирішує проблему низької стійкості сільськогосподарського зондування [27-30].

ШІ (штучний інтелект) – це підгалузь комп'ютерних наук. ШІ намагається зрозуміти природу людського інтелекту, щоб діяти як людина при виконанні різних завдань. Основними напрямками досліджень ШІ наразі є обробка зображень, обробка природної мови та інтелектуальна робототехніка. Тим часом сфери застосування ШІ також швидко розширюються. Зокрема, бездротовий ШІ (або бездротова технологія з підтримкою ШІ), що є поєднанням ШІ та бездротового зв'язку, став важливим напрямком досліджень. ШІ продемонстрував важливий потенціал застосування в різних аспектах бездротового зв'язку, таких як

моделювання, навчання і прогнозування складних невідомих середовищ поширення бездротового зв'язку, обробка сигналів, відстеження стану мережі, інтелектуальне планування та оптимізація розгортання мережі (рисунок 1.4).

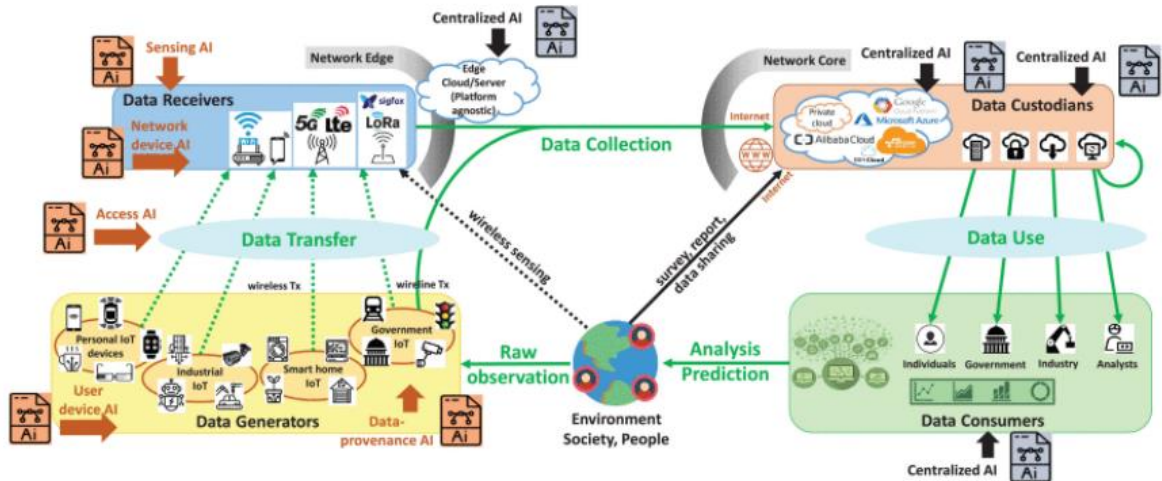


Рисунок 1.4 – Парадигма бездротового ШІ

Крім того, очікується, що ШІ сприятиме еволюції майбутніх моделей зв'язку та змінам в мережевих архітектурах. Технології фізичного рівня для мобільного зв'язку з використанням ШІ включають моделювання та зондування бездротового середовища, оцінку/прогнозування/зворотний зв'язок каналів, наскрізний дизайн, коди компіляції каналів, методи модуляції та формування сигналів, кодування вихідних каналів, дизайн приймачів OFDM, багатоантенні приймачі, багатокористувацький доступ, активне виявлення користувачів та локалізацію. Існує також багато нових технологій каналного рівня для мобільного зв'язку на основі ШІ, таких як розподіл потужності, розподіл каналів, контроль доступу, планування зв'язку і планування бездротових ресурсів на основі інтелектуального агента. Інші роботи в галузі бездротового ШІ – це архітектура бездротової мережі на основі ШІ, контроль заторів на транспортному рівні на основі ШІ, контроль швидкості обслуговування на основі ШІ, методи



прогнозування попиту та кешування на основі ШІ, а також бездротові розподілені обчислення на основі ШІ. ШІ має плідні застосування в сільському господарстві, такі як виявлення хвороб рослин, моніторинг стану сільськогосподарської техніки та цифрове картографування ґрунтів. Розроблено автоматизовану систему зрошення. Система використовує бездротову сенсорну мережу для збору параметрів навколишнього середовища сільськогосподарських угідь (вологість, вологість тощо). Для аналізу зібраних параметрів використовується штучна нейронна мережа, яка визначає, коли доцільно проводити полив. Запропонована система може заощадити 92% води порівняно з традиційними іригаційними системами.

#### **1.4 Висновки до першого розділу**

Перший розділ кваліфікаційної роботи аналізує призначення комп'ютерної мережі агрофірми “Колос” для визначення основних складових елементів, що мають бути включені у розроблюваний проект. На основі цього аналізу виявлено, що існує багато специфічних технологій, що використовуються у аграрному бізнесі і потребують мережевого забезпечення. Виявлено, що різноманітні давачі і технології у агрофірмі “Колос” широко використовують бездротові технології різного спрямування. Наведено приклади використання існуючих бездротових технологій у конкретних задачах роботи агрофірми. Досліджено майбутнє використання мережевих технологій наступного покоління у організації роботи агрофірми. Виявлено, що існують перспективні розробки, які будуть включати космічні технології разом з наземними для створення безшовної мережі. Для підсилення сигналів проаналізовано RIS технологію. Застосування ШІ разом з бездротовими технологіями також є перспективним напрямом.

## 2 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ АГРОФІРМИ “КОЛОС”

### 2.1 Планування та розроблення фізичної топології мережі агрофірми “Колос”

Планування та розроблення фізичної топології комп'ютерної мережі для агрофірми включає кроки, щоб визначити фізичну структуру та розташування мережевого обладнання. Для планування та розроблення фізичної топології мережі потрібно:

- спочатку необхідно визначити потреби агрофірми щодо мережі. Це включає визначення кількості пристроїв, які будуть підключені до мережі, типи з'єднань, обсяг трафіку та інші вимоги;
- наступним кроком є визначення розташування основних вузлів мережі, таких як сервери, комутатори, маршрутизатори та інші активні пристрої. Необхідно врахувати фізичні обмеження, такі як доступ до електропостачання, охолодження та безпеки;
- залежно від потреб і вимог, можна вибрати різні типи фізичних топологій мережі, наприклад, зіркова, шина, кільце або комбінована топологія. Вибір залежить від розмірів мережі, вартості, надійності та інших факторів;
- наступним кроком є проектування розміщення кабелів. Це включає вибір типу кабелю (наприклад, вита пара, оптичне волокно), визначення маршруту кабелів, розміщення роз'ємів та патч-панелей;
- визначення розташування комутаторів, маршрутизаторів, файрволів та інших активних пристроїв є важливою частиною проектування. Їх потрібно розмістити таким чином, щоб забезпечити оптимальну швидкість передачі даних та доступність;

- важливо врахувати питання резервного копіювання даних та забезпечення безпеки мережі. Є доцільним розглянути можливість встановлення резервних посилень, файрволів, систем виявлення вторгнень тощо;

- після розроблення фізичної топології мережі важливо провести тестування та налагодження, щоб переконатися, що мережа працює належним чином та відповідає вимогам.

