2. навчальних закладах. Спортивний вісник Придніпров'я. 2016. №3. с.109-114.
3. Мельник М.Г., М.П. Пітін Проблеми розвитку студентського спорту України у XXI столітті. Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка. Серія: Педагогічні Науки. Фізичне виховання та спорт. Чернігів. 2015. Вип. 129.Т.1.с.169-172.
4. Попрошаєв О.В., Мунтян В.С., Білик О.А. Питання реформування навчальної дисципліни "Фізичне виховання" у закладах вищої освіти України. Молодий вчений. 2019. №41 (68.1). с. 73-77.
5. Тимошенко О.В., Дьомін Ж.Г. Як модернізувати національну систему фізичного виховання? Сучасний освітній вимір. Освітя. 2016. №15,16. с.6.

УДК 681.58

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОЇ MESH-МЕРЕЖІ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ РОЄМ ОБ'ЄКТІВ

Н. Смірнова, доц., канд. техн. наук
В. Смірнов, доц., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет

Продовжується робота над актуальною науковою темою № 0120U104088 «Створення мобільної мережі 2.4 GHz з адаптивною аморфною топологією для управління роєм БПЛА і робототехнічних об'єктів».

Тема вирішує завдання стійкого керування роєм об'єктів загального та спеціального призначення в екстремальних умовах та в ситуаціях, що супроводжуються пошкодженням та втратою об'єктів рою.

Тема має кілька напрямків:

- управління як окремими об'єктами, так і роєм об'єктів, наприклад, коптерами, роботами та іншими механізмами, призначеними для пошуку та виявлення предметів, доставки вантажів, прихованого спостереження та відеозйомки.
- моніторинг та збір інформації з віддалених датчиків у локальних та розподілених приладах і системах.
- мобільний, захищений від виявлення, прихований зв'язок між об'єктами невеликого рою (взвод, рота) з метою організації ефективного управління та взаємодії невеликих груп в умовах воєнних дій або рятувальних операцій.

Для створення прототипу mesh-мережі був розроблений, виготовлений і впроваджений у навчальний процес ЦНТУ спеціальний апаратно-програмний комплекс «Internet of Things development board».

Він призначався для проведення лабораторних та практичних занять з дисципліни «Internet of Things».

Кожен комплекс (6 екземплярів) укомплектований трансіверами різної потужності, які дозволяють забезпечити взаємодію вузлів мережі на відстані від 100 м до 5 км. (рис.1).



Рисунок 1 – Апаратно-програмний комплекс «Internet Of Things development board»

За допомогою комплексу було розроблено програмне забезпечення для тестування трансіверів, проведено випробування трансіверів та проведені необхідні вимірювання. На підставі результатів вимірювань та експериментів було розроблено архітектуру адаптивної mesh-мережі (рис. 2), а також інтерфейси та протоколи мережного обміну.

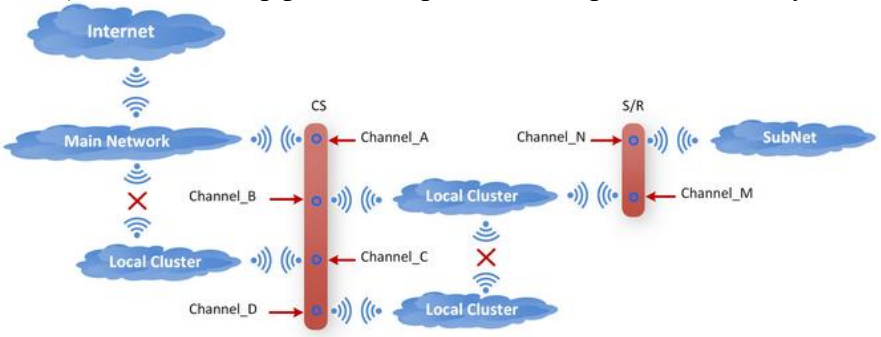

Рисунок 2 – Архітектура адаптивної mesh-мережі

Було встановлено, що застосування малопотужних трансіверів з радіусом дії від 100 м до 1 км дозволяє організувати mesh-мережу довільної конфігурації. Наприклад лінійна мережа (ланцюг), в якій кожен вузол (об'єкт рою) взаємодіє тільки з двома сусідніми, має низький рівень випромінювання сигналу, а отже, меншу ймовірність виявлення і можливості прослуховування трафіку і злому протоколу обміну (рис. 3).

