

Сергій Мамченко, доктор педагогічних наук, професор

Національний університет біоресурсів та природокористування України, факультет інформаційних технологій, кафедра комп'ютерних мереж, систем та кібербезпеки, професор кафедри

ORCID ID 0009-0006-8743-5606

s.matchenko@nubip.edu.ua

Максим Місюра, кандидат технічних наук,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, факультет інформаційних технологій, кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки, Київ, доцент кафедри

ORCID ID 0000-0002-9061-3462

mdm@nubip.edu.ua

Микита Журавльов

Національний університет біоресурсів і природокористування України, факультет інформаційних технологій, кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки, магістрант

ORCID ID 0009-00099085-3480

zhuravlov.mykyta.13@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ MESH-СИСТЕМ У АГРАРНО-ПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ

Анотація. Сучасний світ потребує забезпечення різних компонент безпечного простору. Перш за все необхідно забезпечити продуктову безпеку та підтримання агропромислового комплексу на високому технологічному рівні. Для України, яка знаходиться під військовою агресією РФ дане питання є вельми актуальне. Збереження технологічної спроможності збереження обробки сільськогосподарських угідь, об'єднання технічних систем у сукупність IoT мережі із динамічною топологічною структурою відповідно до прив'язки до території. Проведення дослідження дозволяє визначити технологію Mesh, яка саме і використовується завдяки своїм основам до застосування у вимогах регіонах із нерозвинутою інфраструктурою, корпоративним середовищем, що підтримує безшовний принцип побудови та функціонування. Також з позитивної сторони Mesh-технологій виділяє такий принцип її побудови як комірчастий. Мережі, що побудовані на комірчастому підході дозволяють створювати економічно ефективні, динамічні мережі з високою пропускну здатністю.

Ключові слова: комп'ютерні мережі, комірчасті мережі, Mesh-мережі.

Вступ.

Військова агресія РФ проти України загострила питання успішного ведення агропромислового бізнесу. Мінування земельних ділянок, демографічна проблема, руйнування існуючого матеріально-технічного забезпечення активізувало питання суттєвого технологічного переоснащення сфери економіки, пов'язаної із природокористуванням та відновленням біоресурсів держави.

Впровадження нових інформаційних та комп'ютерних технологій у агропромисловість визначає вимоги до них, серед яких слід зазначити наступні: модульність побудови системи, автономність функціонування, мережева інфраструктура, застосування протоколів, що пройшли випробування практикою, невелика вартість та широкий доступ до апаратно-програмного забезпечення (через торговельну мережу загального доступу), можливість оперативної зміни геометрії мережевого покриття тощо. Вказані вимоги визначаються специфічними умовами ведення діяльності сільського господарства, серед яких слід виділити наступні: робота у місцях, віддалених від енергопостачання та місць проживання людей; зміна геолокації місць обробки землі та угідь, що додає мобільність переміщення місця роботи та зміна інфраструктури мережі, а звідси й зміна площі розповсюдження сигналу мережі. Зрозуміло, що подібні системи мають бути організованими на основі безпроводних систем (Wi-Fi).

Постановка проблеми. Для визначення платформи для організації зазначеної комп'ютерної системи із визначеними особливостями проведено пошук та аналіз організації подібних систем. Серед таких було виділено системи надання освітніх систем [1], медичних послуг [2], та впровадження передових технологій у АПК [4-8].

Традиційні мережі WiFi є централізованими, тобто всі пристрої підключаються до одного роутера. Під'єднання до кожного роутера відбувається за ніком та паролем. Відстань від роутера, з додаванням перешкод WiFi, впливає на покриття бездротового Інтернету по всій території. Це призводить до появи зон зі слабким сигналом і мертвих зон. Кожен роутер потребує перереєстрації для продовження роботи. Дана обставина ускладнює побудови комп'ютерних мереж з динамічною зоною роботи.

Для вирішення даної проблеми за основу була обрана технологія коміркових мереж. Топологія цих мереж дозволяє будувати мережі за принципом комірок, у яких робочі станції мережі з'єднуються одна з одною та здатні брати на себе місію комутатора для інших учасників. Хоча дана організація вважається досить складною у налаштуванні, однак дані мережі показали високу стійкість при спробі їх руйнування. Зазвичай вузли мережі підтримують зв'язок кожний з кожним, що дозволяє збільшити кількість маршрутів трафіку всередині мережі. Слід також зазначити, що вихід з робочого стану якогось вузла не приводить до руйнування всієї мережі.