Ці кроки допоможуть планувати та розробляти фізичну топологію комп'ютерної мережі для ефективного управління господарством агрофірми. При цьому важливо враховувати потреби, обмеження та цілі організації.

Аналіз приміщень агрофірми є важливим етапом при розробленні фізичної топології комп'ютерної мережі. Основна мета аналізу – визначити фізичні обмеження та можливості приміщень для встановлення мережевого обладнання. Під час аналізу приміщень доцільно звернути увагу на наступне:

- визначення розміру приміщень. Потрібно оцінити необхідність простору для розміщення серверів, комутаторів, маршрутизаторів та іншого мережевого обладнання. Визначити розміри приміщень, включаючи ширину, довжину та висоту, щоб визначити доступний простір;

- охолодження. Врахуйте вимоги щодо охолодження приміщень. Комп'ютерне обладнання виробляє значну кількість тепла, тому необхідно забезпечити ефективну систему охолодження, включаючи вентиляцію та кондиціонування повітря. Оцініть доступні можливості для встановлення систем охолодження;

- електропостачання. Перевірте наявність достатньої електропотужності для живлення мережевого обладнання. Врахуйте потужність серверів, комутаторів, маршрутизаторів та інших пристроїв, а

також необхідність додаткових резервних джерел живлення та стабілізаторів напруги;

- фізична безпека. Оцініть рівень фізичної безпеки приміщень. Врахуйте доступ до приміщень, можливості контролю доступу, системи відеоспостереження та інші заходи безпеки, які можуть бути необхідними для захисту мережевого обладнання;

- розташування кабельних трас. Визначте можливі траси для прокладання мережевих кабелів. Оцініть доступність стін, підлог, стелі та інших поверхонь для прокладання кабелів. Врахуйте потребу витягування кабелів між приміщеннями або поверхами;

- масштабування. Розгляньте можливості масштабування приміщень для майбутнього зростання мережі. Передбачте наявність додаткового простору для нового обладнання або розширення існуючого.

Цей аналіз допоможе визначити фізичні обмеження та можливості приміщень агрофірми та розробити оптимальну фізичну топологію мережі, враховуючи ці фактори.

Аналіз першого поверху будівлі агрофірми “Колос” дає можливість оцінити необхідну кількість обладнання для нього. Більшість приміщень являють собою складські місця та холодильні установки, що підтримують ведення бізнесу агрофірмою. Кімнати де постійно перебувають люде – це розташування агрономів та комірників, що приймають та видають товар. Вирішено для забезпечення мережевого доступу організувати тут бездротову мережу, що дасть змогу використовувати її для комп’ютерів, а також для іншого обладнання, що буде під’єднане до цієї мережі. Камери відеоспостереження підключені проводом методом з’єднання, що дає змогу використати живлення через Ethernet для зменшення кількості кабелів, щобудуть прокладені в приміщеннях. Система відеоспостереження дасть змогу не тільки забезпечувати фізичний захист території, а ще й додатково допоможе в аналізі пересування для оптимізації маршрутів.

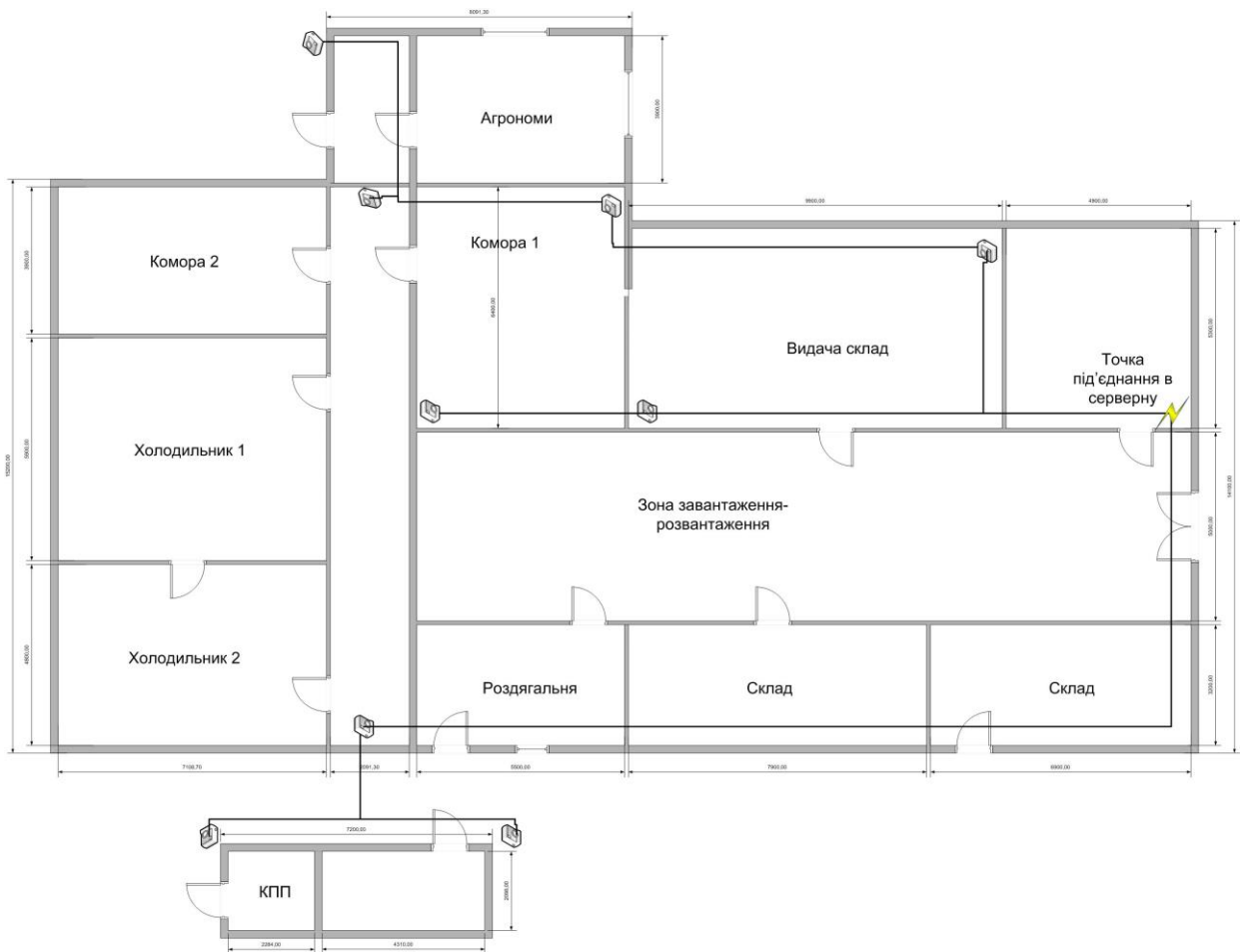


Рисунок 2.1 – Планування фізичного розташування мережі для першого поверху агрофірми “Колос”

Контрольно-пропускний пункт виконує роль точки управління і реагування на інциденти системи відеоспостереження. Моніторинг території здійснюється в автоматичному режимі з відслідковуванням через пульт управління. Записи локально зберігаються на комп'ютерах КПП, а також через канали зв'язку передаються у хмарне сховище для накопичення і подальшого аналізу у випадку виникнення нештатної ситуації. Холодильники мають функції “розумного” використання і надають інформацію про систему охолодження, а також можуть генерувати повідомлення у випадку виходу з ладу їх компонентів.