Кожен вузол (об'єкт рою) взаємодіє лише з найближчими вузлами і лише їм передає транзитні пакети. Тому для забезпечення скритності вузла мережі потужність трансівера в кожному конкретному випадку повинна бути адаптивною і мінімально необхідною.

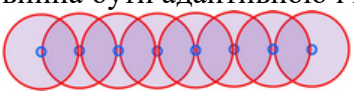

Рисунок 3 – Лінійна мережа (ланцюг)

Зрозуміло, що при малій потужності трансівера зменшується радіус зони покриття мережі (розмір рою), що може бути не завжди прийнятним. У цьому випадку легко змінюються трансівери або задіюються ретранслятори.

З іншого боку, зменшення радіусу зони покриття мережі дозволяє використовувати кілька каналів зв'язку одночасно, при цьому не впливаючи на інші мережі (рої). Потужність

трансівера встановлюється кожним вузлом за встановленим критерієм кількості повторних передач пакетів.

Такий підхід дозволяє створювати кластери мережевих об'єктів а також дочірні рої, розподілені за територіальною чи функціональною ознакою.

На рис. 4 представлені результати вимірювань рівнів випромінювання WI-FI трансіверів та трансіверів mesh-мережі при встановленій потужності 0 dB. Вимірювач встановлений на однаковій дистанції від усіх трансіверів.

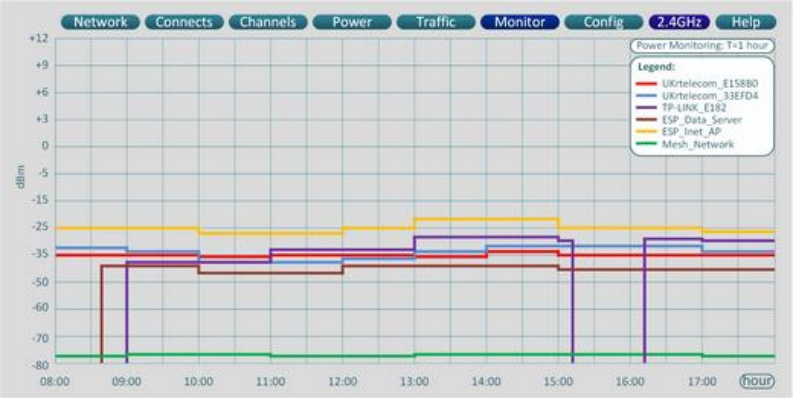

Рисунок 4 – Рівні потужності випромінювання WI-FI трансіверів та вузлів mesh-мережі

З графіків результатів вимірів випливає, що різниця в рівні випромінювання трансіверів в одиницю часу становить понад 20 dB.

Різниця обумовлена тим, що трансівери WI-FI працюють постійно навіть за відсутності інформаційного обміну, а трансівери mesh-мережі працюють лише в режимі обміну інформацією та в режимі конфігурування мережі з певним інтервалом.

З цього випливає, що технологія WI-FI не відповідають вимогам, які пред'являються для mesh-мережі, що розробляється. Це такі вимоги, як скритність для виявлення та економічність у витрачанні ємності джерела живлення вузла мережі (об'єкта рою).

Таким чином, досягнуті результати повною мірою відповідають розрахунковим, а завершення роботи над темою дозволить вирішити поставлені завдання та забезпечити:

- стабільну взаємодію вузлів мережі при зміні топології мережі з адаптивною мінімізацією потужності трансіверів індивідуально для кожного вузла мережі;
- обмін даними між вузлами мережі як безпосередньо між собою, так і через ретранслятори та шлюзи без втрат інформаційних пакетів;
- масштабування mesh-мережі із заданою топологією з охопленням площі від 0.04 км2 (мінімальна потужність, відсутність ретрансляції пакетів, відсутність перешкод на місцевості) до 65 км^2 (максимальна потужність, 2 ретранслятори в ланцюжку, є перешкоди на місцевості);
- простоту створення прикладних додатків програмістами та користувачами для вирішення різних завдань для збору інформації та управління як окремими об'єктами, так і роєм об'єктів, а також організації прихованого зв'язку в масштабованій mesh-мережі за допомогою розробленого API;
- можливість встановлення, налаштування та експлуатації mesh-мережі силами користувача.