Прикладом практичної реалізації даного підходу можна привести наступне: у сільському районі Каталонії (2004 рік) була впроваджена мережа guifi.net. Вона була розроблена як проект на відповідь відмови провайдерів налагодити мережеві послуги у регіоні з економічної причини – недоступність широко-смугового Інтернету. На сьогодні дана мережа об'єднує більше 30000 вузлів та завдяки домовленості peer to peer дана мережа залишається відкритою з широкими можливостями для реєстрації.

За другий приклад наведемо використання армією США безпроводних коміркових мереж для організації комп'ютерних мереж у польових умовах.

З використанням зазначених підходів до побудови комп'ютерних мереж із динамічною геометрією загальної зони покриття використовуються mesh-мережі із достатнім апаратно-програмним забезпеченням у торгівельній мережі. Доступність обладнання дозволяє говорити про практичну реалізацію даного класу комп'ютерних мереж.

По перше, Mesh-мережі децентралізовані. Вони пропонують кілька точок підключення у межах потрібної зони покриття. Пристрої підключаються до найближчої точки доступу, і дані проходять через кілька точок. Таке налаштування забезпечує більше покриття і більшу пропускну здатність. Традиційна мережа WiFi такі вимоги не виконує. Всі вузли системи об'єднуються в одну мережу з одним ім'ям (SSID) та паролем, створюючи ілюзію одного великого роутера з широким радіусом дії.

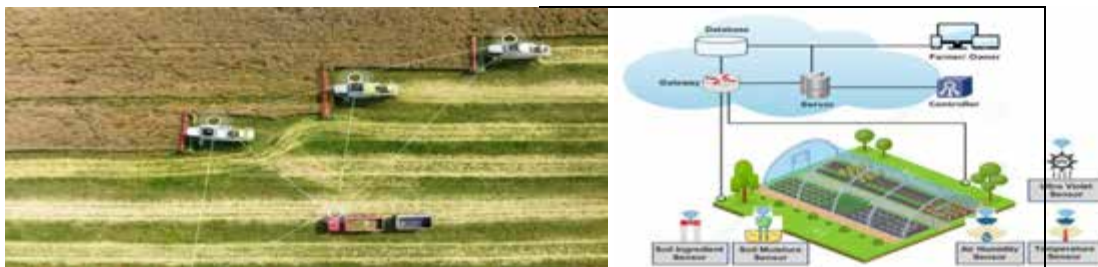


Рисунок 1 – Приклади реалізації mesh-мережі в АПК

Отже, Mesh WiFi – це одна велика мережа WiFi. Незважаючи на те, що вона складається з декількох точок доступу, система має лише одне ім'я мережі та один пароль. Бездротові пристрої автоматично підключаються до найближчого вузла без

необхідності вручну змінювати мережеві підключення. Існують інші мережеві пристрої, наприклад, ретранслятори, які створюють другу мережу. Це змушує користувача перемикатися між двома мережами залежно від того, де ви перебуваєте.

Топологія мережі може бути повно- або частково комірковою. Повна коміркова мережа означає, що всі вузли можуть спілкуватися один з одним. Частково коміркова мережа складається з вузлів, які можуть спілкуватися лише з певними вузлами. Перша є найбільш поширеною.

Також слід зазначити, що безмовність роботи mesh-мереж дозволяє поєднати в одну мережу до десяти модулів. Пристрої працюють самі собою. Як тільки буде доданий новий модуль, мережа його побачить та задасть потрібну конфігурацію. Що вирішує питання динамічної зміни зони покриття відповідно до потреб діяльності підприємства АПК. Враховуючи відсутність необхідності прокладання кабелів та простота створення мережі дана технологія може слугувати основою для вирішення питання забезпечення АПК передовими інформаційними та технологічними технологіями. Слід додати також і можливість включення у мережу IoT пристроїв та оперативного керування ними

Доступність на ринку обладнання говорить про його широкий вибір. Так, бюджетні mesh-комплекти — дводіапазонні. Вони працюють на 2 каналах: 2,4 та 5 ГГц. По обох може йти трафік для користувачів. Канал 5 ГГц швидше, але за його вибору радіохвилі гірше проходять крізь стіни. З частотою 2,4 ГГц проблема може полягати у зашумленості ефіру через роутери сусідів. При необхідності модулі самі переходять з 5 на 2,4 ГГц, оскільки не ідеальний зв'язок краще за ніякий. Два канали — істотна перевага перед звичайними одно-канальними роутерами. Користувальницький та службовий сигнали йдуть у різних діапазонах, що сприяє комфортній швидкості трафіку та не перевантаження даних трафіків.