Розумні холодильні установки в агрофірмах використовуються для зберігання та керування температурою продуктів харчування, а також для

забезпечення оптимальних умов зберігання з огляду на їх якість та тривалість зберігання. Вони використовують передові технології та підключені до комп'ютерних мереж для забезпечення ефективного управління та моніторингу.

Розумні холодильні установки мають точні системи керування температурою. Вони використовують датчики для вимірювання температури в різних зонах холодильника та автоматично регулюють потужність компресора та вентиляторів для підтримання необхідного режиму.

Розумні холодильні установки підключені до комп'ютерної мережі, що дозволяє операторам агрофірми відстежувати стан холодильника в режимі реального часу та віддалено керувати його параметрами. Це дозволяє ефективно відстежувати температуру, забезпечувати належні умови зберігання та реагувати на можливі неполадки.

Розумні холодильні установки використовують алгоритми оптимізації енергоспоживання. Вони автоматично регулюють потужність та режим роботи холодильника, щоб забезпечити мінімальне споживання електроенергії при збереженні оптимальних умов зберігання.

Розумні холодильні установки можуть надсилати сповіщення та тривоги операторам агрофірми у разі виявлення проблемних ситуацій, наприклад, підвищеної температури або відключення живлення. Це дозволяє оперативно реагувати на проблеми та запобігати пошкодженню продуктів.

Розумні холодильні установки збирають дані про режими роботи, температуру та інші параметри. Ці дані можуть бути використані для аналізу продуктивності, виявлення тенденцій та оптимізації процесів зберігання.

Розумні холодильні установки допомагають забезпечити ефективне та контрольоване зберігання продуктів харчування в агрофірмах. Вони

дозволяють знизити втрати продукції, забезпечують якість та безпеку збережених товарів та підвищують продуктивність процесів зберігання.

Доступ до кімнат у приміщенні прослідковується через наявну систему відеоспостереження.

Другий поверх агрофірми “Колос” в основному відіграє роль адміністративного плану. На рисунку 2.2 показано організаційне планування цього поверху.

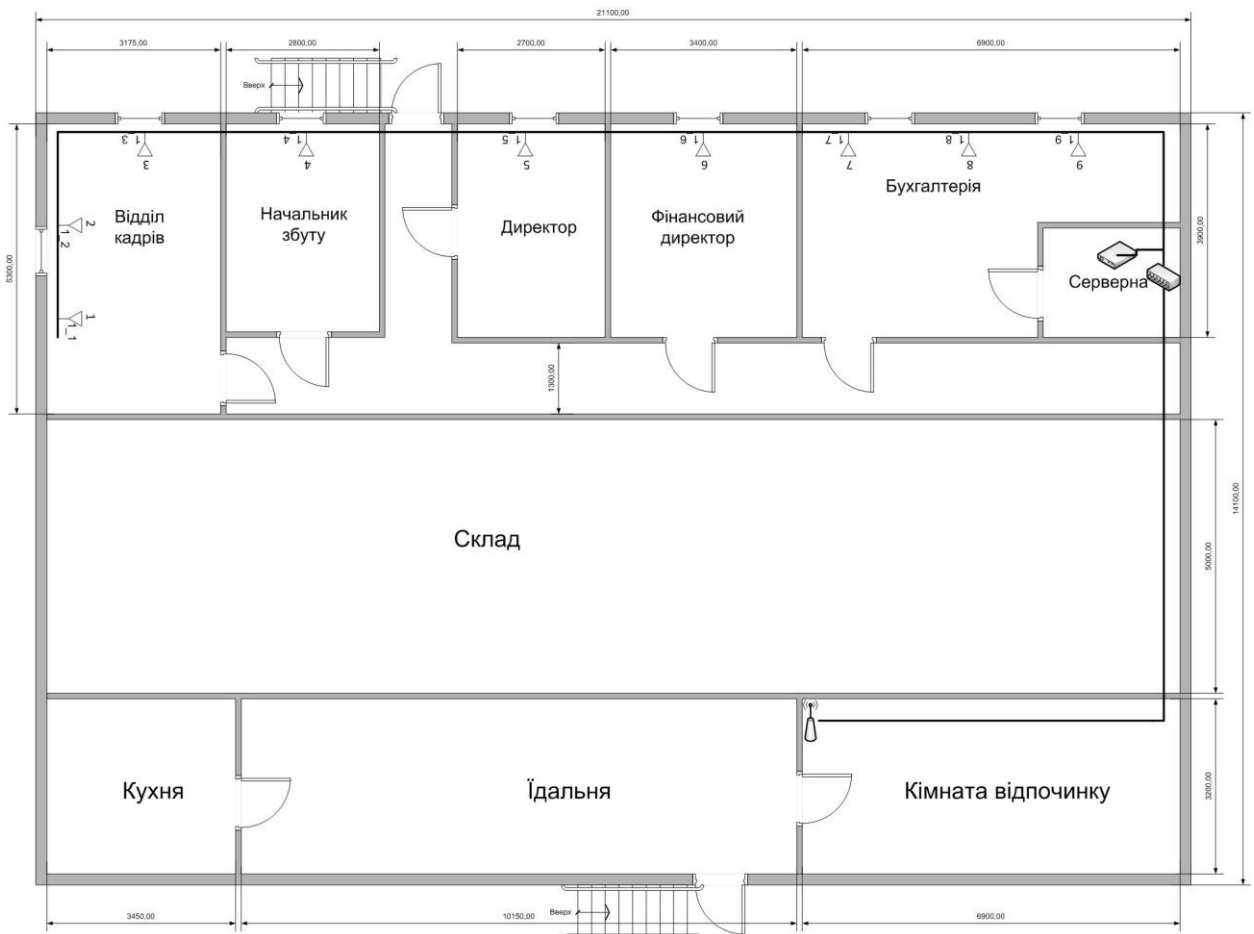


Рисунок 2.2 – Організаційне планування другого поверху агрофірми “Колос”

Оскільки фахівці, що працюють на цьому поверсі виконують важливу роботу, вирішено для підключення їх пристроїв до мережі надати проводний доступ у кожному кабінеті. Разом з цим забезпечено використання бездротового з’єднання.