Список літератури

1. Смірнов В.В., Смірнова Н.В. Архітектура контролера вузла адаптивної мобільної мережі з аморфною топологією. Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки». Кропівницький: ЦНТУ, 2020. Вип. 3(34). С. 12-21.

2. Смірнов В.В., Смірнова Н.В. Архітектура адаптивної бездротової локальної мережі для управління об'єктами і пристроями. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кропівницький: ЦНТУ, 2020. Вип. 50. С. 219-229.

3. Смірнов В.В., Смірнова Н.В., Пархоменко Ю.М. Бездротова локальна мережа класу Smart Home на базі модулів сплітерів-репітерів. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кропівницький: ЦНТУ, 2021. Вип. 51. С. 195-202

4. Смірнов В.В., Смірнова Н.В., Пархоменко Ю.М. Апаратно-програмний комплекс «Internet of Things Development Board». Збірник матеріалів III форуму «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2021. – Харків, ХНУРЕ, 2021. – 65 с.

УДК 930

НАУКОВІ ЗВ'ЯЗКИ ВОЛОДИМИРА ЯСТРЕБОВА З НАУКОВИМ ТОВАРИСТВОМ Т. ШЕВЧЕНКА

О. Собчук, аспірант
Центральноукраїнський національний технічний університет

Всебічне дослідження наукової спадщини будь-якого дослідника передбачає детальне вивчення шляхів його наукового становлення й пов'язаних з цим процесів. Одним із важливих етапів на шляху наукового розвитку вченого є наукова комунікація.

Територіальний устрій України та політика імперського уряду у XIX столітті мали значний вплив на комунікацію між вченими, які перебували на українських територіях Австо-Угорської імперії та науковцями із українських територій, що були у складі Російської імперії. Валуєвський циркуляр (1863) та Емський указ (1876), запроваджені у II половині XIX ст. у Російській імперії, ще більше ускладнювали цей процес.

Постать В. Ястребова у контексті його наукових зв'язків дослідниками детально не розглядалась. Спробу реконструкції наукових зв'язків вченого зробила О. Собчук у статті «Наукові зв'язки Володимира Ястребова». Частково питання співпраці південноукраїнських вчених із західноукраїнськими вченими вивчала Л. Іваннікова [9].

Мета цього дослідження полягає у визначенні причин пошуку шляхів налагодження наукової комунікації Володимира Ястребова із НТШ, окресленні хронологічних меж співпраці науковця з НТШ , а також визначення типів опублікованих матеріалів та короткий аналіз їх змісту.

Регламентованість діяльності вчених, контроль, цензура та заборона всього українського з боку російського імперського уряду не сприяли розвитку наукової комунікації між дослідниками з підросійської України та науковцями із українських територій, що були у складі Австро-Угорщини.

Влада Австро-Угорської імперії, до складу якої входила й Галичина, мала більш лояльне ставлення до утворення та діяльності українських інституцій. Так, у 1873 році у Львові було засновано Наукове Товариство імені Т. Г. Шевченка (далі – НТШ), яке . спочатку діяло як громадська організація, а з 1892 року було перетворене на наукову організацію – Товариство імені Т. Шевченка, яку згодом очолив М. С. Грушевський.

Українська інтелігенція з південної, центральної та східної України у НТШ вбачала можливість публікувати українознавчі матеріали, друкувати роботи українською мовою, ділитись результатами своїх досліджень.

Саме Володимир Ястребов був одним із небагатьох науковців із підросійської України, які намагались налагодити комунікацію зі своїми колегами із західної частини України [9].

Пожвавлення дослідницької роботи вченого у 90-х рр. XIX ст.. ставило перед ним потребу пошуку нових наукових контактів, залприєднання до тогочасної наукової спільноти за межами Російської імперії. До вагомих причин налагодження наукової комунікації із науковцями НТШ належить можливість публікації етнографічних матеріалів мовою оригіналу, зокрема, сороміцьких пісень, фольклорного матеріалів із нецензурною лексикою і