ПОСИЛАННЯ

1. Dinuka Kannangara Kaushalya Yatigammana Faculty of Commerce & Management Studies University of Kelaniya Gamini Wijayarathna Faculty of Computing & Technology University of Kelaniya. Conceptualization of a Wireless Mesh Network Model for E-learning in Remote Areas. https://www.researchgate.net/publication/354529012_Conceptualization_of_a_Wireless_Mesh_Network_Model_for_E-learning_in_Remote_Areas. September 2021.
2. Building a Mesh Network: Step-by-Step Guide on How to Construct a Mesh Network <https://www.neuralword.com/en/innovation-technology/innovations-future-products/building-a-mesh-network-step-by-step-guide-on-how-to-construct-a-mesh-network/> 9 November 2023.
3. Damon · What is Mesh Networking: Types, Benefits, and Solutions - VSOL <https://www.vsolcn.com/blog/what-is-mesh-networking.html> Published on: February 19, 2025
4. Meshmerize GmbH. Smart agriculture network: How is Mesh changing the game? <https://meshmerize.net/smart-agriculture-network-how-is-mesh-changing-the-game/> 05.12.2023
5. Cultivate Smarter with MeshTek's BLE Mesh for Agriculture IoT // <https://www.meshtek.com/agriculture-iot-connectivity/>
6. RocketMe Up I/O | Medium Mesh Networks in IoT — Enhancing Connectivity in Large-Scale Deployments. <https://medium.com/@RocketMeUpIO/mesh-networks-in-iot-enhancing-connectivity-in-large-scale-deployments-d1e42e68318c>. Sep 12, 2024.
7. CMI Technolog Revolutionising Agriculture with Kinetic Mesh Networks <https://www.cmitechnology.com/revolutionizing-agriculture-with-kinetic-mesh-networks/> 19 October 2025.
8. Keoma Brun-Laguna^a, Ana Laura Diedrichs, Diego Dujovne, Carlos Taffernaberry, Rémy Léone, Xavier Vilajosana, Thomas Watteyne Using SmartMesh IP in Smart Agriculture and Smart Building applications <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140366417305212/>. 2018.

MINISTRY OF EDUCATION
AND SCIENCE OF UKRAINE

NATIONAL UNIVERSITY
OF LIFE AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES OF UKRAINE

FACULTY OF INFORMATION
TECHNOLOGY

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

PROCEEDINGS

XIII International scientific
and practical conference

**GLOBAL AND
REGIONAL PROBLEMS OF
INFORMATIZATION IN
SOCIETY AND
NATURE USING
'2025**

13-14 November 2025

Kyiv, NULES of Ukraine

Kyiv 2025

МАТЕРІАЛИ

XIII Міжнародної науково-
практичної конференції

**ГЛОБАЛЬНІ ТА
РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В
СУСПІЛЬСТВІ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ
'2025**

13-14 листопада 2025 року

Київ, НУБіП України

Київ 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

ХІІІ Міжнародної науково-практичної конференції

ГЛОБАЛЬНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В СУСПІЛЬСТВІ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ '2025

13-14 листопада 2025 року

Київ, НУБіП України

Київ 2025

УДК 004

Рекомендовано до друку вченою радою факультету інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 4 від 18.12.2025).

Укладач: д.т.н., доцент Шкарупило В.В.

Збірник матеріалів XIII Міжнародної науково-практичної конференції "Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2025", 13–14 листопада 2025 року, НУБіП України, Київ. – К.: НУБіП України, 2025. – 206 с.

Відповідальність за зміст публікацій несуть автори.

© Національний університет біоресурсів
і природокористування України, 2025