Детальний огляд приміщень агрофірми “Колос” дає змогу підрахувати необхідну кількість портів для комутаторів, а також визначити місця розміщення обладнання згідно вибраної топології.

## **2.2 Розрахунок планових адрес для забезпечення пристроїв у мережі агрофірми “Колос”**

Планування адрес для мережі агрофірми включає в себе визначення IP-адрес та підмереж, які будуть використовуватись для присвоєння комп'ютерам та мережевим пристроям в організації. Для грамотного планування адрес в мережі агрофірми потрібно:

- визначити кількість комп'ютерів, серверів, мережеских пристроїв та інших пристроїв, які будуть підключені до мережі. Врахувати також потенційний ріст мережі в майбутньому;
- визначити діапазон IP-адрес, який буде використовуватись в мережі. Розглянути можливість використання приватного IP-адресного простору, з діапазону 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12 або 192.168.0.0/16. Такий вибір дозволить уникнути конфліктів з глобальною адресацією Інтернету;
- розподілити IP-адресний простір на підмережі залежно від потреб мережі агрофірми. Розділення на підмережі дозволить ефективно використовувати адреси та покращити маршрутизацію в мережі;
- спланувати присвоєння IP-адрес пристроям у мережі. Призначити статичні IP-адреси серверам, маршрутизаторам та іншим мережевим пристроям, які потребують постійного доступу. Для комп'ютерів та інших пристроїв, які отримують IP-адреси динамічно, розглянути використання протоколу Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP), що дозволить автоматично присвоювати адреси;



– врахувати безпеку мережі під час планування адрес. Використовувати firewalls та інші заходи безпеки для захисту мережі від несанкціонованого доступу та атак;

– важливо вести документацію про присвоєні IP-адреси та підмережі. Занотувати інформацію про кожен пристрій, його IP-адресу та інші важливі дані. Це полегшить адміністрування та підтримку мережі у майбутньому.

Розподіл працівників агрофірми у різні віртуальні мережі покликаний підвищити безпеку та керованість мережею. Результати планування поділу користувачів та їх відношення до віртуальних мереж поданов таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 –Поділ мережі

Функціональні обов'язки	Віртуальна мережа VLAN	Розрахована кількість підключень
Система відеоспостереження	10	12
Кадри	11	6
Збут	12	4
Управляючий	13	4
Фінансовий управляючий	14	4
Економісти	15	6
Wi-Fi користувачі	16	12

Оскільки документація відіграє важливу роль в плануванні та подальшій експлуатації мережі, розроблено схеми позначення кабелів для монтажу і маркування. Під час експлуатації це дасть змогу шукати несправності використовуючи структурований підхід і зменшить неробочий час мережі. У таблиці 2.2 поміщено задокументовану інформацію.

Таблиця 2.2 – Документування кабельної інфраструктури агрофірми

Позначення кабелю	Комутатор	Функції в агрофірмі	Статус кабелю
HR1_1, HR1_2, HR1_3	Gi 0/1, 0/2, 0/3	Відділ кадрів	Викор.
HR_1	Gi 0/4	Відділ кадрів	Резерв
S1_4	Gi 0/5	Продажі	Викор.
S_1	Gi 0/6	Продажі	Резерв
D1_5	Gi 0/7	Управляючий	Викор.
D_1	Gi 0/8	Управляючий	Резерв
FD1_6	Gi 0/9	Фінансовий управляючий	Викор.
FD_1	Gi 0/10	Фінансовий управляючий	Резерв
F1_7, F1_8, F1_9	Gi 0/11, 0/12, 0/13	Економісти	Викор.
F_1	Gi 0/14	Економісти	Резерв
WF1_10	Gi 0/15	Гостьовий	Викор.
WF_1	Gi 0/16	Бездротовий зв'язок	Резерв
O1_11	Gi 0/17	Інтернет	Викор.
O_1	Gi 0/18	Інтернет	Резерв

План адрес для мережі агрофірми, який дозволить ефективно управляти IP-адресами та забезпечити потрібну функціональність і безпеку мережі показано в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Логічна схема мережі агрофірми “Колос”

Призначення	VLAN	Назва VLAN	Адреса підмережі 192.169.	Default Gateway 192.169.
Відео LAN	10	VLAN	.11.48/28	.11.62
Відділ кадрів	11	HuRe	.11.24/29	.11.30
Продажі	12	Sales	.11.32/30	.11.34
Управляючий	13	Direct	.11.36/30	.11.38
Фінансовий управляючий	14	Fdirect	.11.40/30	.11.42
Економісти	15	Fin	.11.16/29	.11.22
Гостьовий	16	WiFi	.11.0/28	.11.14
Інтернет	–	–	.11.44/30	.11.46

Планування адрес буде використано у процесі моделювання та експлуатації реальної мережі агрофірми.

### 2.3 Обладнання для агрофірми “Колос”

Комутатор з функцією маршрутизації (Layer 3 switch) є мережевим пристроєм, який комбінує функціональність комутатора другого рівня і маршрутизатора третього рівня. В мережі агрофірми комутатори з функцією маршрутизації використовуються для забезпечення більш складних функцій маршрутизації та керування трафіком, що важливо для підтримки розширених мережевих вимог.

Основні переваги використання комутаторів з функцією маршрутизації в мережі агрофірми:

– маршрутизація, комутатори можуть приймати рішення про маршрутизацію трафіку на основі IP-адрес та інших мережевих протоколів. Вони можуть використовувати статичні маршрути або динамічні протоколи маршрутизації, такі як OSPF або EIGRP, для вибору оптимальних маршрутів;

– VLAN та сегментація мережі, комутатори дозволяють створювати віртуальні LAN (VLAN) та розподіляти мережу на логічні сегменти. Це допомагає забезпечити безпеку, ефективність та керованість мережі. Віртуальні мережі дозволяють контролювати трафік та обмежувати доступ до ресурсів;

– контроль доступу, комутатори можуть використовувати функції контролю доступу, такі як списки контролю доступу (ACL), для фільтрації трафіку на основі правил. Це дозволяє обмежувати доступ до певних ресурсів або контролювати типи трафіку в мережі агрофірми;

– керування багатопослідовністю, комутатори підтримують технології багатопослідовності, такі як Quality of Service (QoS), які дозволяють пріоритезувати різні види трафіку. Це особливо важливо для агрофірм, які можуть мати різні типи даних, які вимагають різних рівнів пріоритету;

– висока пропускна здатність, комутатори мають високу пропускну здатність, що робить їх ефективними для обробки великого обсягу мережевого трафіку. Це важливо для агрофірм, які можуть мати велику кількість пристроїв та високу потребу в передачі даних.

У вирощуванні сільськогосподарських культур чи тваринництві, комутатори з функцією маршрутизації можуть бути використані для підключення мережевих пристроїв, таких як камери спостереження, сенсори, сервери обробки даних тощо. Вони забезпечують швидку та надійну передачу даних, ефективне керування мережею та безпеку в агрофірмі.

Аналіз комутаторів проведемо з використанням характеристик пристроїв від Cisco, проте у випадку використання стороннього виробника, його характеристики повинні відповідати обраному нами пристрою. Аналіз характеристик комутаторів подано в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристики комутатора для агрофірми

Характеристики ОС	Маркування виробника	Технічні можливості, портів	Підтримка надання живлення, Вт
Початковий IOS	PC-C3560X-48T-L	48	350
Початковий IOS	PC C3560X-48P-L	48 + PoE+	715
Початковий + IP	PC C3560X-48T-S	48	350
Початковий + IP	PC C3560X-48P-S	48 + PoE+	715
Початковий + IP + доповнення	PC C3560X-48P-E	48 + PoE+	715

Враховуючи аналіз роботи агрофірми та її перспективи використання передових технологій у веденні бізнесу пропонується використати C3560X-48P-E.

Вибір точки доступу (Access Point) для мережі агрофірми є важливим кроком при проектуванні бездротової інфраструктури. При виборі точки доступу для агрофірми потрібно врахувати наступне:

– врахувати площу, яку потрібно покрити бездротовою мережею.

Виміряйте відстані та враховуйте фізичні перешкоди, такі як стіни, будівлі

або ландшафтні елементи. Виберіть точку доступу з достатнім радіусом покриття, щоб забезпечити стабільне підключення для всіх пристроїв у мережі;

- врахування очікуваної кількості пристроїв, які будуть підключені до точки доступу, та їх потребу в пропускну здатності. Якщо в агрофірмі будуть використовуватись пристрої з великим обсягом передачі даних, такі як відеокамери високої роздільної здатності або сенсори зі збором великої кількості даних, оберіть точку доступу з високою пропускну здатністю, яка зможе задовольнити ці потреби;

- переконатись, що точка доступу підтримує відповідні протоколи шифрування та безпеки, такі як WPA2 або WPA3. Забезпечення безпеки мережі є критично важливим для захисту конфіденційності та недопущення несанкціонованого доступу до мережі агрофірми;

- масштабованість, якщо планується розширення мережі або додавання нових пристроїв, переконайтеся, що обрана точка доступу підтримує можливість масштабування;

- важливо мати зручні інструменти керування мережею. Розгляньте точки доступу, які підтримують централізоване керування, можливість налаштування та моніторингу через централізовану платформу або хмарний дашборд;

- розглянути фінансові аспекти та бюджет мережевого проекту. Вибирайте точку доступу, яка відповідає вашим потребам та бюджету.

Крім цього, рекомендується провести тестування та оцінку різних моделей точок доступу перед їх впровадженням, щоб переконатися, що вони задовольняють вимоги вашої агрофірми. У якості точки доступу використаємо IW9167IH-x-AP від Cisco, оскільки вона призначена для промислового використання і підтримує Wi-Fi 6.

## 2.4 Модель комп'ютерної мережі агрофірми “Колос”

Моделювання роботи мережі агрофірми є важливим кроком для перевірки та оптимізації її ефективності та надійності. Процес моделювання складається з наступних етапів:

- збір інформації. Отримайте детальну інформацію про агрофірму, її потреби, вимоги до мережі та існуючу інфраструктуру. Це включає розташування приміщень, кількість користувачів, типи пристроїв, які будуть підключені до мережі, та передбачуване навантаження на мережу;

- розробка топології мережі: Врахуйте потреби агрофірми та інфраструктуру для розробки фізичної топології мережі. Визначте розміщення комутаторів, маршрутизаторів, точок доступу Wi-Fi та інших мережевих пристроїв. Розгляньте резервне планування та резервування для забезпечення надійності мережі;

- визначення мережевих протоколів. Врахуйте типи протоколів, які будуть використовуватись у мережі агрофірми, такі як TCP/IP, Ethernet, Wi-Fi, VLAN і т.д. Визначте налаштування та параметри протоколів, необхідні для оптимальної роботи мережі;

- налаштування мережевих пристроїв: Налаштуйте комутатори, маршрутизатори та точки доступу згідно з розробленою топологією та вимогами мережі. Встановіть правила безпеки, розділіть мережу на підмережі, налаштуйте VLAN, якщо потрібно, і т.д;

- аналіз та оптимізація: Після моделювання роботи мережі проведіть аналіз результатів. Визначте ефективність та продуктивність мережі, виявіть можливі проблеми, перевірте пропускну здатність та затримки. Заплануйте вдосконалення та оптимізацію мережі, якщо потрібно.

- тестування та впровадження. Перед впровадженням реальної мережі протестуйте розроблену модель на робочих умовах. Виконайте випробування, переконайтеся, що мережа працює стабільно та задовольняє

потреби агрофірми. При необхідності внесіть корективи та вдосконалення до моделі мережі.

Модель мережі агрофірми “Колос” виконана в середовищі Cisco Packet Tracer показано на рисунку 2.3.

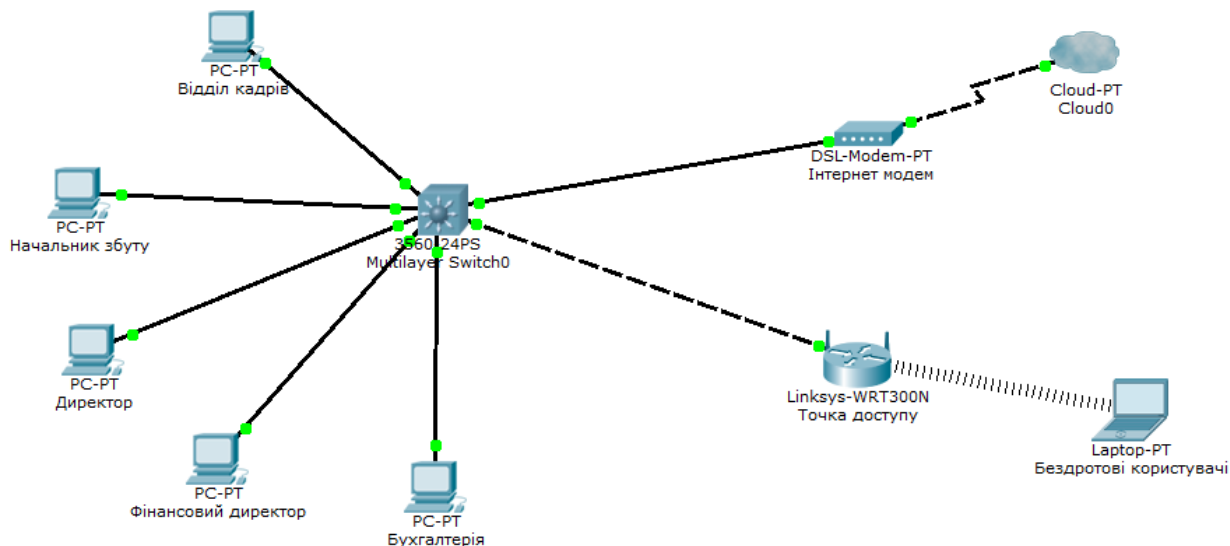


Рисунок 2.3 – Модель мережі агрофірми “Колос”

Проведено налаштування основних компонентів мережі для перевірки їх роботи. Виконано тестування роботи на прикладі команди ping від відділу кадрів до мережі Інтернет, результат якого подано на рисунку 2.4.

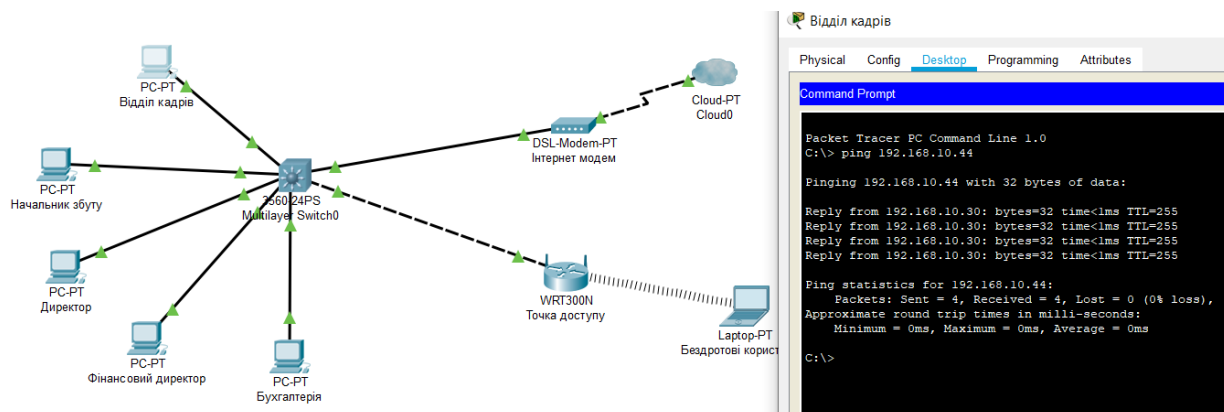


Рисунок 2.4 – Тестування моделі мережі агрофірми



Позитивне тестування підтверджує працездатність моделі мережі, що при побудові реальної мережі гарантує її роботу.

## **2.5 Висновки до другого розділу**

В другому розділі кваліфікаційної роботи наведено методологію розроблення проекту комп'ютерної мережі для агрофірми "Колос". На основі поданих планів першого та другого поверхів агрофірми здійснено планування розроблення фізичної топології мережі, що допоможе визначити фізичні обмеження та можливості приміщень агрофірми. Проведено планування адрес для мережі агрофірми, що включає в себе визначення IP-адрес та підмереж, які будуть використовуватись для присвоєння комп'ютерам та мережевим пристроям в організації. Оскільки документація відіграє важливу роль в плануванні та подальшій експлуатації мережі, розроблено схеми позначення кабелів для монтажу і маркування. Під час експлуатації це дасть змогу шукати несправності використовуючи структурований підхід і зменшить неробочий час мережі. Враховуючи аналіз роботи агрофірми та її перспективи використання передових технологій у веденні бізнесу пропонується використати C3560X-48P-E у якості комутатора з можливістю маршрутизації. У якості точки доступу запропоновано IW9167IH-x-AP від Cisco, оскільки вона призначена для промислового використання і підтримує Wi-Fi 6. Створено модель мережі агрофірми та проведено налаштування основних компонентів для перевірки їх роботи. Позитивне тестування підтверджує працездатність моделі мережі, що при побудові реальної мережі гарантує її роботу.

## **3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **3.1 Конституційні засади охорони праці в агрофірмі “Колос”**

Законодавчими актами, що визначають основні положення про охорону праці є загальні закони України, а також спеціальні законодавчі акти. До загальних законів належать: Конституція України, Закони України: “Про охорону праці”, “Про охорону здоров’я”, “Про пожежну безпеку”.

Спеціальними законодавчими актами є Державні нормативні акти про охорону праці, будівельні норми та правила.

В основному законі України – Конституції питанням охорони праці присвячені статті 43, 45 та 46.

Стаття 43: “Кожен має право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею яку він вільно обирає, або на яку вільно погоджується”, “Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом”, “Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров’я забороняється”.

Стаття 45: “Кожен хто працює має право на відпочинок. Це право забезпечує наданням днів щотижневого відпочинку, а також оплачуваної щорічної відпустки, встановленням скороченого робочого дня щодо окремих професій, скороченої тривалості роботи у нічний час”.

Стаття 46: “Громадяни мають право на соціальний захист, що включає право на забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, безробіття з незалежних від них обставин, а також у старості та інших випадках, передбачених законом”.

Основоположним законодавчим документом у галузі охорони праці є Закон України “Про охорону праці”. З набуттям незалежності України

перша серед республік прийняла цей закон 14 жовтня 1992 року. Цей закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян про охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює за участю відповідних державних органів відносини між власником підприємства, установи і працівником з питань безпеки праці.

Специфічною особливістю, цього Закону є високий рівень прав і гарантій працівника. Вперше в історії держави працівникам було надано право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей які його оточують, і навколишнього природного середовища. Розширено права працівників у соціальних гарантіях відшкодування збитків у випадку їх ушкодження їх здоров'я на виробництві. Передбачається нова система фінансування охорони праці планування системи страхування від нещасних випадків і профзахворювань. До позитивних моментів закону також належить закріплення за державою функції нагляду за охороною праці.

Конституція України (ст.24) на вищому законодавчому рівні закріпила рівність прав жінки і чоловіка. Разом з тим, трудове законодавство, враховуючи фізіологічні особливості організму жінки, інтереси охорони материнства і дитинства, встановлює спеціальні норми що стосуються охорони праці та здоров'я жінки.

Відповідно до ст. 174 КЗпП забороняється застосування праці жінок на важких роботах і на роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці, а також на підземних роботах, крім деяких підземних робіт (нефізичних робіт або робіт по санітарному та побутовому обслуговуванню).

У законодавчих актах про охорону праці приділяється значна увага наданню пільг вагітним жінкам і жінкам які мають дітей віком до трьох років. Таких жінок забороняється залучати до роботи у нічний час, робіт у вихідні дні, а також направляти у відрядження.

Відповідно до Закону України “Про відпустки” (ст. 17) на підставі медичного висновку жінкам надається оплачувана відпустка у зв’язку з вагітністю та пологами тривалістю 1265 календарних днів (70 днів до пологів і 56 після). Відповідно до ст.19 Закону України “Про відпустки” жінці, яка працює і має двох і більше дітей віком до 15 років або дитину-інваліда, за її бажанням щорічно надається додаткова оплачувана відпустка тривалістю 5 календарних днів без урахування вихідних.

Забороняється відмовляти жінкам у прийнятті на роботу і знижувати їм заробітну плату за мотивів пов’язаних з вагітністю або наявністю дітей віком до трьох років. Звільняти жінок, які мають дітей до трьох років, з ініціативи власника або уповноваженого ним органу не допускається, крім випадків повної ліквідації підприємства, установи, організації, але з обов’язком працевлаштування (ст. 184 КЗпП.).

Держава враховує певні фізичні, фізіологічні та інші особливості неповнолітніх і виявляє турботу про здоров’я молодого покоління. Законодавчо це закріплено, зокрема, в ст. 43 Конституції України. Законом України “Про охорону праці” забороняється застосування праці неповнолітніх, тобто осіб віком до вісімнадцяти років, на важких роботах і на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, а також на підземних роботах. Забороняється також залучати неповнолітніх до піднімання і переміщення речей, маси яких перевищує встановлені для них граничні норми. Не допускається прийняття на роботу осіб молодше від шістнадцяти років. Однак, як виняток, можуть прийматися на роботу особи, які досягнули п’ятнадцяти років за згодою одного з батьків або особи, що його замінює. Для підготовки молоді до продуктивної праці допускається прийняття на роботу, учнів загальноосвітніх шкіл, професійно – технічних і середніх спеціальних навчальних закладів для виконання легкої роботи, яка не завдає шкоди здоров’ю і не порушує процесу навчання, у вільний від навчання час по досягненні ними чотирнадцятого річного віку за згодою

одного з батьків або особи, що його замінює (ст. 188 КЗпП). Забороняється залучати неповнолітніх до нічних, надурочних робіт та робіт у вихідні дні. Усі особи молодше вісімнадцяти років приймаються на роботу лише після попереднього медичного огляду.

Для неповнолітніх у віці від 16 до 18 років встановлений скорочений 36 – годинний робочий тиждень, а для п'ятнадцятирічних – 24-годинний. Заробітна плата працівникам молодше від вісімнадцяти років при скороченій тривалості щоденної роботи виплачується в такому ж розмірі, як працівникам відповідних категорій при повній тривалості щоденної роботи (ст. 194 КЗпП). Щорічні відпустки неповнолітнім надаються в літній час або, на їх бажання в будь-яку іншу пору року (ст. 195 КЗпП). Тривалість такої відпустки один календарний місяць.

### **3.2 Технічні засоби безпеки в агрофірмі “Колос”**

Системи пожежної сигналізації в агрофірмі “Колос” представляють собою комплекс технічних засобів, службовців для своєчасного виявлення спалаху в приміщеннях.

В ідеалі будь-яке приміщення має бути обладнане пожежною сигналізацією, яка працює цілодобово. Вона допоможе вчасно виявити загоряння, знищити його вогнище, подасть сигнал до евакуації людей, що є особливо важливим в освітніх установах.

Особливістю системи пожежної сигналізації є можливість її автоматичного перемикавання на живлення від акумулятора при відключенні в будинку електрики. Автоматично ж відбувається і заряджання акумулятора.

Важливою частиною пожежної сигналізації є спеціальні датчики. Звичайно застосовуються детектори температури і наявності диму і газів.

Існують прості моделі датчиків, наприклад порогові неадресні, за допомогою яких важко точно визначити місце загоряння, а також складніші. Так аналогові адресні сповіщувачі забезпечені індивідуальними адресами, за якими система швидко знаходить джерело пожежі. Зазвичай аналогові сповіщувачі використовуються для уловлювання диму і контролю за температурою в приміщенні.

Димовловлювачі діляться на іонізуючі і оптичні. Обидва типи датчиків реагують на появу в приміщенні, що охороняється диму і визначають його концентрацію. Оптичний прилад діє за допомогою розсіяного інфрачервоного випромінювання, а іонізуючий використовує іонізаційну камеру.

Для забезпечення контролю за всіма вікнами та дверима в будівлі на них необхідно встановити спеціальні датчики. Зазвичай в таких випадках застосовуються датчики розбитого скла, інфрачервоні датчики руху і присутності, магнітоконтатні і вібродатчики. Інформація з датчиків передається на контрольний пульт за допомогою комп'ютера або телефонної лінії.

Для контролю за територією, що безпосередньо примикає до входу в будівлю, зазвичай використовуються датчики руху. При виникненні в контрольованій зоні переміщається об'єкта датчик передає сигнал на пульт управління. Сучасні пристрої дозволяють так запрограмувати детектори даного виду, щоб вони не реагували на рухи домашніх тварин.

### **3.3 Висновки до третього розділу**

В цьому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто питання, що стосуються безпеки життєдіяльності та охорони праці в агрофірмі “Колос”.

## ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі проведено розробку проекту комп'ютерної мережі для агрофірми “Колос”. При цьому отримано наступні основні результати:

- проаналізовано призначення комп'ютерної мережі агрофірми “Колос” для визначення основних складових елементів, що мають бути включені у розроблюваний проект. На основі цього аналізу виявлено, що існує багато специфічних технологій, що використовуються у аграрному бізнесі і потребують мережевого забезпечення;

- виявлено, що різноманітні датчики і технології у агрофірмі “Колос” широко використовують бездротові технології різного спрямування. Наведено приклади використання існуючих бездротових технологій у конкретних задачах роботи агрофірми;

- досліджено майбутнє використання мережевих технологій наступного покоління у організації роботи агрофірми. Виявлено, що існують перспективні розробки, які будуть включати космічні технології разом з наземними для створення безшовної мережі. Для підсилення сигналів проаналізовано RIS технологію. Застосування ШІ разом з бездротовими технологіями також є перспективним напрямом;

- наведено методологію розроблення проекту комп'ютерної мережі для агрофірми “Колос”;

- на основі поданих планів першого та другого поверхів агрофірми здійснено планування розроблення фізичної топології мережі, що допоможе визначити фізичні обмеження та можливості приміщень агрофірми;

- проведено планування адрес для мережі агрофірми, що включає в себе визначення IP-адрес та підмереж, які будуть використовуватись для присвоєння комп'ютерам та мережевим пристроям в організації;

– оскільки документація відіграє важливу роль в плануванні та подальшій експлуатації мережі, розроблено схеми позначення кабелів для монтажу і маркування. Під час експлуатації це дасть змогу шукати несправності використовуючи структурований підхід і зменшить неробочий час мережі;

– враховуючи аналіз роботи агрофірми та її перспективи використання передових технологій у веденні бізнесу пропонується використати C3560X-48P-E у якості комутатора з можливістю маршрутизації;

– у якості точки доступу запропоновано IW9167IH-x-AP від Cisco, оскільки вона призначена для промислового використання і підтримує Wi-Fi 6;

– створено модель мережі агрофірми та проведено налаштування основних компонентів для перевірки їх роботи. Позитивне тестування підтверджує працездатність моделі мережі, що при побудові реальної мережі гарантує її роботу.

В розділі «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» розглянуто питання конституційних засад охорони праці в агрофірмі “Колос” та технічних засобів безпеки при роботі.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Agriculture technology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://dynacrop.space/en/?utm\\_term=agriculture%20technology&utm\\_campaign=DynaCrop%20Search%20Campaign&utm\\_source=adwords&utm\\_medium=ppc&hsa\\_acc=3955373054&hsa\\_cam=17745665476&hsa\\_grp=139272243735&hsa\\_ad=610437051052&hsa\\_src=g&hsa\\_tgt=kwd-19911641&hsa\\_kw=agriculture%20technology&hsa\\_mt=b&hsa\\_net=adwords&hsa\\_ver=3&gclid=Cj0KCQjw7aqkBhDPARIsAKGa0oJFOV8pRYU0CejBf7ZDBSlsEr7vGfBmNoTaSmdfxMRXconrAs7Gx98aAnDgEALw\\_wcB](https://dynacrop.space/en/?utm_term=agriculture%20technology&utm_campaign=DynaCrop%20Search%20Campaign&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=3955373054&hsa_cam=17745665476&hsa_grp=139272243735&hsa_ad=610437051052&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-19911641&hsa_kw=agriculture%20technology&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=Cj0KCQjw7aqkBhDPARIsAKGa0oJFOV8pRYU0CejBf7ZDBSlsEr7vGfBmNoTaSmdfxMRXconrAs7Gx98aAnDgEALw_wcB). – Назва з екрану. – Дата звернення: 4.04.2023.
2. Agriculture Networking [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/eip-agri-networking.html#>. – Назва з екрану. – Дата звернення: 4.04.2023.
3. NETWORKING FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.jstor.org/stable/resrep01699?seq=6>. – Назва з екрану. – Дата звернення: 5.04.2023.
4. Smart farming networking technologies [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.researchgate.net/figure/Smart-farming-networking-technologies\\_tbl2\\_337192880](https://www.researchgate.net/figure/Smart-farming-networking-technologies_tbl2_337192880). – Назва з екрану. – Дата звернення: 6.04.2023.
5. Smart agriculture system with mesh networking technology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ncd.io/blog/smart-agriculture-system-with-mesh-networking-technology/>. – Назва з екрану. – Дата звернення: 6.04.2023.
6. Connected farming a guide for agribusinesses [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://euristiq.com/connected-farming-a-guide-for-agribusinesses/>. – Назва з екрану. – Дата звернення: 15.04.2023

7. Smart agriculture network technology [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cengnsummit.ca/smart-agriculture-network-technology/>. – Назва з екрану. – Дата звернення: 15.04.2023

8. Hidayat, T.; Mahardiko, R.; Tigor, F.D.S. Method of systematic literature review for internet of things in zigbee smart agriculture. In Proceedings of the 2020 8th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT), Bandung, Indonesia, 24–26 June 2020; pp. 1–4

9. Qazi, S.; Khawaja, B.A.; Farooq, Q.U. IoT-equipped and AI-enabled next generation smart agriculture: A critical review, current challenges and future trends. *IEEE Access* 2022, 10, 21219–21235. [CrossRef]

10. Ramya, C.M.; Shanmugaraj, M.; Prabakaran, R. Study on ZigBee technology. In Proceedings of the 2011 3rd International Conference on Electronics Computer Technology, Nagpur, India, 8–10 April 2011; pp. 297–301.

11. Lin, Y.G. An intelligent monitoring system for agriculture based on ZigBee wireless sensor networks. In *Advanced Materials Research*; Trans Tech Publications Ltd.: Bäch SZ, Switzerland, 2012; Volume 383, pp. 4358–4364

12. Xiang, X. Design of fuzzy drip irrigation control system based on zigbee wireless sensor network. In Proceedings of the International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture, Nanchang, China, 13–15 May 2010; pp. 495–501.

13. Ding, X.; Xiong, G.; Hu, B. Environment monitoring and early warning system of facility agriculture based on heterogeneous wireless networks. In Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, Beijing, China, 28–30 July 2013; pp. 1–6.

14. Ding, X.; Xiong, G.; Hu, B. Environment monitoring and early warning system of facility agriculture based on heterogeneous wireless networks. In Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, Beijing, China, 28–30 July 2013; pp. 1–6.

15. Ma, Y.W.; Chen, J.L. Toward intelligent agriculture service platform with lora-based wireless sensor network. In Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI), Tainan, Taiwan, 13–17 April 2018; pp. 1–7.
16. Ma, Y.W.; Chen, J.L. Toward intelligent agriculture service platform with lora-based wireless sensor network. In Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI), Tainan, Taiwan, 13–17 April 2018; pp. 1–7.
17. Yang, Y. Design and application of intelligent agriculture service system with LoRa-based on wireless sensor network. In Proceedings of the 2020 International Conference on Computer Engineering and Application (ICCEA), Wuhan, China, 18–20 March 2020; pp. 712–716.
18. Kulkarni, J. Wideband cpw-fed oval-shaped monopole antenna for wi-fi5 and wi-fi6 applications. *Prog. Electromagn. Res. C* 2021, 107, 173–182. [CrossRef]
19. Kulkarni, J.; Deshpande, V. Low-Profile, Compact, Two Port MIMO Antenna Conforming Wi-Fi-5/Wi-Fi-6/V2X/DSRC/INSAT-C for Wireless Industrial Applications. In Proceedings of the 2020 IEEE 17th India Council International Conference (INDICON), Delhi, India, 10–13 December 2020; pp. 1–5
20. Lloret, J.; Sendra, S.; García-Fernández, J. A WiFi-Based Sensor Network for Flood Irrigation Control in Agriculture. *Electronics* 2021, 10, 2454. [CrossRef]
21. Ahmed, N.; De, D.; Hussain, I. Internet of Things (IoT) for smart precision agriculture and farming in rural areas. *IEEE Internet Things J.* 2018, 5, 4890–4899. [CrossRef]
22. Li, L.; Xiaoguang, H.; Ke, C. The applications of wifi-based wireless sensor network in internet of things and smart grid. In Proceedings of the

2011 6th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, Beijing, China, 21–23 June 2011; pp. 1–9.

23. Bisdikian, C. An overview of the Bluetooth wireless technology. *IEEE Commun. Mag.* 2001, 39, 86–94. [CrossRef]

24. Shaobo, Y.; Zhenjiannng, C.; Xuesong, S. The appliacation of haracter module on the agriculture expert System. In *Proceedings of the 2010 2nd International Conference on Industrial and Information Systems*, Dalian, China, 10–11 July 2010; pp. 109–112.

25. Bjarnason, J. Evaluation of Bluetooth low energy in agriculture environments. *DiVA* 2017, 1, 1–57.

26. Bjarnason, J. Evaluation of Bluetooth low energy in agriculture environments. *DiVA* 2017, 1, 1–57.

27. Membrey, Peter, Eelco Plugge, and David Hows. *Practical Load Balancing: Ride the Performance Tiger*. Apress, 2012.

28. Popovic, Miroslav. *Communication protocol engineering*. CRC press, 2016. 277

29. S. Tim, *Cisco Telepresence Fundamentals*. Pearson Education India, 2010.

30. Tate, Jon, et al. *IBM Flex System and PureFlex System Network Implementation*. IBM, International Technical Support Organization, 2013.